

Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-7093-4

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ÜRETİM (CNC / CAM)

11 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

11
DERS MATERYALİ



BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ÜRETİM (CNC/CAM)



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİLGİSAYAR KONTROLLÜ ÜRETİM
(CNC / CAM)

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR
ALİ EKBER AYGÜN
MURAT YILMAZ
MUSTAFA SÖNMEZ



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 8587
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ : 2479

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI	FADİME COŞKUN
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI	ARZU DURSUN URGUN
GÖRSEL TASARIM UZMANI	PINAR AKPINAR

ISBN: 978-975-11-7093-4

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

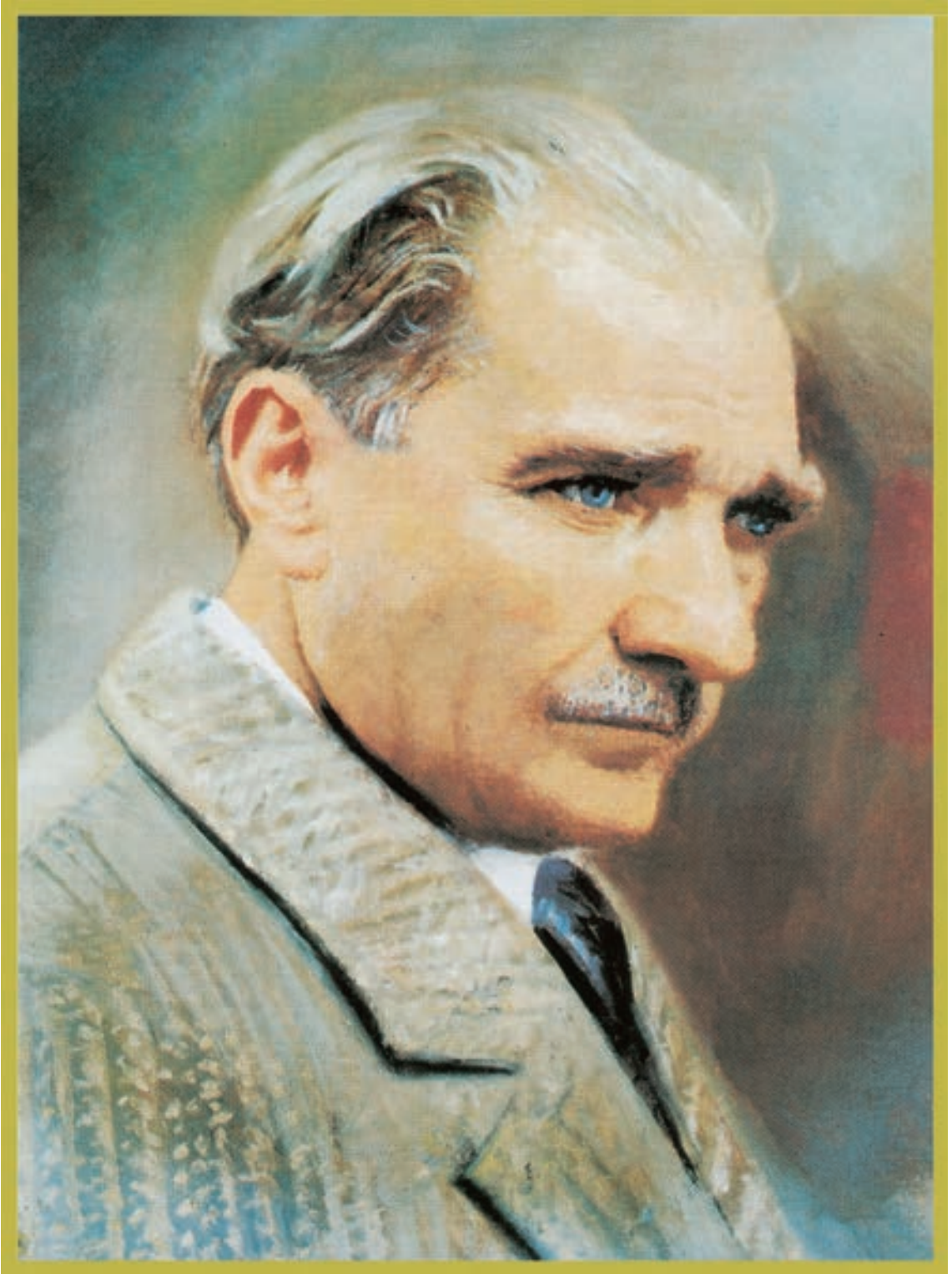
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaî bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI.....	15
1. CNC TORNA TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA.....	18
1.1 CNC Torna Tezgâhları.....	18
1.1.1 CNC Torna Tezgâhlarının Kısımları	19
1.2 CNC Torna Tezgâhlarının Çalıştırılması ve Kullanımı	24
1.2.1 CNC Torna Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları	24
1.2.2 CNC Torna Tezgâhı Kontrol Paneli ve Kullanımı	26
1.2.3 Çalışma Modları	30
1.2.4 CNC Torna Tezgâhının Çalıştırılması.....	30
1.2.5 CNC Torna Tezgâhlarında İş Parçasının Ayna İle Bağlanması	30
1.2.6 İş Milinin Döndürülmesi	32
1.2.7 Aktif Referans Noktası (Offset) Seçimi.....	32
1.2.8 Ölçü Biriminin Değiştirilmesi	32
1.2.9 İstenen Takımın Çağırılması.....	32
1.2.10 Manuel Olarak Eksenlerin Hareketi.....	33
1.2.11 Hafızada Bulunan Programın Yüklenmesi ve Çalıştırılması	33
1.3 CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Takımlar	34
1.3.1 Malzeme Grupları	35
1.3.2 İç ve Dış Çap Katerleri.....	36
1.3.3 CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Takım Tutucular	37
1.3.4 CNC Torna Tezgâhlarında Kesici Takımların Bağlanması	38
1.3.5 Takım Listesine Yeni Takım Ekleme.....	39
1.3.6 Takımların Referans Noktasının Belirlenmesi	40
1.3.7 Takım Referans Noktası Kontrolü	41
1.3.8 İş Parçası Referans Noktasının Belirlenmesi	42
1.3.9 Probe İle Çalışma.....	42
1.3.10 Gezer Punta İle Çalışma.....	42
Kontrol Listesi.....	43
Uygulama Yaprakları.....	44
Ölçme ve Değerlendirme	47
2. CNC TORNADA PROGRAMLAMA	49
2.1 CNC Torna Tezgâhlarında Eksenler	50
2.2 CNC Torna Tezgâhlarında Koordinat Sistemleri	51
2.3 CNC Torna Tezgâhlarında Referans Noktaları	53
2.4 CNC Torna Tezgâhlarında Programlama Yapısı	53
2.5 CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Komutlar	54
2.5.1 Komut Tipleri (Modal ve Modal Olmayan Komutlar)	55
2.5.2 Program İsmi – O.....	55

1

2

3

2.5.3 Satır Numaraları – N	55
2.5.4 Devir Sayısı, Kesme Hızı – S	56
2.5.5 İlerleme Hızı – F	56
2.5.6 Takım Çağırma – T	57
2.5.7 Referans Noktaları – G54, G55, G56, G57, G58, G59	57
2.5.8 Mutlak ve Artışlı Programlama – G90, G91	58
2.5.9 Kartezyen ve Polar Koordinat Sistemi – G15, G16	58
2.5.10 Çalışma Düzlemi Seçimi – G17, G18, G19	58
2.5.11 Ölçü Sistemi – G20, G21	59
2.5.12 Tareti Tezgâh Referans Noktasına Gönderme – G28	59
2.5.13 Soğutma Sıvısını Açma / Kapatma – M08, M09	59
2.5.14 Program Durdurma ve Program Sonlandırma – M00, M01, M02, M30 ..	59
2.5.15 Kesici Takımın Hızlı Doğrusal Hareketi – G0 (G00)	60
2.5.16 Kesici Takımın İlerleme Hızında Doğrusal Hareketi – G1 (G01)	60
2.5.17 Kesici Takımın İlerleme Hızında Dairesel Hareketi – G2, G3 (G02, G03) ..	62
2.5.18 Bekleme – G4 (G04)	65
Uygulama Yaprakları	66
Ölçme ve Değerlendirme	68

3. CNC TORNALAMA İŞLEMLERİ 69

3.1 CNC Tornada Kesici Takım Uç Telafileri – G40, G41, G42	70
3.2 CNC Tornada Delik Delme ve Raybalama	72
3.3 CNC Tornada Delik Büyütme İşlemleri	74
3.4 CNC Tornada Kanal Açma ve Kesme İşlemleri	75
3.5 Hazırlanan Programın Tezgâha Aktarılması	76
3.6 Hazırlanan Programın Simülasyon İle Kontrolü	77
Ölçme ve Değerlendirme	78

4

4. CNC TORNALAMA ÇEVİRİMLERİ 79

4.1 Tornalama Çevrimleri	80
4.1.1 Finiş Tornalama Çevrimi – G70	80
4.1.2 Boyuna Tornalama Çevrimi – G71	81
4.1.3 Alın Tornalama Çevrimi – G72	82
4.1.4 Profil Tornalama Çevrimi – G73	83
4.2 Delik Delme Çevrimleri	84
4.2.1 Delik Delme Çevrimi – G74	84
4.2.2 Derin Delik Delme Çevrimi – G83	86
4.3 Kanal Açma Çevrimi – G75	88
4.4 Vida Açma Çevrimi – G76	89
Uygulama Yaprakları	90

5

5. CNC TORNADA ALT PROGRAMLAMA.....101

5.1 Alt Programlama	102
---------------------------	-----

5.2 CNC Torna Tezgâhlarında Karşılaşılan Hata Kodları.....	105
5.2.1 Program Yazımından Kaynaklanan Hatalar.....	105
5.2.2 Tezgâhtan Kaynaklanan Alarm Mesajları.....	106
Uygulama Yaprakları.....	108
6. CNC FREZE TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA.....	109
6.1 CNC Freze Tezgâhları	110
6.1.1 CNC Freze Tezgâhlarının Kısımları.....	110
6.1.2 CNC Freze Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları.....	114
6.1.3 CNC Freze Tezgâhlarının Bakımı	115
6.2 CNC Freze Tezgâhlarının Çalıştırılması ve Kullanımı	116
6.2.1 CNC Freze Tezgâhının Açılması	116
6.2.2 Eksenlerin Referansa Gönderilmesi.....	116
6.2.3 Manuel Olarak Eksenlerin Hareketi.....	116
6.2.4 Kontrol Paneline Elle Komut Girişi.....	116
6.2.5 İstenen Takımın Çağırılması.....	116
6.2.6 İş Milinin Döndürülmesi	117
6.2.7 Aktif Referans Noktası (Offset) Seçimi.....	118
6.2.8 Ölçü Biriminin Değiştirilmesi	118
6.2.9 Takım Kesme Ekseninin Değiştirilmesi.....	118
6.2.10 İş Parçası Referans Noktasının Belirlenmesi	118
6.2.11 Takım Listesine Yeni Takım Ekleme.....	120
6.2.12 Kesici Takım Boy Telafilerinin Belirlenmesi.....	121
6.2.13 Takım Referans Noktası Kontrolü	122
6.2.14 Hazırlanmış Programların Hafızaya Yüklenmesi	122
6.2.15 Programların Tezgâhta Test Edilmesi ve Çalıştırılması	123
6.2.16 Programların Haricî Bilgisayardan Aktararak Çalıştırılması.....	123
6.2.17 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Bağlama Aparatları ve Yöntemleri ..	124
6.2.18 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Takımlar	126
6.2.19 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Takım Tutucular	126
6.2.20 CNC Freze Tezgâhlarında Kesici Takımların Bağlanması.....	127
Kontrol Listesi	128
Uygulama Yaprakları.....	129
7. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA	131
7.1 CNC Freze Tezgâhlarında Referans Noktaları	132
7.2 CNC Freze Tezgâhlarında Eksenler.....	132
7.3 CNC Freze Tezgâhlarında Programlama Yapısı	133
7.4 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Komutlar	134
7.4.1 Komut Tipleri (Modal Olan ve Olmayan Komutlar)	135
7.4.2 Program İsmi – O.....	135
7.4.3 Satır Numaraları – N.....	135

6

7

7.4.4 Devir Sayısı, Kesme Hızı – S	136
7.4.5 İlerleme Hızı – F.....	136
7.4.6 Takım Çağırma – T	137
7.4.7 Referans Noktaları – G54, G55, G56, G57, G58, G59	137
7.4.8 Mutlak ve Artışlı Programlama – G90, G91	137
7.4.9 Kartezyen ve Polar Koordinat Sistemi – G15, G16	138
7.4.10 Çalışma Düzlemi Seçimi – G17, G18, G19	138
7.4.11 Ölçü Sistemi – G20, G21.....	138
7.4.12 Tezgâh Referans Noktasına Dönüş – G28	138
7.4.13 Soğutma Sıvısını Açma / Kapatma – M08, M09.....	138
7.4.14 Program Durdurma ve Program Sonlandırma – M00, M01, M02, M30 ..	139
7.4.15 Takım Boy Telafisi – G43.....	139
7.4.16 Kesici Takımın Hızlı Doğrusal Hareketi – G0 (G00).....	139
7.4.17 Kesici Takımın İlerleme Hızında Doğrusal Hareketi – G1 (G01)	140
7.4.18 Kesici Takımın İlerleme Hızında Dairesel Hareketi – G2, G3 (G02, G03)...	142
7.4.19 Bekleme – G4 (G04)	144

Uygulama Yaprakları..... 145

8

8. CNC FREZELEME İŞLEMLERİ 147

8.1 Kesici Takım Yarıçap Telafisi – G40, G41, G42	148
8.2 CNC Freze Tezgâhında Cep Frezeleme	150
8.3 Hazırlanan Programın Tezgâha Aktarılması	152
8.4 Hazırlanan Programın Simülasyon İle Kontrolü	153
Uygulama Yaprakları.....	154

9

9. CNC FREZELEME ÇEVİRİMLERİ 155

9.1 CNC Frezede Delik Delme Çevrimleri	156
9.1.1 Çevrimde Başlangıç ve Bitiş Noktası Tanımlama (G98-G99).....	156
9.1.2 Gagalamasız Delik Delme Çevrimi – G81.....	157
9.1.3 Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi – G82.....	158
9.1.4 Talaş Boşaltmalı Delik Delme Çevrimi – G83	159
9.2 CNC Frezede Kılavuz Çekme Çevrimleri.....	160
9.3 CNC Frezede Delik Büyütme Çevrimleri	162
9.3.1 Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi – G86.....	162
9.3.2 Alttan Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi – G87	162
9.3.3 Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi (Manuel Uzaklaşarak)–G88.163	
9.4 CNC Frezede Delik Büyütme Çevrimleri	164
9.4.1 Dikdörtgen Cep Boşaltma Çevrimi – G24	164
9.4.2 Dairesel Cep Boşaltma Çevrimi – G25.....	163
Uygulama Yaprakları.....	166

10

10. CNC FREZEDE ALT PROGRAMLAMA 167

10.1 CNC Freze Tezgâhlarında Alt Programlama.....	168
10.2 CNC Freze Tezgâhlarında Alarm Mesajları	171

11. CAD PROGRAMI İLE ÇİZİM.....173

11.1 CAD Programına Giriş ve Hazırlık Ayarları 174

11.1.1 Program Ayarları 175

11.1.2 Araç Çubukları 175

11.1.3 Görünüm Ayarları 176

11.1.4 Proje ve Dosya Yönetimi 176

11.2 İki Boyutlu Çizim 177

11.2.1 Çizim Nesnelerini İlişkilendirme 178

11.2.2 Çizim Nesnelerinin Ölçülendirilmesi 178

11.2.3 İki Boyutlu Çizim Oluşturma Komutları 179

11.2.4 Çizim Düzenleme Komutları 180

11.3 Yüzey Modelleme 185

11.3.1 Yüzey Oluşturma Komutları 185

11.3.2 Yüzey Düzenleme Komutları 186

11.4 Katı Modelleme..... 190

11.4.1 Katı Model Oluşturma Komutları 190

11.4.2 Katı Model Düzenleme Komutları 191

Ölçme ve Değerlendirme 198

12. CAM PROGRAMLARI İLE TORNALAMA 199

12.1 CAM Programına Giriş Hazırlık Ayarları..... 200

12.2 CAM Tornalama Parametreleri 202

12.2.1 Kesici Takım Seçimi 202

12.2.2 İşlenecek Geometrinin Tanımlanması..... 204

12.2.3 Güvenli Çalışma Düzlemi 204

12.2.4 Tornalama Parametreleri 205

12.2.5 Takımyolu Geçişleri 205

12.3 CAM Tornalama Operasyonları 206

12.3.1 Alın Tornalama 206

12.3.2 Kaba Tornalama 206

12.3.3 İnce (Finiş) Tornalama 207

12.3.4 Kanal Tornalama 207

12.3.5 Vida Açma..... 208

12.3.6 Pah Kırma..... 209

12.3.7 İş Parçasını Kesme..... 209

12.3.8 C Eksen CAM Tornalama 210

12.3.9 CAM Torna Simülasyonu İle Takım Yollarının Kontrolü 210

12.3.10 G ve M Kodlarının Çıkartılması..... 211

13. CAM PROGRAMLARI İLE FREZELEME 219

13.1 CAM Programına Giriş Hazırlık Ayarları..... 220

13.2 CAM Frezeleme Parametreleri..... 222

11

12

13

13.2.1 Kesici Takım Seçimi	222
13.2.2 İşlenecek Geometrinin Tanımlanması.....	224
13.2.3 Çalışma Düzlemi	224
13.2.4 Frezeleme Parametreleri	225
13.2.5 Takımyolu Geçişleri	225
13.3 2 ½ Eksen CAM Frezeleme Operasyonları	226
13.3.1 “2D Adaptive Clearing” Operasyonu	226
13.3.2 “2D Pocket” Operasyonu	227
13.3.3 “Face” Operasyonu	227
13.3.4 “2D Contour” Operasyonu.....	228
13.3.5 “Drilling” Operasyonu	228
13.3.6 “Slot” Operasyonu	229
13.3.7 “Trace” Operasyonu.....	229
13.3.8 “Thread” Operasyonu	230
13.3.9 “Bore” ve “Circular” Operasyonları	230
13.3.10 “Engrave” Operasyonu	231
13.3.11 “2D Chamfer” Operasyonu	231
13.4 3 Eksen CAM Frezeleme Operasyonları.....	232
13.4.1 “Adaptive Clearing” Operasyonu	232
13.4.2 “Pocket Clearing” Operasyonu	232
13.4.3 “Steep and Shallow” Operasyonu.....	233
13.4.4 “Parallel” Operasyonu	233
13.4.5 “Scallop” Operasyonu	234
13.4.6 “Contour” Operasyonu	234
13.4.7 “Ramp” Operasyonu	235
13.4.8 “Pencil” Operasyonu.....	235
13.4.9 “Horizontal” Operasyonu.....	236
13.4.10 “Spiral” Operasyonu	236
13.4.11 “Radial” Operasyonu	237
13.4.12 “Morphed Spiral” Operasyonu	237
13.4.13 “Project” Operasyonu.....	238
13.4.14 “Morph” Operasyonu	238
13.4.15 “Flow” Operasyonu	239
13.4.16 CAM Torna Simülasyonu İle Takımyollarının Kontrolü	239
13.4.17 G ve M Kodlarının Çıkartılması.....	240
Terimler Sözlüğü	252
Kaynakça	253
Cevap Anahtarı	254

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

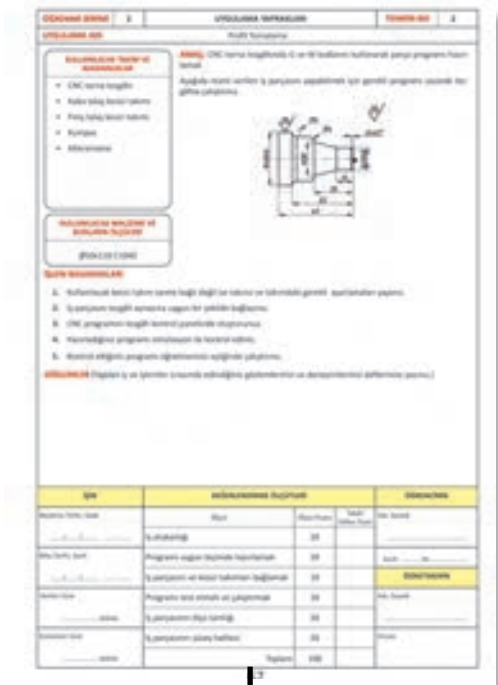


Karekod okuyucu ile taranarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri vb. ilave kaynaklara ulaşabilecek karekod

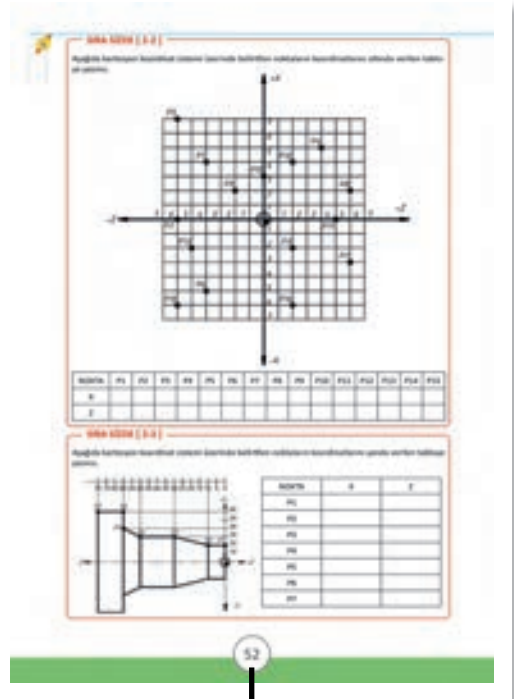
Öğrenme birimi adını gösterir.

Öğrenme birimi numarasını gösterir.

Öğrenme biriminde öğrenebileceğiniz konuları gösterir.



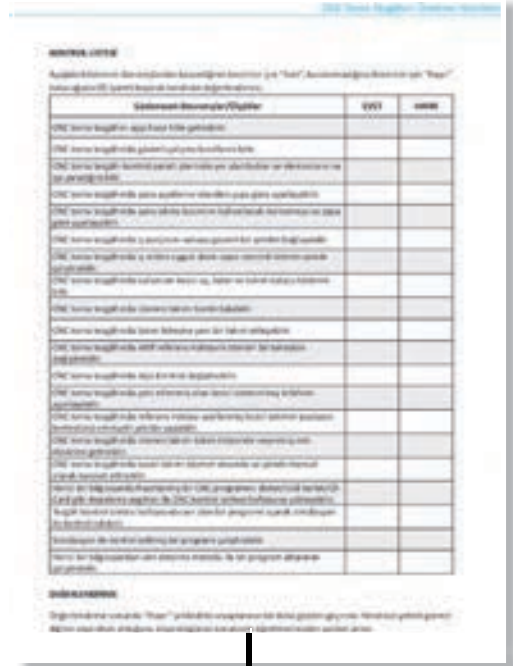
Uygulama yapraklarında konu ile ilgili öğrendiğiniz bilgileri uygulayabileceğiniz iş ve işlemler bulunur.



Sıra sizde bölümlerinde konu ile ilgili sizin yapmanız gereken örnekler, uygulamalar bulunur.



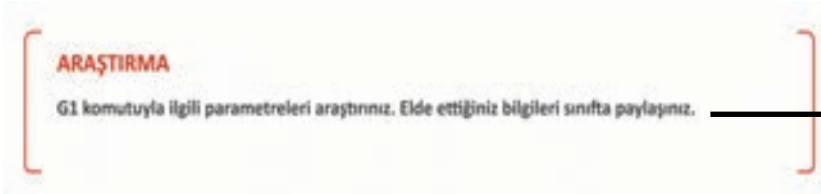
Ölçme değerlendirme çalışmaları öğrenme birimi ile ilgili teorik bilgilerinizi ölçmeye yarar.



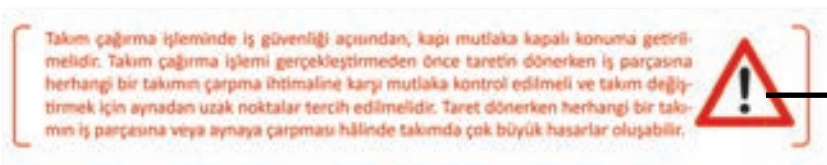
Kontrol listelerinde, öğrenmeniz gereken teorik ve pratik bilgilerdeki yeterliliğinizi değerlendirebilirsiniz.



Öğrenme birimi ve konulara hazırlık için yapmanız gerekenleri gösterir.



Konu ile ilgili araştırma yapmanız gereken konuları gösterir.



Konu ile ilgili dikkat edilmesi gereken uyarıların yer aldığı kısımları gösterir.



CNC TORNA TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC torna tezgâhlarının kısımları
- CNC torna tezgâhlarında güvenli çalışma kuralları
- CNC torna tezgâhlarının kontrol panelini kullanma
- CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesici takımları

1.
ÖĞRENME BİRİMİ



1. CNC TORNA TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Farklı torna tezgâhlarına neden ihtiyaç duyulmuş olabilir? Fikirlerinizi arkadaşlarınız ile paylaşınız.

1.1. CNC Torna Tezgâhları

İnsanlığın daha iyiye hızlı ve kolay ulaşma çabası yeni makinelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bilgisayar da insanların bu ihtiyaçlarını karşılayan en önemli teknolojik alettir. Bilgisayar teknolojisinin gelişimi sayesinde hayatın birçok alanında sayısız değişim meydana gelmiştir. İmalat sektöründe bilgisayar hem tasarım hem de üretim sürecinde çok büyük öneme sahiptir.

Makine parçalarının programlanabilir şekilde otomatik olarak üretilmesi amacıyla ilk olarak NC (numerical control) adı verilen “sayısal kontrollü takım tezgâhları” geliştirilmiştir. NC tezgâhlarında takımın değiştirilmesi, eksen hareketleri gibi işlemler delikli kartlar ile sağlanıyordu. Bilgisayar boyutlarının küçülmesi ile birlikte delikli kartlar yerini bilgisayarlara bırakmıştır. Bilgisayarların kullanılması ile kısaca CNC (computer numerical control) adını verdiğimiz “bilgisayar kontrollü takım tezgâhları” ortaya çıkmıştır.

Bir bilgisayar ve elektronik donanım aracılığı ile kumanda edilen takım tezgâhlarına **bilgisayar kontrollü takım tezgâhları** kısaca **CNC** adı verilir. CNC takım tezgâhlarında bilgisayar kontrolü ile kullanılan yataklar, vidalı miller, elektrik motorları vb. birçok donanım sayesinde yüksek hassasiyette kontrol sağlanmaktadır. CNC takım tezgâhlarının başında torna ve freze tezgâhları gelmektedir.

Bir eksen etrafında dönmekte olan iş parçası üzerinden sabitlenmiş kesici takım ile talaş kaldırma işlemine **tornalama** denilmektedir. Bu işlemi yapabilen bilgisayar kontrollü takım tezgâhlarına ise **CNC torna tezgâhı** denir. CNC torna tezgâhlarında standart olarak X ve Z eksenleri bulunur ve genel olarak silindirik iş parçaları işlenir. Kesici takımın da eksenel dönme hareketi yapabildiği (tahrikli takım) C eksenine bulunan CNC torna tezgâhlarında aynı zamanda frezeleme işlemi de yapılabilmektedir.

Üniversal takım tezgâhları ile kıyaslandığında CNC takım tezgâhlarının bazı avantaj ve dezavantajları vardır:

CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları

- Tezgâh operatörü açısından daha güvenlidir.
- Üretilen her parçanın kalite ve işleme süresi aynıdır.
- Üretilen parçalarda bozuk parça (fire) oranı oldukça azdır ve bu sayede birim parça üretim maliyeti daha düşüktür.
- Tezgâh operatörü aynı anda birden fazla tezgâhı kontrol edebilir.
- Operatör yetiştirilmesi daha kolaydır.
- Robotlar ile entegre edilerek çalıştırılabilir.

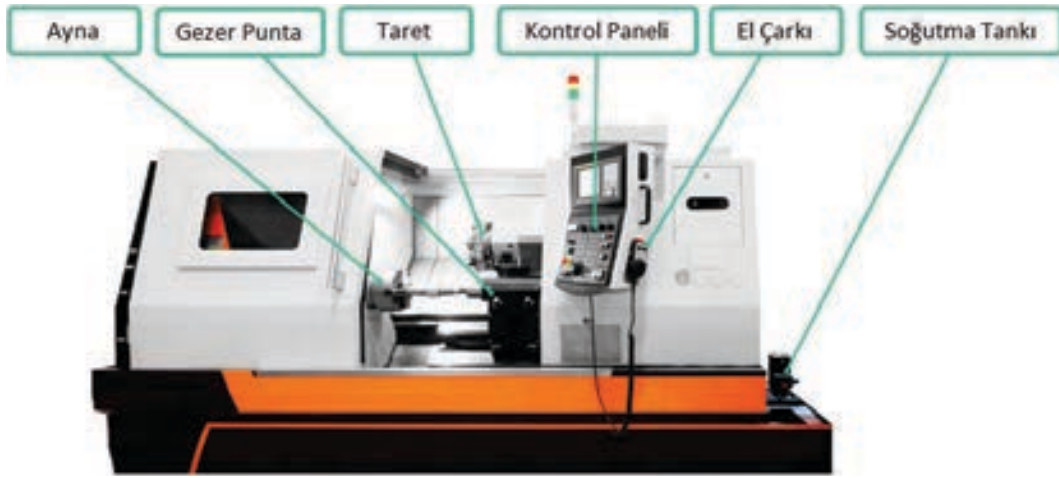
CNC Takım Tezgâhlarının Dezavantajları

- İlk yatırım maliyetleri yüksektir.
- Bakım onarım masrafları fazladır.
- Elektrik sarfiyatı fazladır.

1.1.1 CNC Torna Tezgâhlarının Kısımları

CNC torna tezgâhları; tıpkı üniversal torna tezgâhlarında olduğu gibi gövde, iş mili, taret, gezer punta gibi kısımlardan oluşur (Görsel 1.1). Üniversal torna tezgâhlarından farklı olarak CNC torna tezgâhlarında kontrol paneli bulunur.

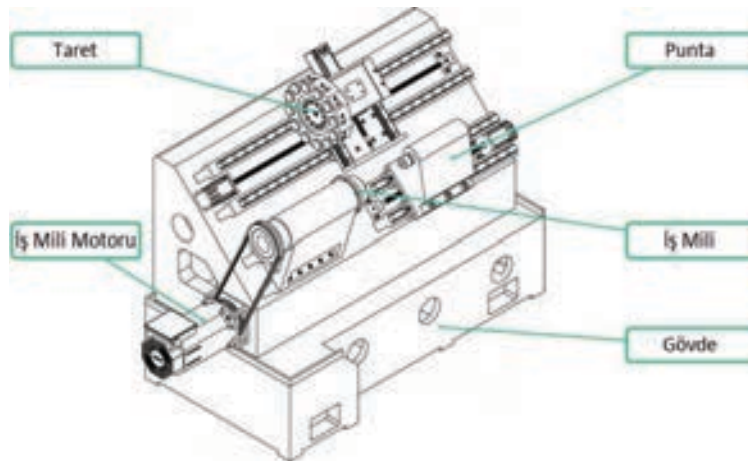
CNC torna tezgâhları, genel olarak bir gövde üzerine diğer kısımların ilave edilmesiyle oluşur. Kesici takımların üzerine takıldığı taret adı verilen kısım, gövde üzerinde bulunan yatay ve dikey olarak konumlandırılmış lineer arabalar üzerinde hareket eder. Uzun iş parçalarının desteklenmesi amacıyla kullanılan gezer punta da gövde üzerinde yatay olarak konumlandırılmış lineer arabalar üzerinde hareket eder. Taretin (kesici takım) enine ve boyuna hareketi ile gezer puntanın hareketini hassas bir şekilde sağlayabilmek amacıyla bilyalı vida sistemleri ile servo motorlar kullanılır.



Görsel 1.1: CNC torna tezgâhının kısımları

Gövde

Gövde, tezgâhın diğer kısımlarının üzerine monte edildiği kısımdır. Bu kısım, tezgâhın tüm ünitelerini taşıyabilecek, titreşimleri giderecek şekilde tasarlanarak döküm olarak üretilir. Gövde üzerine monte edilen bilyalı ray ve arabalar sayesinde taret ve puntanın hassas ve hızlı hareket edebilmesi sağlanır. Aynı zamanda taret ve puntanın hassas konumlandırılmasına olanak sağlayan bilyalı vida ve somun sistemleri kullanılır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: CNC torna tezgâhının gövdesi ve önemli kısımları



Taret

CNC torna tezgâhlarında kesici takımların bağlandığı kısma **taret** verilir (Görsel 1.2). Taretler genellikle 8, 10 veya 12 takımın aynı anda bağlanmasına olanak sağlayacak şekilde üretilir. Kesici takımlar, taretlerin üzerine takım tutucularla veya doğrudan bağlanabilir. C eksenli CNC torna tezgâhlarındaki taretlerin üzerinde takımın dönmesini sağlayan servo veya step motorlar bulunur. Taret, tezgâhta kullanılacak takım çağrıldığında, istenen kesici takımı iş mili eksenine dönerek konumlandırılır.



Görsel 1.2: CNC torna tezgâhı taret

İş Mili (Fener Mili)

CNC torna tezgâhlarında iş parçasının dönmesine olanak sağlayan kısma **iş mili** (fener mili) denir. İş milleri (Görsel 1.3) çalışma esnasında yüksek devirlerde dönebilecek ve yüksek kuvvetlere maruz kalabilecek şekilde üretilir. Kendi hareketini iş milleri, konumunu ve hassas biçimde kontrol edilebilen servo motorlardan alır.



Görsel 1.3: İş mili üzerine bağlanmış CNC torna aynası

Kontrol Paneli

Kontrol paneli; tezgâhta program yazma, düzeltme, çalıştırma, taret döndürme, iş milinin döndürülmesi, puntanın kontrolü gibi tüm işlemleri yapmaya olanak sağlayan birimdir. CNC tezgâhların mekanik yapısı aynı olmakla birlikte bu yapı, kontrol ünitesine sahip olabilir. CNC takım tezgâhlarında farklı firmalara ait çeşitli kontrol üniteleri kullanılmaktadır (Görsel 1.4). Birbirinden farklı görünüm ve özelliklere sahip olsa da temel olarak kontrol panellerinin yaptığı işlemler hemen hemen aynıdır.



Görsel 1.4: CNC torna tezgâhı kontrol paneli



Görsel 1.5: Gezer punta ile iş parçalarının desteklenmesi

Gezer Punta

Uzun iş parçalarının tornalanmasında destek için gezer puntalar kullanılır (Görsel 1.5). CNC torna tezgâhlarında bulunan gezer puntalar, kontrol paneli kullanılarak konumlandırılabilir. Gezer punta ucu hidrolik bir sistemle çalışır ve bu ucun basıncı ayarlanabilir.



Görsel 1.6: CNC torna tezgâhında takım sıfırlama probu

Prob

Kesici takımların hassas bir şekilde sıfırlanmasında kullanılan sesli ve ışıklı elektronik aygıtlardır (Görsel 1.6).



Görsel 1.7: Kablolu el çarkı

El Çarkı

CNC torna tezgâhlarının elle kumandası için kontrol paneli üzerinde MPG, yani sinyal üretici kısım bulunur. Genellikle haricî olarak el çarkı bulunmaz ancak büyük boyutlu ağır tip CNC torna tezgâhlarının elle kumandası için bu çarklar bulunabilir. El çarkları üzerinde eksen seçimi, ilerleme adımı ve MPG gibi kısımlar bulunur (Görsel 1.7).



Gezer ve Sabit Yataklar

Ağır parçaların ve uzun iş parçalarının torna-
lanması sırasında sadece ayna ile sabitlenme
veya sadece ayna-punta arasında bağlantı
yapma yeterli gelmeyebilir. Bu durumlarda,
taret üzerine bağlanarak beraber hareket
edebilen hareketli (ara yatak veya lünet)
veya gövde üzerine bağlanabilen sabit yatak-
lardan faydalanılır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Ağır iş parçalarının gezer yataklar ile desteklenmesi

Yağlama Sistemi

CNC torna tezgâhlarında kullanılan ayna,
punta ve taretin dönmesi için gerekli yağ ba-
sıncını sağlayan ve bunların kumandası için
çeşitli valfler bulunan kısımdır (Görsel 1.6).
Aynı zamanda, bilyalı somun ve lineer ara-
baların otomatik olarak yağlanmasını sağlar
(Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Yağlama ünitesi

Çubuk Sürücüler

Tezgâh üzerinde çalışan program bittiğinde
ayna ayakları açılır ve iş parçasının otomatik
olarak sürülmesi amacıyla çubuk sürücüler
kullanılır (Görsel 1.10). Çubuk sürücüler
üzerine boy hâlinde (Genellikle 6 metre.) mil
veya boru gibi iş parçaları yüklenir ve ham
parça boyu, sürme hızı, bekleme süresi gibi
parametreler çubuk sürücü üzerinde ayarla-
nabilir.



Görsel 1.10: Çubuk sürücü



Görsel 1.11: CNC torna tezgâhı elektrik panosu

Elektrik Panosu

İçerisinde tezgâhın elektrik elemanlarını ve bağlantılarının olduğu kısımdır. Elektrik panosu, yalnızca yetkili personel tarafından açılmalıdır.



Görsel 1.12: CNC torna tezgâhı talaş konveyörü

Talaş Konveyörü

CNC torna tezgâhında, talaşların tezgâh dışına atılması için talaş konveyörü kullanılır. Talaş konveyörünü çalıştırmak için kontrol paneli üzerinde buton veya benzeri bir düğme genellikle bulunur.



Görsel 1.13: CNC torna tezgâhı soğutma sistemi

Soğutma Sistemi

CNC torna tezgâhlarındaki soğutma sıvıları talaş konveyörü altındaki tank içinde bulunur. Tank içindeki filtrelerden geçirilen soğutma sıvısı, bir pompa aracılığıyla iş mili veya taret üzerindeki soğutma hortumlarına iletilir.



1.2. CNC Torna Tezgâhlarının Çalıştırılması ve Kullanımı

ARAŞTIRMA

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre işveren ve çalışanların sorumluluklarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta paylaşınız.

1.2.1 CNC Torna Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları

İş kazası, “İş yerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay¹ olarak tanımlanır.

İş kazalarını, oluşum nedenlerine göre 3 gruba ayırabilir:

1. İnsan kaynaklı
2. Makine, teçhizat, donanım kaynaklı
3. Çevresel faktörler.

İnsan kaynaklı olanlar genellikle dikkatsizlik, yorgunluk, uykusuzluk, acelecilik gibi sebeplerden meydana gelir. İnsandan kaynaklı kazaları önlemek genellikle mümkündür. Makine, teçhizat ve donanım elemanlarının bakımlarının düzenli olarak yapılması ile bu tür kazaların önüne geçilebilir. Çalışma ortamındaki gürültü, kaygan zeminler gibi çeşitli sebepler çevresel faktörlerden kaynaklı iş kazalarına sebep olabilir.

Makine ve kalıp atölyelerinde önceliğimiz her zaman insan sağlığı ve can güvenliğidir. Bunun sağlanabilmesi için iş güvenliği kurallarına her zaman uyulmalıdır. Önemsenmeyen, ihmal edilen iş güvenliği kuralları nedeniyle çok ciddi sorunlar ile karşılaşılabilir. İş güvenliği kurallarına uyulması bu nedenlerden dolayı zorunludur.

Makine / Kalıp / CNC Atölyeleri Genel Güvenlik Kuralları

1. İş önlüğü giyiniz. Önlük, bol veya yırtık olmamalı; önlüğün kolları lastikli ve önü mutlaka kapalı olmalıdır.
2. Tezgâh başında çalışırken iş kıyafetinizin dışarı sarkmamasına dikkat ediniz.
3. Çelik burunlu iş ayakkabısı kullanarak yaralanma riskini azaltınız.
4. Ağır iş parçalarını ve tezgâh aparatlarını kaldırmak için caraskal, lift gibi araçlar kullanınız.
5. Saçlar, kısa veya toplu olmalıdır. Öne sarkan uzun saçlar çeşitli kazalara sebep olacağından önleminizi alınız.
6. Tezgâhta çalışılırken yüzük, kolye, bileklik, bilezik, saat gibi aksesuarlar takılmamalıdır.
7. Çizecek, ege, kumpas vb. aletleri cebinizde taşımayınız.
8. Talaşlardan gözlerinizi korumak için koruyucu gözlük takınız.
9. Tetanos aşısı olmadıysanız mutlaka olunuz. Özellikle elde oluşan küçük yaraları bile ihmal etmeyiniz.
10. Önce emniyetinizi sağlayınız.
11. Tezgâhta temizlik yapacağınız zaman tezgâhın çalışmadığından emin olunuz.
12. Eğitiminizi almadığınız tezgâhı çalıştırmayınız.
13. Atölyeden ayrılmanız gerektiğinde öğretmeninizden izin alınız.
14. Atölye içerisinde şakalaşmayınız, birbirinizi itmeyiniz ve koşmayınız.
15. Tezgâh üzerine yaslanmayınız.
16. Tezgâh kızakları üstüne iş, ege, kumpas gibi aletleri koymayınız.
17. Ölçme ve kontrol aletlerini itinalı kullanınız.
18. Atölye içerisinde bulunan elektrik panosu, priz ve kablolar gibi kısımlara müdahale etmeyiniz.

1) İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (2012), T. C. Resmî Gazete, 28339, 30 Haziran 2012.



AMBULANS



İTFAİYE



POLİS



JANDARMA

ORMAN
YANGIN

AFAD

SAHİL
GÜVENLİK

Ülkemizde bulunan tüm acil çağrı numaraları 112 altında toplandı. Herhangi bir acil durumda sadece 112'yi aramanız yeterlidir. Acil bir durumda 112'yi arayarak durumunuzu, konumunuzu doğru ve hızlı bir şekilde bildirdiğinizde gerekli yönlendirmeler 112 Acil Çağrı Merkezi tarafından sağlanacaktır. Gerekli olmayan durumlar için lütfen 112 Acil Çağrı Merkezini meşgul etmeyiniz ve eden arkadaşlarınızı uyarınız.

19. Tezgâhın ve çevresini temiz ve düzenli tutunuz (Görsel 1.14).
20. Herhangi bir arıza durumunda öğretmeninize haber veriniz.
21. Tezgâhta işe başlamadan önce, hareketli kısımları içine alan muhafazaların yerlerine takılmış olup olmadığına dikkat ediniz.



Görsel 1.14: CNC atölyesinin tertip ve düzeni

22. İşlem ve bağlamalarda doğru ve emniyetli metottan emin değilseniz metodun doğrusunu öğretmeninize sorunuz.
23. Tezgâhı kullanmadan önce kumanda sisteminin nasıl işlediğini öğreniniz.
24. Makinenin çalışması esnasında hareketli kısımlara dokunmayınız ve ölçü almayınız.
25. Anahtarlara çekiçle vurmayınız.
26. Talaşları temizlemeniz gerektiğinde temizlemede yardımcı aletler kullanınız.
27. Tezgâhın çalışırken çıkardığı sese kulak veriniz. Tezgâhın anormal çalışmasını zamanında tespit ederseniz arıza ve kazaları önlersiniz.
28. İşe başlarken ve işi ayarlarken kesicinin işten uzak olmasına dikkat ediniz.
29. Koruma kafes kapaklarını tezgâhtan çıkarmayınız.
30. Başkalarının sizin için tezgâhı durdurup çalıştırmasına asla fırsat vermeyiniz. Bu işi kendiniz yapınız.

1.2.2 CNC Torna Tezgâhı Kontrol Paneli ve Kullanımı¹

Kontrol paneli, CNC takım tezgâhlarında kullanıcının istediği işlemleri yapmasına olanak sağlayan ve tezgâhın kontrolünü gerçekleştiren kısımdır. Bu nedenle, kontrol panelleri bir tezgâhın en önemli birimidir. Kontrol paneli üzerinde çeşitli buton ve ekran gibi kısımlar bulunur. Günümüzde farklı ticari firmalara ait birçok kontrol ünitesi bulunmaktadır. Farklı kontrol panellerinin birbirinden görünüm olarak farklı olmasının yanı sıra programlama yapısı, işlem hızı, çalıştığı komut setleri gibi daha teknik farklar da bulunmaktadır. Bu nedenle, tezgâh seçimi yaparken kontrol panelinin yapılacak işi karşılayabilecek özelliklerde olmasına dikkat edilir.

Kontrol Paneli ve Kısımları

Bir CNC tezgâhını kullanmaya başlanmadan önce kontrol paneli üzerinde bulunan kısım ve bunların görevleri muhakkak öğrenilmelidir.(Görsel 1.15).



Görsel 1.15: CNC kontrol paneli üzerinde bulunan kısımlar

Operatör Paneli: Operatör paneli kısmında bir monitör ve butonlar bulunur.

CNC Klavyesi: CNC klavyesi üzerinde QWERTY tipte entegre klavye ile makineye ait kısayol tuşları, imleç ve sayı bloğu bulunur.

Tezgâh Paneli: Kontrol butonları, acil durdurma butonu, ilerleme ve iş mili potansiyometresi ile operatör anahtarı bulunur. Tezgâh tür ve aparatlarına göre farklı tuşlar da bulunabilir.

Sinyal Üretici (MPG): Tezgâhta, manuel olarak eksenlerde hareket ettirmek amacıyla kullanılır.

Güç Butonu (Power On-Açık): Tezgâh açıldığında, bu butona basılarak motor sürücülerine ve hidrolik sisteme enerji verilir.

USB Portu: USB bellekleri kullanılarak haricî bir bilgisayar ortamında hazırlanmış programı hafızaya veya hafızadaki bir programı USB belleğe aktarmak için kullanılır.

Parmak Faresi: Çizim gerektiren ortamlarda kullanılır.

Disket Sürücü: Haricî bir bilgisayar ortamında hazırlanmış programı hafızaya veya hafızadaki bir programı farklı bir ortama aktarmak için disketler kullanılır.

¹ Kontrol panelinin kullanımı, üretici marka ve modeline göre değişiklik gösterebilir. Atölyenizde kullandığınız tezgâh modeli farklı ise kullanım ile ilgili işlemleri öğrenerek defterinize yazınız.

CNC Klavyesi:

CNC kontrol panelleri üzerinde bulunan klavye kısımlarında QWERTY klavyesinden farklı biçimde ilave olarak bazı butonlar bulunur (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: CNC klavyesi üzerinde bulunan kontrol butonları

	MACHINE JOG modunda kullanılan MACHINE menüsünden T,S,M ekranı, iş parçası sıfırlama, takım sıfırlama, pozisyon kontrolü gibi işlemler yapılır.
	PROGRAM Son kullanılan programı hafızada açarak üzerinde değişiklik yapma, kontrol etme gibi işlemler yapılır.
	OFFSET İş parçası sıfır noktalarının tutulduğu Offset sayfasına doğrudan erişmeye yarar.
	PROGRAM MANAGER Tezgâh hafızasında yer alan klasör ve dosyalara, disket, USB bellek gibi ortamlardan dosya açmaya, aktarmaya yarayan ekrana hızlıca ulaşmak için kullanılır.
	ALARM Tezgâhta oluşan hataların tutulduğu Alarm sayfasını görüntüler.
	MENU SELECT Ana menüyü görüntüleyerek MACHINE, PROGRAM, EDIT PROGRAM, ALARM LIST, TOOL WOs gibi ekranlara ulaşabilmeyi sağlar.
	HELP Bazı işlemlerde daha ayrıntılı görseller sunarak işlem ile ilgili açıklayıcı bilgilere ulaşmayı sağlar.
	INPUT Herhangi bir kutucuğa bilgi girildiğini onaylayarak işlemi tamamlamaya yarar.
	SELECT Bazı kutucuklarda seçimi değiştirmeye yarayan butondur. Menüde bazı işlemlerde çıkan ALTERNATE butonu ile aynı işlemi yapar.



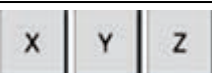
Tezgâh Paneli Üzerinde Yer Alan Kontroller:

CNC tezgâhları kontrol etmek için çeşitli buton ve potansiyometrelerin bulunduğu kısımdır (Görsel 1.17). Aşağıda bulunan listede standart olarak yer alan ve bunların işlevleri kısaca belirtilmiştir. Bu kontrollere ilave olarak tezgâh türüne ve tezgâhın üzerindeki aparatlara göre (Punta İleri / Geri, Konveyör İleri / Geri vb.) kontroller de bulunabilir.



Görsel 1.17: Tezgâh kontrol paneli

	EMERGENCY STOP: Herhangi bir acil durumda tezgâhı durdurmak için kullanılacak butondur. Basıldığı zaman tezgâhın bütün fonksiyonları durur. Butona basılınca buton basılı olarak kalır. Ok yönünde çevrilerek tekrar pasif konuma getirilir.
	RESET: Çalışması esnasında basıldığında programın çalışması durur. Sistemde oluşan bazı alarm ya da mesajlar bu butonla silinebilir.
MOD BUTONLARI	
	JOG: Tezgâhı manuel modda çalıştırmak için kullanılan butonudur. Bu modda tezgâh üzerinde takım ve parça sıfırlama, program yazma, silme ve değiştirme gibi işlemler yapılabilir.
	TEACH IN: Tezgâhı öğrenme modunda çalıştırmak için kullanılan butonudur. Bu modda, etkileşimli programlar oluşturulur.
	MDA: Tezgâhı MDA modunda çalıştırmak için kullanılan butonudur. Bu modda, kısa programlar yazılarak çalıştırılabilir.
	AUTO: Tezgâhı otomatik modda çalıştırmak için kullanılan butonudur. Bu modda, yazılmış ve belleğe yüklenmiş olan program otomatik olarak çalıştırılır.
	SINGLE BLOCK: Tezgâhta çalıştırılan programın satır satır çalıştırılmasını sağlar. Bu buton aktif ise bir satır çalıştıktan sonra diğer satırın çalışması için CYCLE START butonuna basılması gerekir.
	MENU SELECT: JOG modunda iken en üst menüye ulaşarak yapılacak işlemin seçilmesini sağlar.
	MACHINE: JOG modunda tezgâh ayar menüsüne hızlı bir şekilde ulaşmak için kullanılır.
	REPOS: Otomatik modda çalışırken yarıda kesilmiş bir kontura yeniden pozisyonlama işlemi yapmak için kullanılır.

	REF.POINT: Tezgâhı referans noktasına göndermeye yarar.
	VAR: Eksenleri el çarkı ile seçilen adım büyüklüğünde ilerletmeyi sağlar.
	INC: El çarkı veya eksen hareket yönlerini gösteren butonlara basılarak eksenin ilerleme miktarının seçimini sağlar. Burada gösterilen rakamlar (1,...,10000) µm (mikrometre) yi ifade eder.
	CYCLE START: AUTO ya da MDA modunda iken bellekteki programı çalıştırmayı başlatır. Seçilen işlemin çalıştırılmasını da ayrıca sağlar.
	CYCLE STOP: AUTO ya da MDA modunda çalışan programı durdurmak için kullanılır.
	X, Y, Z, 4, 5, 6: Hareket ettirilecek eksen seçimi (X,Y,Z,4,5,6) yapılır.
	- , +: Seçili olan eksen ve INC adım değerine göre – veya + yönde hareket edilmesini sağlar.
	RAPID: Bu tuşla birlikte + ya da – yön tuşlarına basıldığında seçili olan eksen, hızlı hareket ettirilir.
	WCS / MCS: Ekrandaki eksen pozisyonlarını “İş Parçası Koordinat Sistemi” ne (WCS) veya “Makine Koordinat Sistemi” ne (MCS) göre gösterir.
	FEEDRATE POTANSİYOMETRE: Çalıştırılan ilerleme hızını artırmak veya azaltmak için kullanılır. Seçili olan ilerleme hızı değeri çalışma esnasında %0 ila %120 oranında değiştirilebilir. Bu anahtar %0'da ise eksenler hareket etmez.
	FEED START: Eksen hareketlerini aktif hâle getirmek amacıyla bu tuşa basılır.
	FEED STOP: Eksen hareketlerini pasif hâle getirmek amacıyla bu tuşa basılır. Bu tuş aktif ise eksenler hiçbir şekilde hareket etmez.
	SPINDLE POTANSİYOMETRE: İş mili devrini çalışma esnasında %50 ila %120 oranında değiştirmeye yarar.
	SPINDLE START: İş milini aktif hâle getirir. İş mili çalışırken bu buton aktif olmalıdır.
	SPINDLE STOP: İş milinin çalışmasını durdurur. SPINDLE START butonuna basılarak iş milinin tekrar çalışması sağlanır.
	GÜVENLİK ANAHTARI: Siyah, yeşil ve kırmızı olmak üzere üç farklı anahtar kullanılarak erişim seviyeleri kısıtlanabilir. Bu anahtarlar ile operatörün programda değişiklik yapamaması vb. kısıtlamalar mümkün olur.



Kontrol Panelinde Bulunan Diğer Butonlar:

CNC torna tezgâhları kontrol panellerinde, standart butonlar dışında tezgâh aparat ve özelliklerine göre birtakım ilave butonlar bulunur. Her tezgâhta aynı olmamakla beraber bu butonların bazıları şunlardır:

+T: Tareti + yönde çevirerek bir sonraki takımı iş mili eksenine getirir.

-T: Tareti - yönde çevirerek bir önceki takımı iş mili eksenine getirir.

Konveyör İleri: Talaş konveyörünü hareket ettirerek talaşların atılmasını sağlar.

Konveyör Geri: Konveyöre bir cismin sıkışması durumunda talaş konveyörünü geri hareket ettirmeye yarar.

Punta İleri: Punta gövdesinin ileri hareket etmesini sağlar. Tekrar basıldığında ise punta gövdesi geri hareket eder.

1.2.3 Çalışma Modları

CNC takım tezgâhlarında, çeşitli işlemleri yapabilmek için farklı çalışma modları bulunur. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir.

JOG: Tezgâh referans ayarları, elle çalıştırma ve program yazma, düzeltme, silme gibi işlemleri yapabildiğimiz moddur. Bazı tezgâhlarda MANUAL olarak da ifade edilir.

MDA: Kodları satır satır girerek bunları çalıştırmaya yarayan moddur. Bazı tezgâhlarda MDI olarak da ifade edilir.

AUTO: Hazırlanan veya aktarılan programın çalıştırıldığı moddur.

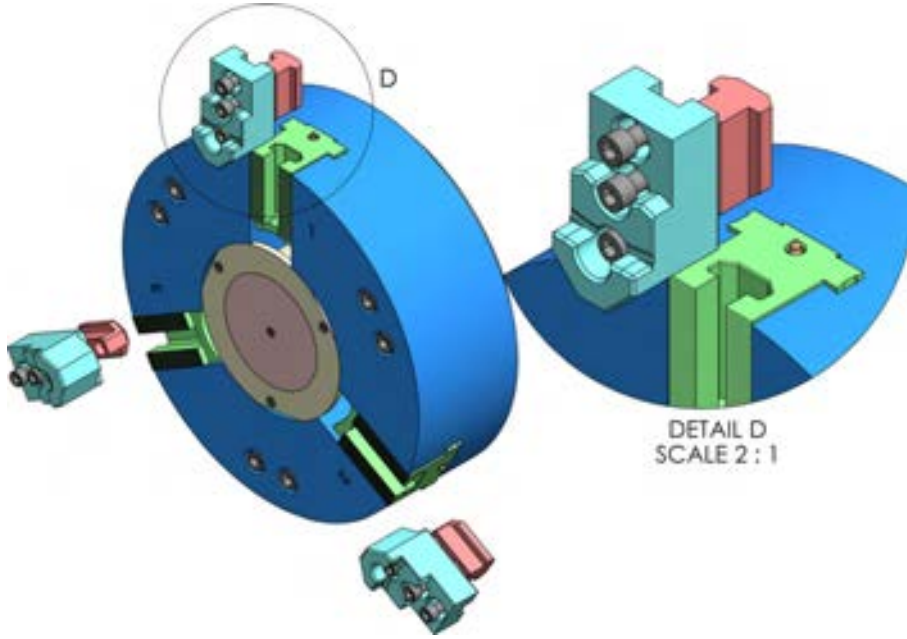
1.2.4 CNC Torna Tezgâhının Çalıştırılması

1. Tezgâhın arka tarafında bulunan ana şalter açılır.
2. Kontrol panelinden sistemin açılması beklenir. Sistem açıldıktan sonra eğer basılı ise **ACİL DURDURMA** (EMERGENCY STOP) butonu kaldırılır.
3. **POWER ON** butonuna basılır.
4. **RESET** butonuna basılır.
5. Ekranın üst tarafında **“TARET REFERANSA GÖNDERİLMEDİ”** şeklinde uyarı görünüyorsa taret önce manuel olarak emniyetli bir alana çekilir ve **REF.POINT** butonuna, ardından da **+T** veya **-T** butonlarından bir tanesine basılarak taretin 1 numaralı takım iş eksenine gelinceye kadar dönmesi beklenir.
6. JOG butonuna basılarak **REF.POINT** modundan çıkılır ve **RESET** butonuna basılarak tezgâh çalışmaya hazır hâle getirilir.

1.2.5 CNC Torna Tezgâhlarında İş Parçasının Ayna İle Bağlanması

CNC torna tezgâhlarında işlenecek olan iş parçalarının güvenli bir şekilde bağlanmasında, genellikle ayna adı verilen aparatlar kullanılır. CNC torna tezgâhlarında kullanılan pnömatik ve hidrolik olmak üzere iki çeşit ayna türü bulunmaktadır. Üzerinde 2, 3 ve 4 adet olmak üzere farklı sayılarda ayna ayakları bulunan ayna türleri mevcuttur. İşlenecek olan iş parçasının boyutuna göre 6”, 8”, 10”, 12” ve 14” (inç) çaplarında ayna türleri bulunmaktadır.

CNC torna tezgâhlarında kullanılan aynaların ayakları, kısa bir kurs mesafesinde açılıp kapanır. İşlenecek olan iş parçasının çapına göre ayna ayakları, aynanın üzerinde bulunan civatalar sökülerek uygun mesafede bağlanır (Şekil 1.2). Ayna ayakları bağlanırken ayaklar üzerindeki numaraların ayna üzerindeki numaralar ve ayna üzerindeki kalan mesafelerle aynı olmasına dikkat edilmelidir. İş mili içerisine talaş dolmaması için ayna göbeği kapak ile kapatılmalıdır.



Şekil 1.2: Hidrolik aynanın kısımları (1) Gövde, (2) Ayna ayağı, (3) Bağlantı parçası, (4) Sabit çene, (5) Kapak

Ayna ayaklarını açıp kapatmak için kontrol paneli üzerinde buton bulunur. Ayna ayakları, aynı zamanda ayak pedalı ile de kontrol edilebilir. Ayna ayaklarının içeri doğru veya dışarı açık konumda kullanılabilmesi amacıyla bir adet anahtar bulunur. Bu anahtar ile ayna ayaklarının sıkma yönü değiştirilebilir.

İş mili arka tarafında ayna ayaklarının açıldığını veya kapandığını algılamak için 2 sensör bulunur (Görsel 1.18). Ayna ayakları sökölüp takıldığında bu sensörler kontrol edilmelidir. İş parçasının malzeme ve boyutuna göre ayna ayaklarını sıkması için gereken basınç, tezgâh üzerinde bulunan valf yardımı ile ayarlanabilir (Görsel 1.19).



Görsel 1.18: Ayna ayar sensörleri



Görsel 1.19: Ayna ve punta basınç ayar valfi



1.2.6 İş Milinin Döndürülmesi

1. İş parçası, güvenli bir şekilde aynaya bağlanır. İş parçasını aynaya bağlamak için “Tezgâh Kontrol Paneli” üzerindeki ayna ayakları sıkma butonuna veya ayak pedalına basılır.
2. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
3. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak **T,S,M** ekranına ulaşılır (Görsel 1.20).
4. “Spindle S1” yazılı kutucuğun içerisine, istenen devir sayısı (rpm) yazılarak **INPUT** butonuna basılır. Devir sayısı (rpm) yerine kesme hızı (m / min) kullanılmak istenirse sağda bulunan menüden **ALTERNATE** veya **SELECT** butonuna basılarak S1 yerine V1 seçilebilir.
5. Dönüş yönü kutucuğuna gelindiğinde ise **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşlarına basılarak right, left ,off, positioning seçeneklerinden birisi seçilir. “Right” ile dönüş yönü sağa, “Left” ile sola, “Off” ile fener mili kilitli konuma getirilecektir. “Positioning” seçildiğinde ise fener milinin duruş noktasının açılal olarak yazılabileceği “Stop Pos.” kutucuğu belirecektir.
6. Gözle kontrol sağlandıktan sonra kapı kapatılır ve **CYCLE START** butonuna basılır ve iş mili dönmeye başlar.

1.2.7 Aktif Referans Noktası (Offset) Seçimi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butona basılarak **T,S,M** ekranına ulaşılır (Görsel 1.20).
3. Ok tuşları ile “Work Offs” kutucuğunun karşısına gelerek **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşuna basılarak G500, G54, G55, G56, G57 gibi referans noktalarından bir tanesi seçilir.
4. **CYCLE START** butonuna basılarak aktif referans noktası değiştirilir.

1.2.8 Ölçü Biriminin Değiştirilmesi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak **T,S,M** ekranına ulaşılır (Görsel 1.20).
3. “Unit off meas.” kutucuğunun karşısına ok tuşları ile geldikten sonra **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşuna basılarak mm veya in (inç) ölçü sistemlerinden bir tanesi seçilir.
4. **CYCLE START** butonuna basılarak kullanılan ölçü birimi değiştirilir.

Not: Bu seçim, sadece bu ekrandaki X ve Z değerlerini mm ya da inç olarak gösterir; programda kullanılan ölçü birimlerini değiştirmez.

1.2.9 İstenilen Takımın Çağırılması

JOG modunda iken istenen takımın iş eksenine getirilmesi için 2 farklı yöntem kullanılabilir.

1. Yöntem

1. Taret döndüğünde iş parçasına veya aynaya çarpmayacak konuma alınır.
2. – **T** veya +**T** butonlarından birine basılarak taretin – veya + yönde dönmesi ile istenen takım numarasının iş mili eksenine gelmesi sağlanır.

Takım çağırma işleminde iş güvenliği açısından, kapı mutlaka kapalı konuma getirilmelidir. Takım çağırma işlemi gerçekleştirmeden önce taretin dönerken iş parçasına herhangi bir takımın çarpma ihtimaline karşı mutlaka kontrol edilmeli ve takım değiştirmek için aynadan uzak noktalar tercih edilmelidir. Taret dönerken herhangi bir takımın iş parçasına veya aynaya çarpması hâlinde takımda çok büyük hasarlar oluşabilir.



2. Yöntem

1. Dönerken iş parçası ve aynaya zarar verebileceğinden taret, bunlardan farklı bir konuma alınır.
2. **JOG** modunda iken **MENU SELECT** butonuna basılır, ardından **MACHINE** menüsüne girilir veya kontrol panelinde **MACHINE** butonu var ise doğrudan buna basılarak da ilgili yere ulaşılabilir.
3. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak T,S,M ekranına ulaşılır (Görsel 1.20).
4. T yazılı kutucuğun içerisine istenen takım numarası veya sistemde bulunan isim yazılarak **INPUT** butonuna basılır veya sağda yer alan **Tools** butonuna basılarak “Tool List” (Takım listesi) penceresi açılır. Ok tuşları ile istenen takımın üzerine gelip sağda yer alan **In Manual** butonuna basılarak takım ismi kutucuğa aktarılır (Görsel 1.21).
5. Kapı kapatılır ve **CYCLE START** butonuna basılarak istenen takım iş mili eksenine getirilir.



Görsel 1.20: “T,S,M” ekranı



Görsel 1.21: “Takım listesi” ekranı

1.2.10 Manuel Olarak Eksenlerin Hareketi

1. Tezgâh **JOG** modunda iken tezgâh panelindeki ilerleme butonlarından **1, 10, 100** kademelerinden herhangi biri seçilir.
2. Hareket ettirilecek eksen (**X** veya **Z**), butona basılarak seçilir.
3. **FEED START** butonuna basılarak ilerleme aktif hâle getirilir.
4. İlerleme potansiyometresi %0'dan farklı bir konuma getirilir.
5. Kesici takımın iş parçası veya aynaya çarpıp çarpmamasına dikkat edilerek **MPG** veya el çarkı ile – veya + yönde hareket ettirilir.

1.2.11 Hafızada Bulunan Programın Yüklenmesi ve Çalıştırılması

1. Tezgâh **JOG** modunda iken **MENU SELECT** butonuna ve bunun ardından **PROGRAM** butonuna basılır.
2. Yön butonları kullanılarak, klasörler içerisinde istenen program dosyası bulunarak dosyanın üzerinde iken **INPUT** veya **SAĞ YÖN** butonu ile dosyada düzenleme işlemine girilir.
3. **SIMULATION** butonuna basılarak simülasyon ile kontrolü sağlandıktan sonra **EXECUTE** butonuna basılır ve program çalıştırılmak üzere NC hafızasına yüklenir.
4. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra **CYCLE START** butonuna basılarak program çalıştırılabilir.

1.3. CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Takımlar

CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesici uçlar, taret üzerine genellikle kater ve takım tutucu adını verdiği-
miz aparatlar ile bağlanır. CNC tezgâhlarda kullanılan kesici takımlar (uç, kater, takım tutucu vb.) ISO (Inter-
national Standart Organization-Uluslararası Standartlar Teşkilatı) tarafından standartlaştırılmıştır. Dolayısı
ile herhangi bir firmanın ürettiği standart bir kater, başka bir firmanın ürettiği bu katere uygun standart uç
ile kullanılabilir. CNC takım tezgâhlarında kullanılan kesici uçlar, katerler, takım tutucular yapacağımız işe
uygun olarak üretici firmaların kataloglarından seçilir. Rekabet hâlinde olan üretici firmaların her yıl yeni
ürettiği ürünlerinin yer aldığı bu katalogları takip etmek CNC operatörü ve programcısı için önemlidir. Re-
kabetin hızlı yaşandığı günümüzde, iş parçalarının üretim maliyeti, zamanı ve kalitesi açısından yapılacak iş
için en uygun kesici takımı seçmek son derece önemlidir.

Kesici takımların seçilmesinde dikkat edilecek önemli noktalar şunlardır: geometri, işleme yöntemi, iş par-
çasının malzemesi ve ekonomiklik (Şekil 1.3).

Üretildikleri malzemelere göre kesici takım türleri şunlardır:

- Karbon ve takım çelikleri
- Yüksek hız çelikleri
- Sert maden uçlu kesiciler
- Seramikler
- Sermetler
- Siyalonlar
- Coraniteler
- Elmaslar
- CBN
- PCBN

SIRA SİZDE

Aynı geometrik özellikler-
de iki kesici takımdan biri,
diğerine göre daha paha-
lı olmasına rağmen daha
ekonomik olabilir mi?

Uç seçimi yapılırken ucun işe uygun geometride olmasına dikkat edilir. Malzeme türüne göre ön boşluk
açısı değeri belirlenir. Uç radyüsü değeri belirlenirken mümkün olan en yüksek değer tercih edilmelidir.
Bu sayede daha yüksek ilerleme hızı değerlerine ve uzun kesme ömrüne ulaşılabilir. Uç radyüsünü büyük
seçmenin dezavantajı ise daha fazla kesme kuvveti meydana gelecek olmasıdır. Uç radyüsü seçilirken genel
olarak işleme türüne göre kaba işlemlerde delik tornalama için 0.8, dış çap tornalama için 1.2 tercih edil-
rir. Hassas işlemlerde ise delik tornalama için 0.4, dış çap tornalama için ise 0.8 tercih edilir.

Tablo 1.1'de uç radyüs değerlerine göre kullanılması önerilen ilerleme hızları görülmektedir.

Tablo 1.1: Köşe Radyüs Değerlerine Göre En Yüksek İlerleme Hızları

Uç Radyüsü (r) mm	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
En Yüksek İlerleme Değeri (f) mm	0,25-0,35	0,4-0,7	0,5-1,0	0,7-1,3	1,0-1,8



Şekil 1.3: CNC torna tezgâhlarında kullanılan çeşitli kesici uçlar

CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesici uçların bazı özellikleri standartlaştırılmıştır (Tablo 1.2). Aşağıda bu standartta bulunan bilgiler yer almaktadır (Şekil 1.4, 1.5).

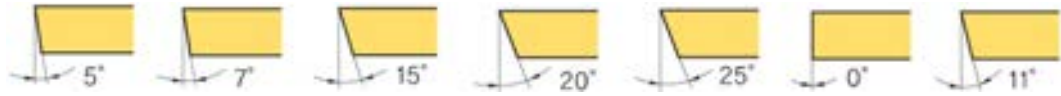
Tablo 1.2: CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Standart Kesici Uç Kodları

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uç Geometrisi	Ön Boşluk Açısı	Üretim Toleransı	Uç Kesiti	Kesme Kenar Uzunluğu	Uç Kalınlığı	Uç Radyüsü	-	Talaş Kırıcı Form Tipi
T	C	M	G	12	06	08		AR

Not: Kırmızı ile belirtilen bölge, üreticinin kendine özel kodlarını içermekte olup içereceği bilgi ISO tarafından sabittir.



Şekil 1.4: ISO normlarına göre kesici uç geometrisi kodları



Şekil 1.5: Kesici uç ön boşluk açıları

1.3.1 Malzeme Grupları

İmalat sektöründe kullanılacağı yer ve şartlara göre çok farklı malzeme türü bulunur. Her malzemenin sertlik, alaşım elemanları, ısı işleme uygunluğu gibi birbirinden ayırt edici bazı özellikleri vardır. İşleyeceğimiz malzemeler tür ve özelliğini bilerek kesici takım seçimini yapmamız gerekir. ISO tarafından malzeme türleri benzer özelliklerine göre 6 türe ayrılmıştır. Her tür, bir renk ve kod ile gösterilmiştir (Tablo 1.3). Kesici takım kataloglarında, malzeme gruplarına göre uygun kesici uç veya seçimi yapılabilir.

Tablo 1.3: Uluslararası Standart Malzeme Grupları Renk ve Kodları

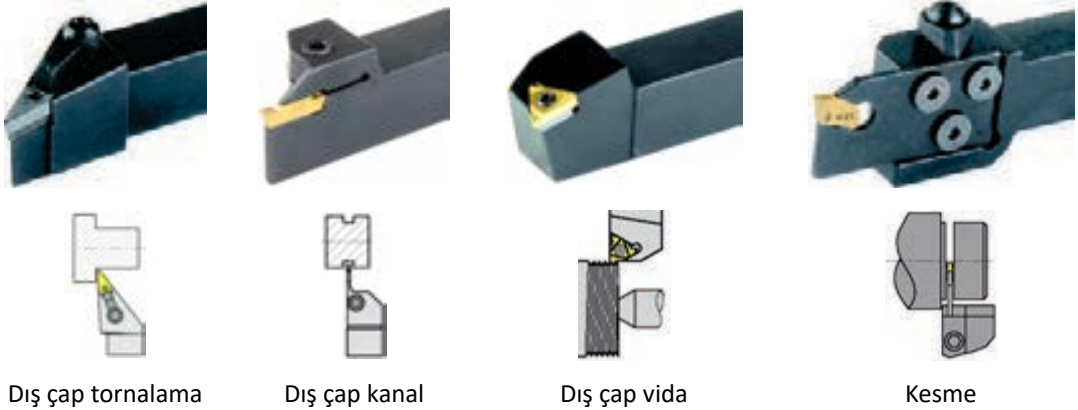
P	Alaşımsız ve dökme çelik Düşük alaşımlı ve dökme çelik Yüksek alaşımlı ve dökme çelik Paslanmaz ve dökme çelik (fer / mar)	< 600 N / mm ² < 900 N / mm ² > 900 N / mm ² < 750 N / mm ²
M	Paslanmaz çelik (ostenitik)	> 750 N / mm ²
K	Gri dökme demir Sünek dökme demir Sfero dökme demir (ferrit / perlit)	
N	Demir dışı metaller Alüminyum olan ve alüminyum bazlı alaşımlar	
S	Süper alaşımlar Titanyum olan ve titanyum esaslı alaşımlar	
H	Sert dökme demir Sertleştirilmiş çelik	< 60 Shore > 45 HRC

1.3.2 İç ve Dış Çap Katerleri

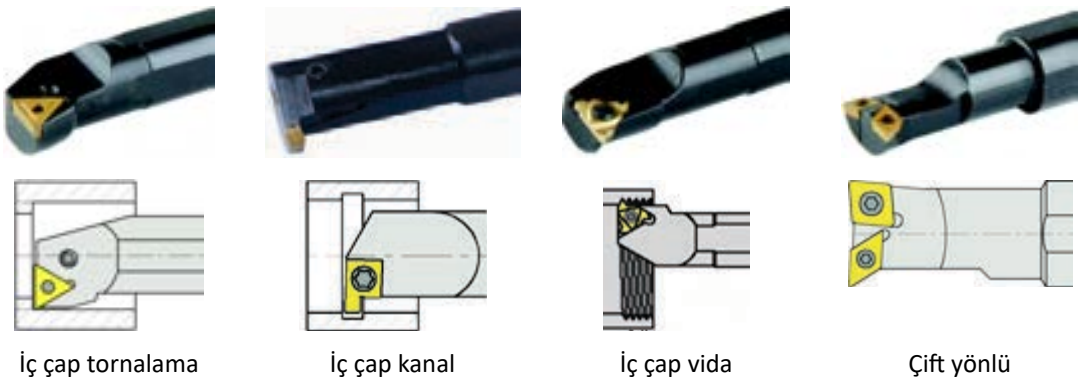
CNC torna tezgâhlarında, yapılacak işlemlere göre farklı kesici takımlar bulunur. Esas kesme işlemini yapan kesici uçlar bir kater üzerine takılarak kullanılır. Katerler ise taret üzerine takım tutucu adı verilen aparatlar ile bağlanır. Aşağıda CNC torna tezgâhında kullanılan kesici takımların listesi yer almaktadır.

1. Dış çap tornalama takımları
 - Dış çap kaba işleme takımları
 - Dış çap hassas işleme takımları
2. İç çap tornalama takımları
 - İç çap kaba işleme takımları
 - İç çap hassas işleme takımları
3. Kanal tornalama takımları
 - Dış çap kanal takımları
 - İç çap kanal takımları
4. Kesme takımları
5. Vida açma takımları
 - Dış çap vida açma takımları
 - İç çap vida açma takımları
6. Delik işleme takımları
7. Tırtıl kalem
8. Punta matkabı
9. Helisel matkap
10. Parmak freze
11. Kılavuz

Farklı geometri ve kesitlerdeki kesici uçlar, uygun katerler yardımı ile takım tutucuya bağlanır (Görsel 1.22, 1.23).



Görsel 1.22: CNC torna tezgâhlarında kullanılan dış çap katerleri



Görsel 1.23: CNC torna tezgâhlarında kullanılan iç çap katerleri

Uçlarda olduğu gibi katerlerin de birtakım özellikleri standartlaştırılmıştır. Dış çap katerlerin standart kodlaması Tablo 1.4'te gösterilmiştir. Tablo 1.5'te ise iç çap katerlerin standart kodlaması yer almaktadır.

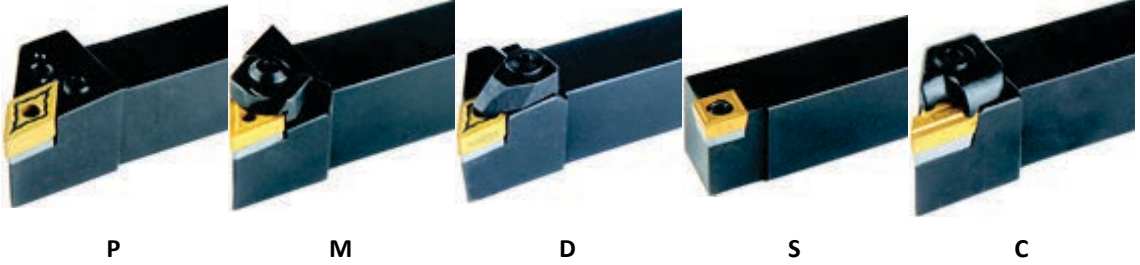
Tablo 1.4: CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Standart Dış Çap Tornalama Kater Kodları

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sıkma Tipi	Uç Tipi	Yanaşma Açısı	Uç Serbest Açısı	Kesme Yönü	Kesme Kenar Yüksekliği	Şaft Ge-nişliği	Takım Boyu	Kesici Kenar Uzunluğu
P	S	S	N	R	25	25	M	12
PSSNR2525M12								

Tablo 1.5: CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Standart İç Çap Tornalama Kater Kodları

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Takım Tipi	Şaft Çapı	Takım Boyu	Sıkma Tipi	Uç Tipi	Yanaşma Açısı	Uç Serbest Açısı	Kesme Yönü	Kesici Kenar Uzunluğu
S	32	U	P	C	L	N	R	12
S32UPCLNR12								

İşlem türüne göre kesici uçların geometrik olarak şekilleri birbirine benzese de kullanıldığı yerler farklılık gösterebilir. Katerler, kesici uçların bağlanabilmesi için farklı sıkma tiplerinde üretilir (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Sıkma tiplerine göre kater türleri

1.3.3 CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Takım Tutucular



Şekil 1.6: Radyal kater tutucu



Şekil 1.7: Delik kater tutucu



Şekil 1.8: Pens başlığı tutucu

1. Radyal kater tutucu (Sağ tip, Sol tip)
2. Eksenel kater tutucu (Sağ tip, Sol tip)
3. Delik kater tutucu
4. Pens başlığı tutucu
5. Matkap tutucu
6. Mors konik tutucu



1.3.4 CNC Torna Tezgâhlarında Kesici Takımların Bağlanması

Tezgâh JOG modunda iken taret kesici takımın takılacağı istasyon numarasına göre kolay bağlanacak pozisyona getirilir. Takım tutucu, uygun bir anahtar ile taret üzerine düzgünce bağlanmalıdır.

- Kater, tutucuya mümkün olduğunca kısa bağlanmalıdır. Katerin dışarıda kalan mesafesi arttıkça titreşim artar ve iş parçasının yüzey kalitesi düşer.
- Kater, taretin dönüşü esnasında tezgâh gövdesine çarpmayacak mesafede bağlanmalıdır.
- Matkap ve parmak freze gibi eksenden bağlanan kesici takımlar, genellikle pens veya takım tutucu ile bağlanır.
- Matkap ve parmak freze gibi eksenden bağlanan kesici takımlar, taret tipine bağlı olarak taretin alın yüzeyindeki veya iç tarafta kalan yuvaya bağlanır. Diğer takımlar ise taret tipine bağlı olarak taretin çevresine veya dış tarafta kalan yuvaya bağlanır.
- Kesici takım, tutucusu ile birlikte yuvaya iyice oturtulmalı ve sıkma , bu işlemden sonra yapılmalıdır. Sıkma işlemi esnasında uygun anahtar kullanılmalı, gereğinden fazla sıkmamaya özen gösterilmelidir.
- Takım tutucunun bağlanması sırasında soğutma deliğinin karşılamasına ve takım tutucu üzerindeki o-ringin zedelenmemiş olmasına dikkat edilmelidir.
- Takım tutucunun yuvası, bir bez ile mutlaka güzelce temizlenmeli ve yağlanmalıdır.
- Taret üzerindeki kullanılmayan yuvalar, plastik kapaklar ile kapatılmalıdır.
- Kesici takımlar, tarete bağlandığı istasyon numarasına göre tezgâh kontrol panelinde mutlaka tanımlanmalıdır.

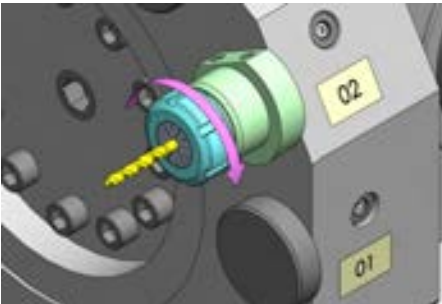
Pens Tutucu İle Kesici Takımın Tarete Bağlanması



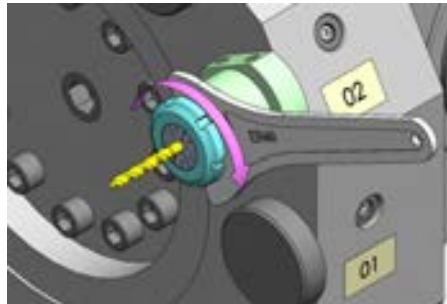
1. Kullanılacak olan takım tutucunun yuvası temizlenir, üzerindeki o-ring kontrol edilerek yerine takılır.



2. Kullanılacak olan pens temizlenerek somunu ile birlikte takım tutucu üzerine elle çevrilecek şekilde takılır.



3. Kullanılacak olan kesici takım, uygun boyda pens içerisine takılarak elle sıkılır.



4. Somun, uygun bir anahtar yardımı ile iyice sıkılarak işlem tamamlanır.

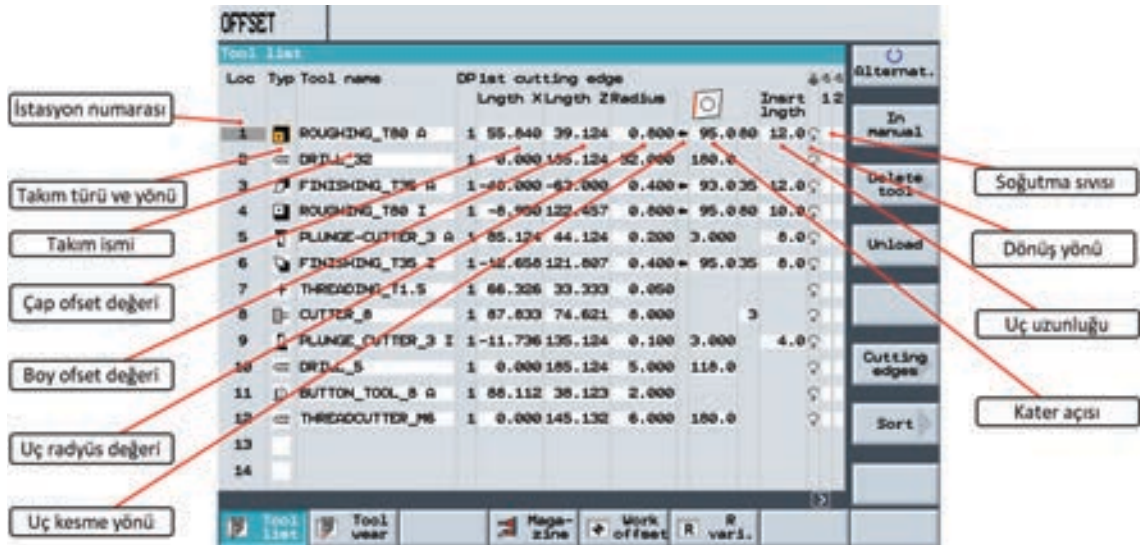
1.3.5 Takım Listesine Yeni Takım Ekleme

Kesici takımları, taret üzerinde bağlandığı sırada "takım listesi" nde tanımlanmalıdır. Taret ve iş mili üzerinde takılı hâlde bulunan kesici takımların listesine "Tool List" ekranından ulaşılır. Bu ekranda kesici takımlara ait birtakım bilgiler bulunur. Yeni bağlanan takım, bu listeye eklenerek program içerisinde kullanılabilir.

1. "Tool List" ekranı açılır. Bu ekrana birçok yerden kolayca ulaşılabilir. Örneğin **MENU SELECT**, ardından **Tools WOs** butonuna basılarak veya T,S,M ekranında iken sağda yer alan **Tools** butonuna basılarak ulaşılabilir.
2. Ok tuşları kullanılarak taret üzerinde takımın bağlandığı istasyon numarasına gelinir. Burada daha önceden bir takım var ise sağda yer alan menüden **Delete Tool** butonu ile bu takım silinebilir.
3. Sağ tarafta bulunan **New Tool** butonuna basılır. Ardından sağ tarafta çıkacak takım türü butonlarından bir tanesi seçilerek takım listesine eklenir (Görsel 1.25).
4. Seçilen takıma uygun bilgiler düzenlenir (Görsel 1.26).



Görsel 1.25: CNC torna kontrol panelinde takım listesine yer alan takım türleri



Görsel 1.26: CNC torna tezgâhı takım listesi ekranı

Loc:	Takım istasyon numarası
Typ:	Takım tipi ve duruş yönü (Alternate butonu ile yönü değiştirilebilir.)
Tool Name:	Takım ismi (Herhangi bir isim verilebilir.)
Lngh X:	Kesici takım çap telafi değeri (Takım sıfırlama işleminde otomatik olarak bilgiler gelir.)
Lngh Z:	Kesici takım boy telafi değeri (Takım sıfırlama işleminde otomatik olarak bilgiler gelir.)
Spindle:	İş mili dönüş yönü (Alternate butonu ile değiştirilebilir.)
Soğutma Sıvısı:	Taret ve iş mili üzerindeki soğutma sıvıları açık / kapalı (Alternate butonu ile değiştirilebilir.)



Not: Takım listesinde yer alan bazı bilgiler, kesici takım türüne göre farklılıklar gösterebilir.

Kaba, hassas işleme takımlarında

Loc	Typ	Tool name	DP1st cutting edge	Lngh	XLngh	ZRadius	Insrt Lngth	12
1		ROUGHING_T80 A	1	55.840	39.124	0.800	95.080	12.0

Matkap, rayba gibi kesicilerde

Loc	Typ	Tool name	DP1st cutting edge	Lngh	XLngh	ZØ	12
1		DRILL_32	1	0.000	185.124	32.000	180.0

Vida takımlarında

Loc	Typ	Tool name	DP1st cutting edge	Lngh	XLngh	ZRadius	12
1		THREADING_T1.5	1	66.326	33.333	0.050	

Kanal, kesme takımlarında

Loc	Typ	Tool name	DP1st cutting edge	Lngh	XLngh	ZRadius	Insrt width	Insrt Lngth	12
1		PLUNGE-CUTTER_3 A	1	85.124	44.124	0.200	3.000	8.0	

1.3.6 Takımların Referans Noktasının Belirlenmesi

Kesici takımlar tarete bağlandıklarında birbirlerine göre bir miktar ileride veya geride bulunur. Kesici takımların birbirine göre ne kadar ileride veya geride bağlandığını tezgâhın bilmesi gerekir. Bunun için takımların referans noktaları her takım için ayrı ayrı ayarlanır. İşlem basamakları şöyledir:

1. İş parçası aynaya güvenli bir şekilde bağlanır.
2. Z eksenini sıfırlama işlemi, tüm takımlar yeni bağlanmış ise sıfırlanmak istenilen takım ile iş parçası alın yüzeyine değiştirilerek **SET WO** ile **Z=0** butonuna basılarak Z eksenini için sıfır noktası belirlenir (Görsel 1.30).

Daha önceden sıfırlanmış herhangi bir takım var ise öncelikle bu takım kullanarak, iş parçası alın yüzeyine değiştirilerek **SET WO** ile **Z=0** butonuna basılır ve Z eksenini için sıfır noktası belirlenir. Daha sonra, sıfırlanacak takım ile iş parçası alın yüzeyine değiştirilir ve aşağıdaki işlem basamakları uygulanır.

Meas. Tool (Alt Menü) > **Manual** (Sağ menü) > **Z** (Sağ menü) > **Set length** butonlarına basılarak ekrandan Z koordinatının **"0.000"** (sıfır) olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 1.27).

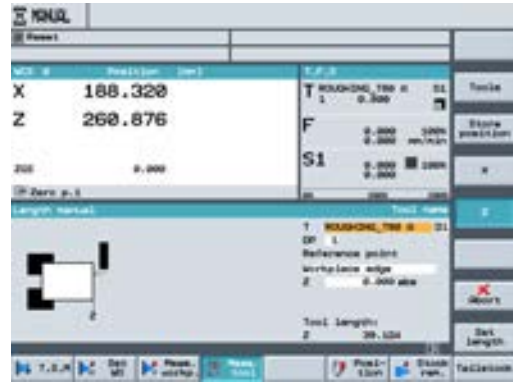
3. X eksenini sıfırlama işlemi:

- Boyuna tornalama ile iş parçası üzerinden bir miktar talaş alınır.
- Kesici takım Z ekseninde X konumu bozulmayacak şekilde parçadan dışarı çekilerek ayna **RESET** butonu ile durdurulur.
- Tornalanan çap ölçülür. Hassas bir ölçüm için ölçme işleminde mikrometre tercih edilmelidir.
- Meas. Tool** (Alt Menü) > **Manual** (Sağ menü) > **X** (Sağ menü) butonlarına basılarak gelen pencerede X değerinin karşısına ölçülen değer yazılarak önce **INPUT** butonuna, ardından **Set length** butonuna basılarak ekrandan X koordinatının ölçülen değer ile değişip değişmediği kontrol edilir (Görsel 1.28).

Not: Matkap, kılavuz, rayba gibi aksenel çalışan takımlar için X ekseninde sıfırlama yapılmaz.



Görsel 1.27 : “Meas. Tool” ile Z ekseninde referans noktasının belirlenmesi



Görsel 1.28: “Meas. Tool” ile X ekseninde referans noktasının belirlenmesi

1.3.7 Takım Referans Noktası Kontrolü

Kesici takımların referans ayarlarının doğru yapıp yapılmadığı çalışma aşamasında olası problemlerin önüne geçmek için kontrol edilmelidir. Bu işlem için **JOG** modunda iken **POSITION** menüsü altından **X** ve **Z** eksenlerine abs olarak koordinat değeri ile ilerleme miktarı girilir (Görsel 1.29). Z değerine +1, +5 gibi iş parçasından dışarıda olmasını sağlayacak değer yazılmalıdır. **CYCLE START** tuşuna basılarak takımın gittiği pozisyon kontrol edilir. **FEED RATE** potansiyometresi ile takımın ilerlemesi kontrollü bir şekilde gerçekleştirilir.



Görsel 1.29: “Position” ile takım referans noktasının kontrolü



1.3.8 İş Parçası Referans Noktasının Belirlenmesi

CNC torna tezgâhı için hazırlanan programlarda bir referans noktası belirlenir ve kesici takım hareketleri bu nokta esas alınarak belirtilir. CNC operatörünün bu noktayı bilerek tezgâh üzerinde bunu ayarlaması gerekir. CNC torna tezgâhlarında genellikle referans noktası olarak Z ekseninde iş parçası alın yüzeyi, X ekseninde ise iş mili eksen kullanılır.

1. İş parçası aynaya bağlanır.
2. T,S,M ekranından referans noktası (G54, G55), uygun takım ve devir sayısı ile dönüş yönü seçilerek **CYCLE START** butonu ile çalıştırılır.
3. Manuel olarak uygun bir kesici takım kullanılarak iş parçası alın yüzeyinden toz talaş alınır. Bu işlem; takım sıfırlama işlemi daha önceden yapılan bir takım var ise o takım ile, yok ise uygun olan herhangi bir takım ile yapılabilir.
4. **MACHINE** menüsü altındaki **SET WO** butonuna basılır (Görsel 1.30).
5. Sağ tarafta çıkan **Z=0** butonuna basılarak işlem tamamlanır.
6. Farklı bir değer verilmek istenirse koordinat ekranında, istenen değer yazılarak **INPUT** butonuna basılır.



Görsel 1.30: “SET WO” ile iş parçası referans noktasının belirlenmesi

1.3.9 Probe İle Çalışma

Kesici takımların sıfırlanması için bazı tezgâhlarda probe bulunur. Probe üzerindeki metal kısma kesici takım temas ettiğinde ışık ve ses ile uyarı verir. Kesici takım boy telafi değerleri istenirse otomatik olarak tezgâha aktarılabilir. Tezgâhta bulunan probeu açabilmek için taretin X ekseninde tezgâh referans noktasında ve ayna ayaklarının açık konumda olması gerekir. Sıfırlama yapılacak kesici takım ile probe üzerine yaklaşarak X ve Z eksenleri için ayrı ayrı değiştirilerek sıfırlama işlemi gerçekleştirilir.

1.3.10 Gezer Punta İle Çalışma

Uzun iş parçalarının sağlıklı bir şekilde bağlanması için gezer puntadan faydalanılır. Punta ucu basıncı, tezgâh üzerinde bulunan hidrolik bir valf yardımı ile istenen basınca ayarlanabilir.

KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için “Evet”, kazanamadığınız beceriler için “Hayır” kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Gözlenecek Davranışlar / Ölçütler	EVET	HAYIR
CNC torna açıp tezgâh hazır hâle getirebilir.		
CNC torna tezgâhında güvenli çalışma kurallarına uygun davranabilir.		
CNC torna tezgâhı kontrol paneli üzerinde yer alan buton ve elemanların ne işe yaradığını bilerek bunları kullanabilir.		
CNC torna tezgâhında ayna ayaklarını istenilen çapa göre ayarlayabilir.		
CNC torna tezgâhında ayna sıkma basıncını kullanılacak malzeme ve çapa göre ayarlayabilir.		
CNC torna tezgâhında iş parçasını aynaya güvenli bir şekilde bağlayabilir.		
CNC torna tezgâhında iş miline uygun devir sayısı vererek bunu istenen yönde çalıştırabilir.		
CNC torna tezgâhında kullanılan kesici uç, kater ve takım tutucu türlerini söyleyebilir ve kullanım yerlerine dikkat edebilir.		
CNC torna tezgâhında istenen takımı tarete takabilir.		
CNC torna tezgâhında takım listesine yeni bir takım ekleyebilir.		
CNC torna tezgâhında aktif referans noktasını istenen bir tanesiyle değiştirebilir.		
CNC torna tezgâhında ölçü birimini değiştirebilir.		
CNC torna tezgâhında yeni eklenmiş olan kesici takımın boy telafisini ayarlayabilir.		
CNC torna tezgâhında referans noktası ayarlanmış kesici takımın pozisyon kontrolünü emniyetli şekilde yapabilir.		
CNC torna tezgâhında istenilen takımı takım listesinde seçerek iş mili eksenine getirebilir.		
CNC torna tezgâhında kesici takımı istenilen eksen ve yönde manuel olarak hareket ettirebilir.		
Haricî bir bilgisayarda hazırlanmış bir CNC programını disket / USB bellek / CF-Card gibi depolama aygıtları ile CNC kontrol ünitesi hafızasına yükleyebilir.		
Tezgâh kontrol ünitesi hafızasında yer alan bir programı açarak simülasyon ile kontrol edebilir.		
Simülasyon ile kontrol edilmiş bir programı çalıştırabilir.		
Haricî bir bilgisayardan veri aktarma metodu ile bir program aktararak bunu çalıştırabilir.		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmediğiniz veya eksik olduğunuzu düşündüğünüz konularda öğretmeninizden yardım alınız.

ÖĞRENME BİRİMİ	1	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
UYGULAMA ADI CNC Torna Tezgâhını Manuel Olarak Çalıştırma				
AMAÇ: CNC torna tezgâhının kısımlarını öğrenmek, kontrol panelini kullanmak Atölyenizde bulunan CNC torna tezgâhını çalıştırarak iş parçası üzerinden manuel olarak talaş alınız.				
İŞLEM BASAMAKLARI 1. CNC torna tezgâhını çalıştırınız, hazır hâle getiriniz. 2. İş milini düşük devirde çalıştırınız. 3. Referans noktasını (G54) ayarlayınız. 4. Öğretmeninizin belirteceği kesici takımı çağırınız. 5. İş parçası alın yüzeyinden manuel olarak talaş alınız.				
GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)				
KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR • CNC torna tezgâhı • Kaba talaş kesici takımı • Finiş talaş kesici takımı KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ Silindirik iş parçası				
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati / / :	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
İş alışkanlığı		30		
Bitiş Tarihi, Saati / / :	CNC torna tezgâhını hazır hâle getirmek	20		Sınıfı Nr.....
Devir sayısı vermek		20		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre dakika	İş parçası üzerinden manuel talaş almak	30		Adı, Soyadı
Kullanılan Süre dakika				İmzası
	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	1	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMRİN NO	2
UYGULAMA ADI		CNC Torna Tezgâhında İş Parçasını Bağlama		
KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR - CNC torna tezgâhı - Kaba talaş kesici takımı - Finiş talaş kesici takımı		AMAÇ: CNC torna tezgâhında iş parçasını bağlamak, iş parçası referans noktasını ayarlamak Atölyenizde bulunan CNC torna tezgâhında verilen iş parçasını aynaya bağlayarak parçanın referans noktasını ayarlayınız. İŞLEM BASAMAKLARI - Verilen iş parçası ölçülerine göre ayna ayaklarını ayarlayınız. - Ayna ayakları sıkma basıncını kontrol ediniz. - Ayna ayakları sensörlerini kontrol ediniz. - İş parçasını aynaya uygun uzunlukta bağlayınız. - Uygun bir takım yardımı ile iş parçası referans noktasını (G54) ayarlayınız. GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)		
KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ Silindirik iş parçası				
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati / / :	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
	İş alışkanlığı	30		
Bitiş Tarihi, Saati / / :	Ayna ayaklarını ayarlamak	20		Sınıfı Nr.....
	Ayna sensörlerini ve sıkma basıncını ayarlamak	20		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre dakika	İş parçası referans noktasını ayarlamak	20		Adı, Soyadı
Kullanılan Süre dakika				İmzası
	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	1	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	3
UYGULAMA ADI CNC Torna Tezgâhında Kesici Takımı Bağlama				
AMAÇ: CNC torna tezgâhında kesici takımı bağlamak, takım listesine ekleyerek takımın referans noktasını ayarlamak				
Atölyenizde bulunan CNC torna tezgâhına öğretmeninizin belirlediği kesici takımları takınız. Bağladığınız kesici takımları takım listesine ekleyerek takımın gerekli referans ayarlarını yapınız.				
İŞLEM BASAMAKLARI				
- Verilen iş parçası ölçülerine göre ayna ayaklarını ayarlayınız. - Ayna ayakları sıkma basıncını kontrol ediniz. - Ayna ayaklarının sensörlerini kontrol ediniz. - İş parçasını aynaya uygun uzunlukta bağlayınız. - Uygun bir takım yardımı ile iş parçası referans noktasını (G54) ayarlayınız. - Verilen kesici takımı taret üzerine takınız. - Kesici takımın bilgilerine göre takım listesinde yeni takım oluşturunuz.				
GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)				
KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR - CNC torna tezgâhı - Kaba talaş kesici takımı - Finiş talaş kesici takımı KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ Silindirik iş parçası				
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	30		.....
Bitiş Tarihi, Saati	İş parçasını bağlamak ve sıfırlamak	10		Sınıfı Nr.....
..... / / :	Takım tutucuyu taret üzerine takmak	20		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Kateri takım tutucu üzerine takmak	20		Adı, Soyadı
..... dakika	Takım ayarlarını yapmak	20		.....
Kullanılan Süre				İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME – 1

A) Aşağıda verilen cümlelerin başındaki boşluğa cümle doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) CNC torna tezgâhları universal tezgâhlar ile kıyaslandığında daha fazla elektrik enerjisine ihtiyaç duyar.
2. (.....) CNC torna tezgâhlarında iş kazası olması mümkün değildir.
3. (.....) Taret üzerinde kullanılmayan yuvalar bir bez veya üstübü yardımı ile kapatılmalıdır.
4. (.....) CNC torna tezgâhlarında iş parçalarının bağlanması genellikle hidrolik aynalar kullanılır.
5. (.....) Parmak frezeler, CNC torna tezgâhlarında dış çap tornalama işlemlerinde kullanılır.

B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında ayna ayaklarını açıp kapatmak için kullanılır?

- A) İş mili B) El çarkı C) Gezer punta D) Sensör E) Ayak pedalı

7. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında kesici takımların takıldığı kısımdır?

- A) Taret B) Magazin C) İş mili D) Ayna E) Punta

8. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında uzun ve ağır iş parçalarının desteklenmesi amacıyla kullanılan kısımdır?

- A) Gövde B) El çarkı C) Kontrol paneli D) Kesici takım E) Punta

9. Aşağıdakilerden hangisi kontrol ünitesinin çalışma modlarından birisidir?

- A) Power On B) MDA C) Cycle Start D) T,S,M E) Menu Select

10. Aşağıdakilerden hangisi JOG modunda iken iş miline devir sayısı ve dönüş yönü vermeye yarayan ekrandır?

- A) Spindle B) Taret C) Machine D) T,S,M E) Work Offset

Cevaplarınızı kontrol ediniz!



Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında iş parçalarının dönmesini sağlayan kısımdır?

- A) İş mili B) Magazin C) Taret D) Punta E) Tabla

2. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında çap eksenini ifade eder?

- A) A B) B C) X D) Y E) Z

3. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında uzun iş parçalarının tornalanmasında kullanılan taret üzerine takılabilen aparatır?

- A) Kater B) Mandren C) Gezer yatak (lünet) D) Punta E) Takım tutucu

4. Aşağıdakilerden hangisi JOG modunda bir sonraki takım iş eksenine getirmeye yarayan butondur?

- A) MDA B) Reset C) +T D) X E) Z

5. Aşağıdakilerden hangisi takım listesinin yer aldığı ekrandır?

- A) T,S,M B) Set WO C) Meas. Tool D) Directory E) Tool List

6. Aşağıdakilerden hangisi kesici takım seçiminde önemli faktörlerden birisi değildir?

- A) Geometri B) İş parçasının malzemesi C) İşleme yöntemi
D) Kontrol ünitesi E) Ekonomiklik

7. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında kullanılan takım tutuculardan birisi değildir?

- A) Radyal kater tutucu B) Eksenel kater tutucu C) Matkap tutucu
D) Mors konik tutucu E) Veldon tipi tutucu

8. Aşağıdaki bilgilerden hangisi tornalama işlemlerinde kullanılan kesici uçlar için ISO tarafından standart hâle getirilen kodlamada yer almaz?

- A) Uç radyüsü B) Kater uzunluğu C) Üretim toleransı
D) Uç geometrisi E) Ön boşluk açısı

9. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhında iş parçası referans noktası belirlemek için kullanılan ekrandır?

- A) Probe B) G54 C) T,S,M D) Set WO E) MCS / WCS

10. Aşağıdakilerden hangisi kesici takımların sıfırlanmasında kullanılan ekrandır?

- A) Auto B) T,S,M C) Meas.Workp. D) Set WO E) Meas.Tool

Cevaplarınızı kontrol ediniz!





CNC TORNADA PROGRAMLAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC torna tezgâhlarında kullanılan eksenler
- Koordinat sistemleri ve referans noktaları
- Programlama yapısı
- Modal ve modal olmayan komutlar
- Kesme hızı ve devir sayısı hesaplama
- İlerleme hızını belirleme
- Mutlak ve artışı yöntemle programlama
- Kesici takımın doğrusal hareketi
- Kesici takımın dairesel hareketi

2.
ÖĞRENME BİRİMİ

2. CNC TORNADA PROGRAMLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Programlama denilince aklınıza neler geliyor? Bu kavramı başka nerelerde duyduunuz? Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

CNC takım tezgâhlarında iş parçasını üretmek için CNC programlarına ihtiyaç duyulur. Yapılmak istenen işlemler için uygun komutların bir format çerçevesinde yazıldığı dosyalara **CNC programı** denir.

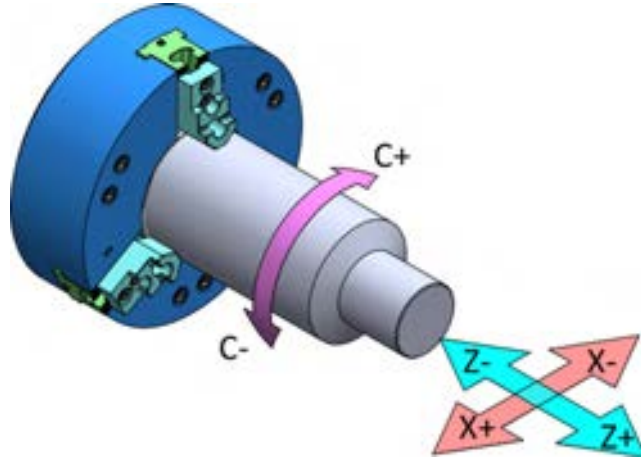
CNC torna tezgâhlarının üzerinde iki farklı türde programlama yöntemi kullanılır: standart ve diyalog programlama. Standart programlamada yapılması istenen işlemler tezgâhta tanımlı komutlar kullanılıp sırasıyla yazılarak oluşturulur. Bu yazma işlemi, doğrudan tezgâhın kontrol panelinden yapılabileceği gibi herhangi bir bilgisayar ortamında da hazırlanarak tezgâha yüklenebilir. Diyalog programlamada ise kontrol paneli üzerinde bulunan programlama kısmı kullanılarak yapılır. Diyalog programlamada parça bilgileri, yapılacak işleme ait parametreler gibi bilgiler tanımlanarak program hazırlanır.

Enerji tasarrufu için CNC tezgâhını kullanmadığınız zamanlarda kapatınız. Programlarınızı tezgâhta yapmak yerine harici bir bilgisayarda hazırlamak enerji tasarrufu sağlayacaktır.



2.1. CNC Torna Tezgâhlarında Eksenler

Bir CNC torna tezgâhında iki adet temel eksen vardır. Bu eksenler, kesicinin iş parçasının boyuna ilerlemesini sağlayan **Z eksen**i ve kesicinin çapta ilerlemesini sağlayan **X eksen**idir (Şekil 2.1). Kesici takımlar bu eksenler üzerinde doğrusal veya dairesel hareket ederek iş parçasının şeklini oluşturur. CNC torna tezgâhlarında X eksen çapı¹ ifade eder ve iş parçası eksen "0" (sıfır) olarak kabul edilir. Bazı torna tezgâhlarında ise X ve Z eksenine ilave olarak C eksen bulunur. Herhangi bir makinede eksen sayısı arttıkça yapılabilecek işlerin çeşitliliği de artar. Örneğin klasik bir CNC torna tezgâhı ile iş parçası üzerinde çevresel delik delme işlemi yapabilmek mümkün değil iken **C eksen**i bulunan bir CNC torna tezgâhında bu işlem kolaylıkla yapılabilir.



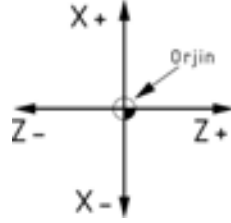
Şekil 2.1: CNC torna tezgâhlarında eksenlerin yönleri

Günümüzde X, Z eksenlerine ilave olarak C, Y eksenlerine ve 2 adet iş miline sahip CNC torna tezgâhları da bulunmaktadır.

1 Genellikle X ekseninde çap değeri girilir ancak tezgâh sistem parametrelerinden yarıçap olarak da ayarlanabilir.

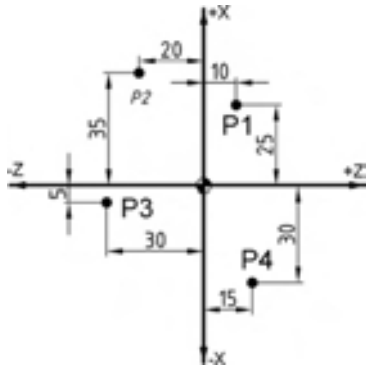
2.2. CNC Torna Tezgâhlarında Koordinat Sistemleri

CNC takım tezgâhlarında iki tip koordinat sistemi kullanılır: Kartezyen, polar. Birbirine dik yüzeylerin oluşturduğu koordinat sistemine **kartezyen koordinat sistemi** denir (Şekil 2.2). CNC torna tezgâhlarında programlarda konum belirtilirken kartezyen koordinat sistemi kullanılır.



Şekil 2.2: Kartezyen koordinat sistemi

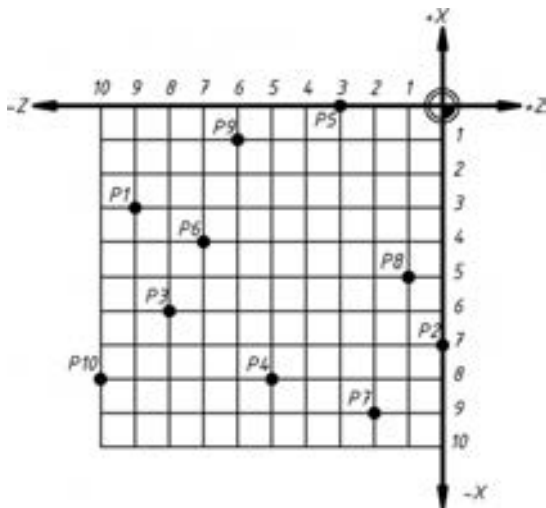
ÖRNEK-2.1: Aşağıda kartezyen koordinat sistemi üzerinde belirtilen noktaların koordinatlarını yanda verilen tabloya yazınız.



Nokta	X	Z
P1	+50	+10
P2	+70	-20
P3	-10	-30
P4	-60	+15

SIRA SİZDE [2-1]

Aşağıda kartezyen koordinat sistemi üzerinde belirtilen noktaların koordinatlarını yanda verilen tabloya yazınız.

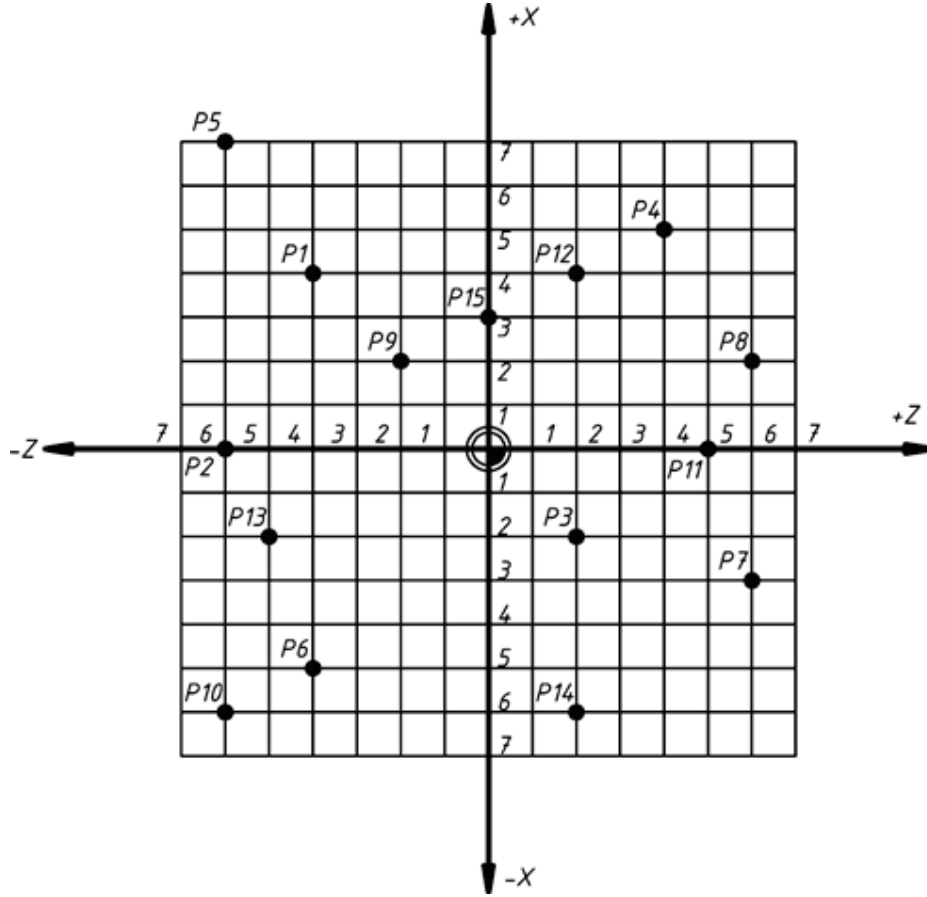


NOKTA	X	Z
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		
P7		
P8		
P9		
P10		



SIRA SİZDE [2-2]

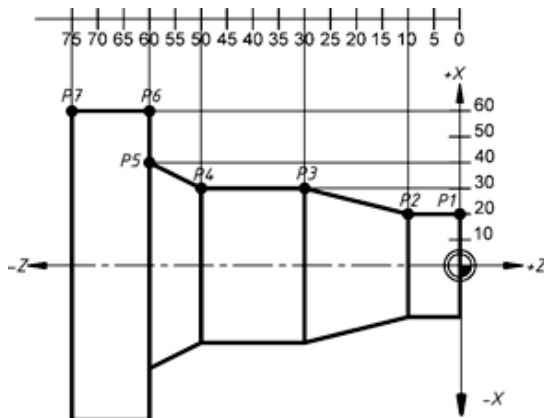
Aşağıda kartezyen koordinat sistemi üzerinde belirtilen noktaların koordinatlarını altında verilen tabloya yazınız.



NOKTA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
X															
Z															

SIRA SİZDE [2-3]

Aşağıda kartezyen koordinat sistemi üzerinde belirtilen noktaların koordinatlarını yanda verilen tabloya yazınız.

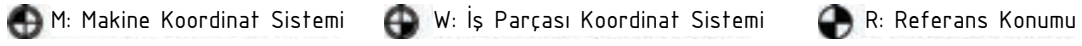


NOKTA	X	Z
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		
P7		

2.3. CNC Torna Tezgâhlarında Referans Noktaları

CNC takım tezgâhlarında üreticinin belirlediği sabit bir referans noktası (orijin) bulunur. Bu noktaya **makine referans noktası (MCS-Machine Coordinate System)** adı verilir. Makine sıfır noktası da denilen bu nokta operatör tarafından değiştirilemez. Bu nedenle CNC programları hazırlanırken iş parçası üzerinde bir nokta, referans olarak belirlenerek bu noktaya göre değerler yazılır. İş parçası üzerinde belirlenen bu noktaya ise **iş parçası referans noktası (WCS-Workpiece Coordinate System)** adı verilir. İş parçası üzerinde istenen nokta, referans olarak belirlenebilir. Üstelik birden fazla noktayı referans olarak ayarlamak da mümkündür. CNC torna tezgâhlarında genellikle X ekseninde iş mili eksen (Dolayısıyla iş parçasının eksen.), Z ekseninde ise iş parçasının alın yüzeyi referans olarak seçilir. CNC torna tezgâhlarında genellikle takım değiştirme işlemlerinde emniyetli mesafe olarak tezgâh referans konumu (R) kullanılır.

CNC torna tezgâhlarında **G54, G55, G56, G57, G58 ve G59** olmak üzere standart olarak altı iş parçası, sıfır noktası kullanılabilir. Referans noktaları programlama aşamasında kullanılmak üzere çizim üzerinde aşağıdaki semboller ile gösterilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Referans noktaları sembolleri

2.4. CNC Torna Tezgâhlarında Programlama Yapısı

CNC programları, işlem basamakları düşünülerek hazırlanır. Bu nedenle, CNC programları üç kısma ayrılabilir: hazırlık, operasyon ve bitiş bölümü. Hazırlık bölümünde program ismi, referans numarası, devir miktarı, ilerleme türü, soğutma sıvısı, takım çağırma gibi işlemler bulunur. Operasyon bölümünde tornalama, delme, kesme, kanal açma gibi işlemler gerçekleştirilir. Bitiş bölümünde ise fener mili durdurularak soğutma sıvısı kapatılır ve taret, emniyetli bir noktaya gönderilir.

CNC programları bloklardan oluşur (Şekil 2.4). Bloklar ise sözcüklerden oluşur. Sözcükleri oluşturan harflere **adres**, yanındaki rakamlara **sayısal değer** denir. Yan yana gelen sözcüklerden oluşan bu yapıya **blok** denir. Bloklar ";" işareti ile sonlandırılır. Bu işaret, tezgâh kontrol ünitesine program satırının bittiğini ve satırın çalıştırılmasına geçileceğini belirtir. Blok sonunda ";" yazılmaz ise tezgâh kontrol ünitesi program bloğunun alt satırlarda da devam ettiğinin yorumlamasına sebep olacağı için program hatalı çalışacaktır. Kontrol paneli; kullanmadığı bir harf, sembol veya kelime ile karşılaştığında, yazım formatına uyulmadığında hata mesajı vererek programı çalıştırmaz.



Şekil 2.4: CNC program yapısı

Bloklar içerisinde işlevi olmayan adresler yazılmamalıdır. Örneğin bir komut satırında hareket sadece X ekseninde ise diğer eksen ile ilgili değerlerin yazılmasına gerek yoktur. Değerleri değişmeyen devir sayısı ve ilerleme değeri gibi fonksiyonların da her satırda tekrarlanması lüzumsuzdur. Bir komut satırında ilerleme değeri olarak F0.3 yazıldı ise farklı bir F değeri yazılana kadar bu değer geçerli olacaktır.



2.5. CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Komutlar

Tablo 2.1 ve 2.2'de birçok kontrol panelinde standart olarak kullanılan komut ve yöntemler anlatılmıştır ancak bazı kontrol panellerinde komut ve parametreler farklılık gösterebilir. Bu nedenle **herhangi bir tezgâhta program hazırlanmadan ve çalıştırılmadan önce o tezgâha ait dokümanlar mutlaka incelenmelidir.**

Tablo 2.1: CNC Torna Tezgâhlarında Genel Olarak Kullanılan G Kodları

Komut	Açıklama	GRUP
G00	Kesici takımın hızlı doğrusal hareketi	01
G01	Kesici takımın ilerleme hızında, doğrusal hareketi	
G02	Kesici takımın ilerleme hızında, saat ibresi yönünde (CW) dairesel hareketi	
G03	Kesici takımın ilerleme hızında saat ibresinin tersi yönünde (CCW) dairesel hareketi	
G04	İlerleme hareketlerinin durarak beklemesi	00
G17	X-Y düzlemi seçimi	16
G18	X-Z düzlemi seçimi	
G19	Y-Z düzlemi seçimi	
G20	İnç ölçü sistemi kullanımı	06
G21	Metrik ölçü sistemi kullanımı	
G27	Referans noktasına dönüş	00
G28	Referans noktasına otomatik dönüş	
G29	Referans noktasına otomatik dönüş	
G30	İkinci referans noktasına dönüş	
G32	Diş çekme	01
G34	Değişken hatveli diş çekme	
G40	Takım telafisi iptali	07
G41	Soldan takım ucu yarıçap telafisi	
G42	Sağdan takım ucu yarıçap telafisi	
G50	İş mili devir sayısı sınırlama	00
G54	İş parçası 1. referans noktası seçimi	14
G55	İş parçası 2. referans noktası seçimi	
G56	İş parçası 3. referans noktası seçimi	
G57	İş parçası 4. referans noktası seçimi	
G58	İş parçası 5. referans noktası seçimi	
G59	İş parçası 6. referans noktası seçimi	
G70	Finiş tornalama çevrimi	00
G71	Boyuna tornalama çevrimi	01
G72	Alın tornalama çevrimi	
G73	Profil tornalama çevrimi	00
G74	Gagalayarak delme çevrimi	
G75	Kanal açma çevrimi	
G76	Otomatik diş açma çevrimi	10
G80	Delme çevrimi iptali	
G83	Derin delik delme çevrimi	01
G90	Z ekseninde boyuna kesme çevrimi	
G92	Diş çekme çevrimi	
G94	X ekseninde (alında) boyuna kesme çevrimi	02
G96	İş mili sabit kesme hızı (metre / dakika)	
G97	İş mili sabit devir sayısı (devir / dakika)	05
G98	Dakikadaki ilerleme (mm / dakika)	
G99	Devir başına ilerleme (mm / devir)	

Kırmızı işaretli satırlarda bulunan komutlar tezgâh açıldığında varsayılan olarak aktif olan komutlardır.

Tablo 2.2: CNC Torna Tezgâhlarında Genel Olarak Kullanılan M Kodları

Komut	Açıklama	Komut	Açıklama
M00	Program durdurma	M08	Soğutma suyunu aç
M01	İsteğe bağlı program durdurma	M09	Soğutma suyunu kapatma
M02	Program sonu	M19	Aynayı kilitleme
M03	Tezgâh iş milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) çalıştırma	M30	Program sonu ve başına dönme
M04	Tezgâh iş milini saat ibresinin tersi yönünün de (CCW) çalıştırma	M98	Alt program çağırma
M05	Tezgâh iş milini durdurma	M99	Alt program sonu
M07	Yüksek basınçlı soğutma suyunu açma		

2.5.1 Komut Tipleri (Modal ve Modal Olmayan Komutlar)

CNC programlarında kullanılan komutlar yapı itibarıyla ikiye ayrılır: modal olan ve olmayan. Aynı gruptan başka bir G kodu belirtilinceye kadar aktif olan komutlar **modal (modsal)** komutlar olarak adlandırılır. Modal komutlar, tezgâh açıldığı andan itibaren aktif durumdadır. Bazı komutlar ise sadece çağrıldığı blok içerisinde etkili olur. Bu tür komutlar ise **modal olmayan** komutlardır.

Örneğin iş parçası ölçüleri metrik sisteme göre ise G21 komutu, inç sistemine göre ise G20 komutu kullanılır. Bu iki komut aynı grupta yer aldığı için biri aktif olduğunda, diğeri pasif konuma gelir.

Modal komutlar, tezgâh kapatılıp açıldığında dâhi tekrar aktif hâle gelir. Örneğin son çalıştırılan programda G20 komutu çalıştırıldı ise yazacağımız ölçüler inç sistemine göre alınacaktır. Bu nedenle olası hataların, iş kazalarının önüne geçilmesi için birtakım modal komutlar programın ilk satırlarında yazılmalıdır.

Bazı komutlar ise program içerisinde kullanıldığı anda aktif duruma geçer. Ardı ardına aynı tipteki hareketler verilecek ise bu harekete uygun düşen G kodu ilk komutta belirtilir. Takip eden satırlarda bu komutların tekrar yazılması gereksizdir. Bunlara örnek olarak G00 boşta hızlı hareket ve G01 doğrusal kesme komutları verilebilir.

Modal olmayan komutlar ise sadece yazıldıkları satırda çalışır. Çalıştıktan sonra iptal olur. Örneğin G04 bekleme komutu sadece bulunduğu satırda bekleme yapar.

2.5.2 Program İsmi – O

CNC programları, program ismi yazılarak başlar. Program isimleri O (Operation [opereyşin] kelimesinin ilk harfi) harfi ile dört haneli rakamdan meydana gelir. Program numarası verilirken 0001-7999 ve 9001-9999 arasında bulunan rakamlar kullanılabilir. 8000-9000 arasındaki rakamlar makrolar için ayrıldığı için bu rakamların yazılmaması gerekir. Program isimlerine O1071; O1453; O1923; örnek olarak yazılabilir.

2.5.3 Satır Numaraları – N

Programlarda N karakteri ile başlayacak şekilde satır numaraları verilebilir. Satır numaraları genellikle hangi satırda hata olduğunu veya hangi satırın çalıştırıldığını takip edebilmek amacıyla kullanılır. Satır numaraları 1'den başlayıp artarak devam eder. Herhangi bir yere sonradan satır eklenmesi gerektiğinde verilmeyen numaralardan birinin yazılabilmesi amacıyla numaralar genellikle beşer beşer veya onar onar artırılarak verilir fakat parça işlenmesi esnasında bu sıraların bir önemi yoktur ve yazılış sırasına göre işlenir. Satır numaralarını kullanmak mecburi değildir ancak kullanılan çevrim programlarında, alt programlamada veya satır atlatılması gereken durumlarda numaralama verilmesi gereklidir.



2.5.4 Devir Sayısı, Kesme Hızı – S

Kesici takımın bir dakikada metre cinsinden aldığı talaş miktarına **kesme hızı** adı verilir. Talaşlı imalatla kullanılan her kesici takımın belirli bir kesme kapasitesi, yani ideal kesme hızı değeri vardır. Kesme hızı değerleri kesici takımın malzemesine, geometrisine, kullanılan iş parçası malzemesine, tezgâh kapasitesine, soğutma sıvısı kullanımı gibi çeşitli etkenlere bağlıdır. İdeal kesme hızı değerlerine üretici firmanın kataloglarından ulaşılabilir.

Kesme hızı değeri düşük tutulduğunda kesici takım ömrü uzun olur ancak işlemin süresi artar ve talaş yığılmaları nedeniyle takımın yüzey kalitesi bozulur. Kesme hızı olması gerektiğinden fazla tercih edildiğinde ise kesici takım çok daha kısa sürede körelecek ve düzgün kesme yapmayacaktır. Kesme hızı fazla seçildiğinde iş parçası üzerinde oluşan ısıdan dolayı malzemenin cinsine bağlı olarak sertleşme ve bozulma meydana gelebilir. Bu nedenle, program yaparken kullanılacak kesici takıma ait kataloglardan ideal kesme hızı değerleri mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Devir miktarı hesaplanırken;

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1000} \quad \text{veya} \quad N = \frac{V \times 1000}{\pi \times D}$$

V: Kesme hızı (m / dk.)
D: İşlenecek çap veya kesici takım çapı (mm)
N: Devir miktarı

formülünden faydalanılır.

ÖRNEK – 2.2: Bir iş parçası 300 m/dk. kesme hızında Ø60 mm silindirik tormalanacaktır. Tezgâhta verilmesi gereken devir miktarını hesaplayınız.

$$V = 300 \text{ m / dk} \quad D = 60 \text{ mm} \quad N = \frac{V \times 1000}{\pi \times D} \quad N = \frac{300 \times 1000}{3.14 \times 60} \quad N = 1592 \text{ dev / dk.}$$

İş milinin devir miktarı **S** kullanılarak belirtilir. Devir miktarı, sabit kesme hızı metre/dakika (m/min) veya sabit devir sayısı devir/dakika (rpm, rev/min) türünden verilir.

G96 komutundan sonra kullanılan **S** değeri sabit kesme hızını ifade eder. Kesme hızı sabit olduğunda devir sayısı çap değerine bağlı olarak otomatik değişir. Çap sıfır olduğunda (alın tornalamada, matkap ile delerken vb.) devir sayısı sonsuz değer olur ve bu durumda iş mili belirlenmiş en yüksek değerinde dönmeye çalışacaktır. Bu durum, tezgâhta istenmeyen hasar ve tehlikelere yol açabilir. Bu tür durumların önüne geçmek için **G50** komutu ile iş mili devir miktarı, dakikadaki devir sayısı türünden sınırlandırılır. **G50** komutundan sonra kullanılan **S** fonksiyonu maksimum devir sayısını ifade eder. Örneğin “G50 S1800;” yazıldığında program çalışması esnasında dakikadaki devir sayısı en fazla 1800 olacaktır.

G97 komutundan sonra kullanılan **S** değeri sabit devir sayısını ifade eder. Örneğin “G97 S2000;” ile iş mili dakikada 2000 devirde dönecektir.

Genellikle tornalama işlemlerinde **G96**, delme ve raybalama gibi sabit çapta işlemlerde **G97** komutu tercih edilir.

İş milinin saat ibresi yönünde dönmesi için **M3**, saat ibresinin tersi yönde dönmesi için **M4** komutu kullanılır. İş milini durdurmak için ise **M5** komutu kullanılır.

Programda belirtilen devir miktarı çalışma esnasında kontrol paneli üzerinde bulunan spindle rate potansiyometresi ile %50-%120 arasında bir oranda değiştirilebilir.

2.5.5 İlerleme Hızı – F

Kesici takımın, dakikada veya bir turda almış olduğu yola **ilerleme hızı** denir. Kesici takımın ilerleme hızı **F** kodu ile programa bildirilir. CNC torna tezgâhı programlamada ilerleme değeri mm/dakika olarak tanımlanacak ise **F** değerinden önce **G98**, mm/devir olarak tanımlanmak için ise **G99** komutu kullanılır. Örneğin

“G98 F350;” yazıldığında kesici takım 1 dakika içerisinde 350 mm yol alacak şekilde ilerler. “G99 F0.3;” yazıldığında ise iş milinin 1 turunda kesici takım 0.3 mm yol alacak şekilde ilerler. Programda belirtilen ilerleme hızı değerleri çalışma esnasında kontrol paneli üzerinde bulunan feed rate potansiyometresi ile %0-%120 arasında bir oranda değiştirilebilir.

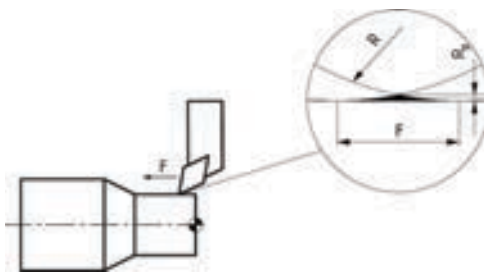
Genellikle CNC torna tezgâhlarında G99 (mm/devir), aktif modal kod olarak belirlenmiştir.

İlerleme hızı değeri belirlenirken bazı faktörleri göz önüne almak gerekir. İlerleme hızına etki eden faktörler şunlardır:

- Kesici takımın malzemesi ve geometrisi,
- Talaş derinliği
- İstenen yüzey kalitesi
- İş parçasının malzemesi
- Tezgâhın kapasitesi
- Soğutma sıvısının kullanılıp kullanılmaması.

Kesici takımlar sabit bir hızda ilerlerken iş parçası üzerinde bir miktar alınamayan kısım kalır. Bu miktar , kesici uç radyüs değeri ile ilerleme hızına bağlıdır. Kesici uç radyüsü ne kadar büyük olursa istenen yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı da o kadar iyi olur. İlerleme hızı ne kadar düşük bir değer olursa yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı o oranda iyi olacaktır. Genel olarak ilerleme hızı değerini, takım uç radyüs değerinin yarısından az bir değer seçmek yeterli olacaktır. İstenen yüzey kalitesinin ve ölçü tamlığının elde edilebilmesi için belirtilen değerlere dikkat edilmesi gerekir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: İlerleme Hızı ve Takım Uç Radyüsünün Yüzey Kalitesine Etkisi



İlerleme Hızı F (dev/dak)	Hata Miktarı Rp (mikron)		
	Üçgen Uç R0.4	Üçgen Uç R0.8	Yuvarlak Uç R6
0.4	53.6	25.4	0.33
0.3	29.2	14.2	0.18
0.2	12.7	6.3	0.01
0.1	3.1	1.6	0.004

2.5.6 Takım Çağırma – T

CNC programlarında takım çağırma için **T** karakteri kullanılır. T'nin yanına yazılacak iki ve dört rakam ile kesici takım çağrılabilir. T'nin yanına yazılan ilk iki rakam, kesicinin taret veya magazin üzerindeki istasyon numarasını; son 2 rakam ise kesici ile ilgili ofset numarasını belirtir. T01 yazılarak 1 numaralı, T02 yazılarak 2 numaralı takım çağrılabilir. T003 yazılarak 3 numaralı takım, 3 numaralı ofset bilgileri kullanılarak çağrılır. T1205 yazılarak 12 numaralı takım 5 numaralı ofset bilgileri ile çağrılır.

2.5.7 Referans Noktaları – G54, G55, G56, G57, G58, G59

CNC programlarında iş parçalarının üretilmesi aşamalarında kesici takımın hangi noktaya gideceği, koordinat sistemiyle düzenlenmiştir. Programlama esnasında iş parçası üzerinde bir noktanın referans noktası olarak seçilmesi gerekir. Genellikle CNC torna tezgâhlarında referans noktası olarak iş parçasının alın yüzeyi ile iş mili eksenini kullanılır. Referans noktası belirlenirken iş parçasının durumu göz önüne alınır. CNC programlamada referans noktaları **G54, G55, G56, G57, G58, G59** komutları ile tanımlanır. Kesici takımın hareketleri bu noktaya göre ölçülendirilir.



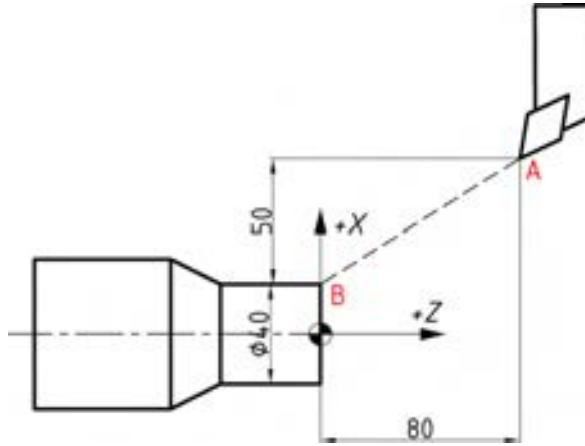
2.5.8 Mutlak ve Artışlı Programlama – G90, G91

Sabit bir referans noktası kullanılarak koordinat değerlerinin verilmesine **mutlak programlama** yöntemi denir. **Artışlı programlama** yönteminde ise referans noktası kesici takımın son bulunduğu nokta kabul edilir. Artışlı koordinatlar yazılırken değerler, kesici takımın o anda bulunduğu nokta göz önüne alınarak hesaplanır.

CNC torna tezgâhlarında artışlı koordinat olduğunu belirtmek için X eksen için **U**, Y için **V** ve Z için **W** harfleri kullanılır. Bazı CNC torna tezgâhlarında ise mutlak konum için **G90**, artışlı için ise **G91** komutu kullanılması gerekir. Programın bir kısmı mutlak, bir kısmı artışlı konum kullanılarak yapılabilir.

Örneğin Şekil 2.5'te gösterilen kesici takımın A noktasından B noktasına gelmesi istenmektedir.

Mutlak konumlandırma için X40.Z0., artışlı konumlandırma için ise U-50. W-80 değeri yazılmalıdır.



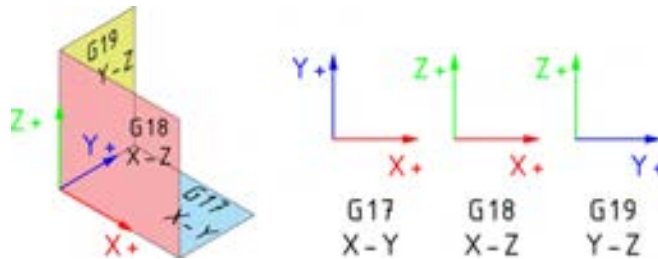
Şekil 2.5: Mutlak ve artışlı konumlandırma

2.5.9 Kartezyen ve Polar Koordinat Sistemi – G15, G16

CNC tezgâhlarında kartezyen koordinat sistemi ile konum belirtmek için **G15** komutu kullanılır. Belirlenmiş bir noktanın çevresinde açılabilir değerler ile noktalar tanımlamak için polar (kutupsal) koordinat sistemi kullanılır. Polar koordinat sistemine geçiş yapmak için **G16** komutu kullanılır. CNC programlarının hazırlanmasında genellikle kartezyen koordinat sistemi kullanılır.

2.5.10 Çalışma Düzlemi Seçimi – G17, G18, G19

CNC tezgâhının türüne göre (torna, dikey torna, dikey işleme merkezi, yatay işleme merkezi vb.) çalışma düzlemi farklılık gösterir. **G17** ile XY, **G18** ile XZ ve **G19** komutu ile YZ çalışma düzlemine geçiş sağlanır (Şekil 2.6). CNC torna tezgâhlarında X-Z çalışma düzlemi kullanılır ve modal olarak G18 komutu kullanılır ancak dikey tornalarda bu durum farklılık gösterir. Genellikle CNC takım tezgâhlarında iş milinin eksen Z olarak belirlenir. Bir önceki programda çalışma düzlemi değiştirilmiş olabilir, bu nedenle her programın başında kullanılacak olan çalışma düzleminin yazılması güvenilir bir yol olacaktır.



Şekil 2.6: CNC programlamada kullanılan düzlemler

2.5.11 Ölçü Sistemi – G20, G21

Üretilecek iş parçalarında ölçüler metrik sisteme göre ise **G21** komutu, İnç sistemine göre ise **G20** komutu kullanılır. Ülkemizde bulunan CNC takım tezgâhlarında genellikle modal olarak metrik sisteme uygun biçimde G21 komutu aktiftir ancak daha önceden çalışan programda G20 komutu kullanılmış olma ihtimaline karşı her programın başında G21 komutu kullanılması gerekir.

2.5.12 Tareti Tezgâh Referans Noktasına Gönderme – G28

Taretin kesici takım değiştirme esnasında mümkün olduğunca aynadan uzakta bir noktada bulunması iş güvenliği için çok önemlidir. **G28** komutu ile birlikte taretin (dolayısıyla kesici takımın.) X ve Z ekseninde + yönde gidebileceği en son noktaya giderek iş parçasından uzaklaşması sağlanır. İş parçasından ve aynadan uzak olan bu noktada takım değiştirme işlemi yapılabilir.

Not: G28 komutu takım değiştirme işlemi yapmaz. Sadece tareti tezgâh referans noktasına gönderir.

Komutun Kullanımı:

G28 U.....W.....;

U: Artışlı olarak referans noktasından X ekseninde uzaklığı

W: Artışlı olarak referans noktasından Z ekseninde uzaklığı

Örnek Kullanım:

G28 U0. W0.;

G28 U0.;

G28 U0. W35.;

2.5.13 Soğutma Sıvısını Açma / Kapatma – M08, M09

Soğutma sıvısını program içerisinde açmak için **M08** komutu kullanılır. Soğutma sıvılarını kapatmak için ise **M09** komutu kullanılır. Soğutma sıvısı ayrıca kontrol paneli üzerindeki butonlar ile manuel olarak açılıp kapatılabilir.

2.5.14 Program Durdurma ve Program Sonlandırma – M00, M01, M02, M30

Programın çalışmasını durdurmak için M0, M1, M2 ve M30 komutları kullanılır. Bu komutların yaptığı işler birbirinden farklı olduğu için istenen işleme uygun olanı kullanılmalıdır.

M0, geçici mutlak durdurma komutudur. Tezgâhta bu komut çalıştırıldığında tezgâh durur. Bu komut genellikle el ile takım değişimi, ölçü kontrolü, kesici takımlarını kontrol etme gibi işler için tercih edilir. Tezgâhı tekrar çalıştırmak için **CYCLE START** düğmesine basılır ve program kaldığı yerden devam eder.

M1, geçici isteğe bağlı durdurma komutudur. M1 komutu tıpkı M0 gibi çalışır ancak tezgâh üzerinde bulunan **Optional Stop** (OSP veya M1) butonu aktif ise komut işletilir ve program durur, değil ise bu komut işletilmeden devam eder.

M2, bu komut ile tezgâhın tüm fonksiyonları durdurulur ve program bitirilir. Tekrar başlatmak için imleci ilk satıra almak gerekir.

M30, tezgâhın tüm fonksiyonları durur; program sonlanır ve imleç ilk satıra otomatik olarak gelir.



2.5.15 Kesici Takımın Hızlı Doğrusal Hareketi – G0 (G00)

G0 komutu, kesici takımın istenen noktaya hızlı ve doğrusal olarak gitmesini sağlar (Şekil 2.7). Kesici takım, belirtilen noktaya tezgâhın en yüksek ilerleme hızında gider. İlerleme hızı, program çalışması esnasında Feed Rate potansiyometresi ile yavaşlatılabilir.

Komutun Kullanımı:

G0 X(U)..... Z(W).....;

X (U): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri

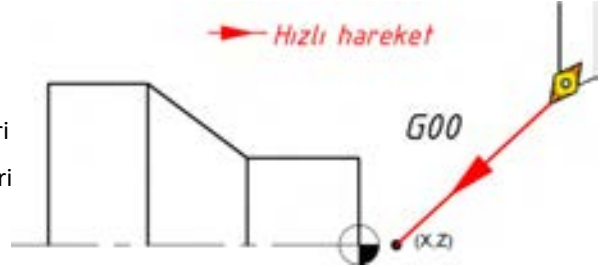
Z (W): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri

Örnek Kullanım:

G0 X34. ;¹

G0 X54.01 Z-59.;

G0 X20. W-15.;



Şekil 2.7: G00 komutunun çalışma prensibi

2.5.16 Kesici Takımın İlerleme Hızında Doğrusal Hareketi – G1 (G01)

G1 komutu, kesici takımın istenen noktaya, istenen ilerleme hızında ve doğrusal olarak gitmesini sağlar (Şekil 2.8).

Komutun Kullanımı:

G1 X(U)..... Z(W)..... F.....;

X(U): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri

Z(W): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri

F: Kesici takımın ilerleme miktarı

Örnek Kullanım:

G1 X30.2 F0.3;

G1 X45. Z-20.;

G1 Z-80. F0.2;



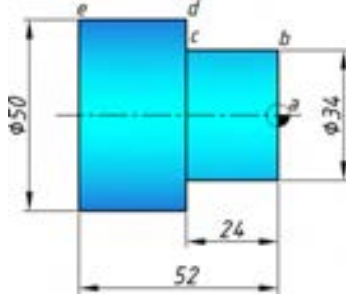
Şekil 2.8: G01 komutunun çalışma prensibi

ARAŞTIRMA

G1 komutuyla ilgili parametreleri araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta paylaşınız.

1) Bazı kontrol paneli modellerinde ölçüler, ondalıklı (noktalı) olarak yazılmaz ise tezgâhta bu değerler mikron cinsinden algılanır. Bu durum, kontrol paneli parametrelerinden değiştirilebilir. Yazılan programların her tezgâhta uyumlu ve doğru çalışması için koordinat değerlerinin ondalıklı olarak yazılmasına dikkat edilmelidir.

ÖRNEK-2.3: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



Malzeme: Döküm

Döküm payı: 1 mm

T01: Dış çap kaba işleme takımı

MUTLAK PROGRAMLAMA

O0201;

N10 G21 G40 G54 G80 G90;
N20 G50 S2500;
N30 T0101;
N40 G96 S200 M3;
N50 G99 F0.3;
N60 G0 X-2. Z2. M8;
N70 G1 Z0. F0.2;
N80 G1 X34.;
N90 G1 Z-24.;
N100 G1 X50.;
N110 G1 Z-52. M9;
N120 G0 X200. Z200.;
N130 M30;

ARTIŞLI PROGRAMLAMA

O0201;

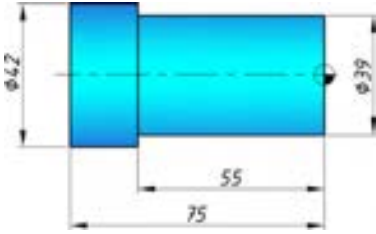
N10 G21 G40 G54 G80 G90;
N20 G50 S2500;
N30 T0101;
N40 G96 S200 M3;
N50 G99 F0.3;
N60 G0 X-2. Z2.;
N70 G1 W-2. F0.2;
N80 G1 U19.;
N90 G1 W-24.;
N100 G1 U8.;
N110 G1 W-28. M9;
N120 G0 X200. Z200.;
N130 M30;

PROGRAM SATIRLARININ AÇIKLAMASI (MUTLAK PROGRAMLAMA)

O0201;	O0201, program ismi.
N10 G21 G40 G54 G80 G90;	G21, metrik ölçü sistemi; G54, kullanılacak referans noktası; G40, takım uç radyüs telafisi iptali; G80, çevrimlerin iptali; G90, mutlak konumlandırma.
N20 G50 S2500;	G50 S2500, devir sayısı 2500 devir / dk ile sınırlandırılacak.
N30 T0101;	T0101, 1 numaralı takım gelerek 1 no'lu ofset değerleri ile kullanılacak.
N40 G96 S200 M3;	G96 S200, devir miktarı kesme hızı 200 m / dk olacak. M3, iş mili saat ibresi yönünde dönecek.
N50 G99 F0.3;	G99, ilerleme hızı birimi mm / devir olacak. F0.3, ilerleme hızı 0.3 mm / devir olacak.
N60 G0 X-2. Z2. M8;	G0 X-2. Z2., kesici takım X-2. Z2. noktasına hızlı ilerleme ile gidecek. M8, soğutma sıvısı açıldı.
N70 G1 Z0. F0.2;	G1 Z0. F0.2, kesici takım 0.2 mm / devir ilerleme hızında Z ekseninde 0 noktasına (a) gidecek.
N80 G1 X34.;	G1 X34., kesici takım 0.2 mm / devir ilerleme hızında X ekseninde çap 34 noktasına (b) gidecek.
N90 G1 Z-24.;	G1 Z-24., kesici takım 0.2 mm / devir ilerleme hızında Z ekseninde çap -24 noktasına (c) gidecek.
N100 G1 X50.;	G1 X50., kesici takım 0.2 mm / devir ilerleme hızında X ekseninde çap 50 noktasına (d) gidecek.
N110 G1 Z-52. M9;	G1 Z-52., kesici takım 0.2 mm / devir ilerleme hızında Z ekseninde çap 52 noktasına (e) gidecek, M9, Z-52. noktasına geldikten sonra soğutma sıvısı kapatılacak.
N120 G0 X200. Z200.;	G0 X200. Z200., kesici takım hızlı ilerleme ile X ekseninde çap 200 ve Z ekseninde +200 noktasına gidecek.
N130 M30;	M30, program sonlandırılarak imleç ilk satıra gidecek.

SIRA SİZDE [2-4]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.

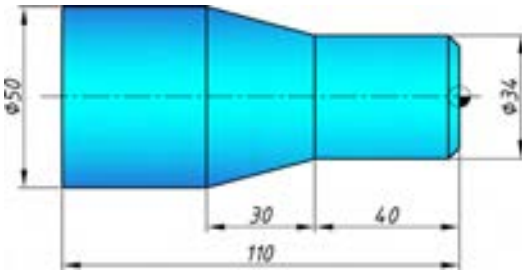


Ham malzeme ölçüsü: Ø45

T01: Dış çap kaba işleme takımı

SIRA SİZDE [2-5]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø55

T01: Dış çap kaba işleme takımı

2.5.17 Kesici Takımın İlerleme Hızında Dairesel Hareketi – G2, G3 (G02, G03)

Kesici takımın iş parçası üzerinde dairesel hareket yaparak çeşitli profilleri işlemesi gerekebilir. Bu işlem için kesici takımın hareket yönü saat ibresi yönünde olacak ise (CW-Clock Wise) G2, saat ibresinin tersi yönünde olacak ise G3 (CCW-Counter Clock Wise) komutu kullanılır (Şekil 2.9). Bu komutlar ile ilerleme hızında dairesel hareket sağlanır.



Şekil 2.9: G02 ve G03 komutunun 1. kullanım şekli

Komutun Kullanımı (1):

G2 X(U)..... Z(W)..... R..... F.....; veya G3 X(U)..... Z(W)..... R..... F.....;

X(U): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri (Yayın bittiği noktanın X değeri)

Z(W): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri (Yayın bittiği noktanın Z değeri)

R: Yayın yarıçap değeri

F: Kesici takımın ilerleme miktarı

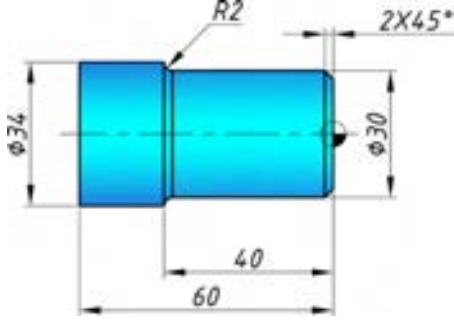
Örnek Kullanım:

G2 X30. Z40. R5. F0.3;

G3 X45. Z-20. R8.;

G2 X70. Z-80. R10. F0.2;

ÖRNEK-2.4: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø35

T01: Dış çap kaba işleme takımı

MUTLAK PROGRAMLAMA**O0204;**

N5 G21 G40 G54 G80 G90;

N10 T0101 M3;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S75;

N30 G0 X35. Z0. M8;

N35 G1 X-1.6;

N40 G0 X34. Z1.;

N45 G1 Z-60.;

N50 X36.;

N55 G0 Z1.;

N60 X30.;

N65 G1 Z-38.;

N70 G2 X34. Z-40. R2;

N75 G0 Z1.;

N80 G0 X26. Z0.;

N85 G1 X30. Z-2.;

N90 G0 X200. Z200.;

N95 M5 M9;

N100 M30;

ARTIŞLI PROGRAMLAMA**O0204;**

N5 G21 G40 G54 G80 G90;

N10 T0101 M3;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S75;

N30 G0 X35. Z0. M8;

N35 G1 U-18.5;

N40 G0 U17.5 W1.;

N45 G1 W-62.;

N50 U1.;

N55 G0 W62.;

N60 U-3.;

N65 G1 W-40.;

N70 G2 U2. W-2. R2;

N75 G0 W41.;

N80 G0 U-3.;

N85 G1 U2. W-2.;

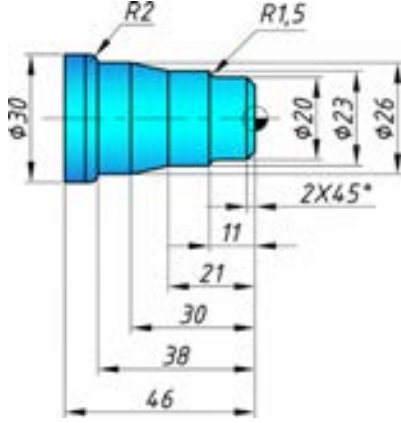
N90 G0 X200. Z200.;

N95 M5 M9;

N100 M30;

SIRA SİZDE [2-6]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø32

T01: Dış çap kaba işleme takımı

G2 ve G3 komutu merkezden olan uzaklık değerini girerek de kullanılabilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: G02 ve G03 komutunun 2. kullanım şekli

Komutun Kullanımı (2):

G2 X(U)..... Z(W)..... I..... K..... F.....; veya **G3 X(U)..... Z(W)..... I..... K..... F.....;**

X(U): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri (Yayın bittiği noktanın X değeri)

Z(W): Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri (Yayın bittiği noktanın Z değeri)

I: Yayın başlangıç noktasının yay merkezine X ekseninde artışı olan uzaklığı

K: Yayın başlangıç noktasının yay merkezine Z ekseninde artışı olan uzaklığı

F: Kesici takımın ilerleme miktarı

Örnek kullanım:

G2 X30. Z40. I-16. K-20. F0.3;

G3 X45. Z-20. I20. K-5. F0.6.;

Not: Programlamada mutlak veya artışı kullanım fark etmeksizin I ve K değerleri artışı olarak yazılır. I ve K değerlerinin yönleri, yayın başlangıç noktası esas alınarak belirlenir. I veya K değerlerinden bir tanesi 0 (sıfır) ise değerin yazılmasına gerek yoktur.

2.5.18 Bekleme – G4 (G04)

G4 komutu ile programın bir sonraki satırına geçmeden önce belirtilen süre kadar bekleme işlemi yapar. Çubuk sürücülü sistemlerde iş parçasının sürülmesini beklemek için kullanılır. Kanal açma gibi işlemlerde son noktada kesici takım kısa bir süre bekletilerek çapın tam çember olarak çıkması sağlanır. Delik delme işleminde matkap, deliğin dibinde bekletilir böylece delikte talaş kalmaması böylece sağlanır.

Komutun Kullanımı:

G4 X.....; veya G4 P.....;

X: Saniye cinsinden bekleme değeri

P: Milisaniye cinsinden bekleme değeri

Örnek Kullanım:

G4 X1.8;

G4 P2400;

CNC FİKRİ NASIL ORTAYA ÇIKTI?

Nümerik kontrol fikri, II. Dünya Savaşı'nın sonlarında hava kuvvetlerinin ihtiyacı olan kompleks uçak parçalarının üretimi için ortaya atılmıştır çünkü bu tür parçaların o günkü mevcut imalat tezgâhları ile üretilmesi mümkün değildi.

Bunun gerçekleştirilmesi için ortak çalışmalarla 1952'de yılında ilk olarak bir CINCINNATTI-HYDROTEL freze tezgâhı nümerik kontrol ile teçhiz edilerek bu alandaki ilk başarılı çalışma gerçekleştirildi. Bu yıldan itibaren pek çok takım tezgâhı imalatçısı nümerik kontrollü tezgâh imalatına başladı.

İlk önceleri NC takım tezgâhlarında vakumlu tüpler, elektrik röleleri, komplike kontrol ara yüzleri kullanılıyordu ancak bunların sık sık tamirleri hatta yenilenmeleri gerekiyordu. Daha sonraları NC takım tezgâhlarında daha kullanışlı olan minyatür elektronik tüp ve yekpare devreler kullanılmaya başlandı. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler nümerik kontrollü sistemleri de etkilemiştir.

Günümüzde NC tezgâhlarda daha ileri düzeyde geliştirilmiş olan entegre devre elemanları, ucuz ve güvenilir olan donanımlar kullanılmıştır. ROM (Read Only Memory) teknolojisinin kullanılmaya başlanmasıyla da programların hafızada saklanması mümkün oldu.

Sonuç olarak bu sistemli gelişmeler CNC'nin (Computer Numerical Control) doğmasına öncülük etmiştir. CNC daha sonra torna, matkap vb. takım tezgâhlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

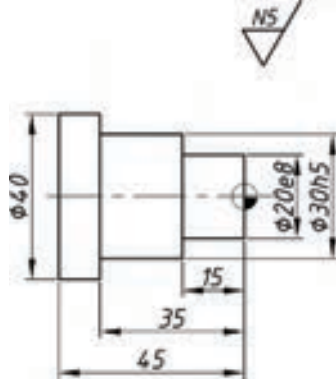
ÖĞRENME BİRİMİ	2	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Silindirik Tornalama

AMAÇ: CNC torna tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Kumpas
- Mikrometre

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø40x90 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
2. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
3. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
4. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
5. Kontrol ettiğiniz programı öğretmenin eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	2	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMRİN NO	2
----------------	---	---------------------	-----------	---

UYGULAMA ADI

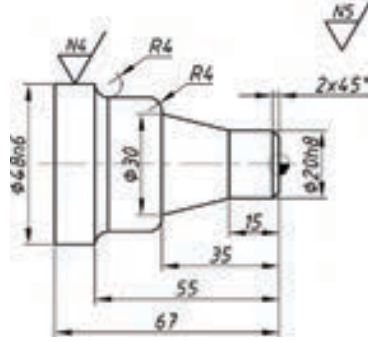
Profil Tornalama

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Kumpas
- Mikrometre

AMAÇ: CNC torna tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø50x110 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
2. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
3. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
4. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
5. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi CNC programlarında kullanılabilecek doğru bir program ismi değildir?
A) O1923; B) O8765; C) O2023; D) O5678; E) O0001;
2. CNC programlarında satır numaralandırmada kullanılan karakter aşağıdakilerden hangisidir?
A) F B) N C) O D) S E) X
3. Taret üzerindeki 4 numaralı istasyondan 2 numaralı ofset sıra bilgisi ile çağırma için kullanılan hangisidir?
A) T01; B) T04; C) T0204; D) T0402; E) T0104;
4. Devir sayısını 2400 devir / dk ile sınırlandırmak için kullanılacak komut hangisidir?
A) S2400; B) G1 S2400; C) M03 S2400; D) G96 S2400; E) G50 S2400;
5. Aşağıdakilerden hangisi geçerli bir referans noktası komutudur?
A) G55 B) G50 C) X10.0 D) Y35.5 E) Z-55.0
6. Aşağıdakilerden hangisi mutlak programlamada kullanılan komuttur?
A) G90 B) G91 C) G98 D) G99 E) M30
7. Aşağıdakilerden hangisi soğutma sıvısını açmak için kullanılan komuttur?
A) M12 B) M11 C) M10 D) M9 E) M8
8. Aşağıdakilerden hangisi programı geçici durdurmak için kullanılan komutlardan birisidir?
A) M28 B) M12 C) M2 D) M0 E) M30
9. Aşağıdakilerden hangisi isteğe bağlı geçici durdurma komutudur?
A) M0 B) M1 C) M2 D) M5 E) M30
10. Aşağıdakilerden hangisi metrik ölçü sistemi için kullanılan komuttur?
A) M0 B) M5 C) G21 D) G28 E) G90

Cevaplarınızı kontrol ediniz!





CNC TORNALAMA İŞLEMLERİ

Neler Öğreneceksiniz?

- Kesici uç yarıçap telafisinin önemi
- CNC torna tezgâhında delik delme ve raybalama
- CNC torna tezgâhında delik büyütme işlemleri
- CNC torna tezgâhında kanal açma ve kesme işlemleri
- Hazırlanan programın CNC torna tezgâhına aktarılma
- Hazırlanan programın simülasyon ile kontrolü

3.
ÖĞRENME BİRİMİ



3. CNC TORNALAMA İŞLEMLERİ

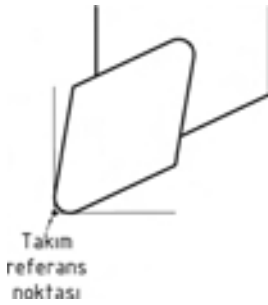
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Simülasyon kavramı ile daha önce karşılaştınız mı? Simülasyon nedir, nerelerde tercih edilir? Araştırınız, öğrendiklerinizi sınıf ortamında paylaşınız.

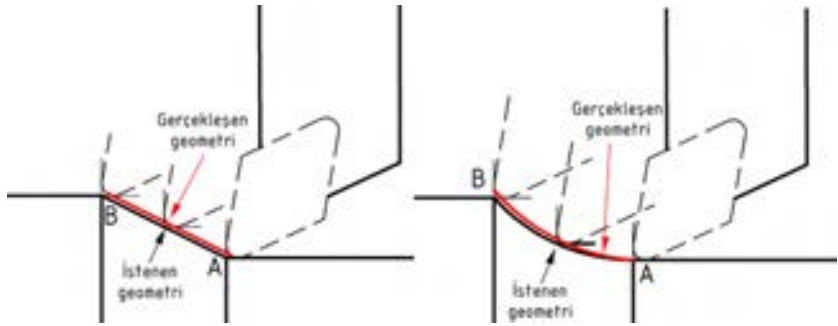
CNC tezgâhlarında tüm talaş kaldırma işlemleri kesici takımın doğrusal veya dairesel hareketi ile sağlanır. Doğrusal ve dairesel hareket komutları kullanılarak tüm tornalama işlemleri yapılabilir.

3.1. CNC Tornada Kesici Takım Uç Telifleri – G40, G41, G42

CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesicilerin uçlarında bir miktar radyüs bulunur. Önceden bilindiği üzere takım sıfırlama işlemi, kesici takımın kenarları değiştirilerek yapılır. Takımın referans noktası (Şekil 3.1) uçtaki radyüsten dolayı kesici ucun dışında yer alır. Bundan dolayı, özellikle konik ve profil tornalama sonrasında geometrik olarak istenen ile gerçekleşen aynı olmayacaktır (Şekil 3.2).

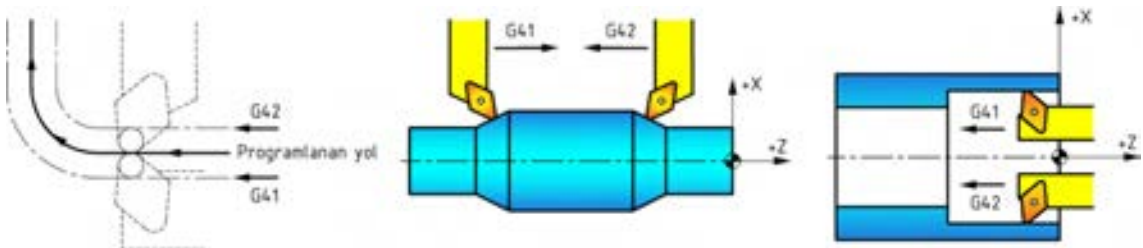


Şekil 3.1: Takım referans noktası



Şekil 3.2: Takım uç radyüsünün iş parçası geometrisine etkisi

Bu durumu ortadan kaldırmak için CNC tezgâhlarında kesici takım uç yarıçap telafi komutları kullanılır. Kesici takım ilerleme yönüne göre iş parçasının sol tarafında konumlandığında **G41**, sağ tarafında konumlandığında ise **G42** takım yarıçap telifi kullanılır (Şekil 3.3). **G40** komutu ile verilen takım telifleri iptal edilir. Program başında ve takım değiştirme işleminden önce mutlaka takım telifi G40 komutu ile iptal edilmelidir. Her takım için mutlaka telafi komutlarından uygun olan yazılmalıdır.



Şekil 3.3: Takım ilerleme yönüne göre G41-G42 kullanımı

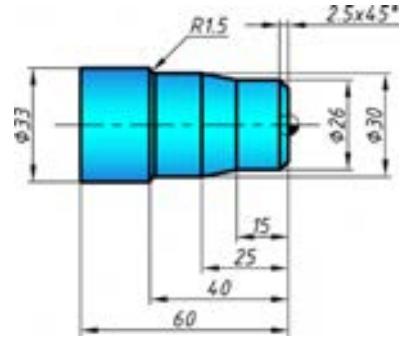
Matkap, U-drill, kılavuz gibi aksenal kesme yapan kesici takımlarda takım uç yarıçap telafi kullanılmaz, G40 ile uç yarıçap telifi iptal edilmesi gerekir.

G40, G41 ve G42 komutları modsaldır. G41 veya G42 modundayken G40 ile iptal etmeden G41'i veya G42'yi kullanmayınız. Bunu yaparsanız takım uç yarıçap telifi hatalı çalışacaktır.

ÖRNEK-3.1: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.

Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 34$

T01: Dış çap kaba işleme takımı



00301;

N5 G21 G54 G40 G80 G90;

N10 T0101 M3 G42;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S120;

N30 G0 X35. Z0 M8;

N35 G1 X-1.8;

N40 Z1.;

N45 G0 X33.;

N50 G1 Z-65.;

N55 X34.;

N60 G0 Z1.;

N65 G1 X30.;

N70 Z-38.5.;

N75 G2 X33. Z-40. R1.5;

N80 G0 Z1.;

N85 G1 X21.;

N90 X26. Z-2.5;

N95 Z-15.;

N100 X30. Z-25.;

N105 G4 X1;

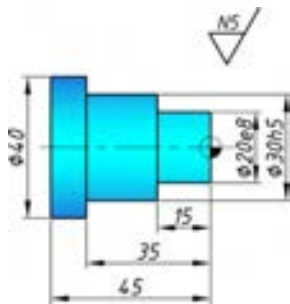
N110 G1 X32. M9;

N115 G28 U0 W0;

N120 M30;

SIRA SİZDE [3-1]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



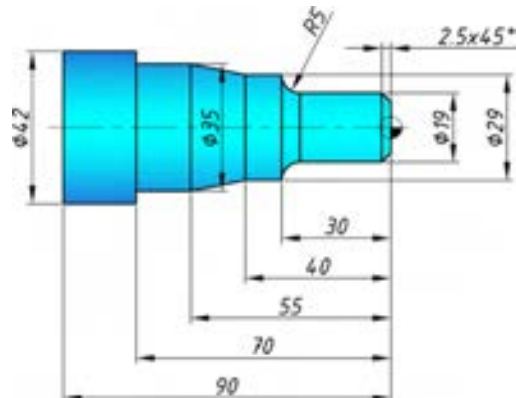
Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 42$

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T03: Dış çap hassas işleme takımı

SIRA SİZDE [3-2]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 44$

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T03: Dış çap hassas işleme takımı



3.2. CNC Tornada Delik Delme ve Raybalama

Delik Delme İşlemi

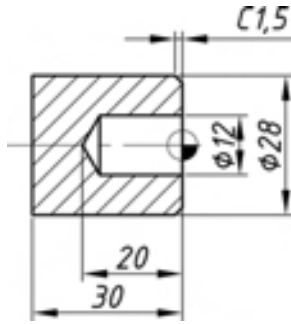
Herhangi bir iş parçası üzerinde delik delme işleminden önce delik açılacak yüzeyin (alın yüzey) düzgün bir şekilde tormalanması gerekir. Tormalama sonrasında yüzeyde çıkıntı (meme) kalmamalıdır. Delme esnasında matkapın tam merkezlemesi, yani eksenden kaçık olmaması çok önemlidir. Bunun için önce punta matkabi ile punta deliği açılabilir. Punta deliği, diğer matkapların kolayca merkezleyebilmesi için veya iş parçalarının sonradan aynı konumda kolayca bağlanabilmesi için açılır.

Devir sayısı delmede kullanılacak matkap çapına göre hesaplanır. CNC torna tezgâhlarında delik delme ve raybalama işlemleri için sabit devir sayısı (G97 komutu) kullanılır. Delme işleminde iş milinin dönüş yönüne dikkat edilmelidir. Soğutma sıvısı kullanımına engel bir durum yok ise mutlaka kullanılmalıdır.

Delme işlemi için yüzey hazırlandıktan sonra kesici takım, uygun devir sayısı ve dönüş yönünde seçilir. Soğutma sıvısı kullanılacak ise soğutma sıvısı açılır. Matkap, hızlı ve doğrusal hareket ile delik açılacak yüzeye uygun Z mesafesinde ve eksende olacak şekilde konumlandırılır. Daha sonra uygun ilerleme hızında doğrusal hareket ile delme işlemi, hesaplanan Z değeri kadar gerçekleştirilir. Delik son noktasına geldiğinde iş mili durdurulmadan kesici takım, kısa bir süre bekletilir; ardından Z ekseninde geri çekilir.

Delinecek delik çapı çok büyük ise öncesinde daha küçük çaplı matkap ile ön delik delme işlemi yapılabilir. Delme işleminde U-drill kullanılması durumunda ön delik veya punta deliği delme işlemine gerek kalmaz.

ÖRNEK-3.2: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø28

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabi

T04: Ø12 matkap

Not: Sadece alın tormalama (0.5 mm) ve delik delme işlemi yapılacaktır.

O0302;

N5 G21 G54 G40 G80 G90;

N10 T0101 M3 G42;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S60;

N30 G0 X30. Z-5 M8;

N35 G1 X-1.8 M9;

N40 G28 U0 W0;

N45 T0202 G40;

N50 G97 S1200 M3;

N55 G0 X0. Z1. M8;

N60 G1 Z-7. F0.3;

N65 G4 X1;

N70 G0 Z5. M9;

N75 G28 U0 W0;

N80 T0404 G40;

N85 G97 S1200 M3;

N90 G0 X0 Z1. M8;

N95 G1 Z-10. F0.3;

N100 Z-7.;

N105 Z-20.5;

N110 G4 X1;

N115 G0 Z1. M9;

N120 G28 U0 W0;

N100 M30;

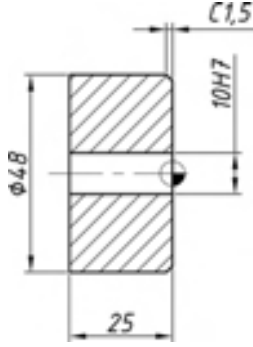
Raybalama İşlemi

Makine parçalarında genellikle deliklerin matkap ile açılması yeterlidir ancak matkapların çapları sabittir ve farklı çaplarda delik açılması gerekebilir. Ayrıca delme işlemi sonunda elde edilecek yüzey kalitesi istenen seviyede olmayabilir. Ölçü hassasiyeti ve yüksek yüzey kalitesi istenen deliklerin açılabilmesi için delme işlemi sonrasında raybalama yapılması gerekir. Raybalama işlemi rayba (makine raybası) adı verilen kesici takımlar ile yapılır. Raybalamadan önce delik, raybalama payı göz önüne alınarak daha küçük çapta açılır (Tablo 3.1). Raybalama işlemi, delik delme işlemi gibi yapılır. Rayba, delik içerisinden Z ekseninde geri çekilirken iş mili durdurulmaz.

Tablo 3.1: Delik Çaplarına Göre Raybalama Payları

Delik Çapı	Raybalama Payı
<5	0,1
5 – 10	0,1 – 0,2
10 – 20	0,2 – 0,3
> 20	0,3 – 0,4

ÖRNEK-3.3: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø48

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T04: Ø9.8 matkap

T06: Ø10 Rayba

Not: Sadece alın tornalama (0.5 mm) ve delik delme işlemi yapılacaktır.

O0303;

N5 G21 G54 G40 G80 G90;

N10 T0101 M3 G42;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S75;

N30 G0 X30. Z-.5 M8;

N35 G1 X-1.8 M9;

N40 G28 U0 W0;

N45 T0202 G40;

N50 G97 S1200 M3;

N55 G0 X0. Z1. M8;

N60 G1 Z-7. F0.3;

N65 G4 X1;

N70 G0 Z5. M9;

N75 G28 U0 W0;

N80 T0404 G40;

N85 G97 S1200 M3;

N90 G0 X0 Z1. M8;

N95 G1 Z-10. F0.3;

N100 Z-7.;

N105 Z-28.;

N110 G4 X1;

N115 G0 Z1. M9;

N120 G28 U0 W0;

N125 T0606 G40;

N130 G97 S400 M3;

N135 G0 X0 Z1. M8;

N140 G1 Z-28. F0.1;

N145 G4 X1.;

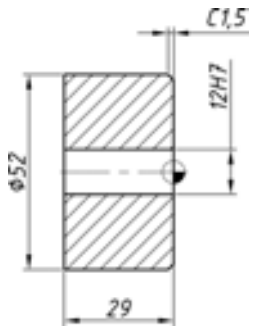
N150 G0 Z1. M9;

N155 G28 U0 W0;

N160 M30;

SIRA SİZDE [3-3]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø52

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T04: Ø11.7 matkap

T06: Ø12 Rayba

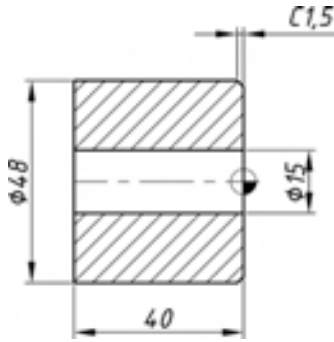
Not: Sadece alın tornalama (1 mm) ve delik delme işlemi yapılacaktır.



3.3. CNC Tornada Delik Büyütme İşlemleri

Önceden açılmış bir deliğin çapı, delik kateri adı verilen kesici takım kullanılarak daha büyük çaplarda işlenebilir. İstenen delik çapına, uzunluğuna ve kullanılacak kesici uca göre seçilen delik katerleri, taret üzerine doğru bir şekilde bağlanarak sıfırlama işlemi yapılır. İş parçasının delik büyütme işleminden önce kullanılacak olan delik katerinin delik içerisinde rahat hareket edebilmesi için uygun çapta açılmış olması gerekir.

ÖRNEK-3.4: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø50

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T03: Delik kateri (D:12)

T04: Ø13 matkap

O0304;

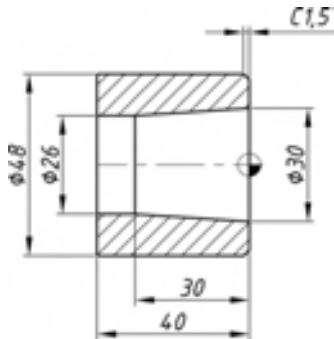
N5 G21 G54 G40 G80 G90;
N10 T0101 M3 G42;
N15 G99 F0.25;
N20 G50 S1500;
N25 G96 S120;
N30 G0 X51. Z-.5 M8;
N35 G1 X-1.8;
N40 X45.;
N45 X48. Z2.;
N50 Z-42. M9;
N55 G28 U0 W0;
N60 T0202 G40;
N65 G97 S1200 M3;
N70 G0 X0. Z1. M8;
N75 G1 Z-7. F0.3;

N65 G4 X1;
N70 G0 Z5. M9;
N75 G28 U0 W0;
N80 T0404 G40;
N85 G97 S1200 M3;
N90 G0 X0 Z1. M8;
N95 G1 Z-10. F0.3;
N100 Z-7.;
N105 Z-20.;
N110 Z-17.;
N115 Z-30.;
N120 Z-27.;
N125 Z-45.;
N110 G4 X1;
N115 G0 Z1. M9;
N120 G28 U0 W0;

N125 T0303 G42;
N130 G97 S400 M3;
N135 G0 X14. Z1. M8;
N140 G1 Z-42. F0.2;
N145 X13.;
N150 G0 Z1.;
N155 G1 X14.5;
N160 Z-42;
N165 X13.;
N170 G0 Z1.;
N175 G1 X15.;
N180 Z-42;
N185 X13.;
N190 G0 Z1.;
N195 G28 U0 W0;
N200 M30;

SIRA SİZDE [3-4]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø50

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

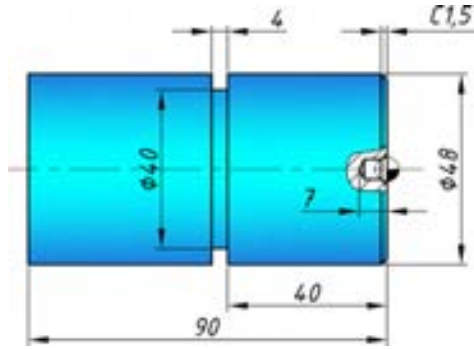
T03: Delik kateri (D:12)

T04: Ø13 matkap

3.4. CNC Tornada Kanal Açma ve Kesme İşlemleri

CNC torna tezgâhında kanal açma işlemi için, açılacak kanal genişliğine ve derinliğine uygun ölçülerde kanal kateri ve ucu seçilmelidir. Kesici uç, açılacak kanal genişliğinden daha küçük veya genişlikle aynı ölçüde mutlaka olmalıdır. Kanal açma ve kesme işlemlerinde kesici uç, geniş bir yüzeyden talaş alarak ilerleyeceği için devir sayısı ve ilerleme hızının 1 / 3 oranında düşürülmesi gerekir. İş parçasının üzerinde yapılacak işlemler tamamlandığında ucun kesilmesi gerekir. Kesme işleminde, parçanın boyutları göz önüne alınarak kesici takım seçilir. Kesme esnasında düşük çaplara gelindiğinde parça çapı inceleyeceği için kendiliğinden parçanın kopma durumu göz önüne alınarak devir sayısı ve ilerleme hızı bir miktar daha düşürülmelidir.

ÖRNEK-3.5: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø50

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T03: Kanal kateri (t:3)

T05: Kesme kateri (t:2)

O0305;

N5 G21 G54 G40 G80 G90;

N10 T0101 M3 G42;

N15 G99 F0.25;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S120;

N30 G0 X51. Z0 M8;

N35 G1 X-1.8;

N40 Z1.;

N45 G0 X43.;

N50 G1 X48. Z-1.5.;

N55 Z-95.;

N60 G28 U0 W0;

N65 T0202 G40;

N70 G97 S1200 M3;

N75 G0 X0. Z1. M8;

N80 G1 Z-7. F0.3;

N85 G4 X1;

N90 G0 Z5. M9;

N95 G28 U0 W0;

N100 G40 T0303;

N110 G97 S1200 M3;

N115 G0 X49. Z-43. M8;

N120 G1 X40. F0.3;

N125 X50. M9;

N130 G28 U0 W0;

N135 G40 T0505;

N140 G97 S45 M3;

N145 G0 X50. Z-90. M8;

N150 G1 X-2. F0.2;

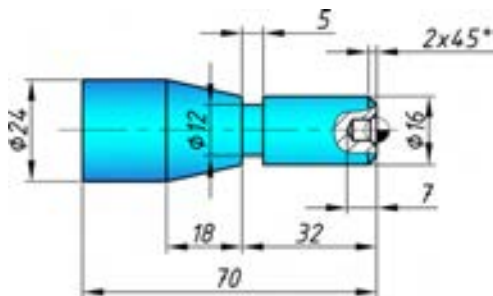
N155 G0 X50. M9;

N160 G28 U0 W0;

N165 M30;

SIRA SİZDE [3-5]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø26

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T03: Kanal kateri (t:3)

T05: Kesme kateri (t:2)

Not: İşin bitiminde iş parçası kesilecektir.



3.5. Hazırlanan Programın Tezgâha Aktarılması

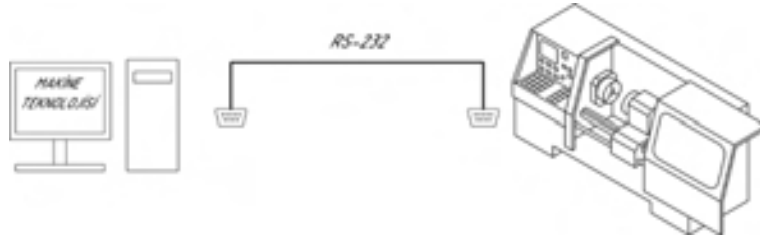
Program, tezgâh dışında bir ortamda hazırlandıktan sonra tezgâha kaydedilmelidir. Hazırlanan CNC programının tezgâha yüklenmesi; CF kart, USB bellek, disket gibi kayıt ortamları ile tezgâh kontrol paneline doğrudan aktarılabilir. RS-232, RS-485, Ethernet, Wi-Fi gibi iletişim protokolleri ile harici bir bilgisayardan bağlantı kurularak da yapılabilir.

Disketler (Floppy Disk)

Yakın bir zamana kadar çok yaygın olarak veri depolama aracı biçimde kullanılan disketler, yerini günümüzde yerini USB belleklere bırakmıştır. Günümüzde pek rastlanmasa da eski tip CNC tezgâhların üzerinde genellikle disket sürücüler bulunmaktadır. Üzerinde veri aktarımı için fazla seçenek bulunmayan eski tip tezgâhlarda disket sürücüler, disket sürücü emülatörleri ile değiştirilerek USB bellek ile kullanılabilir.

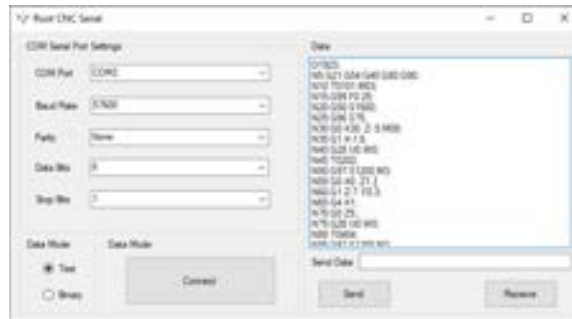
RS-232 ve RS-485

Elektronik cihazlar arasında kablolu olarak veri haberleşmesi sağlamak için kullanılan RS-232 ve RS-485 adı verilen iletişim yöntemleri ile herhangi bir bilgisayar ile CNC tezgâh arasında veri aktarımı mümkündür. RS-232 bağlantısı ile bilgisayarda oluşturulan dosyalar (CNC programları), bir program aracılığı ile tezgâh bilgisayara aktarılabilir; tezgâh bilgisayardaki dosyalar da aynı şekilde bilgisayara alınabilir. RS-232 bağlantısı, RS-485'e göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. RS-232 bağlantısı, bilgisayarlarda bulunan COM port (seri port) ile tezgâh bilgisayardaki COM port arasında hazırlanan bir kablo ile fiziksel olarak birbirlerine bağlanmasıyla sağlanır. Üzerinde COM port bulunmayan dizüstü gibi aygıtlar için USB'den COM porta dönüştürücü adaptörler bulunmaktadır.



Şekil 3.4: CNC torna tezgâhı ile PC arasında RS-232 bağlantısı

RS-232 ile CNC torna tezgâhına bağlantı sağlayıp veri alışverişi yapmak için çeşitli yazılımlar bulunur. Seri port kullanan herhangi bir yazılımı çalıştırdığımız zaman daha önce yapılmamış ise bilgisayarın seri port ayarları yapılmalıdır. Buradaki ayarlarda, COM port ile bilgisayarımızda bulunan port ismi seçilir. Baud rate ile veri iletişim hızı seçilir. Baud rate, Parity, Data bits, Stop bits ayarlarının tezgâh tarafındaki ayarların aynı değerlerde olması gerekir. Ayarlar yapıldıktan sonra Connect butonuna basılarak bağlantı sağlanır. CNC kontrol paneli üzerinde bulunan seri port ayarları da bu değerlere dikkat edilerek yapılır. CNC tezgâhtaki ayarlarda ise tezgâh seri port ismine göre COM port seçilir. CNC tezgâh üzerinde ayarlar tamamlandıktan sonra veri almak için Receive butonuna basılır, PC tarafında ise gönderilecek dosya seçilerek Send butonuna basılarak tezgâhın verileri alması sağlanır. Seçili veri iletişim hızına (baudrate) göre veri gönderme / alma hızı değişebilir. Veri gönderme işlemi başladıktan sonra tezgâhta çalışması için Cycle Start butonuna basılır.



Şekil 3.5: Seri port iletişimde kullanılan bir yazılım

Ethernet, Wi-Fi

Günümüzde yaygın olarak kullanılan Ethernet (RJ-45) bağlantısı ile CNC tezgâhlar bir ağa bağlanabilir. Ağ üzerinde tezgâhın IP adresi ile bağlantı sağlanarak RS-232 ile olduğu gibi bilgisayarda oluşturulan dosyalar (CNC programları) bir program aracılığı ile tezgâh bilgisayarına aktarılabilir, tezgâh bilgisayarındaki dosyalar da aynı şekilde bilgisayara alınabilir. Çoğunlukla yeni tip kontrol panellerinde bulunan Wi-Fi bağlantı özelliği ile kablolu ağ bağlantısı sağlanarak da aynı özellikler kullanılabilir. Üzerinde sadece COM port bulunan eski tip tezgâhların Ethernet ve Wi-Fi bağlantısı için de cihazlar bulunmaktadır.

3.6. Hazırlanan Programın Simülasyon İle Kontrolü

CNC torna tezgâhlarında üretilecek olan iş parçaları, genel olarak çok karışık yüzeylere sahip olmadığından parçaların programları kolayca hazırlanabilir. Hazırlanan programlar iyice kontrol edilmeden tezgâhta çalıştırılmamalıdır. Hatalı bir değer dâhi tezgâhta ciddi iş kazalarına sebep olabilir. CNC programlarının kontrol edilmesi amacıyla CNC simülasyon yazılımları kullanılır. Kontrol panellerinin kendi üzerindeki simülasyon yazılımı kullanılabileceği gibi haricî bir bilgisayar ortamındaki CNC simülasyon yazılımı da kullanılabilir. Simülasyon yazılımları ile taret üzerine bağlı takımlar seçilir, iş parçası ayarları yapılır ve yazılmış olan program bu parametreler ile kontrol edilir. Kontrolten geçen program, tezgâha aktarıldıktan sonra kullanılabilir. Kontrol geçen program ile ilk parça üretiminde kesici takımın doğru yere gidip gitmediği mutlaka çok dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir.

	Mod anahtarı EDIT konumuna alınır.
	PROG butonuna basılır.
	RESET butonuna basılarak imleç, programın ilk satırına alınır.
	MACHINE LOCK tuşu 0'dan 1'e getirilerek eksenlerin hareket etmemesi sağlanır. Aynı işlem, MDI modunda M17 komutu ile de yapılabilir. Eksen kilitleme modundan çıkmak için M18 komutu kullanılır.
	Panel üzerindeki PROGRAM CHECK tuşuna basılır.
	Mod anahtarı MEMORY (AUTO) konumuna alınır.
	CUSTOM GRAPH tuşuna basılır.
	Softkey butonlarından PARAM butonuna basılarak, WORK LENGTH ile iş parçası uzunluğu, WORK DIAMETER ile iş parçası çapı değerleri girilir. SCALE kısmında ise görünüm ölçeği ayarlanabilir.
	GRAPHIC butonuna basılır. Simülasyon ekranındaki daha önceden bakılan takım yollarını temizlemek için OPERATE , ardından ERASE (SİL) butonuna basılır.
	CYCLE START butonuna basılarak simülasyon başlatılır. Bu ekranda varsayılan ayar olarak sarı çizgiler talaş alma hareketlerini, mavi çizgiler ise boşta olan hareketleri gösterir.



A. Aşağıda verilen cümlelerin başındaki boşluğa cümle doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız.

1. (.....) Matkap ile delik delme işleminde G42 takım uç yarıçap telafisi komutu kullanılır.
2. (.....) G41 komutu aktif iken yeni bir kesici takım çağrıldığında tekrar yazılması gerekli değildir.
3. (.....) Delik delme işleminde sabit devir sayısı tercih edilir.
4. (.....) CNC torna tezgâhlarında iş parçasının kesilmesinde düşük devir sayıları tercih edilmelidir.
5. (.....) CNC programlarının kontrolü için bilgisayar ortamında simülasyon programları kullanılabilir.

B. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi kesici takım iş parçasının solunda iken kullanılacak takım uç yarıçap telafi komutudur?

- A) G02 B) G40 C) G41 D) G42 E) G54

7. Aşağıdakilerden komutlardan hangisi delik delme işleminde delik sonunda beklemek için kullanılır?

- A) G0 B) G1 C) G2 D) G3 E) G4

8. Aşağıdakilerden hangisi hassas deliklerin oluşturulmasında kullanılan kesici takımlardan birisidir?

- A) Matkap B) Pens C) Raspa D) Rayba E) U-dril

9. Aşağıdaki bilgilerden hangisi delik büyütme işlemlerinde kullanılan kesici takımdır?

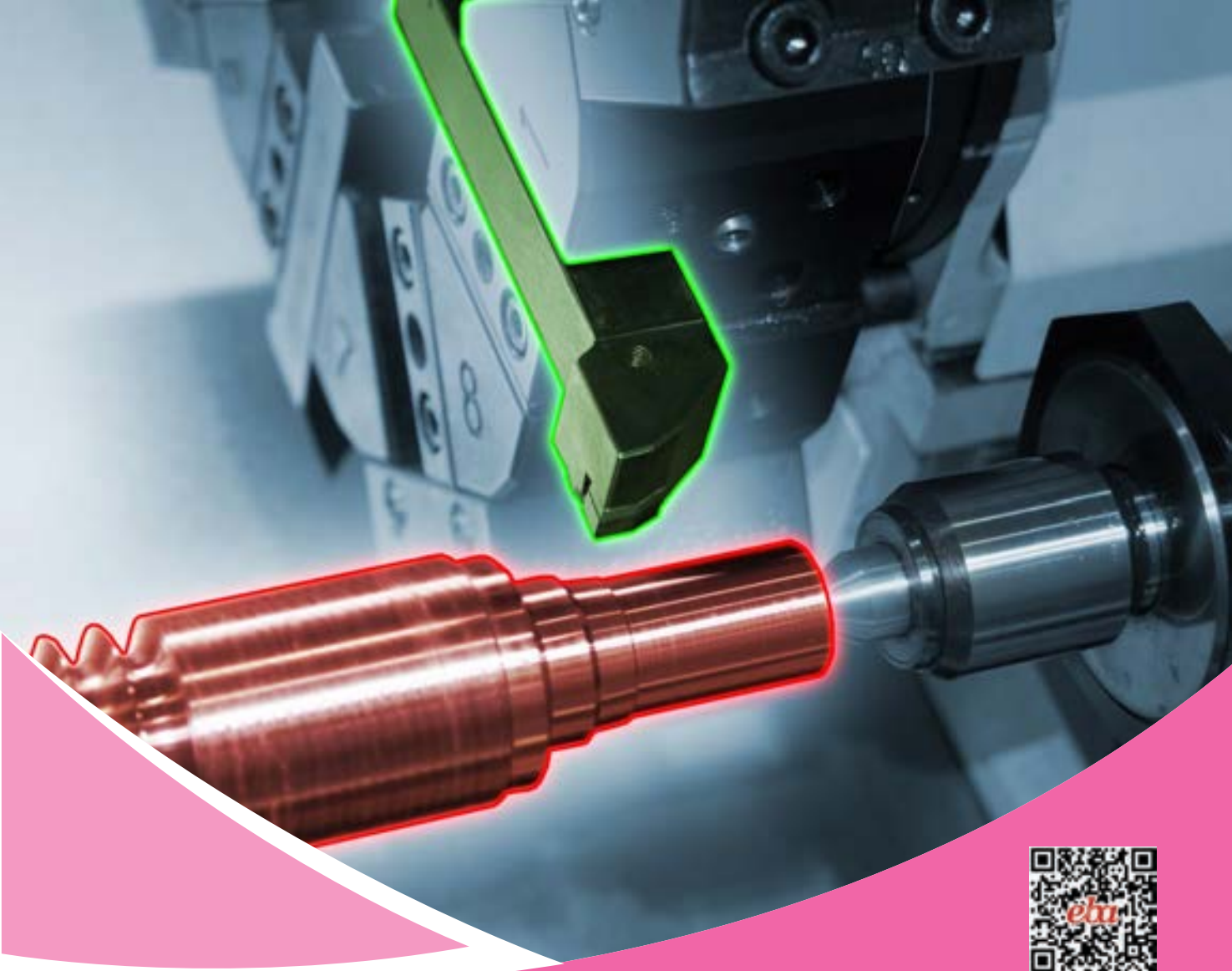
- A) Kesme kateri B) Delik kateri C) Sıfırlama probu
D) Tırtıl makarası E) Kanal kalemi

10. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhına veri aktarımında kullanılan yöntemlerden birisi değildir?

- A) RS-232 bağlantısı B) RS-485 bağlantısı C) Ethernet
D) DVD-ROM E) CF-Kart

Cevaplarınızı kontrol ediniz!





CNC TORNALAMA ÇEVİRİMLERİ

Neler Öğreneceksiniz?

- Çevrimlerin çalışma sistemi
- CNC tornada silindirik tornalama çevrimleri
- CNC tornada delik delme çevrimleri
- CNC tornada kanal açma ve kesme işlemleri
- CNC tornada vida açma işlemleri

4.
ÖĞRENME BİRİMİ

4. CNC TORNALAMA ÇEVİRİMLERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

CNC torna programlama işleminde daha kolay bir yol olabilir mi? Araştırarak öğrendiklerinizi sınıf ortamında paylaşınız.

CNC programları hazırlanırken her pasonun programcı tarafından hesaplanıp yazılması, programın hem uzamasına hem de hata olasılığının artmasına sebep olacaktır. Programlamayı basitleştirmek ve kısaltmak için çevrim denilen özel komutlar kullanılır. Çevrim komutları kullanılarak programlar, daha sade ve hatasız olarak yazılabilir.

4.1. Tornalama Çevrimleri

Silindirik tornalama işlemlerinde iş parçasının geometrisine, kesici takımın yönüne göre tornalama türüne karar verilir. CNC programlarında tornalama yöntemi olarak kullanılabilecek üç farklı metot vardır:

- Boyuna tornalama
- Alın tornalama
- Profil tornalama

Bu üç yöntem kullanılarak iş parçalarının kaba olarak tornalaması yapılır. Son olarak finiş adını adı verilen kalan talaş alınarak iş parçasının tornalama işlemi tamamlanır. Genel olarak çevrimlerin çalışma mantığı şöyledir:

- » Kullanılacak olan kesici takım, devir sayısı, ilerleme hızı gibi değerler çevrimden önce hazırlanır.
- » Çevrim ile tornalanacak geometri; G0, G1, G2, G3 komutları kullanılarak oluşturulur. Finiş işlemi için ayrıca yazılmaz. Satır numaraları belirtilerek aynı satırlar tekrar kullanılabilir.
- » Kesici takım: çevrim başlangıç noktasına getirilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, tüm çevrimlerde kesici takım çevrim sonunda başladığı noktaya döner. Bu nedenle, dönüş esnasında kesici takımın parçaya çarpmadan uzaklaşabileceği bir noktadan başlanmalıdır.
- » Çevrim komutu yazılır.

4.1.1 Finiş Tornalama Çevrimi – G70

G71, G72, G73 ile kaba olarak işlenen parçaların finiş işlemi için **G70** çevriminden faydalanılır. (Şekil 4.1). Finiş işlemi sonunda istenen yüzey kalitesinin ve ölçü tamlığının sağlanması hedeflenir. Bu nedenle, finiş işleminde kullanılacak kesici takımın ilerleme miktarı ve devir sayısının doğru seçimi çok önemlidir.

Komutun Kullanımı:

G70 P..... Q..... F.....;

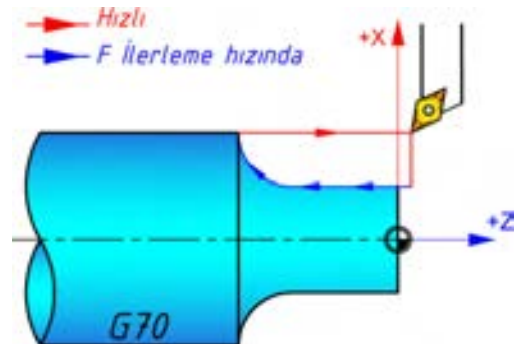
P: Çevrimin başlayacağı satır numarası

Q: Çevrimin biteceği satır numarası

F: Kesici takımın ilerleme hızı

Örnek Kullanım:

G70 P10 Q20;



Şekil 4.1: G70 Çevriminin çalışma prensibi

4.1.2 Boyuna Tornalama Çevrimi – G71

G71 çevrimi ile tanımlanan profil, boyuna tornalama yöntemi ile tornalanır (Şekil 4.2). Boyuna tornalamada paso, çapta verilir; ilerleme ise Z ekseninde yani boyuna yapılarak talaş kaldırılır.

Komutun Kullanımı:

G71 U1..... R.....;

G71 P..... Q..... U2..... W..... F.....;

U1: Bir pasoda alınacak en fazla talaş miktarı (yarıçapta)

R: Kesme sonunda kesicinin geri çekilme miktarı (yarıçapta)

P: Çevrimin başlayacağı satır numarası

Q: Çevrimin biteceği satır numarası

U2: X ekseninde bırakılacak finiş miktarı (çapta bırakılacak miktar)

W: Z ekseninde bırakılacak finiş miktarı (boyda bırakılacak miktar)

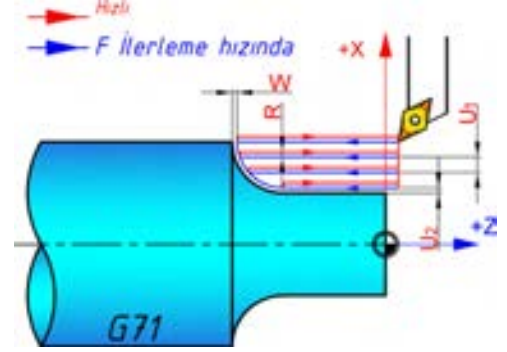
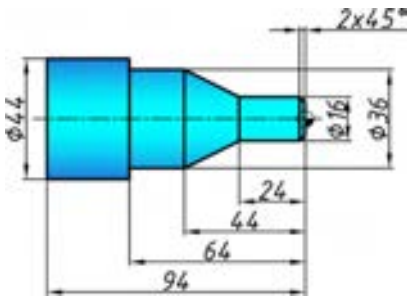
F: Kesici takımın ilerleme hızı

Örnek Kullanım:

G71 U0.5 R2.;

G71 P10 Q20 U0.4 W0.3 F0.5;

ÖRNEK-4.1: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını boyuna tornalama ve finiş çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Şekil 4.2: G71 çevriminin çalışma prensibi

Ham malzeme ölçüsü: Ø45

Malzeme: C1050

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

O0401;

N10 G54;

N15 T0101 M3;

N20 G96 S100;

N30 G50 S1500;

N40 G99 F0.3;

N50 G0 X46. Z0;

N60 G1 X-2.;

N70 G0 X46. Z2.;

N80 **G71 U1. R0.5;**

N90 **G71 P100 Q180 U0.5 W0.3;**

N100 G42 G1 X12. Z0;

N110 X16. Z-2.;

N120 Z-24.;

N130 X36. Z-44.;

N140 Z-64.;

N150 X44.;

N160 Z-94.;

N170 X45.;

N180 G40;

N190 G0 X200. Z200.;

N200 T0303;

N210 G96 S150;

N220 G50 S2500;

N230 G0 X46. Z2.;

N240 **G70 P100 Q180 F0.15;**

N250 G0 X200. Z200.;

N260 M5 M9;

N270 M30;



4.1.3 Alın Tornalama Çevrimi – G72

G72 çevrimi kullanılarak tanımlanan profil alın tornalama yöntemi ile tornalanır (Şekil 4.3). Alın tornalamada paso boydan verilir (Z yönünde), ilerleme ise X ekseninde yani çapta yapılarak talaş kaldırılır.

Komutun Kullanımı:

G72 W1..... R.....;

G72 P..... Q..... U..... W2..... F.....;

W1: Bir pasoda alınacak en fazla talaş miktarı (boyda)

R: Kesme sonunda kesicinin geri çekilme miktarı (yarıçapta)

P: Çevrimin başlayacağı satır numarası

Q: Çevrimin biteceği satır numarası

U: X ekseninde bırakılacak finiş miktarı (Çapta bırakılacak miktar) **Şekil 4.3:** G72 çevriminin çalışma prensibi

W2: Z ekseninde bırakılacak finiş miktarı (Boyda bırakılacak miktar)

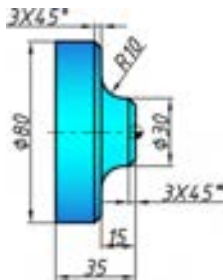
F: Kesici takımın ilerleme hızı

Örnek Kullanım:

G72 W0.25 R1.;

G72 P10 Q20 U0.3 W0.4 F0.3;

ÖRNEK-4.2: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını alın tornalama ve finiş çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø85

Malzeme: C1050

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

O0402;

N5 G54;

N10 T0101 M03;

N15 G99 F0.3;

N20 G50 S1400;

N25 G96 S60;

N30 G0 X83. Z0 M08;

N35 G1 X-1.6;

N40 G0 X83. Z1.;

N45 **G72 U1. R0.5;**

N50 **G72 P55 Q95 U0.5 W0.3;**

N55 G41 G01 X83. Z-35.;

N60 X80.;

N65 Z-18.;

N70 X74. Z-15.;

N75 X50.;

N80 G3 X30. Z-5. R10.;

N85 G1 Z-3.;

N90 X24. Z0.;

N95 G40;

N100 G0 X200. Z200.;

N105 T0303;

N110 G96 S85;

N115 G50 S2000;

N120 G0 X82. Z2.;

N125 **G70 P55 Q95;**

N130 G0 X200. Z200.;

N135 M5 M9;

N140 M30;

4.1.4 Profil Tornalama Çevrimi – G73

G73 çevrimi ile kesici takım tanımlanan profile paralel hareket ederek tornalama işlemi yapılır (Şekil 4.4).

Komutun Kullanımı:

G73 U1..... W1..... R.....;

G73 P..... Q..... U2..... W2..... F.....;

U1: X ekseninde yarıçapta alınacak toplam talaş miktarı ve yönü

W1: Z ekseninde alınacak toplam talaş miktarı

R: Paso tekrar sayısı

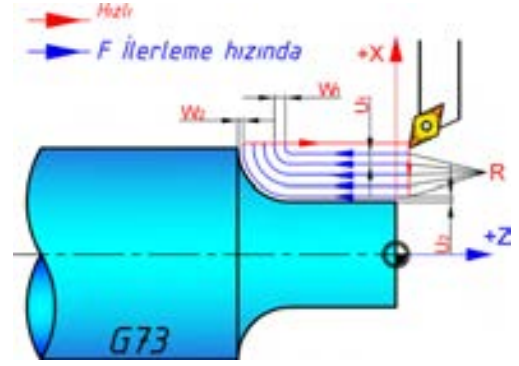
P: Çevrimin başlayacağı satır numarası

Q: Çevrimin biteceği satır numarası

U2: X ekseninde bırakılacak finiş miktarı (Çapta bırakılacak miktar)

W2: Z ekseninde bırakılacak finiş miktarı (Boyda bırakılacak miktar)

F: Kesici takımın ilerleme hızı



Şekil 4.4: G73 çevriminin çalışma prensibi

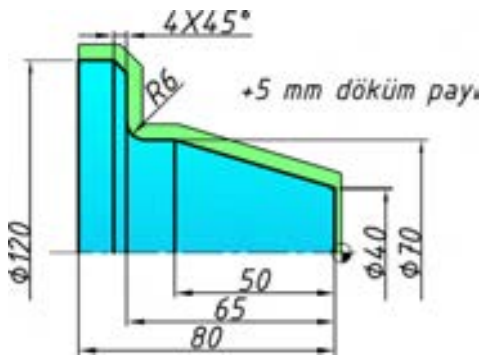
Not: U1 ve W1 ile belirtilen talaş miktarı R değerine bölünerek her seferinde X ve Z'deki talaş miktarı belirlenir.

Örnek Kullanım:

G73 U0.35 W0.25 R1.;

G73 P10 Q20 U0.4 W0.4 F0.25;

ÖRNEK-4.3: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını profil tornalama ve finiş çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø85

Malzeme: C1050

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

O0403;

N5 G54;

N10 T0101 M03;

N15 G99 F0.3;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S60;

N30 G0 X130. Z0 M08;

N35 G1 X-1.6;

N40 G0 X129. Z2.;

N45 **G73 U5. W5. R5.;**

N50 **G73 P55 Q90 U0.5 W0.3;**

N55 G42 G01 X40. Z0;

N60 X70. Z-50.;

N65 Z-59.;

N70 G02 X82. Z-65. R6.;

N75 G1 X112.;

N80 X120. Z-69.;

N85 Z-80.;

N90 G40;

N95 G0 X200. Z200.;

N100 T0303;

N105 G96 S100;

N110 G50 S2000;

N115 G0 X122. Z2.;

N120 **G70 P55 Q90 F0.15;**

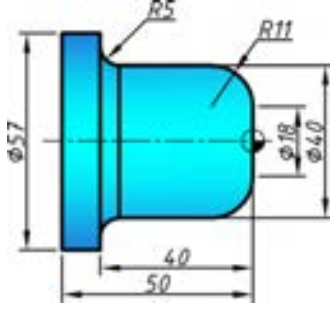
N125 G0 X200. Z200.;

N130 M5 M9;

N135 M30;

SIRA SİZDE [4-1]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını profil tornalama ve finiş çevrimini kullanarak tornalamak için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø60

Malzeme: CK45

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

4.2. Delik Delme Çevrimleri

Derin delik delme işlemlerinde kullanılan iki yöntem vardır. Birinci yöntemde matkap delik içerisinden tamamen çıkmadan sadece belirtilen miktar kadar çekilerek gagalama işlemi yapılır. İkinci yöntemde ise matkap delik içerisinden tamamen çıkarılarak gagalama işlemi yapılır.

4.2.1 Delik Delme Çevrimi – G74

Özellikle derin delik delme işleminde kullanılan **G74** çevrimi, gagalama yöntemi ile Z ekseninde delik delme işlemi yapmak için kullanılır (Şekil 4.5). Gagalama yönteminde matkap, belirtilen değer kadar (Q) kesme hızında ilerler ve belirtilen değer (R) kadar hızlıca çekilir. Kalınan noktaya hızlıca gelerek delme işlemine devam eder. Belirtilen delik sonuna ulaşınca kadar gagalama işlemi tekrarlanır.

Komutun Kullanımı:

G74 R.....;

G74 Z..... Q..... F.....;

R: Matkapın her gagalamadan sonraki çekilme miktarı

Z: Delik son noktası Z koordinatı

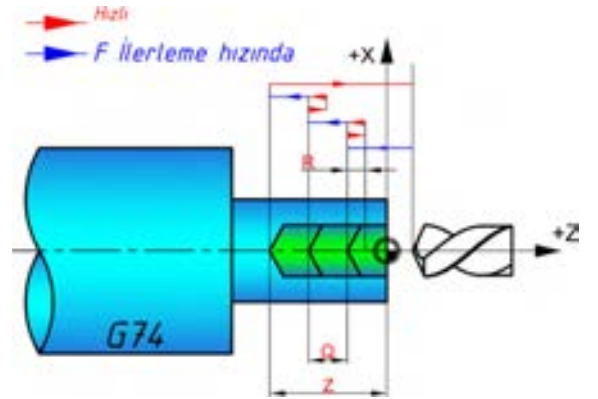
Q: Her gagalamada alınacak en fazla talaş miktarı (mikron cinsinden ve işaretsiz)

F: Kesici takımın ilerleme hızı

Örnek Kullanım:

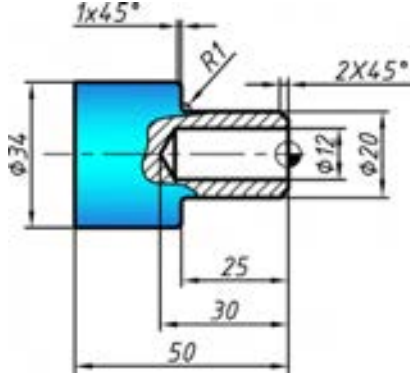
G74 R1.;

G74 Z-23. Q5000 F0.25;



Şekil 4.5: G74 çevriminin çalışma prensibi

ÖRNEK-4.4: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını boyuna tornalama ve finiş çevrimini kullanarak galalama yöntemi ile delik delme işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 35$

Malzeme: C1050

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

T06: $\varnothing 12$ Helisel matkap

O0404;

N5 G54;

N10 T0101 M03;

N15 G99 F0.3;

N20 G50 S1500;

N25 G96 S60;

N30 G0 X35. Z0. M08;

N35 G1 X-1.6;

N40 G0 X36. Z2.;

N45 G71 U1. R0.5;

N50 G71 P55 Q85 U0.5 W0.3;

N55 G42 G01 X16. Z0.;

N60 X20. Z-2.;

N65 G1 Z-25. R1.;

N70 G1 X34. C1.;

N75 Z-50.;

N80 X35.;

N85 G40;

N90 G0 X200. Z200.;

N100 T0303;

N105 G96 S100;

N110 G50 S2000;

N115 G0 X35. Z2.;

N120 G70 P55 Q85 F0.15;

N125 G0 X200. Z200.;

N130 T0606;

N135 G97 S500;

N140 G99 F0.2;

N145 G0 X0. Z2.;

N150 **G74 R2.;**

N155 **G74 Z-30. Q5000;**

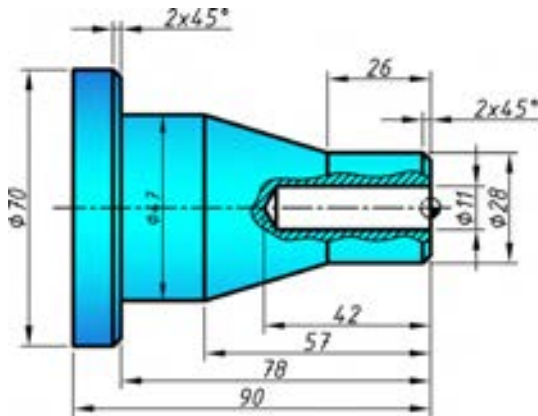
N160 G0 X200. Z200.;

N165 M5 M9;

N170 M30;

SIRA SİZDE [4-2]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını boyuna tornalama ve finiş çevrimini kullanarak galalama yöntemi ile delik delme işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 72$

Malzeme: C1050

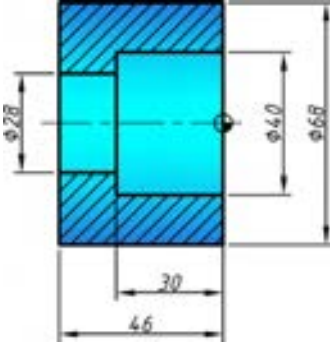
T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

T04: Punta matkabı

T06: $\varnothing 12$ Helisel matkap

ÖRNEK-4.5: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını boyuna tornalama ve finiş çevrimini kullanarak tornaladıktan sonra G83 ile delik delme işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 60$

Malzeme: CK45

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

T04: Punta matkabı

T08: $\varnothing 12$ Helisel matkap

O0405;

N5 G54;

N10 T0101 M03;

N15 G97 S400;

N20 G99 F0.2;

N25 G0 X0. Z2.;

N30 **G83 Z-52. Q5000. F0.15;**

N35 G0 X200. Z200.;

N40 M5;

N45 T0303 M4;

N50 G96 S50;

N55 G50 S750;

N60 G99 F0.2;

N65 G0 X12. Z2.;

N70 G71 U1. R0.5;

N75 G71 P80 Q105 U-0.5 W0.3;

N80 G41 G01 X40. Z0.;

N85 Z-30.;

N90 G1 X28.;

N95 Z-46.;

N100 X12.;

N105 G40;

N110 G0 X200. Z200.;

N115 T0707;

N120 G96 S75;

N125 G50 S1200;

N130 G99 F0.12;

N135 G0 X12. Z0.;

N140 G70 P80 Q105;

N145 G0 X200. Z200.;

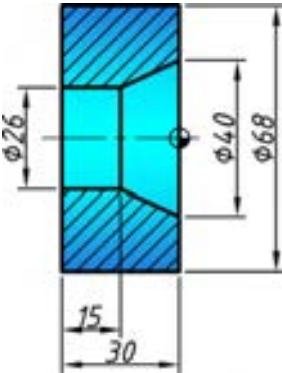
N150 M5 M9;

N155 M30;

Not: Delik içi G71 çapta bırakılacak finiş payında – (negatif) değer kullanılmıştır (N75 numaralı satır).

SIRA SİZDE [4-4]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının delik içerisini işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: $\varnothing 70$

Malzeme: CK45

T10: İç çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T12: İç çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

T04: Punta matkabı

T08: $\varnothing 12$ Helisel matkap

4.4. Vida Açma Çevrimi – G76

G76 çevrimi kullanılarak tek ve çok ağızlı vida açma işlemleri yapılır (Şekil 4.8). Vida açma çevriminden önce G97 (sabit devir) ve G99 (ilerleme mm / devir) komutlarının kullanılması gerekir.

Komutun kullanımı:

G76 Paabbcc Q..... R.....;

G76 X..... Z..... P..... Q..... F.....;

P:aa: Son pasonun (finiş) sayısı (01-99)

bb: Vida sonundaki pahın boyu (genellikle 00)

cc: Diş açısı (Metrik: 60, Whitworth: 55, Trapez: 30, Kare: 00)

Q: Minimum talaş derinliği (mikron cinsinden)

R: Son paso (finiş) için bırakılacak talaş derinliği

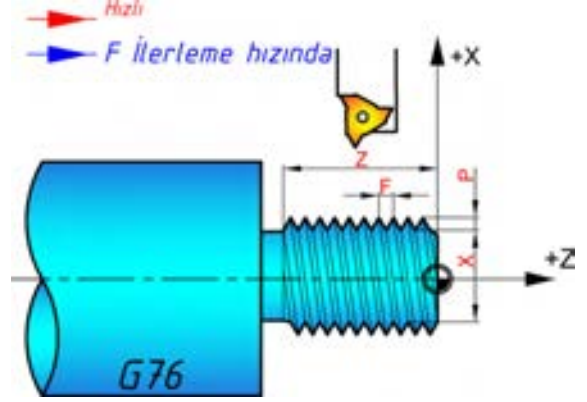
X: Vida diş dibi çapı

Z: Vidanın Z yönünde son bulacağı nokta

P: Diş yüksekliği (mikron cinsinden)

Q: İlk paso derinliği (yarıçapta, mikron cinsinden)

F: Vidanın adımı



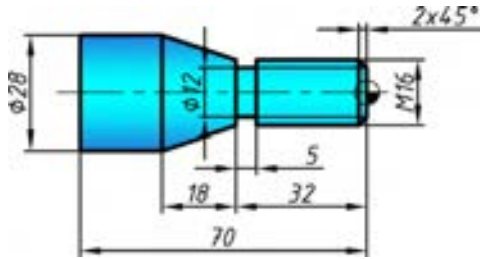
Şekil 4.8: G76 çevriminin çalışma prensibi

Örnek kullanım:

G76 P050060 R1;

G76 X20.319 Z-30. P1840 Q100 F3.;

ÖRNEK-4.7: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını boyuna tornalama ve finiş çevrimini kullanarak tornaladıktan sonra G76 ile vida açma işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.



Ham malzeme ölçüsü: Ø30

Malzeme: C1050

T01: Dış çap kaba işleme takımı (Radyüs: 0.8)

T03: Dış çap hassas işleme takımı (Radyüs: 0.4)

T05: Dış çap kanal takımı (t=4 mm)

T07: Dış vida takımı (Metrik)

O0407;

N5 G54;

N10 T0101 M03;

N15 G99 F0.3;

N20 G50 S1400;

N25 G96 S60;

N30 G0 X31. Z0. M08;

N35 G1 X-2.;

N40 G0 X31. Z2.;

N45 G71 U1. R0.5;

N50 G71 P55 Q80 U0.5 W0.3 F0.35;

N55 G42 G01 X12. Z0.;

N60 X16. Z-2.;

N65 Z-32.;

N70 X28. Z-50.;

N75 Z-70.

N80 X30;

N85 G40;

N90 G0 X200. Z200.;

N100 T0303;

N105 G96 S100;

N110 G50 S2000;

N115 G0 X31. Z1.;

N120 G70 P55 Q80 F0.15;

N125 G0 X200. Z200.;

N130 T0505;

N135 G96 S40;

N140 G50 S700;

N145 G0 X17. Z-31.;

N150 G74 R1.;

N155 G74 X12. Z-32. P500 Q2000;

N160 G0 X200. Z200.;

N165 T0707;

N170 G97 S300;

N175 G0 X16. Z3.;

N180 **G76 P020060 Q100 R0.1;**

N185 **G76 X13.5 Z-29. P1227 Q300 F1.75;**

N190 G0 X200. Z200.;

N195 M5 M9;

N200 M30;

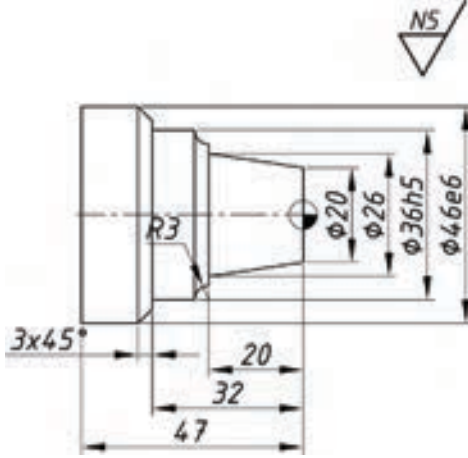
ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları ile Profil Tornalama

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

C1040 Ø50x100

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	2
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları ile Profil Tornalama

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

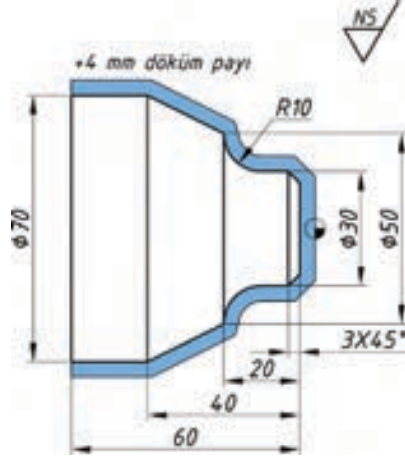
- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø78x64 Döküm

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

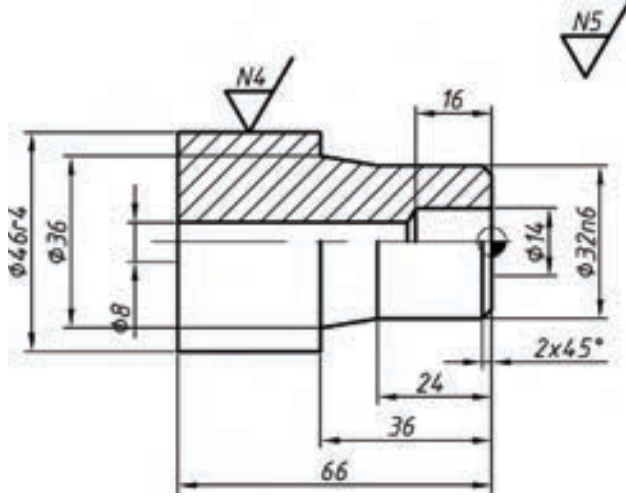
ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	3
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları İle Profil Tornalama ve Delik Delme

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Punta matkabı
- Ø8.0 helisel matkap
- Ø14.0 helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø50x120 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMRİN NO	4
-----------------------	----------	----------------------------	------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları İle Delik Delme İç Çap Profil Tornalama

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

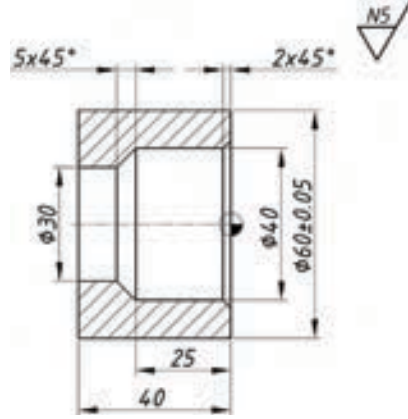
- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Punta matkabı
- Ø12.0 helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø60x45 C1040

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

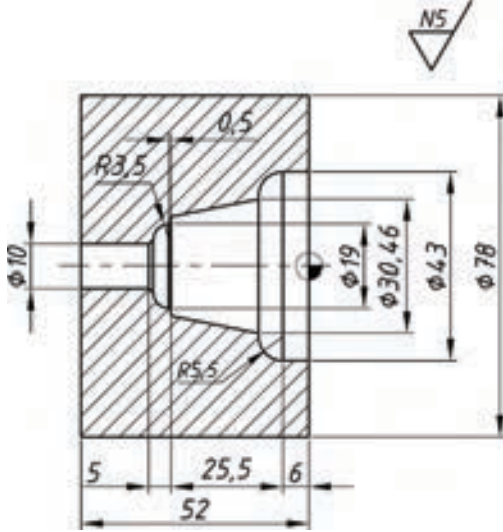
ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	5
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları İle Delik Delme İç Çap Profil Tornalama

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- İç çap kaba talaş kesici takımı
- İç çap finiş talaş kesici takımı
- Punta matkabı
- Ø12.0 helisel matkap
- Ø16.0 helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø80x55 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tariete bağı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	6
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları İle Profil Tornalama

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

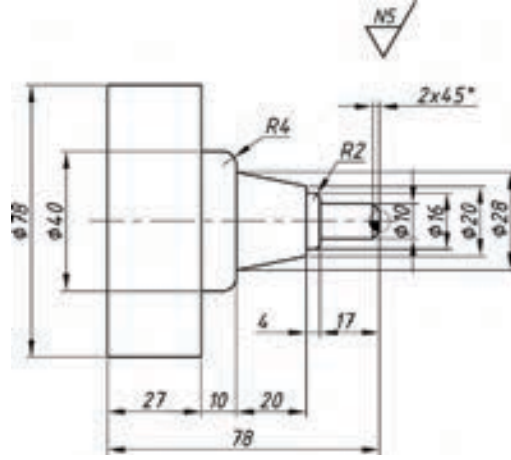
- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finitş talaş kesici takımı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø80x80 C1040

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarere bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

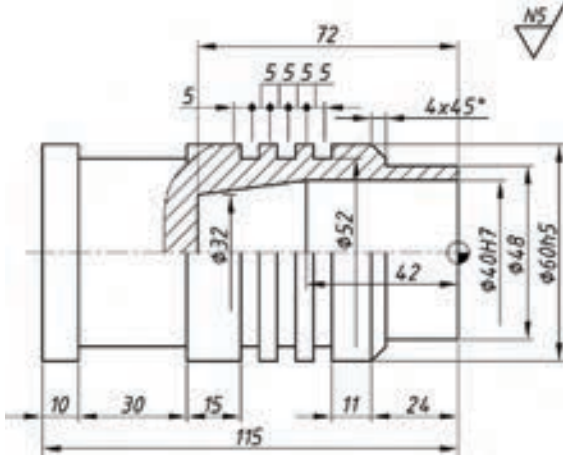
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMRİN NO	7
-----------------------	----------	----------------------------	------------------	----------

UYGULAMA ADI Çevrim Komutları İle Delik Delme, İç ve Dış Çap Profil Tornalama, Kanal Açma

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- İç ve dış çap kaba talaş kesici takımı
- İç ve dış çap finiş talaş kesici takımı
- Kanal kesici takımı
- Punta matkabı
- Ø8, Ø14, Ø16 helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø65x170 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	8
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI Çevrim Komutları İle Delik Delme, Dış Çap Profil Tornalama, Kanal ve Vida Açma

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

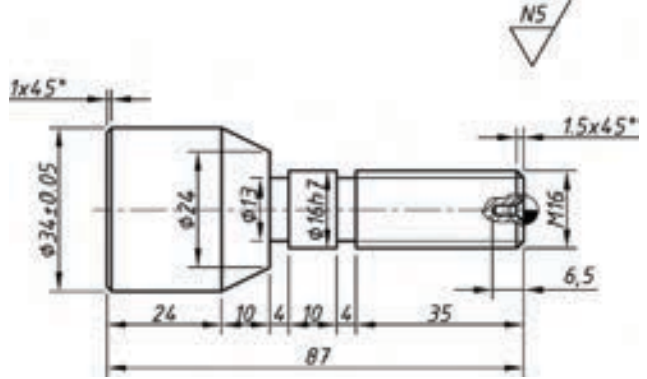
- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Kanal kesici takımı
- Vida kesici takımı
- Punta matkabı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

C1040 Ø50x100

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

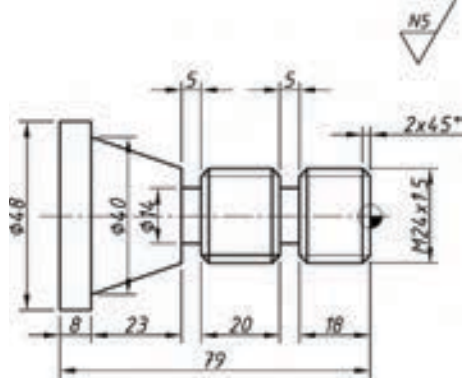
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	9
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI Çevrim Komutları İle Delik Delme, Dış Çap Profil Tornalama, Kanal ve Vida Açma

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Dış çap kaba talaş takımı
- Dış çap finiş talaş takımı
- Kanal takımı
- Vida takımı
- Punta matkabı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø50x130 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	10
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	-----------

UYGULAMA ADI

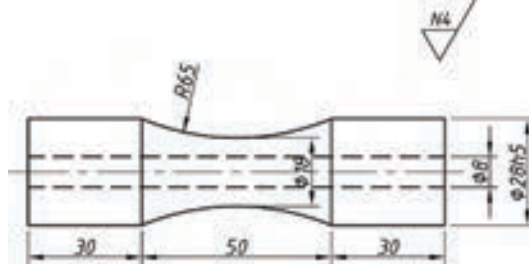
Çevrim Komutları İle Dış Çap Profil Tornalama ve Delik Delme

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finitaş kesici takımı
- Punta matkabı
- Ø8 helisel matkap

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

Ø30x160 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tariete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

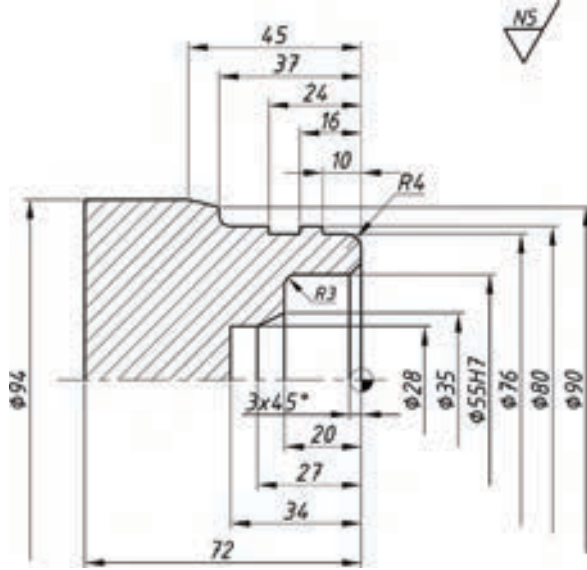
ÖĞRENME BİRİMİ	4	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	11
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	-----------

UYGULAMA ADI

Çevrim Komutları İle Delik Delme İç ve Dış Çap Profil Tornalama

AMAÇ: CNC torna tezgâhında çevrim komutlarını kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- İç ve dış çap kaba talaş takımı
- İç ve dış çap finiş talaş takımı
- Kanal takımı
- Punta matkabı
- Ø12.0, Ø16.0 helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

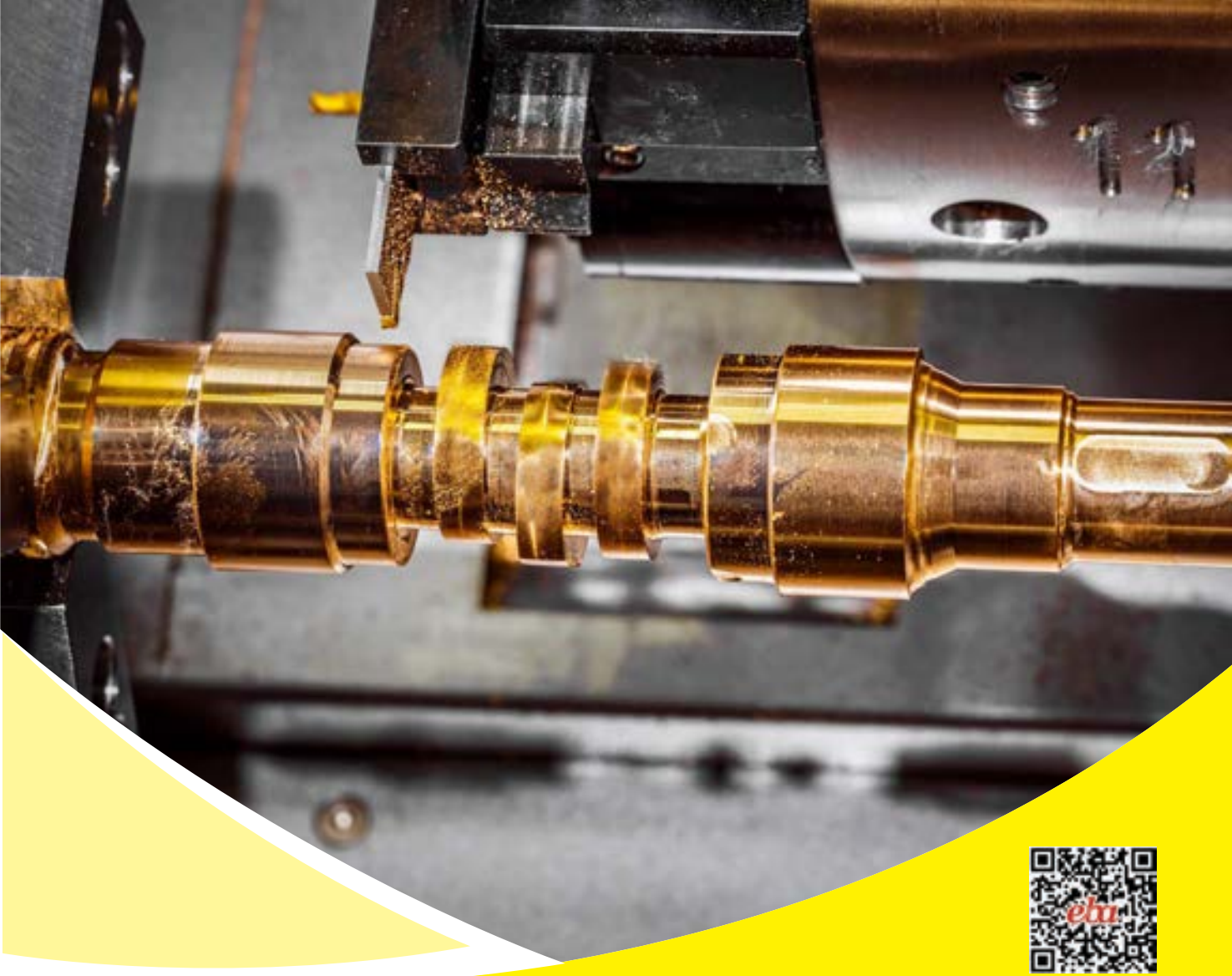
Ø100x120 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmenin eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



CNC TORNADA ALT PROGRAMLAMA

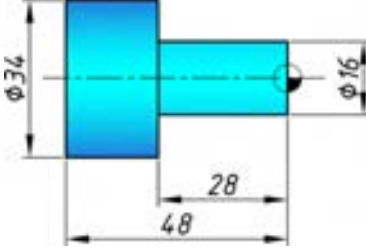
Neler Öğreneceksiniz?

- CNC tornada alt program kullanma
- CNC tornada karşılaşılabilen problemler
- CNC tornada sık karşılaşılan alarm mesajları

5.
ÖĞRENME BİRİMİ

Alt programın ilk satırında ana programda olduğu gibi program ismi yazılır. Alt program sonunda M99 komutu yazılarak çağrılan programa geri dönlür. Tekrar sayısı belirtilmişse M99 komutundan sonra alt program bu tekrar sayısı kadar ilk satırdan tekrar başlatılır.

ÖRNEK – 5.1: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını çevrim komutlarını kullanmadan alt program ile birlikte hazırlayınız.



Malzeme: Ø35 C1040

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T03: Dış çap hassas işleme takımı

ANA PROGRAM

```
O0501;
N10 G21 G40 G54 G80 G90;
N20 G50 S2500;
N30 T0101 M8 G42;
N40 G96 S200 M3;
N50 G99 F0.3;
N60 G0 X34.5 Z2.;
N70 G1 Z-54.;
N80 X36.;
N90 G0 Z0.5;
N90 M98 P00090551;
N100 M9 G28 U0 W0;
N110 G40 T0303 G42;
N120 G0 X16. Z2. M8;
N130 G1 Z-28. F0.2;
N140 X34.;
N150 Z-54. M9;
N160 G28 U0 W0;
N170 M30;
```

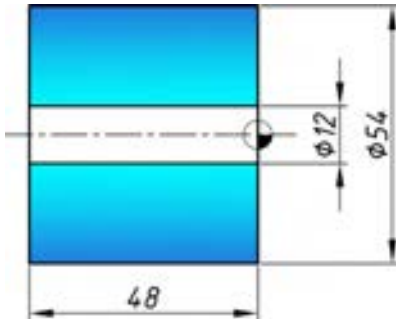
ALT PROGRAM

```
O0551;
N10 G1 U-1.
N20 W-28.;
N30 U1.;
N40 G0 W28.;
N50 U-1.;
N60 M99;
```

Açıklama: M98 P00090551; komutu ile çağrılan O0551 programının 9 tekrar yapması istendi. Alt program incelendiğinde talaş alma ilerleme hızında X ekseninde çapta 2 mm aşağı inerek Z ekseninde 28 mm talaş aldığı görülüyor. İş parçasından uzaklaşmak için X ekseninde çapta 2 mm yukarı çıkarak hızlı hareket ile Z ekseninde 28 mm geri giderek geldiği konuma dönmektedir. Talaş alma ilerleme hızında X ekseninde çapta 2 mm inerek tornalamanın başlayacağı yere gelmektedir.

SIRA SİZDE 5-1

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını çevrim komutlarını kullanmadan alt program ile birlikte hazırlayınız.



Malzeme: Ø55 CK45

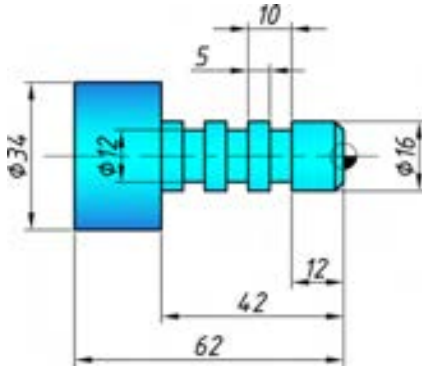
T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T04: Ø12 Helisel matkap



ÖRNEK-5.2: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını çevrim komutlarını kullanmadan silindirik tornalama ve kanal açma işlemleri için ayrı ayrı alt program ile birlikte hazırlayınız.



Malzeme: Ø35 C1040

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T03: Dış çap hassas işleme takımı

T05: Kanal işleme takımı (t:3)

ANA PROGRAM

O0502;

N10 G21 G40 G54 G80 G90;
N20 G50 S2500;
N30 T0101 M8 G42;
N40 G96 S200 M3;
N50 G99 F0.3;
N60 G0 X34.5 Z2.;
N70 G1 Z-68.;
N80 X36.5;
N90 G0 Z0.;
N100 G1 X-2.;
N110 G0 X34.5 Z1.;
N120 M98 P00090562;
N130 M9 G28 U0 W0;
N140 G40 T0303 G42;
N150 G0 X12. Z2. M8;

N160 G1 X16. Z-2. F0.2;
N170 Z-42.;
N180 X34.;
N190 Z-68.;
N200 X35.;
N210 M9 G28 U0 W0;
N220 G40 T0505 G42;
N230 G0 X18. Z-15. M8;
N240 G1 X17. F0.2;
N250 M98 P00090562;
N260 G0 Z-25.;
N270 M98 P00090562;
N280 G0 Z-35.;
N290 M98 P00090562;
N300 M9 G28 U0 W0;
N310 M30;

ALT PROGRAM (SİLİNDİRİK TORNALAMA)

O0552;

N10 G1 U-1.
N20 W-43.;
N30 U1.;
N40 G0 W43.;
N50 U-1.;
N60 M99;

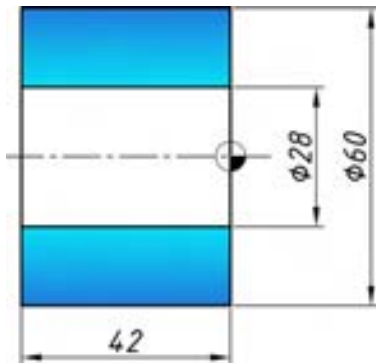
ALT PROGRAM (KANAL AÇMA)

O0562;

N10 G1 U-3.
N20 U3.;
N30 W2.0;
N40 U-3.;
N50 U3.
N60 M99;

SIRA SİZDE 5 - 2

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını çevrim komutlarını kullanmadan delik delme ve delik büyütme işlemi için ayrı ayrı alt program ile birlikte hazırlayınız.



Malzeme: Ø60 CK45

T01: Dış çap kaba işleme takımı

T02: Punta matkabı

T04: Ø7 Helisel matkap

T05: İç çap kaba işleme takımı

T06: Ø14 Helisel matkap

T07: İç çap hassas işleme takımı

5.2. CNC Torna Tezgâhlarında Karşılaşılan Hata Kodları

CNC takım tezgâhları çeşitli donanım ve yazılımların bir araya gelmesiyle birçok bileşenden oluşur. Mekanik birimlerin doğru çalışıp çalışmadığını tespit ve takip için çeşitli sensörler kullanılır. Örneğin yağ seviyesi, ayna ayakları ve puntanın konumu, eksen konumları, motorların ısısı vb. elemanların durumları tezgâh kontrol ünitesindeki yazılımlar ile takip edilir. Bundan dolayı tezgâhın çalışmasını etkileyen bir durum ortaya çıktığında hata olarak değerlendirilir ve tezgâh, çalışmasını kesip alarm vererek operatörü uyarır. Tezgâh üzerinde oluşan tüm hatalar, sistem tarih ve saati ile otomatik olarak kaydedilir.

Herhangi bir durumda **ACİL DURDURMA** butonuna basıldığında motorlara giden akım kesilerek tezgâh hareketleri durur. ACİL DURDURMA butonuna basılması durumunda tezgâh, alarm durumuna geçer. Sorunun nedeni giderilmeden ACİL DURDURMA butonu normal konumuna getirilmemelidir.

Tezgâhta oluşan alarm durumlarını 2 kategoride değerlendirebiliriz: program yazım hataları, tezgâhtan kaynaklanan alarmlar. Program yazım hataları; hatalı veya eksik parametre verilmesi, olmayan bir komut çağrılması gibi program içerisinden düzeltilebilecek hatalardır (Tablo 5.1). Bu hatalar giderilmeden program çalışmayacaktır. Tezgâhtan kaynaklanan alarm durumları ise mekanik, elektriksel hatalardan kaynaklı olarak meydana gelir. Örneğin sistemdeki yağ seviyesinin düşmesi, kapının açık olup olmaması, herhangi bir termik röle hatası gibi sebeplerden ötürü tezgâh alarm durumuna geçebilir (Tablo 5.2). Bu durumda sorunun kaynağı bulunup sorun giderilmelidir.

5.2.1 Program Yazımından Kaynaklanan Hatalar

Tablo 5.1: Program Yazımından Kaynaklanan Hatalar

Kodu	Adı	Açıklaması	Çözüm Önerisi
001	Parity Alarm	Parite hatası olan bir karakter girildi.	Yanlış karakter silinip karakterin doğrusu girilmelidir.
003	Too many digits	İzin verilen maksimum basamak sayısını aşan veri girildi.	Fazla karakter silinerek düzeltilmelidir.
004	Adress Not Found	Bir blok başlangıcında bir adres olmadan bir sayı veya “-” işareti girildi.	Program satırı düzeltilmelidir.
010	Improper G-Code	Kullanılmayan bir G kodu veya sağlanmayan fonksiyona karşılık gelen G kodu belirtildi.	Program değiştirilmelidir.
011	No Feedrate Commanded	İlerleme değeri girilmedi.	Programa ilerleme değeri eklenmelidir.
020	Over Tolerance of Radius	Dairesel interpolasyon hatası	Başlangıç noktasıyla yayın bitiş noktası arasındaki ölçü, radyüs değeri ile tutarsızlık göstermektedir. Program kontrol edilerek matematiksel hata düzeltilmelidir.
059	Program Number Not Found	Belirtilen program numarası bulunmadı.	Program numarası kontrol edilmeli, numara yok ise düzenlenmelidir.
061	Adress P / Q Not Found in	G70-G73 komutlarında P belirtilmedi.	Program düzeltilmelidir.
062	Illegal Command In	Programlama mantığına uymayan eksi bir değer girildi.	Program düzeltilmelidir.
066	Improper G-Code	İzin verilmeyen G kod kullanıldı.	Hatalı G kodları düzeltilmelidir.
073	Program Number Already In Use	Komut olarak verilen program numarası önceden kullanıldı.	Sistemde kullanılmayan program numarası verilerek düzeltilmelidir.
074	Illegal Program Number	Program numarası 1-9999 arasında değil	Kuralına uygun program numarası verilmelidir.



5.2.2 Tezgâhtan Kaynaklanan Alarm Mesajları

Tablo 5.2: Tezgâhtan Kaynaklanan Alarm Mesajları

Alarm	Açıklama	Çözüm / Öneri
Battery Low	Tezgâh üzerindeki pil voltajları düşük	• Piller değiştirilmelidir. Tezgâh, pil değişimi sırasında açık olmalıdır. • Tüm eksenler, referans noktalarını kaybetmemiş ise referansa gönderilir. • Sürücü üzerindeki pil, yerinden sökülerek yeni pil takılır.
	Torna tezgâhlarında konveyör problemi	CNC torna tezgâhlarında spiral tip konveyörlerde talaş sıkışma problemi ile sık sık karşılaşılmaktadır. Bunun önüne geçilmesi için konveyör devamlı değil de sık aralıklarla çalıştırılmalıdır. Bu işlem için yeni versiyon makinelerde “M” komutu mevcuttur. Daha eski makinelerde zaman ayarı vardır. Bu kullanılarak konveyörün aralıklı çalışması sağlanır.
Lub Alarm	Yağlama alarmı	Yağlama deposu boşalmış, depoya yağ eklenmelidir.
Lub Pressure Low	Kızak yağı basıncı düşük	Kızak yağı basıncı kontrol edilmelidir. Yağ deposu kirlenmiş olabilir. Pislikler deponun emiş ağzını kirletmiş olabilir. Yağ kabı sökülüp temizlenmelidir. Pompa ağzı temizlenip pompa ağzına basınçlı hava tutulmalıdır. Motor (lubricator) arızalanmış olabilir. Yağlama hortumlarında kaçak olabilir.
Coolant Level Low	Soğutma sıvısı seviyesi düşük	Soğutma sıvısı yeterliği kontrol edilmelidir.
Check Pressure Error	Ayna basıncı düşük	Ayna basıncı kontrol edilmelidir.
Index No Ready	Index hazır değil.	Taretin sıklığı, yerine oturup oturmadığı kontrol edilmelidir. Taret istasyon seçme düğmesinin ışığı kontrol edilmelidir.

SIRA SİZDE

Siz de atölyenizde bulunan tezgâhta en çok karşılaştığınız hata ve alarmları, bunların çözümleriyle birlikte yazınız.

[illegible]

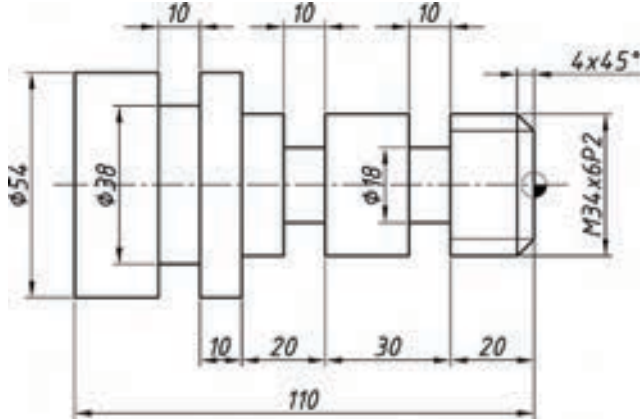
ÖĞRENME BİRİMİ	5	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Alt Programlama İle Tornalama

AMAÇ: CNC torna tezgâhında alt programlama kullanarak parça programı hazırlamak ve işlemek

Aşağıda resmi verilen iş parçasını yapabilmek için gerekli programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC torna tezgâhı
- Kumpas, Mikrometre
- Kaba talaş kesici takımı
- Finiş talaş kesici takımı
- Kanal açma takımı
- Dış çap vida açma takımı

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

C1040 Ø60x140

İŞLEM BASAMAKLARI

1. CNC programını çevrim komutlarını kullanarak hazırlayınız.
2. Kullanılacak kesici takım tarete bağlı değil ise takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
3. İş parçasını tezgâh aynasına uygun bir şekilde bağlayınız.
4. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
5. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
6. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



CNC FREZE TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC freze tezgâhlarının kısımları
- CNC freze tezgâhlarında güvenli çalışma kuralları
- CNC freze tezgâhlarının kontrol panelini kullanma
- CNC freze tezgâhlarında kullanılan kesici takımları
- CNC freze tezgâhlarında iş parçası bağlama yöntem ve aparatları

6.
ÖĞRENME BİRİMİ



6. CNC FREZE TEZGÂHINI ÜRETİME HAZIRLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Freze ile torna tezgâhları ile torna tezgâhları arasındaki benzerlik ve farklar nelerdir? Gözlemlerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınız ile paylaşınız.

6.1. CNC Freze Tezgâhları

Sabit bulunan bir iş parçası üzerinden bir eksen etrafında dönmekte olan kesici takım ile talaş kaldırma işlemine **frezeleme** işlemi denilmektedir. Bu işlemi yapabilen bilgisayar kontrollü takım tezgâhlarına ise **CNC freze tezgâhı** denir. CNC freze tezgâhlarında çoğunlukla prizmatik iş parçaları işlenir. Kesici takımın bulunduğu pozisyon ve gövde yapısına göre dik, yatay ve köprü tipi işleme merkezi ve köprü tipi işleme merkezi olarak adlandırılır. CNC freze tezgâhlarında genel olarak X, Y ve Z eksenleri bulunur.

6.1.1 CNC Freze Tezgâhlarının Kısımları

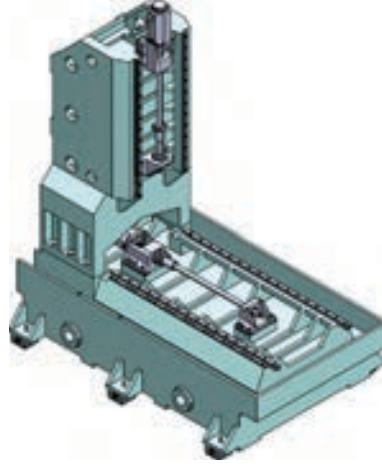
CNC freze tezgâhları genel olarak bir "gövde" üzerine diğer kısımların ilave edilmesiyle oluşur. İş parçalarının üzerine bağlandığı "tabla", gövde üzerinde konumlandırılmış lineer arabalar üzerinde hareket eder. Kesici takım "iş mili" üzerine takılır ve Z ekseninde hareket eder. Kullanılacak diğer kesici takımlar ise "magazin" adı verilen kısımda bulunur. "Kontrol paneli" ise tezgâhın kullanım ve kontrolünü sağlar (Görsel 6.1). CNC tezgâhlarda hareketin hassas bir şekilde sağlanabilmesi amacıyla bilyeli vida sistemleri ile servo motorlar kullanılır.



Görsel 6.1: CNC freze tezgâhının kısımları

Gövde

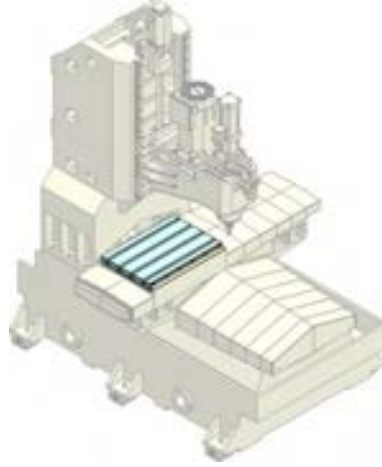
Gövde, tezgâhın diğer kısımlarının üzerine monte edildiği kısımdır. Tezgâhın tüm ünitelerini taşıyabilecek, titreşimleri giderecek şekilde tasarlanarak döküm olarak üretilir. Gövde üzerine monte edilen bilyeli ray ve arabaların üzerine tabla ile iş mili monte edilir. Böylece tezgâhın hassas ve hızlı hareket edebilmesi sağlanır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: CNC freze tezgâhı gövdesi

Tabla

CNC freze tezgâhlarında iş parçalarının bağlanmasına yarayan kısma **tabla** adı verilir (Şekil 6.2). Tablalar üzerinde bulunan T kanallar üzerine iş parçaları doğrudan ya da bir mengene veya ayna ile de bağlanabilir.



Şekil 6.2: CNC freze tezgâhı tablası

İş Mili (Fener Mili)

CNC freze tezgâhlarında kesici takımın dönerek talaş kaldırmasını sağlayan kısma **iş mili (fener mili)** denir. İş milleri (Görsel 6.2), çalışma esnasında yüksek devirlerde dönebilecek ve yüksek kuvvetlere maruz kalabilecek şekilde üretilir.



Görsel 6.2: CNC freze tezgâhı iş mili



Magazin

CNC freze tezgâhlarında kesici takımların tutulduğu kısma **magazin** adı verilir (Görsel 6.3). CNC freze magazinleri genel olarak dört farklı tasarım şeklinde yapılırlar: karosel, tambur, kutu ve zincir tip. İş mili üzerinde bulunan takım dışında herhangi bir takım çağrıldığında otomatik olarak iş mili üzerinde bulunan kesici takım magazinin üzerinde bulunan boş bir yuvaya takılarak çağrılan kesici takımı iş mili üzerine takılır. Bu takım değiştirme sistemlerine **otomatik takım değiştirme** sistemi (**ATC-Automatic Tool Changer**) adı verilir.



Görsel 6.3: CNC freze tezgâhı magazini

Kontrol Paneli

Kontrol paneli, tezgâhta program yazma, düzeltme, çalıştırma, takım değiştirme, iş milinin döndürülmesi gibi tüm işlemleri yapmaya olanak sağlayan birimdir (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: CNC freze tezgâhı kontrol paneli

El Çarkı

CNC freze tezgâhlarının elle kumandası için el çarkları kullanılır. El çarkları üzerinde eksen seçimi, ilerleme adımı ve MPG gibi kısımlar bulunur (Görsel 6.5). Kablolu ve kablosuz olarak farklı tiplerde el çarkları bulunur.



Görsel 6.5: Kablolu el çarkı

Prob

CNC freze tezgâhlarında kesici takımların hassas bir şekilde sıfırlanmasında kullanılan sesli ve ışıklı elektronik aygıtlardır (Görsel 6.6). Tabla üzerinde sabit bir şekilde bulunan proplar, kontrol paneline bağlantısı sayesinde otomatik olarak takım sıfırlama işlemine olanak verir.



Görsel 6.6: CNC freze tezgâhında takım sıfırlama probu

Yağlama Sistemi

CNC freze tezgâhlarında kullanılan bilyeli somun ve lineer araba gibi elemanların otomatik olarak yağlanması için gerekli yağ basıncını sağlayan ve bunların kumandası için çeşitli valfler bulunan kısımdır (Görsel 6.7).



Görsel 6.7: Yağlama ünitesi

Elektrik Panosu

İçerisinde tezgâhın elektrik elemanları ve bağlantılarının olduğu kısımdır. Elektrik panosu içerisinde PLC, röleler, servo motor sürücüleri gibi elemanlar bulunur (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: CNC freze tezgâhı elektrik panosu



6.1.2 CNC Freze Tezgâhlarında Güvenli Çalışma Kuralları

1. İş önlüğü giyiniz. Önlük bol veya yırtık olmamalı, önlüğün kolları astikli ve önü mutlaka kapalı olmalıdır.
2. Tezgâh başında çalışırken kravatınızın iş elbisesinden dışarı gereksiz sarkmamasına dikkat ediniz. Aksi hâlde kravat, dönen iş parçasına veya kesici takıma sarılarak istenmeyen büyük kazalara sebep olabilir.
3. Ağır iş parçalarının ayağınıza düşme ihtimalinden dolayı çelik burunlu iş ayakkabısı giyiniz.
4. Ağır iş parçalarını ve tezgâh aparatlarını yalnız başınıza kaldırmaya kalkışmayınız. Kaldırmak için carascal, lift gibi araçlar kullanınız (Görsel 6.9).



Görsel 6.9: Ağır iş parçalarının yüklenmesi

5. Öne sarkan uzun saçlar çeşitli kazalara sebep olabilir. Saçlarınız kısa veya toplu olmalıdır.
6. Tezgâhta çalışırken yüzük, kolye, bileklik, bilezik, saat gibi aksesurlar takılmamalıdır.
7. Çizecek, ege, kumpas vb. aletleri cebinizde taşımayınız.
8. Talaşlardan gözlerinizi korumak için koruyucu gözlük takınız.
9. Tetanos aşısı olmadıysanız mutlaka olunuz. Özellikle, elinizde oluşan küçük yaraları bile ihmal etmeyiniz.
10. Önce emniyetinizi sağlayınız.
11. Çalışan tezgâhta temizlik yapmayınız.
12. Bilmediğiniz tezgâha dokunmayınız.
13. Tezgâhı ve onun çevresini temiz ve düzenli tutunuz.
14. Atölyeden izinsiz ayrılmayınız.
15. Atölye içerisinde şakalaşmayınız, birbirinizi itmeyiniz ve koşmayınız.
16. Atölye içerisinde bulunan elektrik panosu, priz ve kablolar gibi kısımlara müdahale etmeyiniz.
17. Herhangi bir arızayı anında öğretmeninize bildiriniz.
18. Tezgâhta işe başlamadan önce hareketli kısımları içine alan muhafazaların yerlerine takılmış olduğuna dikkat ediniz.
19. İşlem ve bağlamalarda doğru ve emniyetli metottan emin değilseniz doğru metodu öğretmeninize sorunuz.
20. Tezgâhı kullanmadan önce kumanda sisteminin nasıl işlediğini öğreniniz.
21. Makinenin çalışması esnasında hareketli kısımlara dokunmayınız ve ölçü almayınız.
22. Tezgâh kızakları üstüne iş, ege, kumpas gibi aletleri koymayınız.
23. Talaşlardan elinizle temizlemeyiniz.

24. Çalışırken tezgâhın çıkardığı sese kulak veriniz. Tezgâhın anormal çalışmasını zamanında tespit eder-seniz arızaları ve kazaları önlersiniz.
25. İşe başlarken, ayarlarken kesicinin işten uzak olmasına dikkat ediniz.
26. Koruma kafes kapaklarını tezgâhtan çıkarmayınız.
27. Başkalarının sizin için tezgâhı durdurup çalıştırmasına asla fırsat vermeyiniz. Bu işi kendiniz yapınız.

6.1.3 CNC Freze Tezgâhlarının Bakımı

CNC tezgâhlarının kesintisiz ve emniyetli çalışabilmesi, hassasiyetlerinin korunabilmesi için periyodik olarak bakımlarının yapılması gerekir. CNC tezgâhlarında bulunan kısımları elektriksel ve mekaniksel olarak ikiye ayırabilir. Hem elektriksel hem de mekaniksel arızaların birçoğu genellikle toz, su, nem, ısı, fazla yağlama, pislik (talaş vb.) gibi nedenlerden meydana gelir. Ayrıca titreşimden dolayı bazı mekaniksel parçalarda gevşeme ve sürtünmelerden dolayı boşluklar oluşabilir. Tezgâhların ekonomik ömründen önce ciddi arızalar oluşturmaması için dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır. CNC tezgâhları ve bunların bulunduğu ortam düzenli olarak temiz tutulmalı, günlük, aylık, yıllık bakımlarında yapılacak iş ve işlemler aksatılmamalıdır. **CNC tezgâhlar 7 / 24 çalışabilir. Kesintisiz çalışabilmeleri için periyodik bakımları aksatılmamalıdır.**

Günlük Bakım

- Tezgâh ilk açıldığında yağlamanın tam yapılabilmesi için öncelikle düşük devir ve ilerleme hızlarında hareket ettirilir.
- İş bitiminde tezgâh üzerindeki talaş ve bor yağı temizliği yapılır.
- Tabla ve kızak muhafazaları yağlanır.

Haftalık Bakım

- Takım tutucuları, iş mili koniği, hava filtreleri temizlenir.
- Kızak yağı seviyesi kontrol edilir ve eksilmişse tamamlanır.
- Kompresör basıncı gereksiz ve tezgâh hava basıncı kontrol edilir. Kompresörde oluşan su boşaltılır.
- Tezgâh iş mili devir sayısı ile ilerleme hızları, en düşük ve en yüksek değerler arasında test edilir.

Aylık Bakım

- Manuel olarak yağlanması gerekli olan yerler yağlanır.
- Bütün devre bağlantılarının uygun şekilde takılıp takılmadığı olmadıkları kontrol edilir.
- Soğutma sıvısı tankı kontrol edilir ve temizlenir. Kızak yağı tankı temizlenir.
- Boşta bir program çalıştırılarak eksen hareketleri izlenir.

Yıllık Bakım

- Vidalı mil ve kayıt-kızaklar ile yağ dağıtıcı kontrolleri yapılır.
- Elektrik paneli fanı temizlenir.
- Tezgâhın terazi ile kontrolü yapılır.
- Hidrolik ünitesi yağı değiştirilir.
- Hava ve yağ filtreleri vb. elemanların kontrolü yapılır ve bu elemanlar temizlenir ve gerekirse yenisi ile değiştirilir.
- Sızdırmazlık elemanları bağlantı vidalarının sıkılı olup olmadıkları kontrol edilir.
- Tezgâhın hassasiyet değerleri kontrol edilir.
- Bir parça programı çalıştırılır ve tüm fonksiyonların doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.



6.2. CNC Freze Tezgâhlarının Çalıştırılması ve Kullanımı

ARAŞTIRMA

CNC freze tezgâhlarında kullanılan kontrol paneli marka ve modellerini araştırınız. Bulgularınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

6.2.1 CNC Freze Tezgâhının Açılması

1. Tezgâhın arka tarafında bulunan ana şalter açılır.
2. Kontrol panelinden sistemin açılması beklenir. Sistem açıldıktan sonra basılı ise **ACİL DURDURMA** (EMERGENCY STOP) butonu kaldırılır.
3. **POWER ON** butonuna basılır.
4. **RESET** butonuna basılır.
5. Ekranın üst tarafında **SÜRÜCÜLERİ YETKİLENDİR** şeklinde uyarı için **DRIVER ON** butonuna basılır.

6.2.2 Eksenlerin Referansa Gönderilmesi

Tezgâh açıldığında eksenlerin referansa gönderilmesi gerekir (Incremental encoder tipine sahip tezgâhlarda.).

1. Referansa göndermek için tezgâh **JOG** modunda iken **REF.POINT** butonuna basılır.
2. Önce **Z** butonuna basılarak Z ekseninde referans noktasına gitmesi beklenir.
3. X ve Y eksenlerinde referansa göndermek için de **X** ve **Y** butonlarına ayrı ayrı basılması gerekir.

6.2.3 Manuel Olarak Eksenlerin Hareketi

1. Tezgâh **JOG** modunda iken tezgâh panelindeki ilerleme butonlarından veya el çarkı üzerinden **1, 10, 100** (mikronmetre) kademelerinden bir tanesi seçilir.
2. Hareket ettirilecek eksen (**X, Y** veya **Z**) butona basılarak veya el çarkı üzerinden seçilir.
3. **FEED START** butonuna basılarak ilerleme aktif hâle getirilir.
4. İlerleme **potansiyometresi** %0'dan farklı bir konuma getirilir.
5. Kesici takımın iş parçasının, mengene veya tablaya çarpıp çarpmamasına dikkat edilerek el çarkı ile – veya + yönde iş parçası hareket ettirilir.

6.2.4 Kontrol Paneline Elle Komut Girişi

1. Elle komut girebilmek için tezgâh kontrol panelinden **MDA** (MDI) moduna alınır.
2. Açılan pencerede komutlar satır satır girilir.
3. **CYCLE START** butonuna basılarak girilen komutların çalıştırılması sağlanır.

6.2.5 İstenen Takımın Çağırılması

JOG modunda iken istenen takımın iş miline takılması için iki farklı yöntem kullanılabilir.

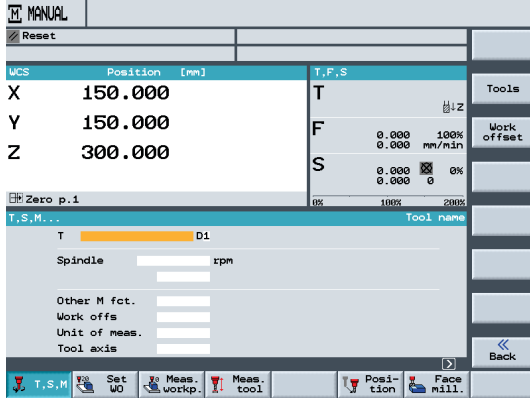
1. Yöntem

İş mili üzerinde herhangi bir takım bağlı değil ise **UP TOOL** butonuna basılı tutularak diğer elle takımı iş miline takılabilir. Takım tutucunun tırnaklarının iş mili üzerindeki kanallara geçmesine dikkat edilmelidir.

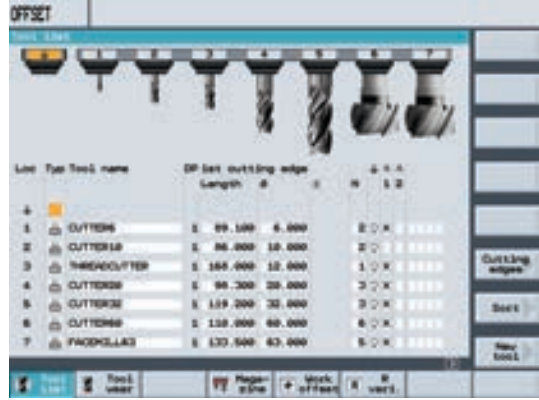
2.Yöntem

1. **JOG** modunda iken **MENU SELECT** butonuna, ardından **MACHINE** menüsüne girilir. Kontrol panelinde **MACHINE** butonu var ise doğrudan buna basılarak da erişilebilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak “T,S,M” ekranına ulaşılır (Görsel 6.10).
3. **T** yazılı kutucuğun içerisine istenen takım numarası veya sistemde bulunan isim yazılarak **INPUT** butonuna veya sağ tarafta yer alan **Tools** butonuna basılarak “Tool List” (Takım listesi) penceresi açılır. Ok tuşları ile istenen takımın üzerine gelinerek sağda yer alan **In Manual** butonuna basılır ve takım ismi kutucuğa aktarılır (Görsel 6.11).
4. **CYCLE START** butonuna basılarak istenen takımın iş miline otomatik olarak takılması sağlanır.

İş mili üzerine doğrudan takım bağlarken takım listesinde (Tool List) “Spindle” yazılı kısmın boş olduğuna dikkat edilmelidir. Aksi takdirde takım değiştirme esnasında iş mili üzerindeki takım, magazinde boş olan bir yere bırakılır. Bırakılacak bu istasyonda bir takım bulunması hâlinde çok büyük hasarlar oluşabilir.



Görsel 6.10: “T,S,M” ekranı



Görsel 6.11: “Takım listesi” ekranı

6.2.6 İş Milinin Döndürülmesi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak “T,S,M” ekranına ulaşılır (Görsel 6.10).
3. “Spindle S1” yazılı kutucuğun içerisine istenen devir sayısı (rpm) yazılarak **INPUT** butonuna basılır. Devir sayısı (rpm) yerine kesme hızı (m / min) kullanılmak istenirse sağ tarafta bulunan menüden **ALTERNATE** butonuna veya **SELECT** butonuna basılarak S1 yerine V1 seçilebilir.
4. Dönüş yönü kutucuğuna gelindiğinde ise **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşlarına basılarak **right**, **left**, **off**, **positioning** seçeneklerinden birisi seçilir. Right ile dönüş yönü sağa, Left ile dönüş yönü sola, Off ile fener mili kilitli konuma getirilecektir. Positioning seçildiğinde ise fener milinin duruş noktasının açısı olarak yazılabileceği Stop pos. kutucuğu belirecektir.
5. Gözle kontrol sağlandıktan sonra kapı kapatılır ve **CYCLE START** butonuna basılır ve iş mili dönmeye başlar.
6. **RESET** butonuna veya tezgâh paneli üzerindeki **SP STOP** butonuna basılarak iş mili durdurulabilir.
7. **CW** butonuna basılarak iş milini saat ibresi yönünde, **CCW** butonuna basılarak saat ibresi tersi yönde döndürülebilir.



6.2.7 Aktif Referans Noktası (Offset) Seçimi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butonuna basılarak "T,S,M" ekranına ulaşılır (Görsel 6.10).
3. Ok tuşları ile "Work Offs" kutucuğunun karşısına gelinerek **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşuna basılır ve **G500, G54, G55, G56, G57** gibi referans noktalarından bir tanesi seçilir.
4. **CYCLE START** butonuna basılarak aktif referans noktası değiştirilir.

6.2.8 Ölçü Biriminin Değiştirilmesi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butona basılarak "T,S,M" ekranına ulaşılır (Görsel 6.10).
3. "Unit off meas." kutucuğunun karşısına ok tuşları ile geldikten sonra **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşuna basılır ve mm veya in (inç) ölçü sistemlerinden bir tanesi seçilir.
4. **CYCLE START** butonuna basılır ve kullanılan ölçü birimi değiştirilir.

Not: Bu seçim sadece bu ekrandaki X, Y ve Z değerlerini mm ya da inç olarak gösterir, programda kullanılan ölçü birimlerini değiştirmez.

6.2.9 Takım Kesme Ekseninin Değiştirilmesi

1. **JOG** modunda iken **MACHINE** menüsüne girilir.
2. **MACHINE** menüsü altında yer alan **T,S,M** butona basılarak "T,S,M" ekranına ulaşılır (Görsel 6.10).
3. "Tool axis" kutucuğunun karşısına ok tuşları ile geldikten sonra **ALTERNATE** veya **SELECT** tuşuna basılır ve **X, Y** veya **Z** eksenlerinden bir tanesi seçilir.
4. **CYCLE START** butonuna basılarak takım kesme eksenini değiştirilir.

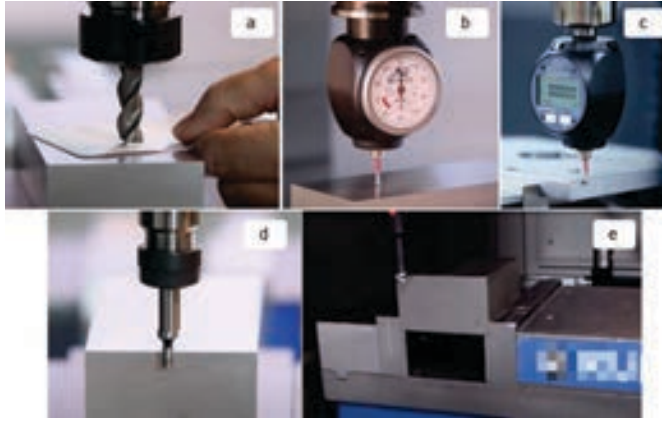
6.2.10 İş Parçası Referans Noktasının Belirlenmesi

CNC freze tezgâhı için hazırlanan programlarda bir referans noktası belirlenir ve kesici takım hareketleri bu nokta esas alınarak belirtilir. CNC operatörü, bu noktayı bilmeli ve tezgâh üzerinde bunu ayarlamalıdır. CNC freze tezgâhlarında genellikle referans noktası olarak Z ekseninde iş parçası üst yüzeyi, X ve Y eksenlerinde ise köşe noktalarından bir tanesi veya orta kullanılır.

1. İş parçası uygun bir şekilde tabla veya mengeneye bağlanır.
2. "T,S,M" ekranından referans noktası (G54, G55 vb.) seçilir. Işıklı probe var ise bununla sıfırlama yapmak için takım olarak bu seçilir ve devir sayısı, dönüş yönü verilmez (Görsel 6.12). Böyle bir imkân yok ise kesici takım olarak parmak freze tercih edilir. Uygun takım ve devir sayısı ile dönüş yönü seçilerek **CYCLE START** butonu ile çalıştırılır.

Z Ekseninde Parça Üst Yüzeyine Göre Sıfırlama

3. Manuel olarak hareket ettirilerek iş parçası üst yüzeyinden toz talaş alınır veya probe ile dokundurulur.
4. **MACHINE** menüsü altındaki **MEAS.WORKP** butonuna basılır (Görsel 6.13).
5. Sağ tarafta çıkan **EDGE** butonuna basılır (Görsel 6.13).
6. Sağ menüden **Z** eksenini seçilir (Görsel 6.14). Sağ altta yer alan **WORK MEASURE** butonuna basılarak üst nokta sıfırlanır. Ekranda Z ekseninin değerinin "0.000" (sıfır) olduğu gözlenir (WCS / MCS butonunun WCS konumunda olmasına dikkat ediniz.).
7. Farklı bir değer verilmek istenirse koordinat ekranında istenen değer yazılarak **INPUT** butonuna basılır.



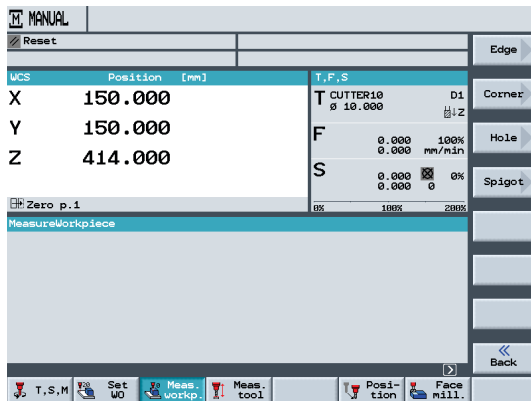
Görsel 6.12: CNC Freze tezgâhında iş parçası sıfırlamada kullanılan araç ve yöntemler a) Kesici takım ile, b) Saatli prob ile, c) Dijital prob ile, d) Mekanik kenar bulucu ile, e) Işıklı kenar bulucu ile

X Ekseninde Kenara Göre Sıfırlama

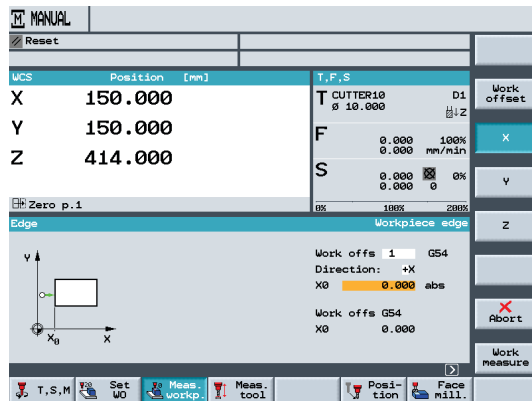
- Manuel olarak hareket ettirilerek parçanın X ekseninde referans olarak belirlenecek kenarına probe ile veya kesici takım ile toz talaş alınacak kadar dokunulur.
- Sağ menüden **X** eksen seçilir (Görsel 6.14).
- Ekranda gösterilen yön ile dokundurulan yön farklı ise **DIRECTION** yazılı kutucuğa gelinerek **ALTERNATE** butonu ile yön değiştirilir.
- Sağ altta yer alan **WORK MEASURE** butonuna basılarak kenara göre sıfırlanır. Ekranda X ekseninin değerinin takım veya probe yarıçapı kadar olduğu gözlenir.

Y Ekseninde Kenara Göre Sıfırlama

- Manuel olarak hareket ettirilerek parçanın Y ekseninde referans olarak belirlenecek kenarına probe ile veya kesici takım ile toz talaş alacak kadar dokunulur.
- Sağ menüden **Y** eksen seçilir (Görsel 6.14).
- Ekranda gösterilen yön ile dokundurulan yön farklı ise **DIRECTION** yazılı kutucuğa gelinerek **ALTERNATE** butonu ile yön değiştirilir.
- Sağ altta yer alan **WORK MEASURE** butonuna basılarak kenara göre sıfırlanır. Ekranda Y ekseninin değerinin takım veya probe yarıçapı kadar olduğu gözlenir.



Görsel 6.13: “Meas. Workp.” ile iş parçası referans noktasının belirlenmesi



Görsel 6.14: “Meas.Workp.” ile kenara göre sıfırlama



6.2.11 Takım Listesine Yeni Takım Ekleme

Kesici takımlar magazin üzerinde bağlandığı sırada takım listesinde tanımlanmalıdır. Magazin ve iş mili üzerinde takılı hâlde bulunan kesici takımların listesine “Tool List” ekranından ulaşılır. Bu ekranda kesici takımlara ait birtakım bilgiler bulunur. Yeni takılan takım bu listeye eklenerek program içerisinde kullanılabilir.

1. **MENU SELECT** ardından **Tools WOs** butonuna basılarak veya “T,S,M” ekranında iken sağda yer alan **Tools** butonuna basılarak “Tool List” ekranı açılır.
2. Ok tuşları kullanılarak magazin üzerindeki takımın bağlandığı istasyon numarasına gelinir. Burada daha önceden bir takım var ise sağda yer alan menüden **Delete Tool** butonu ile bu takım silinebilir.
3. Sağ tarafta bulunan **New Tool** butonuna basılır. Ardından sağ tarafta yer alan menüden uygun olan takım seçilerek takım listesine aktarılır (Görsel 6.15).
4. Seçilen takıma uygun bilgiler düzenlenir (Görsel 6.16).

Milling tool	Drill	Center drill	3D tools	Edge finder	3D probe
Frezeleme takımları	Delik delme takımları	Punta matkabı	3D takımlar	Kenar bulma problemleri	3D probe

Görsel 6.15: CNC freze tezgâhı kontrol panelinde takım listesinde yer alan takım türleri



Görsel 6.16: CNC freze tezgâhı takım listesi ekranı

Loc	Takım istasyon numarası
Typ	Takım tipi ve duruş yönü (Alternate butonu ile yönü değiştirilebilir.)
Tool name	Takım ismi (Herhangi bir isim verilebilir.)
Lenth	Kesici takım boy telafi değeri (Takım sıfırlama işleminde otomatik olarak bilgiler gelir.)
Ø	Kesici takım çapı
Spindle	İş mili dönüş yönü (Alternate butonu ile değiştirilebilir.)
Soğutma	Soğutma sıvıları açık / kapalı (Alternate butonu ile değiştirilebilir.)

Takım listesinde yer alan bazı bilgiler kesici takım türüne göre farklılıklar gösterebilir.

Frezeleme takımlarında (parmak freze, tarama ka-fası vb.)

Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge Length	Ø	κ	N	1	2
1		CUTTER10	1	86.000	10.000		4		
1		CUTTER6	1	89.100	6.000		2	X	

Matkap, rayba gibi kesici-lerde

Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge Length	Ø	κ	N	1	2
8		DRILL8.5	1	122.000	8.500	118.0		X	
9		DRILL9.5	1	105.000	9.500	118.0		X	

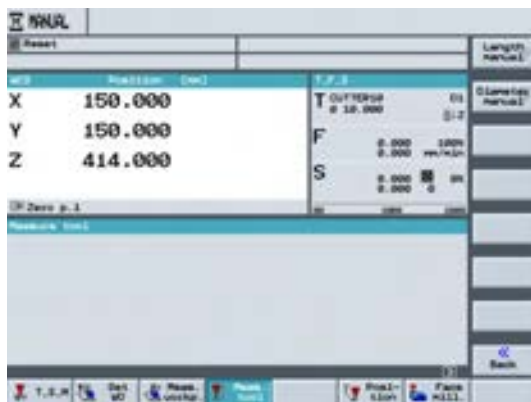
Kenar bulma probu veya ışıklı problarda

Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge Length	Ø	κ	N	1	2
11		EDGE_FINDER	1	120.000	4.000				
12		PREDRILL30	1	150.000	30.000	180.0		X	

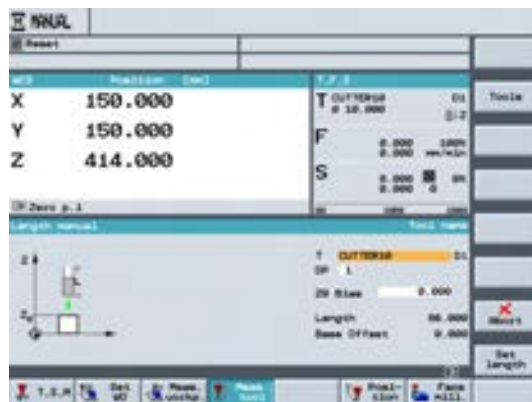
6.2.12 Kesici Takım Boy Teliflerinin Belirlenmesi

Kesici takımlar bağlandıklarında birbirlerine göre bir miktar uzun veya kısa olabilir. Kesici takımların birbiri-ne göre boy farklarının ne kadar olduğunu tezgâh bilmelidir. Bu nedenle her takım için ayrı ayrı boy telifi ayarlanır. İşlem basamakları şöyledir:

1. Daha önceden boy telifi yapılmış bir takım var ise bununla iş parçası üzerinden toz talaş alınarak Z ekseninde referans ayarlanır. Z sıfırlama probu kullanılacak ise bu işlemi yapmaya gerek yoktur.
2. Boy telifi ayarlanacak olan kesici takım iş miline takılır.
3. İş mili, takımın kesme yönünün tersi yönde düşük bir devirde çalıştırılır.
4. Kesici takım, manuel olarak hareket ettirilerek en düşük kademede (0.001 mm) Z sıfırlama probu üzerine (veya iş parçası üzerine) değdirilir.
5. **MACHINE** menüsü altında yer alan **MEAS.WORKP** butonuna basılır.
6. Sağ tarafta çıkan menüden **Length Manual** butonuna basılarak sıfırlama ekranına ulaşılır (Görsel 6.17).
7. Sağ menüden **Set length** butonuna basılarak sıfırlama işlemi gerçekleştirilir (Görsel 6.18).



Görsel 6.17: "Meas. Tool" boy telifi ekranı

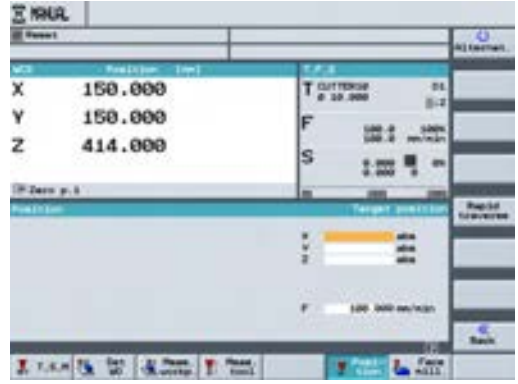


Görsel 6.18: "Meas Tool" ile manuel boy telifi ayarlama



6.2.13 Takım Referans Noktası Kontrolü

Kesici takımların referans ayarlarının doğru yapıp yapılmadığının çalışma aşamasında olası problemlerin önüne geçmek için kontrol edilmesi gerekir. Bu işlem için **JOG** modunda iken **POSITION** menüsü altından **X**, **Y** ve **Z** eksenlerine abs olarak koordinat değeri ile **F** ilerleme miktarı girilir (Görsel 6.19). **Z** Değerine +1 +5 gibi iş parçasının bir miktar üstünde olmasını sağlayacak değer yazılmalıdır. **CYCLE START** tuşuna basılarak takımın gittiği pozisyon kontrol edilir. **FEED RATE** potansiyometresi ile takımın ilerlemesi kontrollü bir şekilde gerçekleştirilir.



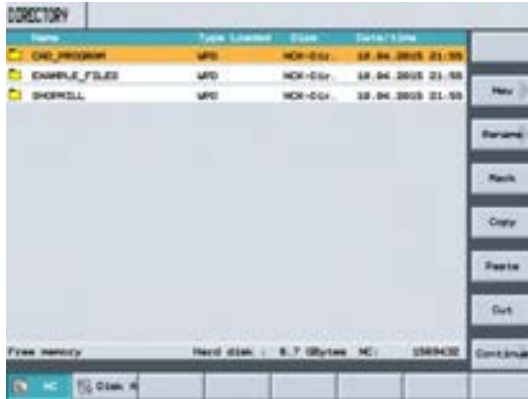
Görsel 6.19: Position ile takım referans noktasının kontrolü

6.2.14 Hazırlanmış Programların Hafızaya Yüklenmesi

CNC tezgâhlarda programlar, tezgâhın kontrol ünitesi üzerinde doğrudan ya da haricî bir bilgisayar ortamında hazırlanabilir. Hazırlanan bu CNC programının tezgâhta çalıştırabilmesi için kontrol ünitesi hafızasına aktarılması gerekir. Bunun için disket, USB bellek gibi depolama araçları kullanılabileceği gibi bir kablo (RS-232, RS-485, Ethernet vb.) aracılığı ile de aktarılabilir.

Disketteki dosyanın NC hafızasına aktarılması:

1. Haricî bir bilgisayarda hazırlanan CNC programı diskete kopyalanır. Disket, kontrol paneli üzerinde bulunan disket yuvasına takılır.
2. **MENU SELECT**, ardından **Program** butonuna basılarak “DIRECTORY” ekranına ulaşılır. Bazı kontrol panellerinde **PROGRAM MANAGER** veya **DIR** yazılı buton ile doğrudan ulaşılabilir.
3. Sağ menüde yer alan **Disk A** butonuna basılır.
4. “DIRECTORY” ekranında kopyalanacak dosya bulunarak ok tuşları ile üzerine gelinir (Görsel 6.20).
5. Sağ menüde yer alan **Copy** butonuna basılır.
6. Alt menüden **NC** butonuna basılarak tezgâh hafızasına geçilir.
7. Ok tuşları ile kopyalanacak konumun üzerine ok tuşları gelinir ve sağ ok tuşuna basılarak içerisine girilir.
8. Sağ menüde yer alan **Paste** butonuna basılarak işlem tamamlanır.



Görsel 6.20: “DIRECTORY” ekranı



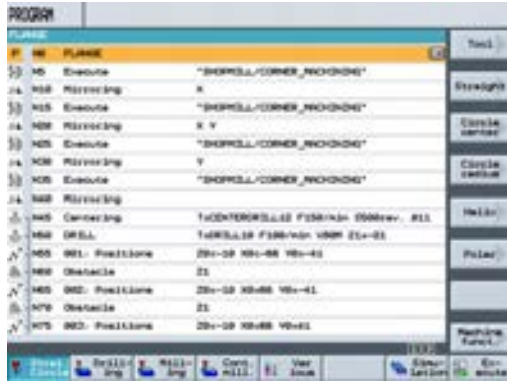
Görsel 6.21: Program dosyasının açılması

6.2.15 Programların Tezgâhta Test Edilmesi ve Çalıştırılması

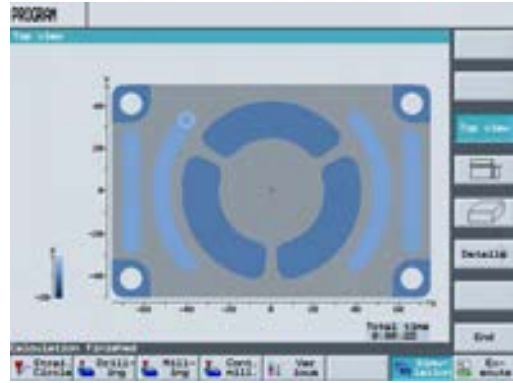
Tezgâh kontrol ünitesi hafızasında yer alan programlar kontrol edilerek doğrudan çalıştırılabilir.

1. **MENU SELECT**, ardından **Program** butonuna basılarak “DIRECTORY” ekranına ulaşılır.
2. “DIRECTORY” ekranında çalıştırılacak dosya bulunarak ok tuşları ile dosyanın üzerine gelinir (Görsel 6.21). Sağ ok tuşu ile program dosyası NC hafızasına alınarak açılmış olur (Görsel 6.22).
3. Sağ tarafta bulunan **Simulation** butonuna basılarak simülasyon ekranında program kontrol edilir (Görsel 6.23).
4. Sağ menüde yer alan **End** butonuna basılarak simülasyondan çıkılır.
5. Programda herhangi bir hata yok ise sağ menüde yer alan **Execute** butonuna basılarak belleğe yüklenir.
6. Gerekli kontroller yapılarak **CYCLE START** butonuna basılır ve program çalıştırılır.

Tezgâh kontrol paneli üzerinde yer alan **Single Block** butonu, programların satır satır çalıştırılmasını sağlar. Single Block butonu aktif iken Cycle Start butonuna basıldığında kontrol paneli sadece bir satır (blok) çalıştırır ve bekler. Cycle Start butonuna basılarak işleme devam edilir.



Görsel 6.22: Diyalog programlama ile hazırlanmış bir CNC programı



Görsel 6.23: Simülasyon ekranı

6.2.16 Programların Haricî Bilgisayardan Aktararak Çalıştırılması

Dosya boyutu çok yüksek olduğu durumlarda, tezgâh kontrol panelinin hafızası yeterli gelmeyebilir. Bu gibi durumlarda bir kablo aracılığı ile (RS-232, RS-485, Ethernet vb.) haricî bir bilgisayardan anlık olarak veri aktarımı gerçekleştirilebilir. Böyle durumlarda haricî bir bilgisayar CNC kontrol paneline sürekli olarak program blok bilgilerini göndererek çalıştırılabilir.

Bu işlem için haricî bilgisayarda tezgâh ile haberleşme sağlayacak bir yazılım ve RS-232 adı verilen veri iletişim kablosuna ihtiyaç vardır. Tezgâhta kablo bağlantısı var ise kullanılacak yazılım ile haricî bilgisayardaki CNC program dosyası tezgâha gönderme işlemi başlatılır. Tezgâhta gönderilen bu verilerin okunarak çalıştırılması için yapılacak işlemler aşağıda adım adım gösterilmiştir.

1. **MENU SELECT**, ardından **Program** butonuna basılarak “DIRECTORY” ekranına ulaşılır.
2. Sağ tarafta yer alan **Continue** butonuna, ardından **Read in** butonuna basılır.
3. Sağ tarafta çıkan **Start** butonuna basılır. Haricî bilgisayardan dosya gönderim işlemi başlatılmış ise **START** butonuna basılması ile beraber program alma işlemi başlatılmış olunur ve **AUTO** moduna otomatik olarak geçilir.
4. Gerekli kontrol yapılarak **CYCLE START** butonuna basılır ve gelen satırlar çalıştırılır ¹.

1. Tezgâh kontrol ünitesinin hafızasının durumuna göre aynı anda belirli bir miktarda veri okunabilir. Satırlardaki komutlar tamamlandıkça veri akışı devam eder.



6.2.17 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Bağlama Aparatları ve Yöntemleri

CNC freze tezgâhlarında iş parçalarının güvenli ve pratik bir şekilde hatasız bağlanabilmesi çok önemlidir. İş parçaları, tezgâh üzerinde çeşitli aparat ve yöntemler ile bağlanır. İş parçasının bağlanmasında dikkat edilecek en önemli noktalardan bir tanesi eksenlere tam paralel bağlanabilmesidir. Bunun için, kullanılan yöntem ne olursa olsun hassas işler için mutlaka komparatör kullanılarak paralellik kontrol edilmelidir. Ayrıca iş parçasının durumuna göre seri bağlama yöntemleri de kullanılabilir. Genel olarak CNC freze tezgâhlarında iş parçasını bağlamak için kullanılan yöntem ve aparatlar şunlardır:

- Tezgâh tablası üzerine doğrudan bağlama
- Mengenerler
- Mıknatıslı tablalar
- Vakum tablalar
- Divizörler
- Döner tablalar
- Aynalar
- Bağlama iş kalıpları

Tezgâh Tablası Üzerine Doğrudan Bağlama

İş parçaları tabla üzerinde bulunan T kanallar kullanılarak bağlama pabuçları yardımı ile tabla üzerine bağlanabilir (Görsel 6.23).



Görsel 6.24: Bağlama pabuçları yardımı ile tablaya iş parçasının bağlanması

Mengenerler

Genellikle iş parçalarının kolayca sökülüp takılması amacı ile tabla üzerine bağlanmış mengenerler kullanılır (Görsel 6.24). Ünlversal mengenerlerin çenelerinin tabla üzerine bağlanırken mutlaka komparatör ile çenelerinin eksenlere paralelliği sağlanmalı ve sağlam bir şekilde bağlanmalıdır.



Görsel 6.25: Tabla üzerinde mengene ve ayna bağlanması

Aynalar

Silindirik iş parçalarının tabla yüzeyine dik ve sabit bir şekilde kolayca bağlanabilmesi için aynalar kullanılır (Görsel 6.25).



Görsel 6.26: Silindirik iş parçalarının CNC frezede ayna ile bağlanması



Görsel 6.27: Elektronik divizörler ile iş parçasının işlenmesi

Divizörler

Silindirik iş parçalarının tabla yüzeyine paralel şekilde bağlanarak çevresel işlemlerin kolayca yapılabilmesi için divizörler tercih edilir. CNC freze tezgâhları ile birlikte hem mekanik hem de elektronik divizörler kullanılabilir (Görsel 6.26). Mekanik divizörlerde çevirme işlemini operatör gerçekleştirir. Elektronik divizörler (NC Rotary Table), tezgâh üzerinden gelen komutlar ile eş zamanlı dönme hareketi gerçekleştirebilir. Böy- lece helis kanallar veya çeşitli eğri yüzeyler rahatlıkla elde edilebilir.

Mıknatıslı Tablalar

Mengenelere bağlanamayacak kadar küçük veya farklı şekillerde bulunan iş parçalarının bağlanması için mıknatıslı tablalar kullanılır. Mıknatıslı tablaların üst yüzeyleri taşlanmış ve üzerlerindeki elektromıknatıs sayesinde tutma sağlamaktadır. Mıknatıslı tablalar, tezgâh üzerindeki tablolara bağlama pabucu kullanılarak bağlanır. Daha yüksek bir tutma kuvveti sağlayabilmek için iş parçasının yan taraflarına destek amacıyla uygun boyutlarda metal parçalar konulabilir. Mıknatıslanma ile tutma gücü çok yüksek olmayacağı için talaş derinliği fazla verilmemelidir.

Vakum Tablalar

Çok küçük, farklı şekillerde bulunan ve mıknatıslanma özelliği olmayan iş parçalarının bağlanmasında vakum tablalar tercih edilir. Vakum oluşması için bir basınçlı hava kaynağına ihtiyaç duyar. Vakumlu tablalar, tezgâh üzerindeki tablolara bağlama pabucu kullanılarak bağlanır. Vakum ile tutma gücü çok yüksek olmayacağı için talaş derinliği fazla verilmemelidir.

Döner Tablalar

Silindirik iş parçalarının tabla yüzeyine dik bir şekilde bağlanarak çevresel işlemlerin kolayca yapılabilmesi için döner tablolardan faydalanılır. Divizörler gibi mekanik ve elektronik olanları bulunur.

Bağlama İş Kalıpları

Farklı şekillerde iş parçalarının diğer bağlama aygıtları ile çok daha kolay ve hızlı bağlanabilmeleri için iş parçasına özel olarak oluşturulmuş iş kalıplarından faydalanılır.



6.2.18 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Takımlar

CNC freze tezgâhlarında kesici takım olarak genellikle takma uçlu tarama kafaları, parmak frezeler, matkaplar, u-drill vb. kullanılır (Görsel 6.27). Bu kesici takımların hepsi, takım tutucu adını adı verilen aparatların üzerine takılarak kullanılır.



Görsel 6.28: CNC freze tezgâhlarında kullanılan çeşitli kesici takımlar

6.2.19 CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Takım Tutucular

CNC freze tezgâhlarında kullanılan takım tutucuların shaft adını adı verilen gövde kısımları SK30, SK40, SK50, BT30, BT40, BT50, HKS63A ve HSK 100A gibi standart koniklik oranlarında yapılır. Kullanılacak olan takım tutucunun koniklik oranının tezgâhın iş mili koniğine uygun olması gerekir. CNC freze tezgâhlarında kullanılan takım tutucular dört çeşittir:

- Veldon takım tutucular
- Hidrolik takım tutucular
- Isıtcılı takım tutucular
- Kılavuz takım tutucular

CNC freze tezgâhlarında genellikle veldon tipi takım tutucular kullanılır (Görsel 6.28). Bu tip takım tutucularda takma uçlu frezeler bir cıvata yardımı ile kolayca takım tutucu üzerine bağlanabilir. Her çapa göre özel olarak üretilmiş veldon takım tutucular bulunur. Kullanılacak kesici takım çapına uygun olarak takım tutucu kullanılması gerekir.

Hidrolik takım tutucularda kesici takımlar istenen sıkma basıncında kolayca takılıp sökülebilir. Yüksek sıkma kuvvetinden dolayı hassas işleme ve yüksek kesme hızlarında tercih edilir.

Çok daha yüksek sıkma kuvveti gerektiren uygulamalarda ısıtcılı takım tutucular kullanılır. Bu takım tutucularda kesici takımın takılabilmesi için ısıtılır ve takım tutucunun genleşmesi sağlanır ve böylece kesici takım, takım tutucuya bağlanır.

Kılavuz takım tutucular, rijit kılavuz çekme özelliği olan CNC freze tezgâhlarında kılavuz ile vida açma işlemlerinde tercih edilir.

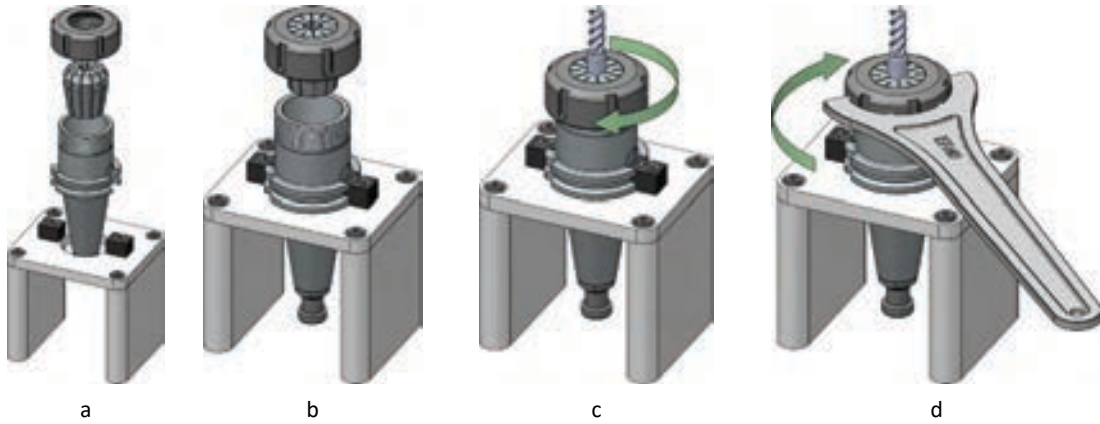


Görsel 6.29: CNC freze tezgâhlarında kullanılan takım tutucular

6.2.20 CNC Freze Tezgâhlarında Kesici Takımların Bağlanması

CNC freze tezgâhlarında kesiciler, takım tutuculara bir aparat üzerinde bağlanır. Takma uçlu frezelerin ortasında bulunan delik ile veldon tipi takım tutuculara bir cıvata yardımı ile kolayca sabitlenir. Matkap ve parmak freze gibi takımların takım tutucuya bağlanması için pens tertibatından faydalanılır. **Pensler**, iç yüzeyleri taşlanmış hassas sıkma aparatlarıdır. Gövdesindeki koniklik ve yarıklar sayesinde tüm yüzeyden güçlü bir sıkma gerçekleştirir.

Takım tutucu, pens ve pens kovani düzgünce temizlenir (Görsel 6.29-a). Takım çapına uygun olan pens, pens kovani ile takım tutucuya elle ağızlatılır (Görsel 6.29-b). Kesici takım uygun uzunlukta pens içerisine takılıp, elle sıkılarak boşluğu alınır (Görsel 6.29-c). Uygun bir anahtar yardımı ile pens somunu düzgün ve kontrollü bir şekilde sıkılır (Görsel 6.29-d).



Görsel 6.30: Pens kullanarak parmak frezenin takım tutucuya bağlanması

Takım tutucu üzerine bağlanan kesici takımlar, iş mili üzerine manuel olarak takılır. CNC freze tezgâhlarında yeni takılan kesici takımlar mutlaka tezgâh kontrol paneli üzerinde tanıtılmalıdır.



KONTROL LİSTESİ

Aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için “Evet”, kazanamadığınız beceriler için “Hayır” kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Gözlenecek Davranışlar / Ölçütler	EVET	HAYIR
CNC freze tezgâhını açıp hazır hâle getirebilir.		
CNC freze tezgâhında güvenli çalışma kurallarını söyleyebilir.		
CNC freze tezgâhı kontrol paneli üzerinde yer alan buton ve elemanların ne işe yaradığını söyleyebilir.		
CNC freze tezgâhında mengeneği tablaya paralel bir şekilde bağlayabilir.		
CNC freze tezgâhında kullanılan iş parçası bağlama yöntem ve araçlarını doğru kullanabilir.		
CNC freze tezgâhında iş parçasını mengeneğe güvenli bir şekilde bağlayabilir.		
CNC freze tezgâhında iş miline uygun devir sayısı vererek istenen yönde çalıştırabilir.		
CNC freze tezgâhında kullanılan kesici takım ve takım tutucu türlerini söyleyebilir.		
CNC freze tezgâhında istenen takımı magazine ve iş miline takabilir.		
CNC freze tezgâhında takım listesine yeni bir takım ekleyebilir.		
CNC freze tezgâhında aktif referans noktasını istenen bir tanesiyle değiştirebilir.		
CNC freze tezgâhında ölçü birimini değiştirebilir.		
CNC freze tezgâhında yeni eklenmiş olan kesici takımın boy telafisini ayarlayabilir.		
CNC freze tezgâhında referans noktası ayarlanmış kesici takımın pozisyon kontrolünü emniyetli şekilde yapabilir.		
CNC freze tezgâhında istenen takımı takım listesinde seçerek iş miline getirebilir.		
CNC freze tezgâhında iş parçası üzerinden manuel olarak talaş kaldırabilir.		
Haricî bir bilgisayarda hazırlanmış bir CNC programını disket / USB bellek / CF-Card gibi depolama aygıtları ile CNC kontrol ünitesi hafızasına yükleyebilir.		
Tezgâh kontrol ünitesi hafızasında yer alan bir programı açarak simülasyon ile kontrol edebilir.		
Simülasyon ile kontrol edilmiş bir programı çalıştırabilir.		
Haricî bir bilgisayardan veri aktarma metodu ile bir program aktararak çalıştırabilir.		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmediğiniz veya eksik olduğunu düşündüğünüz konularda öğretmeninizden yardım alınız.



CNC FREZEDE PROGRAMLAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC freze tezgâhlarında bulunan referans noktaları ve eksenler
- CNC freze tezgâhlarında kullanılan koordinat sistemleri
- CNC freze tezgâhlarında programlama yapısı
- CNC freze tezgâhlarında kullanılan standart komutlar
- CNC freze tezgâhlarında mutlak ve artışı programlama
- CNC freze tezgâhlarında çevresel frezeleme
- CNC freze tezgâhlarında yüzey frezeleme
- CNC freze tezgâhlarında eğrisel frezeleme
- CNC freze tezgâhlarında kanal frezeleme

7.
ÖĞRENME BİRİMİ



7. CNC FREZEDE PROGRAMLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

CNC freze tezgâhlarında yapılabilen farklı iş parçalarını ve bunların programlarının nasıl hazırlandığını araştırınız. Bulgularınızı sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

7.1. CNC Freze Tezgâhlarında Referans Noktaları

CNC programlarının hazırlanması için iş parçası üzerinde bir nokta, referans olarak belirlenir ve yapılacak işlemlerde bu nokta baz alınır. İş parçası üzerinde belirlenen bu noktaya **iş parçası referans noktası (WCS-Workpiece Coordinate System)** adı verilir. Tezgâh üzerinde istediğimiz noktayı referans olarak belirleyebiliriz ancak CNC freze tezgâhlarında genellikle iş parçasının üst orta noktası veya iş parçasının bir köşe noktası referans noktası olarak belirlenir. CNC tezgâhlarında standart olarak altı iş parçası, sıfır noktası (G54, G55, G56, G57, G58 ve G59) kullanılabilir. CNC takım tezgâhlarında üreticinin belirlediği **makine referans noktası (MCS-Machine Coordinate System)** adı verilen sabit bir orijin bulunur. Makine sıfır noktası da denilen bu nokta operatör tarafından değiştirilemez, bu nedenle programlama aşamasında pek kullanılmaz. CNC freze tezgâhlarında genellikle emniyetli mesafe olarak tezgâh referans konumu (R) kullanılır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1: Dik CNC freze tezgâhında referans noktaları ve eksenler

7.2. CNC Freze Tezgâhlarında Eksenler

CNC freze tezgâhlarında üç temel eksen bulunur: **X, Y, Z** (Şekil 7.1). Bu eksenlerin konumu, tezgâhın türünün dikey veya yatay işleme merkezi olmalarına göre farklılık gösterir. Dikey işleme merkezlerinde karşıdan bakıldığında tezgâh tablasının yana doğru hareketi X, tezgâh gövdesine doğru olan hareketi Y ve iş milinin yukarı aşağı hareketi Z eksen olarak isimlendirilir. Eksenlerin yönleri ise X eksen sağa doğru + (artı), Y

ekseni gövdeye doğru + (artı), Z eksenini yukarı doğru + (artı) şeklindedir. Yatay işleme merkezlerinde ise iş mili yatay konumda olduğu için Z eksenini ile Y eksenini yer değiştirmiş olarak düşünülebilir. Tüm takım tezgâhlarında iş mili eksenini ile Z eksenini aynı konumdadır.

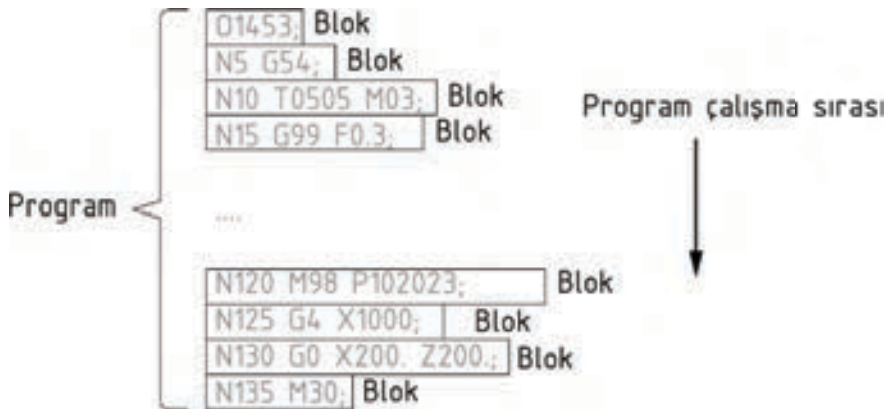
CNC freze tezgâhlarında genellikle aynı anda üç eksen birlikte hareket etmez. Bu nedenle buna 2 ½ eksen de denilebilir ancak bazı işlemlerde üç eksen birlikte hareket eder. Örneğin vida takımı ile delik içerisine vida açılma işleminde helisel hareket ile üç ekseninde aynı anda hareket gereklidir.

Bu eksenlere ilave olarak bazı CNC freze tezgâhlarında A, B ve C eksenleri de bulunmaktadır. Temel eksenlerin etrafında dönüş hareketi ile sağlanan diğer eksenler sırasıyla **A** (X eksenini etrafında), **B** (Y eksenini etrafında), **C** (Z eksenini etrafında) olarak adlandırılır. Herhangi bir tezgâhta eksen sayısı arttıkça daha kompleks iş parçalarının üretilmesi mümkün olur.

7.3. CNC Freze Tezgâhlarında Programlama Yapısı

CNC programları işlem basamakları düşünülerek hazırlanır. Bu nedenle CNC programları üç kısma ayrılabilir: hazırlık, operasyon ve bitiş. Hazırlık bölümünde program ismi, referans numarası, devir miktarı, ilerleme türü, soğutma sıvısı, takım çağırma gibi işlemler bulunur. Operasyon bölümünde frezeleme, delme, kanal açma gibi işlemler gerçekleştirilir. Bitiş bölümünde ise fener mili durdurularak soğutma sıvısı kapatılır ve taret, emniyetli bir noktaya gönderilir.

CNC programları bloklardan oluşur (Şekil 7.2). Bloklar ise sözcüklerden oluşur. Sözcükleri oluşturan harflere **adres**, yanındaki rakamlara **sayısal değer** denir. Yan yana gelen sözcüklerden oluşan bu yapıya ise **blok** denir. Bloklar ";" işareti ile sonlandırılır. Bu işaret, tezgâh kontrol ünitesine program satırının bittiğini ve satırın çalıştırılmasına geçileceğini belirtir. Blok sonunda ";" yazılmaz ise tezgâh kontrol ünitesi, program bloğunun alt satırlarda da devam ettiğini yorumlamasına sebep olacağı için ünite hatalı çalışacaktır. Kontrol paneli; kullanmadığı bir harf, sembol veya kelime ile karşılaştığında ve yazım formatına uyulmadığında hata mesajı vererek programı çalıştırmaz.



Şekil 7.2: CNC freze program yapısı

Bloklar içerisinde işlevi olmayan adresler yazılmamalıdır. Örneğin bir komut satırında hareket sadece X ekseninde ise diğer eksen ile ilgili değerlerin yazılmasına gerek yoktur. Değerleri değişmeyen devir sayısı ve ilerleme değeri gibi fonksiyonların da her satırda tekrarlanmasına gerek yoktur. Bir komut satırında ilerleme değeri olarak F350 yazıldı ise farklı bir F değeri yazılana kadar bu değer geçerli olacaktır.



7.4. CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Komutlar

Tablo 7.1 ve 7.2'de birçok kontrol panelinde, standart olarak kullanılan komut ve yöntemler listelenmiştir ancak bazı kontrol panellerinde komut ve parametreler farklılık gösterebilir. Bu nedenle herhangi bir tezgâhta program hazırlanmadan ve çalıştırmadan önce o tezgâha ait dokümanlar mutlaka incelenmelidir. *Mavi renkli satırlarda bulunan komutlar tezgâh açıldığında varsayılan aktif olan komutlardır.*

Tablo 7.1: CNC Freze Tezgâhlarında Genel Olarak Kullanılan G Kodları

Komut	Açıklama	Grup
G00	Kesici takımın hızlı doğrusal hareketi	1
G01	Kesici takımın ilerleme hızında doğrusal hareketi	
G02	Kesici takımın ilerleme hızında saat ibresi yönünde (CW) dairesel hareketi	
G03	Kesici takımın ilerleme hızında saat ibresinin tersi yönünde (CCW) dairesel hareketi	
G04	İlerleme hareketlerinin durarak beklemesi	0
G15	Kartezyen koordinat sistemine geçiş	17
G16	Polar koordinat sistemine geçiş	
G17	X-Y düzlemi seçimi	2
G18	X-Z düzlemi seçimi	
G19	Y-Z düzlemi seçimi	
G20	İnç ölçü sistemi kullanımı	6
G21	Metrik ölçü sistemi kullanımı	
G27	Referans noktasına dönüş	0
G28	Referans noktasına otomatik dönüş	
G29	Referans noktasına otomatik dönüş	
G30	İkinci referans noktasına dönüş	
G40	Takım telafisi iptali	7
G41	Soldan takım ucu yarıçap telafisi	
G42	Sağdan takım ucu yarıçap telafisi	
G43	Takım boy düzeltmesi (Pozitif yönde)	8
G44	Takım boy düzeltmesi (Negatif yönde)	
G49	Takım boy düzeltmesi iptali	11
G50	Ölçeklendirme iptali	
G51	Ölçeklendirme	
G53	Makine koordinat sistemi seçimi	0
G54	İş parçası 1. referans noktası seçimi	14
G55	İş parçası 2. referans noktası seçimi	
G56	İş parçası 3. referans noktası seçimi	
G57	İş parçası 4. referans noktası seçimi	
G58	İş parçası 5. referans noktası seçimi	
G59	İş parçası 6. referans noktası seçimi	
G90	Mutlak konum seçimi	3
G91	Artışlı konum seçimi	0
G92	İş parçası koordinat sistemini kaydırma	
G94	Sabit ilerleme hızı (mm / dk.)	5
G95	Devir başına ilerleme miktarı (devir / dk.)	
G96	İş mili sabit kesme hızı (m / dk.)	13
G97	İş mili sabit devir sayısı (devir / dk.)	
G98	Hazır çevrimde başlangıç konumuna geri dönüş	10
G99	Hazır çevrimde R noktasına geri dönüş	

Tablo 7.2: CNC Freze Tezgâhlarında Genel Olarak Kullanılan M Kodları

Komut	Açıklama	Komut	Açıklama
M00	Program durdurma	M07	Yüksek basınçlı soğutma suyunu aç
M01	İsteğe bağlı program durdurma	M08	Soğutma suyunu aç
M02	Program sonu	M09	Soğutma suyunu kapat
M03	Tezgâh iş milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) çalıştırma	M19	Aynayı kilitle
M04	Tezgâh iş milini saat ibresinin tersi yönünün de (CCW) çalıştırma	M30	Program sonu ve program başına dönüş
M05	Tezgâh iş milini durdurma	M98	Alt program çağırma
M06	Takım değiştirme	M99	Alt program sonu

7.4.1 Komut Tipleri (Modal Olan ve Olmayan Komutlar)

CNC programlarında kullanılan komutlar yapı itibarıyla ikiye ayrılır: modal olan ve olmayan. Aynı gruptan başka bir G kodu belirtilinceye kadar aktif olan komutlar **modal** (modsal) komutlar olarak adlandırılır. Modal komutlar tezgâh açıldığı andan itibaren aktif durumdadır. Bazı komutlar ise sadece çağrıldığı blok içerisinde etkili olur. Bu tür komutlar ise **modal olmayan** komutlardır.

Örneğin iş parçası ölçüleri metrik sisteme göre ise G21, inç sistemine göre ise G20 komutu kullanılır. Bu iki komut aynı grupta yer aldığı için komutun biri aktif olduğunda diğeri pasiftir.

Modal komutlar tezgâh kapatılıp açıldığında dâhi tekrar aktif hâle gelir. Örneğin son çalıştırılan programda G20 komutu çalıştırıldı ise yazılacak ölçüler inç sistemine göre alınacaktır. Bu nedenle olası hataların, iş kazalarının önüne geçmek için birtakım modal komutların programın ilk satırlarında yazılması gerekir.

Bazı komutlar ise program içerisinde kullanıldığı anda aktif duruma geçer. Ardı ardına aynı tipteki hareketler verilecek ise bu harekete uygun düşen G kodu ilk komutta belirtilir. Takip eden satırlarda bu komutların tekrar yazılmasına gerek yoktur. Bunlara örnek olarak G00 boşta hızlı hareket ve G01 doğrusal kesme komutlarını verilebilir.

Modal olmayan komutlar ise sadece yazıldıkları satırda çalışır. Çalıştıktan sonra iptal olur. Örneğin G04 bekleme komutu sadece bulunduğu satırda bekleme yapar.

7.4.2 Program İsmi – O

CNC programları, program ismi yazılarak başlar. Program isimleri **O** (Operation [opereyşın] kelimesinin ilk harfi) harfi ile dört haneli rakamdan meydana gelir. Program numarası verilirken 0001-7999 ve 9001-9999 arasında bulunan rakamlar kullanılabilir. 8000-9000 arasındaki rakamlar makrolar için ayrıldığı için bu rakamların yazılmaması gerekir. Program isimlerine örnek olarak O1071; O1453; O1923; yazılabilir.

7.4.3 Satır Numaraları – N

Programlarda **N** karakteri ile başlayacak şekilde satır numaraları verilebilir. Satır numaraları genellikle hangi satırda hata olduğunu veya hangi satırın çalıştırıldığını takip edebilmek amacıyla kullanılır. Satır numaraları 1'den başlayıp artarak devam eder. Herhangi bir yere sonradan satır eklenmesi gerektiğinde verilmeyen numaralardan birinin yazılabilmesi amacıyla numaralar genellikle beşer beşer veya onar onar artırılarak verilir fakat parça işlenmesi esnasında bu sıraların bir önemi yoktur ve yazılış sırasına göre işlenir. Satır numaralarını kullanmak mecburi değildir ancak kullanılan çevrim programlarında, alt programlamada veya satır atlatılması gereken durumlarda numara verilmesi gereklidir.



7.4.4 Devir Sayısı, Kesme Hızı – S

Kesici takımın bir dakikada metre cinsinden aldığı talaş miktarına **kesme hızı** adı verilir. Talaşlı imalatla kullanılan her kesici takımın belirli bir kesme kapasitesi yani ideal kesme hızı değeri vardır. Kesme hızı değerleri kesici takımın malzemesine, geometrisine, kullanılan iş parçası malzemesine, tezgâh kapasitesine, soğutma sıvısı kullanımı gibi çeşitli etkenlere bağlıdır. **İdeal kesme** hızı değerlerine üretici firmanın kataloglarından ulaşılabilir.

Kesme hızı değeri olması gerekenden düşük tutulduğunda kesici takım ömrü uzun olur ancak işlem süresi artar ve talaş yığılmalarına neden olur. Bu da yüzey kalitesinin kötü çıkmasına neden olacaktır. Kesme hızı olması gerektiğinden fazla tercih edildiğinde ise kesici takım çok daha kısa sürede körelecek ve düzgün kesme yapmayacaktır. Kesme hızı fazla seçildiğinde iş parçası üzerinde oluşan ısıdan dolayı malzemenin cinsine bağlı olarak sertleşme ve bozulma meydana gelebilir. Bu nedenle, program yapılırken kullanılacak kesici takıma ait kataloğlardan ideal kesme hızı değerleri mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Devir miktarı hesaplanırken;

$$V = \frac{\pi \times D \times N}{1000} \quad \text{veya;} \quad N = \frac{V \times 1000}{\pi \times D}$$

V: Kesme hızı (m / dk)
D: Kesici takım çapı (mm)
N: Devir miktarı

formülünden faydalanılır.

ÖRNEK-7.1: Bir iş parçası üzerinde Ø12 parmak freze ile 80 m / dk. kesme hızında çevresel frezeleme yapılacaktır. Tezgâhta verilmesi gereken devir miktarını hesaplayınız.

$$V = 80 \text{ m / dk} \quad N = \frac{V \times 1000}{\pi \times D} \quad N = \frac{80 \times 1000}{3.14 \times 12} \quad N = 2123 \text{ dev / dk}$$

D = 12 mm

İş milinin devir miktarı **S** karakteri kullanılarak belirtilir. Devir miktarı, sabit kesme hızı metre / dakika (m / min) veya sabit devir sayısı devir / dakika (rpm, rev / min) türünden verilir.

G96 komutundan sonra kullanılan **S** değeri sabit kesme hızını ifade eder. **G97** komutundan sonra kullanılan **S** değeri sabit devir sayısını ifade eder. Örneğin “G97 S2000;” ile iş mili dakikada 2000 devirde dönecektir. Frezeleme işlemlerinde takım çapı, işleme esnasında değişmeyeceğinden sabit devir sayısı tercih edilir.

İş milinin saat ibresi yönünde dönmesi için **M3**, saat ibresinin tersi yönde dönmesi için **M4** komutu kullanılır. İş milini durdurmak için ise **M5** komutu kullanılır.

Programda belirtilen devir miktarı çalışma esnasında kontrol paneli üzerinde bulunan *Spindle Rate* potansiyometresi ile %50-%120 arasında bir oranda değiştirilebilir.

7.4.5 İlerleme Hızı – F

Kesici takımın, dakikada veya bir turda almış olduğu yola **ilerleme hızı** denir. Kesici takımın ilerleme hızı **F** kodu ile programa bildirilir. CNC freze programlarında ilerleme değeri mm / dakika olarak tanımlanacak ise **F** değerinden önce **G94**, mm / devir olarak tanımlanmak için ise **G95** komutu kullanılır. Örneğin “G94 F350;” yazıldığında kesici takım 1 dakika içerisinde 350 mm yol alacak şekilde ilerler. “G95 F0.3;” yazıldığında ise iş milinin 1 turunda kesici takım 0.3 mm yol alacak şekilde ilerler. Programda belirtilen ilerleme hızı değerleri çalışma esnasında kontrol paneli üzerinde bulunan **Feed Rate potansiyometresi** ile %0-%120 arasında bir oranda değiştirilebilir.

Genellikle CNC freze tezgâhlarında **G94** (mm / dk.) aktif modal kod olarak belirlenmiştir ve genellikle de **G94** (mm / dk.) tercih edilir. **G95** komutu (mm / devir) kullanıldığında, iş mili devir sayısı potansiyometreden düşürüldüğünde ilerleme hızı da otomatik olarak düşecektir ancak **G94** kullanıldığında ilerleme hızı iş mili devir miktarından bağımsız olarak kontrol edilebilir.

İlerleme hızı değeri belirlenirken bazı faktörleri göz önüne almak gerekir. İlerleme hızına etki eden faktörler şunlardır:

- Kesici takımın malzemesi ve geometrisi
- İş parçasının malzemesi
- Talaş derinliği
- Tezgâhın kapasitesi
- İstenen yüzey kalitesi
- Soğutma sıvısının kullanılıp kullanılmaması

7.4.6 Takım Çağırma – T

CNC programlarında takım çağırma için **T** karakteri kullanılır. T'nin yanına yazılacak iki veya dört rakam ile kesici takım çağrılabilir. T'nin yanına yazılan ilk iki rakam, kesicinin magazin üzerindeki istasyon numarasını; son iki rakam ise kesici ile ilgili ofset numarasını belirtir. T01 yazılarak 1 numaralı takım T02 yazarak 2 numaralı takım çağrılabilir. T0303 yazılarak 3 numaralı takım 3 numaralı ofset bilgileri kullanılarak çağrılır. T1205 yazılarak 12 numaralı takım 5 numaralı ofset bilgileri ile çağrılır. CNC freze tezgâhında T komutunun arkasından M6 komutu kullanılmalıdır. T ile takım magazine getirilir ve **M6** ile takım değiştirilir.

7.4.7 Referans Noktaları – G54, G55, G56, G57, G58, G59

CNC programlarında iş parçalarının üretilmesi aşamalarında kesici takımın hangi noktaya gideceği koordinat sistemiyle düzenlenmiştir. Programlama esnasında iş parçası üzerinde bir noktanın referans noktası olarak seçilmesi gerekir. Genellikle CNC freze tezgâhlarında referans noktası olarak iş parçasının üst köşe noktalarından birisi veya üst orta noktası kullanılır. Referans noktası belirlenirken iş parçasının durumu göz önüne alınır. CNC programlamada referans noktaları **G54, G55, G56, G57, G58, G59** komutları ile tanımlanır. Kesici takımın hareketleri bu noktaya göre ölçülendirilir.

7.4.8 Mutlak ve Artışlı Programlama – G90, G91

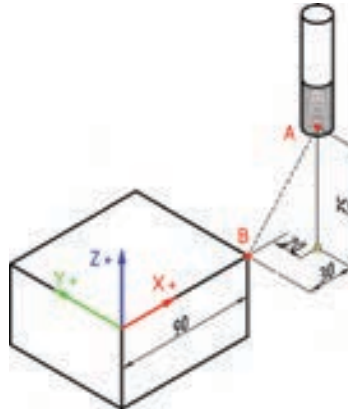
Sabit bir referans noktası kullanılarak koordinat değerlerinin verilmesine **mutlak programlama** yöntemi denir. **Artışlı programlama** yönteminde ise referans noktası kesici takımın son bulunduğu nokta kabul edilir. Artışlı koordinatlar yazılırken değerler kesici takımın o anda bulunduğu nokta göz önüne alınarak hesaplanır.

CNC freze tezgâhlarında mutlak konum için **G90**, artışlı konum için ise **G91** komutu kullanılması gerekir. Programın bir kısmı mutlak, bir kısmı artışlı konum kullanılarak yapılabilir.

Örneğin Şekil 7.3'te gösterilen kesici takımın A noktasından B noktasına gelmesi istenmektedir.

Mutlak konumlandırma için: G90 X90. Y0 Z0;

Artışlı konumlandırma için: G91 X-30. Y20. Z-75. değeri yazılmalıdır.



Şekil 7.3: Mutlak ve artışlı konumlandırma

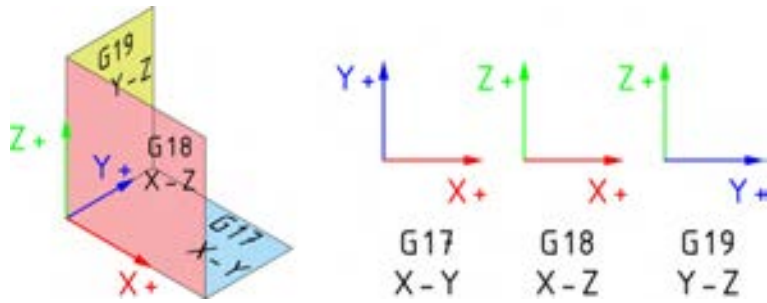


7.4.9 Kartezyen ve Polar Koordinat Sistemi – G15, G16

CNC tezgâhlarında kartezyen koordinat sistemi ile konum belirtmek için **G15** komutu kullanılır. Belirlenmiş bir noktanın çevresinde açılabilir değerler ile noktalar tanımlamak için polar (kutupsal) koordinat sistemi kullanılır. Polar koordinat sistemine geçiş yapmak için **G16** komutu kullanılır. CNC programlarının hazırlanmasında genellikle kartezyen koordinat sistemi kullanılır.

7.4.10 Çalışma Düzlemi Seçimi – G17, G18, G19

CNC tezgâhının türüne göre (dikey ve yatay işleme merkezi) çalışma düzlemi farklılık gösterir. **G17** ile XY, **G18** ile XZ ve **G19** komutu ile YZ çalışma düzlemine geçiş sağlanır (Şekil 7.4). Dik CNC freze tezgâhlarında X-Y çalışma düzlemi kullanılır ve modal olarak G17 komutu kullanılır ancak yatay frezelerde bu durum farklılık gösterir. Genellikle CNC takım tezgâhlarında iş milinin eksen Z eksen olarak belirlenir. Bir önceki programda çalışma düzlemi değiştirilmiş olabilir, bu nedenle her programın başında kullanılacak olan çalışma düzleminin yazılması güvenilir bir yol olacaktır.



Şekil 7.4: CNC programlamada kullanılan düzlemler

7.4.11 Ölçü Sistemi – G20, G21

Üretilen iş parçalarında ölçüler “metrik” sisteme göre ise **G21** komutu, “inç” sistemine göre ise **G20** komutu kullanılır. Ülkemizde bulunan CNC takım tezgâhlarında genellikle modal olarak metrik sisteme uygun olarak G21 komutu aktiftir ancak daha önceden çalışan programda G20 komutu kullanılmış olma ihtimaline karşı her programın başında G21 komutunun kullanılması gerekir.

7.4.12 Tezgâh Referans Noktasına Dönüş – G28

G28 komutu ile birlikte iş mili (Dolayısıyla kesici takım.) X, Y ve Z ekseninde + yönde gidebileceği en son noktaya giderek milin iş parçasından uzaklaşması sağlanır. G28 komutu ile referansa gitmesi istenen eksenlerin değerleri artışı olarak belirtilir. Bu nedenle G91 komutu ile birlikte yazılır.

Komutun Kullanımı:

G28 G91 X..... Y.....Z.....;

X, Y, Z: Artışlı olarak referans noktasından X, Y, Z ekseninde uzaklığı

Örnek Kullanım:

G28 G91 X0 Y0 Z0;

G28 G91 X0;

7.4.13 Soğutma Sıvısını Açma / Kapatma – M08, M09

Soğutma sıvısını program içerisinde açmak için **M08** komutu kullanılır. Soğutma sıvılarını kapatmak için ise **M09** komutu kullanılır. Soğutma sıvısı ayrıca kontrol paneli üzerindeki butonlar ile manuel olarak açılıp kapatılabilir.

7.4.14 Program Durdurma ve Program Sonlandırma – M00, M01, M02, M30

Programın çalışmasını durdurmak için M0, M1, M2 ve M30 komutları kullanılır. Bu komutların yaptığı işler birbirinden farklı olduğu için istenen işleme uygun olanı kullanılmalıdır.

M0, geçici mutlak durdurma komutudur. Tezgâhta bu komut çalıştırıldığında tezgâh durur. Bu komut genellikle el ile takım değişimi, ölçü kontrolü, kesici takımlarını kontrol etme gibi işler için tercih edilir. Tezgâhı tekrar çalıştırmak için **CYCLE START** düğmesine basılır ve program kaldığı yerden devam eder.

M1, geçici isteğe bağlı durdurma komutudur. M0 komutu gibi çalışır fakat tezgâh üzerinde bulunan **Optional Stop (OSP veya M1)** butonu aktif ise komut işletilir ve program durur, değil ise bu komut işletilmeden devam eder.

M2, bu komut ile tezgâhın tüm fonksiyonları durdurulur ve program bitirilir. Tekrar başlatmak için imleci ilk satıra almak gerekir.

M30, tezgâhın tüm fonksiyonları durur, program sonlanarak imleç ilk satıra otomatik olarak gelir.

7.4.15 Takım Boy Telifisi – G43

CNC frezelerde kesici takımlar bağlanırken birbirlerine göre uzun veya kısa olabilir (Görsel 7.1). G43 komutu ile birlikte kesici takımın boy farkı bilgisi programda belirtilerek telafi edilir. Kesici takımların boylarındaki farklar takımların sıfırlanması esnasında tezgâh hafızasına alınarak, "Tool List" ekranından görüntülenebilir. İlgili takım programda ilk defa kullanıldığında bu komutun bir defa kullanılması yeterli olacaktır.

Komutun Kullanımı:

G43 H.....;

H: Kesici takımın ofset sayfasındaki numarası

Örnek Kullanım:

G43 H1; / / 1 No'lu takımın ofset sayfasındaki uzunluğu

G43 H5; / / 5 No'lu takımın ofset sayfasındaki uzunluğu



Görsel 7.1: Kesici takımların boylarındaki farklar

7.4.16 Kesici Takımın Hızlı Doğrusal Hareketi – G0 (G00)

G0 komutu, kesici takımın istenen noktaya hızlıca doğrusal olarak gitmesini sağlar (Şekil 7.5). Kesici takım belirtilen noktaya giderken tezgâhın en yüksek ilerleme hızında gider. İlerleme hızı program çalışması esnasında **Feed Rate potansiyometresi** ile yavaşlatılabilir.

Komutun Kullanımı:

G0 X..... Y..... Z.....;

X: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri

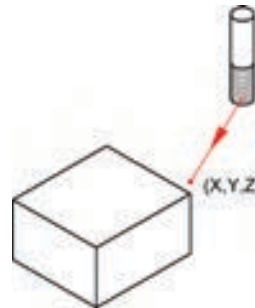
Y: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Y değeri

Z: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri

Örnek Kullanım:

G0 Z-2.1;

G0 X54.01 Y-9.;



Şekil 7.5: G00 komutunun çalışma prensibi

1 Bazı kontrol paneli modellerinde ölçüler ondalıklı (noktalı) olarak yazılmaz ise tezgâhta bu değerler mikron cinsinden algılanır. Bu durum, kontrol paneli parametrelerinden değiştirilebilir. Yazılan programların her tezgâhta uyumlu ve doğru çalışması için koordinat değerlerinin ondalıklı olarak yazılmasına dikkat edilmelidir.



7.4.17 Kesici Takımın İlerleme Hızında Doğrusal Hareketi – G1 (G01)

G1 komutu, kesici takımın istenen noktaya istenen ilerleme hızında doğrusal olarak gitmesini sağlar (Şekil 7.6).

Komutun Kullanımı:

G1 X..... Y..... Z..... F.....;

X: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri

Y: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Y değeri

Z: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Z değeri

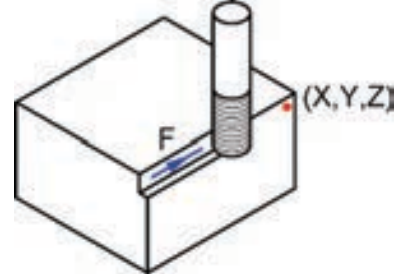
F: Kesici takımın ilerleme miktarı

Örnek Kullanım:

G1 X30.2 F0.3;

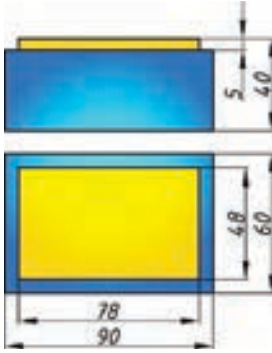
G1 X45. Y-20.;

G1 Z-80. F0.2;



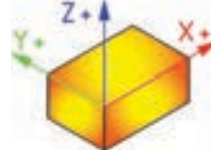
Şekil 7.6: G01 komutunun çalışma prensibi

ÖRNEK-7.2: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışıli yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



T01: Ø16 parmak freze

Her pasoda verilecek talaş derinliği: 1 mm



MUTLAK PROGRAMLAMA

O0701;

N5 G17 G40 G49 G80 G94;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T1 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G54 G0 X-10. Y-2. Z2.;

N30 G43 H1 Z5. M8;

N35 G1 Z-1. F250;

N40 X92.;

N45 Y62.;

N50 X-10.;

N55 Y-2.;

N60 Z-2.;

N65 X92.;

N70 Y62.;

N75 X-10.;

N80 Y-2.;

N85 Z-3.;

N90 X92.;

N95 Y62.;

N100 X-10.;

N105 Y-2.;

N110 Z-4.;

N115 X92.;

N120 Y62.;

N125 X-10.;

N130 Y-2.;

N135 Z-5.;

N140 X92.;

N145 Y62.;

N150 X-10.;

N155 Y-2.;

N160 G0 Z2. M9;

N165 G91 G28 Z0.;

N170 M30;

ARTIŞLI PROGRAMLAMA

O0701;

N5 G17 G40 G49 G80 G94;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T1 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G54 G0 X-10. Y-2. Z2.;

N30 G43 H1 Z5. M8;

N35 G91 G1 Z-3. F250;

N40 X102.;

N45 Y64.;

N50 X-102.;

N55 Y-64.;

N60 Z-1.;

N65 X102.;

N70 Y64.;

N75 X-102.;

N80 Y-64.;

N85 Z-1.;

N90 X102.;

N95 Y-64.;

N100 X-102.;

N105 Y-64.;

N110 Z-1.;

N115 X102.;

N120 Y64.;

N125 X-102.;

N130 Y-64.;

N135 Z-1.;

N140 X102.;

N145 Y64.;

N150 X-102.;

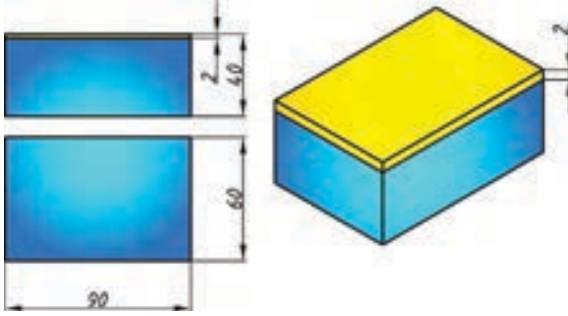
N155 Y-64.;

N160 G0 Z7. M9;

N165 G91 G28 Z0.;

N170 M30;

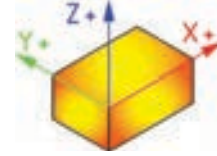
ÖRNEK-7.3: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışlı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



T01: Ø40 parmak freze

Her pasoda verilecek talaş derinliği: 0.5 mm

Yanal kayma miktarı: %50



MUTLAK PROGRAMLAMA

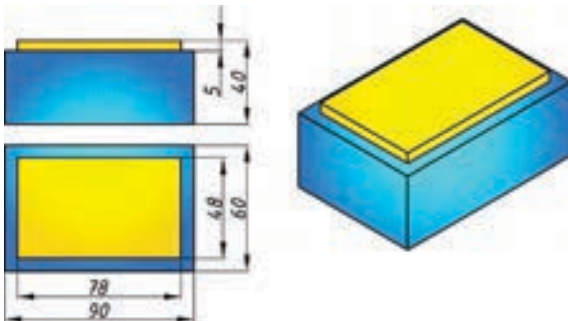
O0702;
 N5 G17 G40 G49 G80;
 N10 G91 G28 Z0;
 N15 T1 M6;
 N20 S2000 M3;
 N25 G90 G54 G0 X0 Y-22. Z2.;;
 N30 G43 H1 Z5. M8;
 N35 G1 Z-0.5 F250;
 N40 Y82.;;
 N45 X20.;;
 N50 Y-22.;;
 N55 X40.;;
 N60 Y82.;;
 N65 X60.;;
 N70 Y-22.;;
 N75 X80.;;
 N80 Y82.;;
 N85 Z-1.;;
 N90 Y-22.;;
 N95 X60.;;
 N100 Y82.;;
 N105 X40.;;
 N110 Y-22.;;
 N115 X20.;;
 N120 Y82.;;
 N125 X0.;;
 N130 Y-22.;;
 N135 Z-1.5.;;
 N140 Y82.;;
 N145 X20.;;
 N150 Y-22.;;
 N155 X40.;;
 N160 Y82.;;
 N165 X60.;;
 N170 Y-22.;;
 N175 X80.;;
 N180 Y82.;;
 N190 Z-2.;;
 N195 Y-22.;;
 N200 X60.;;
 N205 Y82.;;
 N210 X40.;;
 N215 Y-22.;;
 N220 X20.;;
 N225 Y82.;;
 N230 X0.;;
 N235 Y-22.;;
 N240 G0 Z2. M9;
 N245 G91 G28 Z0.;;
 N250 M30;

ARTIŞLI PROGRAMLAMA

O0702;
 N5 G17 G40 G49 G80;
 N10 G91 G28 Z0;
 N15 T1 M6;
 N20 S2000 M3;
 N25 G90 G54 G0 X0 Y-22. Z2.;;
 N30 G43 H1 Z5. M8;
 N35 G91 G1 Z-2.5 F250;
 N40 Y104.;;
 N45 X20.;;
 N50 Y-104.;;
 N55 X20.;;
 N60 Y104.;;
 N65 X20.;;
 N70 Y-104.;;
 N75 X20.;;
 N80 Y104.;;
 N85 Z-0.5.;;
 N90 Y-104.;;
 N95 X-20.;;
 N100 Y104.;;
 N105 X-20.;;
 N110 Y-104.;;
 N115 X-20.;;
 N120 Y104.;;
 N125 X-20.;;
 N130 Y-104.;;
 N135 Z-0.5.;;
 N140 Y104.;;
 N145 X20.;;
 N150 Y-104.;;
 N155 X20.;;
 N160 Y104.;;
 N165 X20.;;
 N170 Y-104.;;
 N175 X20.;;
 N180 Y104.;;
 N190 Z-0.5.;;
 N195 Y-104.;;
 N200 X-20.;;
 N205 Y104.;;
 N210 X-20.;;
 N215 Y-104.;;
 N220 X-20.;;
 N225 Y104.;;
 N230 X-20.;;
 N235 Y-104.;;
 N240 G0 Z4. M9;
 N245 G91 G28 Z0.;;
 N250 M30;

SIRA SİZDE [7-1]

Aşağıda kaba ölçüleri verilen iş parçası üst yüzeyinden 1 mm yüzey frezeleme yaptıktan sonra resimdeki ölçülerde çevresel frezeleme yapılacaktır. Gerekli CNC programını mutlak ve artışlı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.

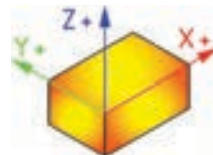


Malzeme: C1040

Ham Ölçüler: 90x60x41

T01: Ø63 tarama freze

T02: Ø16 parmak freze





7.4.18 Kesici Takımın İlerleme Hızında Dairesel Hareketi – G2, G3 (G02, G03)

Kesici takımın iş parçası üzerinde dairesel hareket yaparak çeşitli profilleri işlemesi gerekebilir. Bu işlem için kesici takımın hareket yönü saat ibresi yönünde olacak ise (CW-Clock Wise) **G2** komutu, saat ibresinin tersi yönünde olacak ise **G3** (CCW-Counter Clock Wise) komutu kullanılır (Şekil 7.7). Bu komutlar ile ilerleme hızında dairesel hareket sağlanır.

Komutun Kullanımı (1):

G2 X..... Y..... R..... F.....; veya G3 X..... Y..... R..... F.....;

X: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri (Yayın bittiği noktanın X değeri)

Y: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Y değeri (Yayın bittiği noktanın Y değeri)

R: Yayın yarıçap değeri

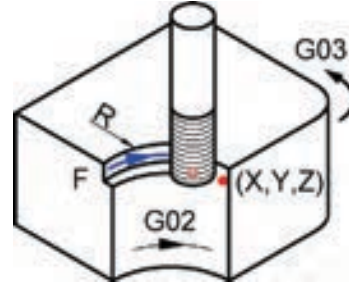
F: Kesici takımın ilerleme miktarı

Örnek Kullanım:

G2 X30. Z40. R5. F0.3;

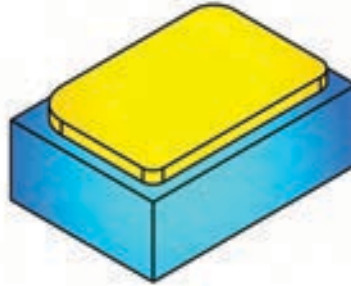
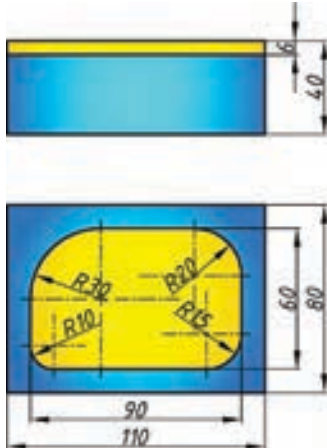
G3 X45. Z-20. R8.;

G2 X70. Z-80. R10. F0.2;



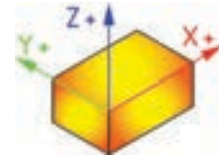
Şekil 7.7: G02 ve G03 komutunun 1. kullanım şekli

ÖRNEK-7.13: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



T01: Ø16 parmak freze

Her pasoda verilecek talaş derinliği: 3 mm



MUTLAK PROGRAMLAMA

O0704;

N5 G17 G40 G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T1 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G94 G54 G0 X-15. Y0. Z2.;

N30 G43 H1 Z5. M8;

N35 G1 Z-3. F250;

N40 X20. Y10.;

N45 X85.;

N50 G3 X110. Y25. R15.;

N55 G1 Y50.;

N60 G3 X80. Y70. R20.;

N65 G1 X40.;

N70 G3 X10. Y40. R30.;

N75 G1 Y20.;

N80 G3 X20. Y10. R10.;

N85 G0 Z2. M9;

N90 G91 G28 Z0.;

N95 M30;

ARTIŞLI PROGRAMLAMA**O0704;**

N5 G17 G40 G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T1 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G94 G54 G0 X-15. Y0.;

N30 G43 H1 Z5. M8;

N35 G1 Z-6. F250;

N40 X20 Y10;

N45 G91 G1 X65.;

N50 G3 X15. Y15. R15.;

N55 G1 Y25.;

N60 G3 X-20. Y20. R20.;

N65 G1 X-40.;

N70 G3 X-30 Y-30. R30.;

N75 G1 Y-20.;

N80 G3 X10. Y-10 R10.;

N85 G90 G0 Z2. M9;

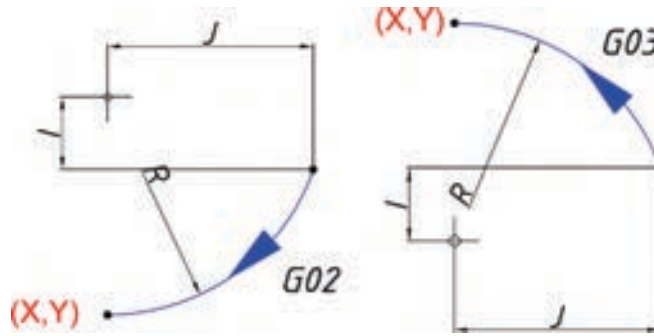
N90 G91 G28 Z0.;

N95 M30;

SIRA SİZDE [7-2]

Örnek 7.13'te resmi verilen iş parçasını referans noktası iş parçasının üst orta noktasından olacak şekilde CNC programını mutlak ve artışlı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.

G2 ve G3 komutu merkezden olan uzaklık değerini girerek de kullanılabilir (Şekil 7.8).



Şekil 7.8: G02 ve G03 komutunun 2. kullanım şekli

Komutun Kullanımı (2):

G2 X..... Y..... I..... J..... F.....; veya G3 X..... Y..... I..... J..... F.....;

X: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın X değeri (Yayın bittiği noktanın X değeri)

Y: Kesici takımın gitmesi istenen noktanın Y değeri (Yayın bittiği noktanın Y değeri)

I: Yayın başlangıç noktasının yay merkezine X ekseninde artışlı olan uzaklığı

J: Yayın başlangıç noktasının yay merkezine Y ekseninde artışlı olan uzaklığı

F: Kesici takımın ilerleme miktarı

Örnek Kullanım:

G2 X30. Z40. I-16. K-20. F0.3;

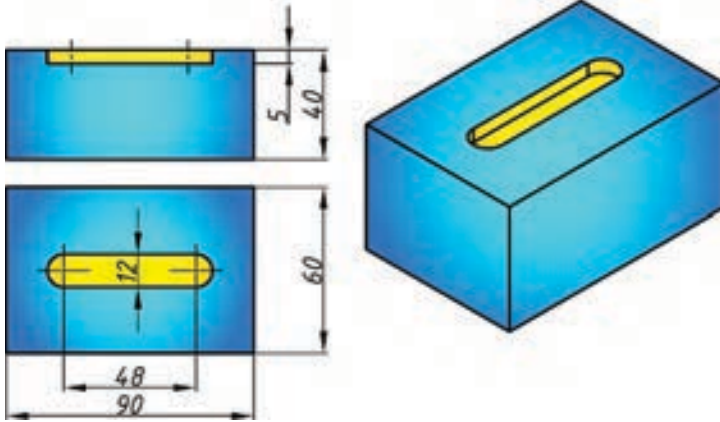
G3 X45. Z-20. I20. K-5. F0.6.;

Not: Programlamada mutlak veya artışlı kullanım fark etmeksizin I ve K değerleri artışlı olarak yazılır. I ve K değerlerinin yönleri yayın başlangıç noktası esas alınarak belirlenir. I veya K değerlerinden bir tanesi 0 (sıfır) ise değer yazılmasına gerek yoktur.



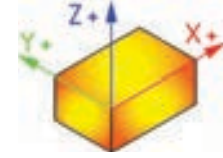
SIRA SİZDE [7-3]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçası üzerinde bulunan kanalı açmak için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



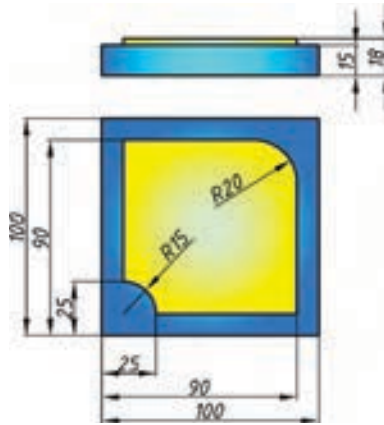
T01: Ø16 parmak freze

Her pasoda verilecek talaş derinliği: 1 mm



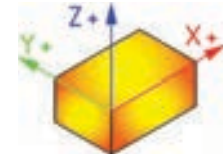
SIRA SİZDE [7-4]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçası üzerinde bulunan kanalı açmak için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.



T01: Ø16 parmak freze

Her pasoda verilecek talaş derinliği: 1 mm



7.4.19 Bekleme – G4 (G04)

G4 komutu ile programın bir sonraki satırına geçmeden önce belirtilen süre kadar bekleme işlemi yapar. Çubuk sürücülü sistemlerde iş parçasının sürülmesini beklemek için kullanılır. Kanal açma gibi işlemlerde son noktada kesici takım kısa bir süre bekletilerek çapın tam çember olarak çıkması sağlanır. Delik delme işleminde matkap delik dibinde bekletilerek delik dibinde çapak kalmaması sağlanır.

Komutun Kullanımı:

G4 X.....; veya **G4 P.....;**

X: Saniye cinsinden bekleme değeri

P: Milisaniye cinsinden bekleme değeri

Örnek Kullanım:

G4 X1.8;

G4 P2400;

ÖĞRENME BİRİMİ	7	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
----------------	---	---------------------	------------	---

UYGULAMA ADI

Profil Frezeleme

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

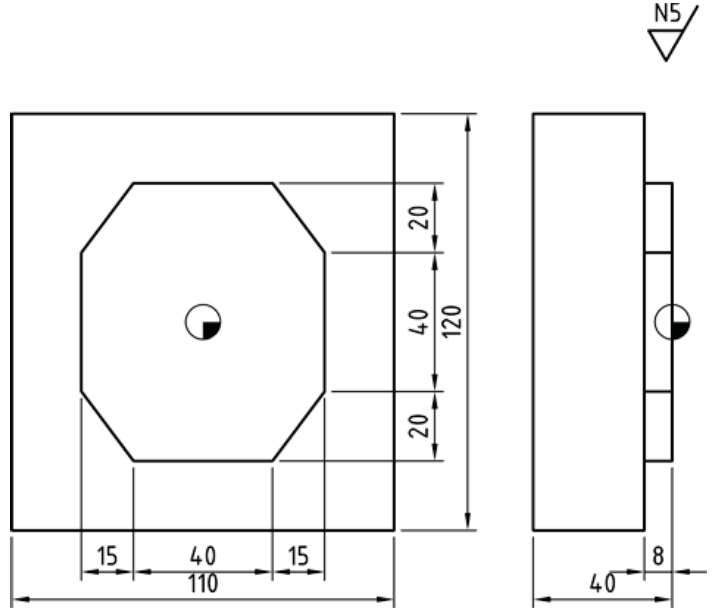
- CNC freze tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Ø63 Tarama freze

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

120x110x40 C1040

AMAÇ: CNC freze tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak

Aşağıda resmi verilen iş parçasının orta kısmında yer alan bölgeye 8 mm ada oluşturacak programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



İŞLEM BASAMAKLARI

- Kullanılacak kesici takım magazine bağlı değil ise takımı takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
- İş parçasını mengeneye uygun bir şekilde bağlayınız ve mengenenin referans ayarlarını yapınız.
- CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
- Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
- Kontrol ettiğiniz programı öğretmenin eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

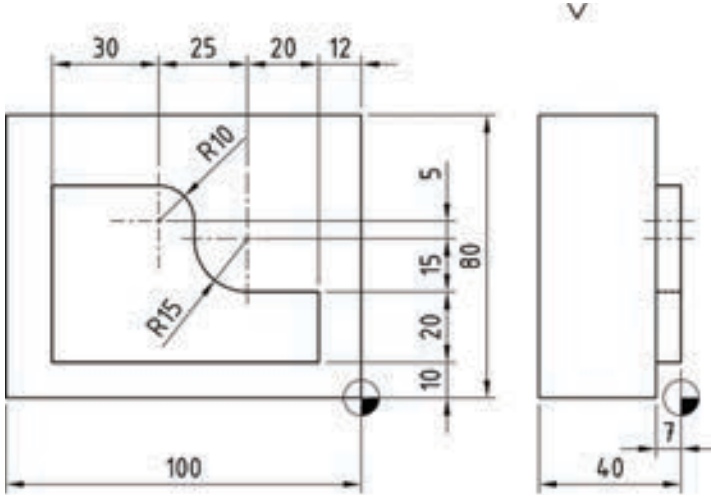
İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		

ÖĞRENME BİRİMİ	7	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	2
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Profil Frezeleme

AMAÇ: CNC freze tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak
Aşağıda resmi verilen iş parçasının orta kısmında yer alan bölgeyi 5 mm ada oluşturacak programı yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC freze tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Ø63 Tarama freze

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

120x110x40 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak kesici takım magazine bağlı değil ise takımı takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
2. İş parçasını mengeneye uygun bir şekilde bağlayınız ve mengenenin referans ayarlarını yapınız.
3. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
4. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
5. Kontrol ettiğiniz programı öğretmenin eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



CNC FREZELEME İŞLEMLERİ

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC freze programlarında kesici takım çap telafisi
- CNC freze tezgâhlarında cep boşaltma işlemleri
- Hazırlanan programların cnc freze tezgâhlarına aktarılması
- CNC freze tezgâhlarında hazırlanan programların simülasyon ile kontrolü

8.
ÖĞRENME BİRİMİ



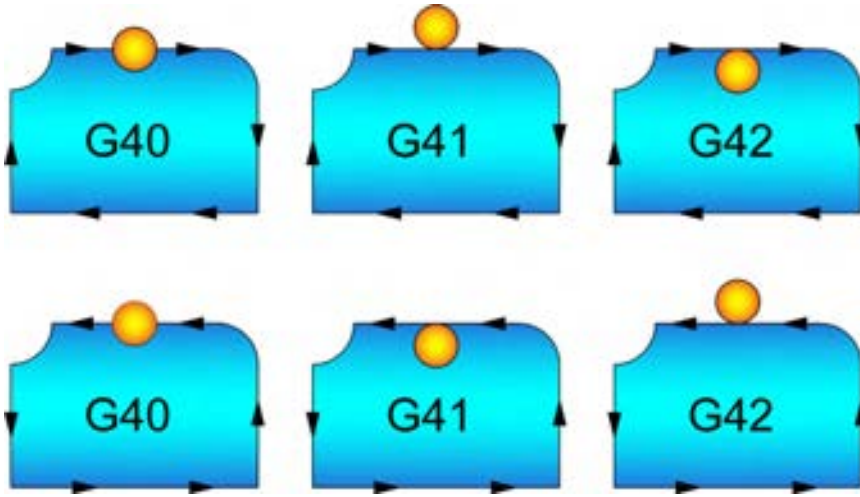
8. CNC FREZELEME İŞLEMLERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Yazılan CNC programlarının nasıl kontrol edilebileceğini araştırınız. Bulgularınızı arkadaşlarınız ve öğretmenleriniz ile bilgilerinizi paylaşınız.

8.1. Kesici Takım Yarıçap Telifisi – G40, G41, G42

CNC freze tezgâhlarında program hazırlanırken kesici takım ekseninden hareket ediyormuş gibi tanımlanır. Kesicinin tanımlandığı profilin iç veya dış tarafını işlemesi için takım yarıçapını da göz önüne alarak program yapmak gerekir. Bu şekilde program yapmak karışık olacaktır ve takım çapı değiştiğinde programdaki değerleri değiştirmek gerekecektir. Bu nedenle kesici takım yarıçap telafi komutlarından faydalanılır.



Şekil 8.1: Kesici takım ilerleme yönleri ve konumuna göre yarıçap telifileri

Kesici takım ilerleme yönüne göre iş parçasının sol tarafında konumlandığında **G41**, sağ tarafında konumlandığında ise **G42** takım yarıçap telifisi kullanılır. **G40** komutu ile, G41 ve G42 komutları ile verilen takım telifleri iptal edilir. Kesici takım telifi komutu kullanılmadığında önceki kullanılan programda belirtilen telifi komutu geçerli olacaktır. Bu nedenle takım telifisi program başında ve takım değiştirme işleminden önce mutlaka G40 komutu ile iptal edilmelidir. Her takım için çap değerleri farklı olacağından uygun olan yazılmalıdır.

Komutun Kullanımı:

G40 G91 G41 D.....; veya G40 G91 G42 D.....;

D: Kesici takımın ofset sayfasındaki numarası

Örnek Kullanım:

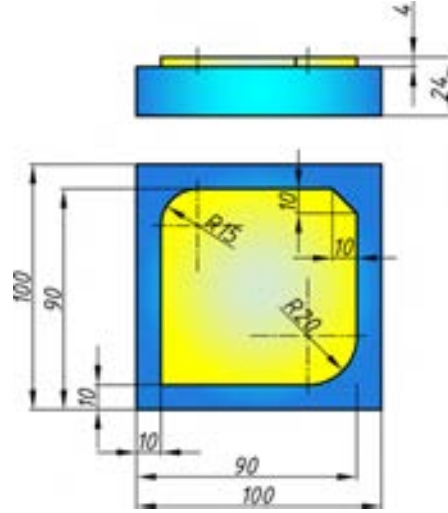
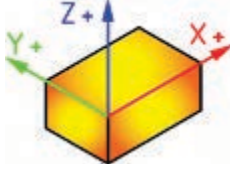
G91 G40 G41 D1;

G91 G40 G42 D5;

ÖRNEK-8.1: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız. (Boş bırakılan yerlere uygun komutları siz yazınız).

T01: Ø20 parmak freze

Her pasoda 2 mm talaş verilecektir.



MUTLAK PROGRAMLAMA

O0801;	N35 G1 Z-2. F250;	N70 G1 X10. Y-10.;	N105
N5 G17 G40 G49 G80;	N40 X70.;	N75	N110
N10 G91 G28 Z0;	N45 G3 X90. Y35. R20.;	N80	N115
N15 T1 M6 G42;	N50 G1 Y80.;	N85	N120
N20 S2000 M3 G94 F300;	N55 X80. Y90.;	N90	N130
N25 G90 G54 G0 X-15. Y10. Z2.;	N60 X25.;	N95	N140
N30 G43 H1 Z5. M8;	N65 G3 X10. Y75. R15.;	N100	N150

ARTIŞLI PROGRAMLAMA

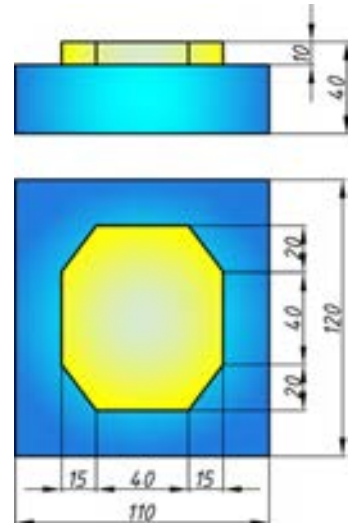
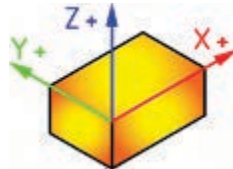
O0801;	N35	N70	N105
N5	N40	N75	N110
N10	N45	N80	N115
N15	N50	N85	N120
N20	N55	N90	N125
N25	N60	N95	N130
N30	N65	N100	N135

SIRA SİZDE [8-1]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız. (Boş bırakılan yerlere uygun komutları siz yazınız).

T01: Ø20 parmak freze

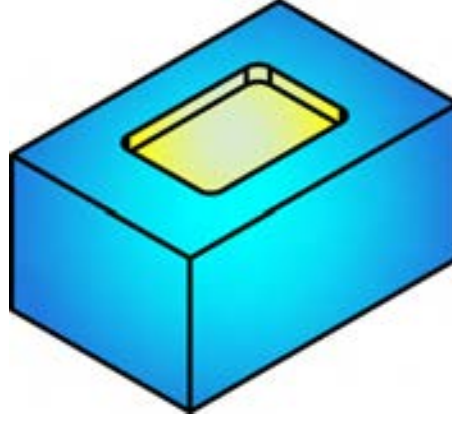
Her pasoda 2 mm talaş verilecektir.





8.2. CNC Freze Tezgâhında Cep Frezeleme

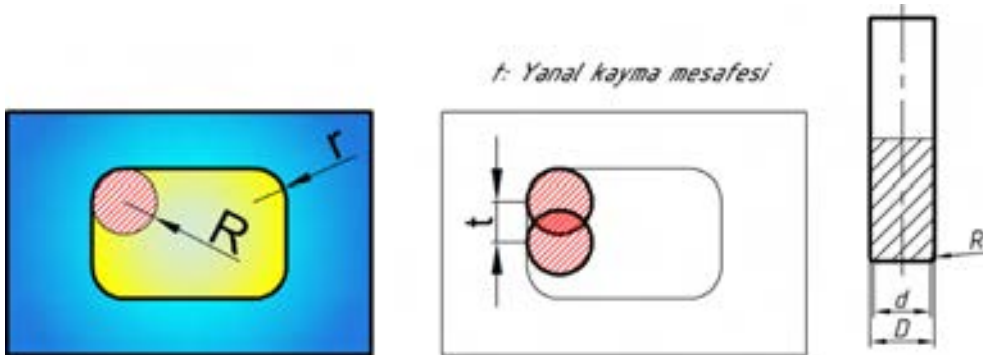
CNC freze tezgâhlarında, iş parçası üzerinde cep frezeleme veya havuz açma olarak adlandırılan işlem genellikle parmak frezeler kullanılarak yapılır. Cep frezeleme işlemlerinde kesici takım oluşturulacak cep üzerinde belirlenen herhangi bir noktadan Z ekseninde dalma yapar ve X ve Y eksenlerinde geometriye uygun yanal kaymalar ile işlem gerçekleştirilir. Parmak frezelerin alın yüzeylerinden alabileceği talaş miktarı düşüktür. Z ekseninde dalma işlemi esnasında parmak frezenin çapına göre en fazla verilecek talaş miktarına çok dikkat edilmelidir. Talaş miktarı fazla verildiğinde Z ekseninde dalma esnasında parmak freze kırılabilir. Bunun önüne geçmek için dalma noktasına önceden uygun çaplı bir matkap ile delik açılabilir (Havuz derinliğine dikkat edilmelidir.).



Şekil 8.2: İş parçası üzerinde bulunan cep (havuz)

Cep Frezeleme İşleminde Dikkat Edilecek Hususlar:

- Z ekseninde dalma işlemi için verilecek talaş miktarına ve ilerleme miktarına dikkat edilmelidir.
- Cep frezeleme işleminde kesici takımın X ve Y eksenlerinde yapacağı yanal kaymalar ile açılacak havuzun tamamı dolaşılmalıdır.
- Yanal kayma mesafesinin uç radyüsü de dikkate alınarak kesici takımın çapından daha düşük bir değerde olmasına dikkat edilmelidir ($d = D - 2 \times R$). Yanal kayma mesafesi, d değerinden daha ufak bir değer olmalıdır (Şekil 8.3).
- Kesici takım yarıçapı havuzun içindeki en düşük radyüs değerinden büyük olmamalıdır (Şekil 8.3).
- Havuzun en dip kenarlarında kesici takım uç radyüs miktarı kadar talaşın alınamayacağı göz önüne alınmalıdır.



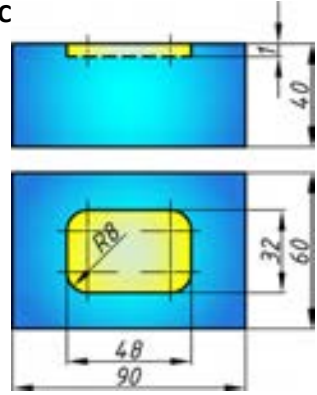
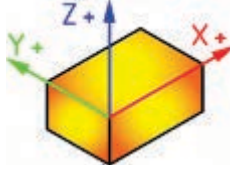
Şekil 8.3: Kesici çapı ve uç radyüsünün yanal kayma mesafesine etkisi

SIRA SİZDE [8-2]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.

T01: Ø. parmak freze

Her pasoda 0.5 mm talaş verilecektir.

**MUTLAK PROGRAMLAMA**

O	N35	N70	N105
N5	N40	N75	N110
N10	N45	N80	N115
N15	N50	N85	N120
N20	N55	N90	N130
N25	N60	N95	N140
N30	N65	N100	N150

ARTIŞLI PROGRAMLAMA

O	N35	N70	N105
N5	N40	N75	N110
N10	N45	N80	N115
N15	N50	N85	N120
N20	N55	N90	N130
N25	N60	N95	N140
N30	N65	N100	N150

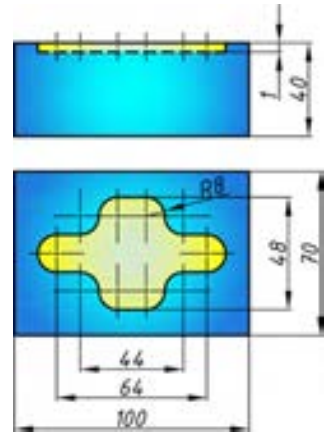
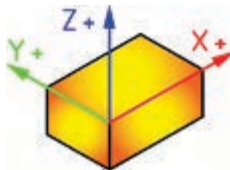
SIRA SİZDE [8-3]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını mutlak ve artışı yöntemi kullanarak ayrı ayrı hazırlayınız.

T01: Ø16 parmak freze

Her pasoda 0.5 mm talaş verilecektir.

Tüm yaylar R8 ölçüsündedir.





8.3. Hazırlanan Programın Tezgâha Aktarılması

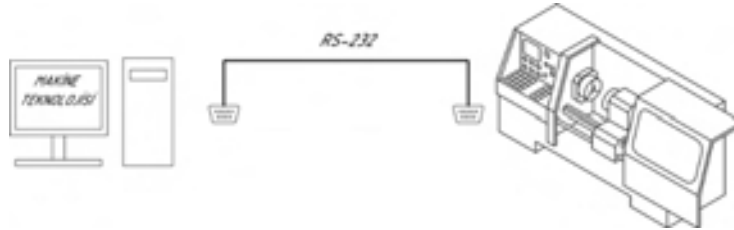
CNC programları, doğrudan kontrol paneli üzerinden tezgâhta oluşturulabilir ancak enerji tasarrufu açısından tezgâh dışında bir ortamda hazırlandıktan sonra tezgâha kaydedilmelidir. Hazırlanan CNC programının tezgâha yüklenmesi CF kart, USB bellek, disket gibi kayıt ortamları ile tezgâh kontrol paneline doğrudan aktarılabilmesi gibi RS-232, RS-485, Ethernet, Wi-Fi gibi iletişim protokolleri ile haricî bir bilgisayardan bağlantı kurularak da yapılabilir.

Disketler (Floppy Disk)

Yakın bir zamana kadar çok yaygın olarak veri depolama aracı amacıyla kullanılan disketler yerini günümüzde USB belleklere bırakmıştır. Disketler günümüzde pek bulunmasa da eski tip CNC tezgâhların üzerinde genellikle disket sürücüler hâlâ bulunmaktadır. Üzerinde veri aktarımı için fazla seçenek bulunmayan eski tip tezgâhlarda, disket sürücüler, "disket sürücü emülatörleri" ile değiştirilerek USB bellek ile kullanılabilir.

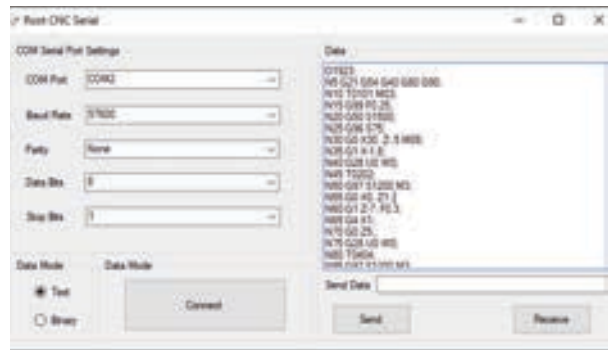
RS-232 ve RS-485

Elektronik cihazlar arasında kablolu olarak veri haberleşmesi sağlamak için kullanılan RS-232 ve RS-485 adı verilen iletişim yöntemleri ile herhangi bir bilgisayar ile CNC tezgâh arasında veri aktarımı mümkündür. RS-232 bağlantısı ile bilgisayarda oluşturulan dosyalar (CNC programları) bir program aracılığı ile tezgâh bilgisayarına aktarılabilir, tezgâh bilgisayarındaki dosyalar da aynı şekilde bilgisayara alınabilir. RS-232 bağlantısı RS-485'e göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır. RS-232 bağlantısı bilgisayarlarda bulunan COM port (seri port) ile tezgâh bilgisayarındaki COM port arasında hazırlanan bir kablo ile fiziksel olarak birbirlerine bağlanmasıyla sağlanır. Üzerinde COM port bulunmayan dizüstü gibi aygıtlar için USB'den COM porta dönüştürücü adaptörler bulunmaktadır.



Şekil 8.4: CNC freze tezgâhı ile PC arasında RS-232 bağlantısı

RS-232 ile CNC freze tezgâhına bağlantı sağlayıp veri alışverişi yapmak için çeşitli yazılımlar bulunur. Seri port kullanan herhangi bir yazılım çalıştırıldığı zaman daha önce yapılmamış ise seri port ayarları yapılmalıdır. Buradaki ayarlarda, **COM port** ile bilgisayarımızda bulunan port ismi seçilir. **Baud rate** ile veri iletişim hızı seçilir. **Baud rate**, **Parity**, **Data bits**, **Stop bits** ayarlarının tezgâh tarafındaki ayarların aynı değerlerde olması gerekir. Ayarlar yapıldıktan sonra **Connect** butonuna basılarak bağlantı sağlanır. CNC kontrol paneli üzerinde bulunan seri port ayarları da bu değerlere dikkat edilerek yapılır. CNC tezgâhtaki ayarlarda ise tezgâh seri port ismine göre COM port seçilir. CNC tezgâh üzerinde ayarlar tamamlandıktan sonra veri almak için **Receive** butonuna basılır, PC tarafında ise gönderilecek dosya seçilerek ve **Send** butonuna basılarak tezgâhın verileri alması sağlanır. Seçili veri iletişim hızına (baudrate) göre veri gönderme / alma hızı değiştirilebilir. Veri gönderme işlemi başladıktan sonra programın tezgâhta çalışması için **Cycle Start** butonuna basılır.



Şekil 8.5: Seri port iletişimde kullanılan bir yazılım

Ethernet, Wi-Fi

Günümüzde yaygın olarak kullanılan Ethernet (RJ-45) bağlantısı ile CNC tezgâhlar bir ağa bağlanabilir. Ağ üzerinde tezgâhın IP adresi ile bağlantı sağlanarak RS-232 ile olduğu gibi bilgisayarda oluşturulan dosyalar (CNC programları) bir program aracılığı ile tezgâh bilgisayarına aktarılabilir, tezgâh bilgisayarındaki dosyalar da aynı şekilde bilgisayara alınabilir. Çoğunlukla yeni tip kontrol panellerinde bulunan Wi-Fi bağlantı özelliği ile kablosuz ağ bağlantısı sağlanarak da aynı özellikler kullanılabilir. Üzerinde sadece COM port bulunan eski tip tezgâhların Ethernet ve Wi-Fi bağlantısı için de cihazlar bulunmaktadır.

8.4. Hazırlanan Programın Simülasyon İle Kontrolü

CNC freze tezgâhlarında üretilcek olan iş parçaları için hazırlanan programlar iyice kontrol edilmeden tezgâhta çalıştırılmamalıdır. Hatalı bir değer dâhi tezgâhta ciddi iş kazalarına sebep olabilir. CNC programlarının kontrol edilmesi amacıyla **CNC simülasyon** yazılımları kullanılır. Kontrol panellerinin kendi üzerindeki simülasyon yazılımı kullanılabileceği gibi haricî bir bilgisayar ortamındaki CNC simülasyon yazılımı da kullanılabilir. Simülasyon yazılımları ile magazin üzerine bağlı takımlar seçilir, iş parçası ayarları yapılır ve yazılmış olan program bu parametreler ile kontrol edilir. Kontrolde geçen program tezgâha aktarıldıktan sonra kullanılabilir. Kontrolde geçen program ile ilk parça üretiminde kesici takımın doğru yere gidip gitmediği mutlaka çok dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir.

	Mod anahtarı EDIT konumuna alınır.
	PROG butonuna basılır.
	RESET butonuna basılarak imleç programın ilk satırına alınır.
	MACHINE LOCK tuşu 0'dan 1'e getirilerek eksenlerin hareket etmemesi sağlanır. Aynı işlem MDI modunda M17 komutu ile de yapılabilir. Eksen kilitleme modundan çıkmak için M18 komutu kullanılır.
	Panel üzerindeki PROGRAM CHECK tuşuna basılır.
	Mod anahtarı MEMORY (AUTO) konumuna alınır.
	CUSTOM GRAPH tuşuna basılır.
	Softkey butonlarından PARAM butonuna basılarak, WORK LENGTH ile iş parçası uzunluğu, WORK DIAMETER ile iş parçası çapı değerleri girilir. SCALE kısmında ise görünüm ölçeği ayarlanabilir.
	GRAPHIC butonuna basılır. Simülasyon ekranındaki daha önceden bakılan takım yollarını temizlemek için OPERATE ardından ERASE (SİL) butonuna basılır.
	CYCLE START butonuna basılarak simülasyon başlatılır. Bu ekranda varsayılan ayar olarak sarı çizgiler talaş alma hareketlerini, mavi çizgiler ise boşta hareketlerini gösterir.

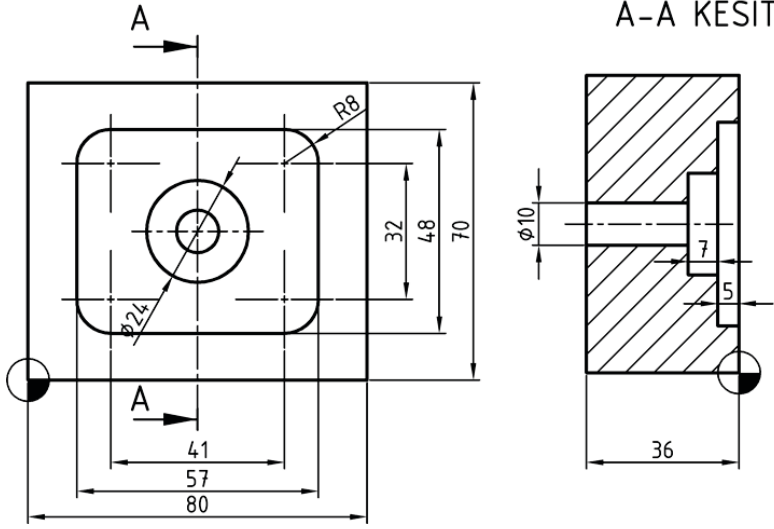
ÖĞRENME BİRİMİ	8	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Cep Frezeleme

AMAÇ: CNC freze tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak

Aşağıda resmi verilen iş parçasının programını yazarak tezgâhta çalıştırınız.



KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC freze tezgâhı
- Ø16 Parmak freze
- Ø10 Helisel matkap

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

80x70x40 C1040

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak kesici takım magazine bağlı değil ise takımı takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
2. İş parçasını mengeneye uygun bir şekilde bağlayınız ve mengenenin ayarlarını yapınız.
3. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
4. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
5. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



CNC FREZELEME ÇEVİRİMLERİ

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC frezede kullanılan delik delme çevrimleri
- CNC frezede kullanılan vida açma çevrimleri
- CNC frezede kullanılan delik büyütme çevrimleri
- CNC frezede kullanılan cep boşaltma çevrimleri

9.
ÖĞRENME BİRİMİ

9. CNC FREZELEME ÇEVİRİMLERİ

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Farklı marka ve modellere ait CNC freze tezgâhlar için programlarda izin verilen dosya boyutu ve numarası en fazla nedir? Araştırarak öğrendiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ve öğretmenleriniz ile sınıfta paylaşınız.

CNC freze tezgâhlarının programlamasında yapılacak işlemler arttıkça programın uzunluğu ve karışıklığı da artmaktadır. Örneğin derin bir delik delme işleminde matkabın belirli aralıklarla çekilerek talaş boşaltması gerekir. Sadece böyle bir delik delme işleminde dâhi kesicinin gideceği her noktayı hesaplamak ve yazmak oldukça uğraştırıcı olacaktır. Programların uzaması hata olasılığını da arttıracaktır. Çeşitli frezeleme işlemlerini daha kolay bir şekilde yapabilmek için çevrim adı verilen komutlar bulunur. Çevrim komutları sayesinde birden çok satırda yapılabilecek işlemler çok daha az satır ile ve daha kolay bir şekilde yapılabilir.

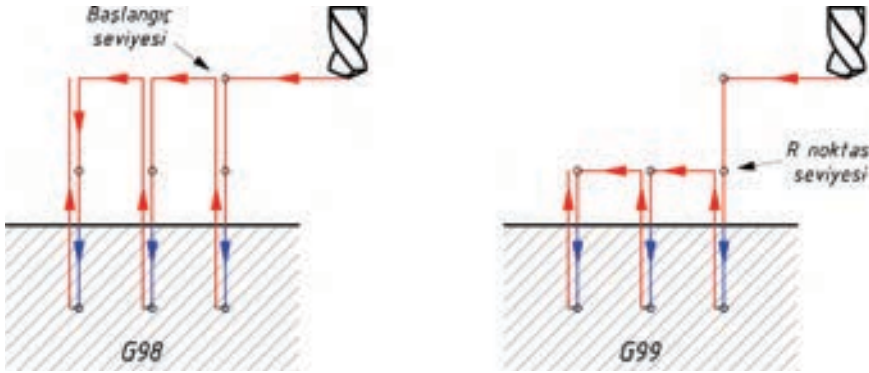
9.1. CNC Frezede Delik Delme Çevrimleri

CNC freze programlamasında delik delme işlemlerinde kullanılabilecek birden fazla çevrim komutu bulunur. Derinliği fazla olmayan delikler için G81 ve G82 komutları kullanılırken daha derin deliklerin açılması için G83 komutu tercih edilir.

9.1.1 Çevrimde Başlangıç ve Bitiş Noktası Tanımlama (G98-G99)

Delik delme işleminden önce kesici takımın delik başlangıç noktasına gelmesi gerekir. Kesici takım iş parçasına yaklaşırken emniyetli noktaya kadar G00 komutu ile hızlıca konumlandırılır ve talaş almaya hazır hâle getirilir. Delik delme işlemi herhangi bir çevrim komutu ile tamamlandıktan sonra kesici takımın çekilmesi gerekir. Kesici takımın çevrim sonunda hangi Z seviyesine çıkacağını belirtmek için G98 ve G99 komutlarından bir tanesi kullanılır.

G81 / G82 / G83 / G86 veya benzer çevrim komutundan önce **G98** komutu kullanıldığında işlem bittikten sonra kesici, çevrime başlamadan önceki Z yüksekliğine tekrar çıkar. Çevrim komutundan önce **G99** komutu kullanıldığında işlem bittikten sonra kesici, çevrime başlamadan önceki R yüksekliğine yeniden çıkar (Şekil 9.1).



Şekil 9.1: Kesici takımın çevrim başlangıç noktasına yaklaşması ve uzaklaşması

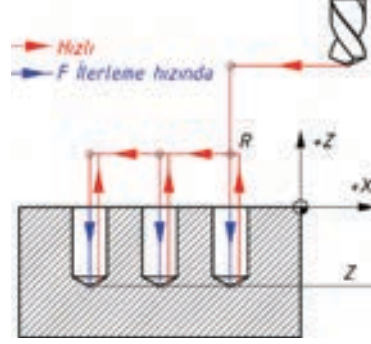
9.1.2 Gagalamasız Delik Delme Çevrimi – G81

G81 çevrimi, derinliği fazla olmayan delikler ile havşa açılması gibi işlemlerde kullanılır. Delik sonunda kesici takım hızlıca geri çıkar. Bu nedenle, kör deliklerin kullanılmasında uygun değildir. Birden fazla delik açılacaksa G81 çevrim komutu modal bir komut olduğu için komutun tekrar yazılmasına gerek yoktur. Diğer delikleri işlemek için sadece bu deliklere ait koordinat değerlerini alt satırlarda yazmak yeterli olacaktır (Şekil 9.2). Çevrim sonunda **G80** komutu ile çevrim mutlaka iptal edilmelidir. G81 delik delme döngüsü ile derinliği fazla olan deliklerin açılması önerilmez. Derin deliklerin açılmasında G83 döngüsü kullanılır.

Komutun Kullanımı:

G81 X..... Y..... Z..... R..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı
Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği
R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)
F: Çevrimin ilerleme hızı
K: Tekrar sayısı



Şekil 9.2: G81 ve G82 delik çevrimlerinin çalışma prensibi

Örnek Kullanım:

G81 X50. Y-40. Z-21. R1. F150 K2;

ÖRNEK-9.1: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri G81 delik delme çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız (Ham malzeme ölçüsü: 150x100x10, Malzeme: C1050, T09: Ø10 Helisel matkap.).

O0901;

N5 G17 **G40** G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T9 M6;

N20 S2000 M3 G94 F300;

N25 G90 G54 G0 X40. Y20. Z2.;

N30 G43 H9 Z3. M8;

N35 **G99 G81 X40 Y20. Z-12. R2.;**

N40 Y80.;

N45 X75. Y50.;

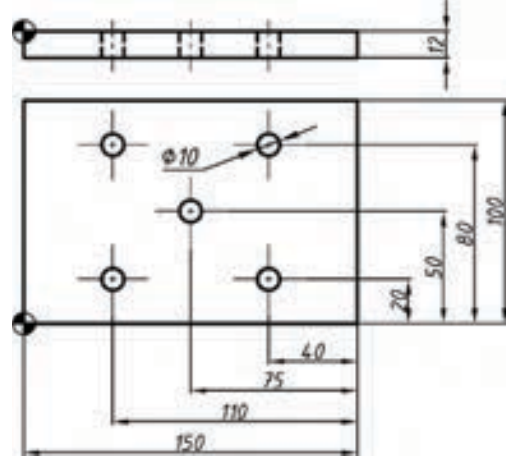
N50 X110. Y20.;

N55 Y80.;

N60 **G80** M9;

N65 G91 G28 Z0.;

N70 M30;



9.1.3 Delik Sonunda Beklemeli Delik Delme Çevrimi – G82

G82 çevrimi, G81 çevriminde olduğu gibi çalışır. G81'den farklı olarak delik sonuna gelindiğinde kesici takım, belirlenen süre kadar bekledikten sonra hızlıca geri çıkar. Bu nedenle, kör deliklerin kullanılmasında da uygundur. Çevrim sonunda G80 komutu ile çevrim mutlaka iptal edilmelidir.

Komutu Kullanımı:

G82 X..... Y..... Z..... R..... P..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği

R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

P: Delik sonunda bekleme süresi (mikrosaniye cinsinden, örneğin 3 sn. için 3000)

F: Çevrimin ilerleme hızı

K: Tekrar sayısı

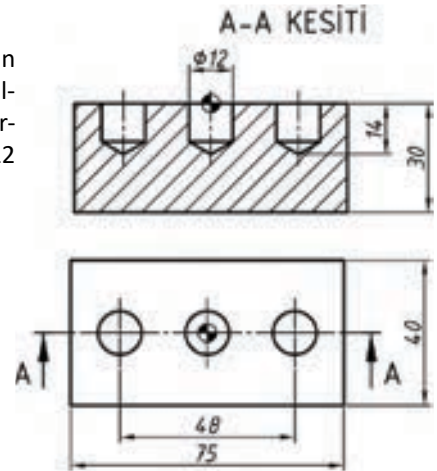
Örnek Kullanım:

G82 X50. Y-40. Z-21. R1. P2000 F100 K2;

ÖRNEK-9.2: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri G82 delik sonunda beklemeli delik delme çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız (Ham malzeme ölçüsü: 75x40x30, Malzeme: C1050, T5: Ø12 Helisel matkap.).

O0902;
N5 G17 **G40** G49 G80;
N10 G91 G28 Z0;
N15 T5 M6;
N20 S2000 M3 G94 F300;
N25 G90 G54 G0 X-24. Y0. Z2.;
N30 G43 H5 Z3. M8;
N35 **G99 G82 X-24. Y0. Z-14. R5. P1000 F150;**

N40 X0;
N45 X24.;
N50 **G80** M9;
N55 G91 G28 Z0.;
N60 M30;



SIRA SİZDE [9-1]

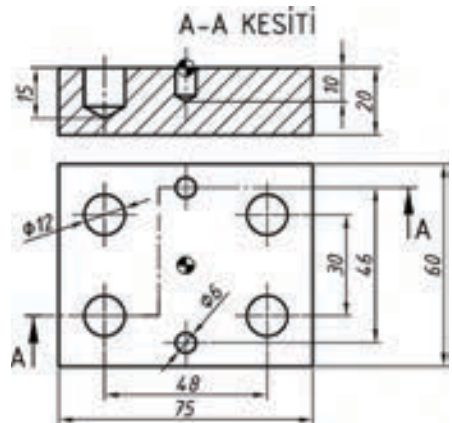
Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri G82 delik sonunda beklemeli delik delme çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.

Ham malzeme ölçüsü: 75x60x25

Malzeme: C1050

T3: Ø6 Helisel matkap

T4: Ø12 Helisel matkap



9.1.4 Talaş Boşaltmalı Delik Delme Çevrimi – G83

G83 çevrimi, iş parçası üzerindeki derin delikleri delmek için tercih edilir. İnce ve uzun matkaplar kullanıldığında ve alüminyum gibi sünek, yapışkan talaşlı malzemelerin işlenmesinde bu çevrimden faydalanabilir. Matkap, her gagalama işleminde iş parçasının dışına çıkacağı için talaş tamamen uzaklaştırılabilir ve kesme sıvısı matkabın uç kısmına kadar ulaşabilir (Şekil 9.3). Çevrim sonunda G80 komutu ile çevrim iptal edilmelidir.

Komutun Kullanımı:

G83 X..... Y..... Z..... R..... Q..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği

R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

Q: Dalma miktarı

F: Çevrimin ilerleme hızı

K: Tekrar sayısı

Örnek Kullanım:

G83 X50. Y-40. Z-21. R1. Q5. F0.25 K2;

Şekil 9.3 G83 delik çevriminin çalışma prensibi

ÖRNEK-9.4: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri G83 talaş boşaltmalı delik delme çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.

Ham malzeme ölçüsü: 80x80x50

Malzeme: C1050

T6: Ø8 Helisel matkap

O0904;

N5 G17 **G40** G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T6 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G54 G0 X40. Y40. Z2.;

N30 G43 H6 Z5. M8;

N35 **G16;**

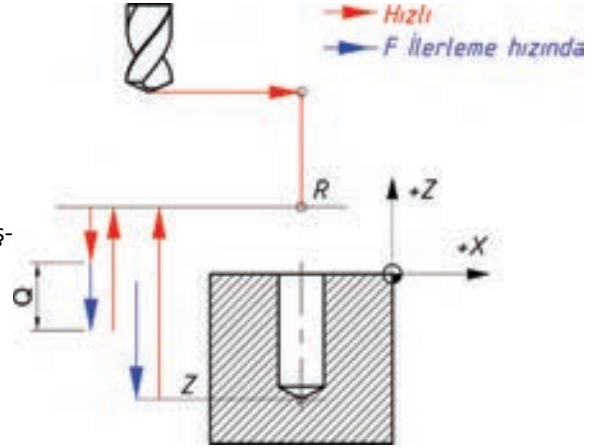
N40 **G99 G83 X30. Y0. Z-60. R5. Q9 F150;**

N45 **G91 Y60. K5;**

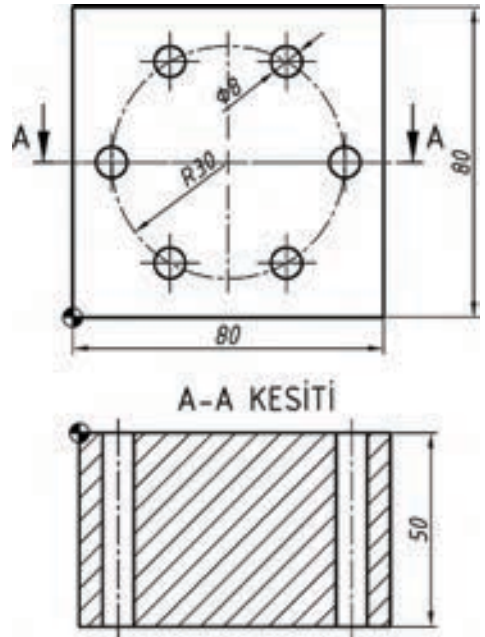
N50 **G15 G80** M9;

N55 G91 G28 Z0.;

N60 M30;



Şekil 9.3: G83 delik çevriminin çalışma prensibi



SIRA SİZDE [9-2]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri G83 talaş boşaltmalı delik delme çevrimini kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız.

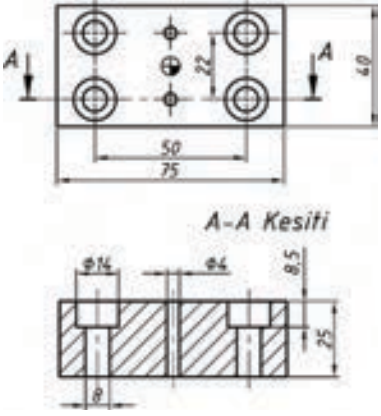
Ham malzeme ölçüsü: 75x40x25

Malzeme: C1050

T2: Ø14 Parmak freze

T3: Ø4 Helisel matkap

T4: Ø8 Helisel matkap



9.2. CNC Frezede Kılavuz Çekme Çevrimleri

Kılavuz ile vida çekme döngüsü, vidanın dış yönüne göre iki çeşittir. Sağ vidalarda **G84**, sol vidalarda ise **G74** çevrimi kullanılır. Parametreleri birebir aynıdır. Aralarındaki tek fark yönleri olduğu için G74 komutunda iş mili M4 ile saat ibresi tersi yönünde (-CW), G84 komutunda ise M3 ile saat ibresi yönünde (CW) çalıştırılır. Kılavuz, vida sonuna ulaştığında belirtilen süre kadar bekler ve iş mili ters yönde çalıştırılarak aynı ilerleme hızında geri çıkar. "İlerleme hızı olarak G94 (mm / dk.) kullanıldığında F ilerleme değeri **adım x devir sayısı** kadar verilmeli ve ilerleme ile devir sayıları potansiyometreleri **%100** konumunda bulunmalıdır." İlerleme hızı olarak G95 (mm / devir) kullanıldığında ise ilerleme hızı aynen yazılır ve ilerleme ile devir sayıları potansiyometrelerinin %100'de bulunması gerekmez.

Kılavuz tutucusu kullanmadan kılavuz ile vida açma işlemi gerçekleştirmek için çevrimden önce mutlaka M29 komutu kullanılmalıdır. **M29** komutu, vida açma işleminde vida sonuna ulaşıp kılavuz yukarı doğru hareket etmeye başladığı anda iş milinin vida açma yönünün tersi yönde dönmeye başlamasını sağlar.

Çevrim sonunda G80 komutu ile çevrim iptal edilmelidir.

Komutun Kullanımı:

G74 X..... Y..... Z..... R..... P..... F..... K.....;

veya

G84 X..... Y..... Z..... R..... P..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren vida boyu

R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

P: Bekleme süresi

F: İlerleme miktarı

K: Tekrar sayısı

Örnek Kullanım:

G74 X45. Y-55. Z-36. R2. P150. F1.75 K3;

G84 X55. Y-45. Z-26. R1. P100. F1.5 K2;

ÖRNEK-9.5: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan G84 kılavuz çekme çevrimini kullanarak vida açma işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.

Ham malzeme ölçüsü: 60x40x30

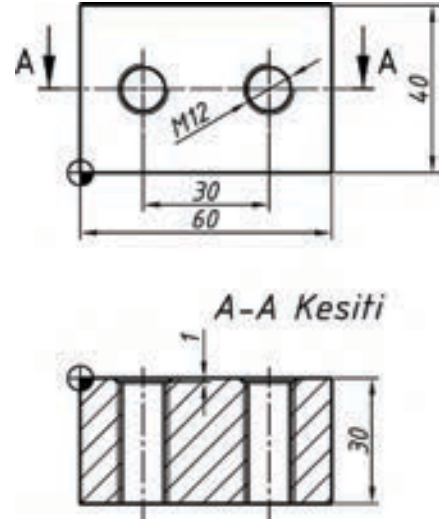
Malzeme: C1050

T03: Punta matkabı

T04: Havşa matkabı

T05: Ø10.5 helisel matkap

T06: M12 kılavuz



O0905;

N5 G17 G40 G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T3 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G54 G0 X15. Y20.;

N30 **G94** G43 H3 Z5. M8;

N35 G99 G82 X15. Y20. Z-8. R2. P1000 F150;

N40 X50.;

N45 M9 G91 G28 Z0.;

N50 T4 M6;

N55 **G90** G0 X15. Y20. Z2.;

N60 G43 H4 Z5. M8;

N65 G82 X15. Y20. Z-1. R2. P1000 F150;

N70 X45.;

N75 M9 G91 G28 Z0.;

N80 T5 M6;

N85 **G90** G0 X15. Y20. Z2.;

N90 G43 H5 Z5. M8;

N95 G83 X15. Y20. Z-40. R2. Q10. F150;

N100 X45.;

N105 M9 G91 G28 Z0.;

N110 T6 M6;

N115 **G90** G0 X15. Y20. Z2.;

N120 G43 H6 Z5. M8;

N125 G84 X15. Y20. Z-40. R2. P250. F1.75;

N130 X45.;

N135 M9 G91 G28 Z0.;

N145 M30;

SIRA SİZDE [9-3]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan G84 kılavuz çekme çevrimini kullanarak vida açma işlemi için gerekli CNC programını hazırlayınız.

Ham malzeme ölçüsü: 90x70x30

Malzeme: C1050

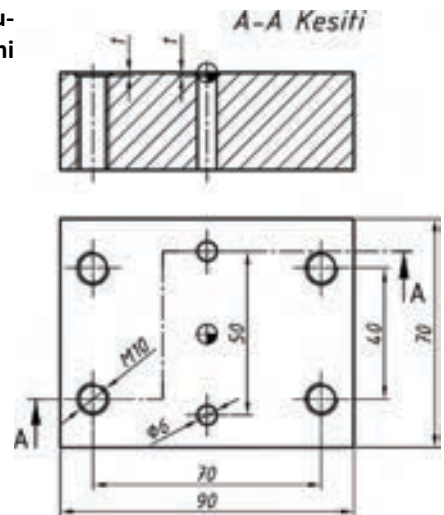
T01: Punta matkabı

T02: Havşa matkabı

T03: Ø6 helisel matkap

T04: Ø8.5 helisel matkap

T05: M10 kılavuz



9.3. CNC Frezede Delik Büyütme Çevrimleri

İş parçalarının üzerinde bulunan deliklerin matkap ile delinen ölçülerden daha büyük ve hassas olması gerekebilir. CNC freze tezgâhlarında genellikle U-drill veya bara denilen kesici takımlar ile yapılan delik büyütme işlemleri için G86, G87 ve G88 çevrim komutlarından faydalanılır.

9.3.1 Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi – G86

G86 komutu kullanılarak yapılan delik büyütme işleminde kesici takım normal dönüş yönünde delik sonuna kadar talaş kaldırma işlemini yapar. Delik sonuna ulaşıldığında iş mili durur ve kesici takım Z ekseninde başlangıç noktasına hızlıca çıkar (Şekil 9.4). İş mili durduğu için delik yüzeyinin bozulmasının önüne geçilmiş olur.

Komutun Kullanımı:

G86 X..... Y..... Z..... R..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği

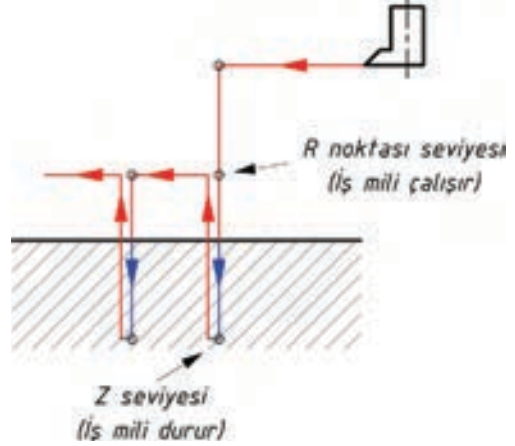
R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

F: Çevrimin ilerleme hızı

K: Tekrar sayısı

Örnek Kullanım:

G86 X50. Y-40. Z-21. R1. F150 K2;



Şekil 9.4: G86 Delik çevriminin çalışma prensibi

9.3.2 Alttan Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi – G87

G87 komutu kullanılarak yapılan delik büyütme işleminde kesici takım X ve Y ekseninde konumlandıktan sonra iş mili kilitlenir. Kesici takım uç konumun tersi yönde bir belirtilen miktar kadar yana doğru kayma yapar. Sonra delik alt kısmında bulunan R noktasına hızlıca hareket eder. Alt noktaya ulaşıncaya kadar X ve Y konumuna gelerek iş mili dönmeye başlar. Kesici takım, Z ekseninde R noktasından yukarı yönde ilerleyerek delik büyütme işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntemde delik büyütme işlemi alttan yukarı doğru yapıldığı için delik yüzeyinde kesici takım izi kalmaz ve yüzey kalitesi iyi olur (Şekil 9.5Şekil 9.4).

Not: G87 çevrimi sadece G98 komutu ile kullanılabilir. G87 çevriminde G99 komutu kullanılamaz.

Komutun Kullanımı:

G87 X..... Y..... Z..... R..... Q..... P..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği

R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

Q: Takımın yana kayma miktarı

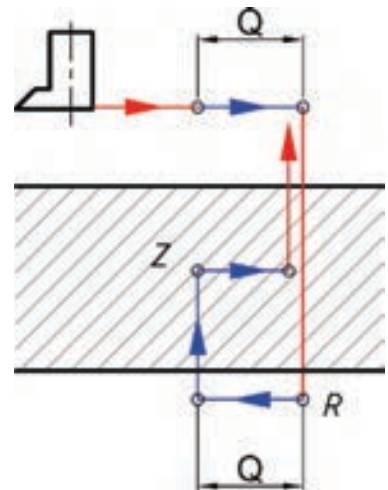
P: Delik sonunda bekleme süresi (milisaniye)

F: Çevrimin ilerleme hızı

K: Tekrar sayısı

Örnek Kullanım:

G87 X50. Y-40. Z-21. R1. Q3. P1000 F150 K2;



Şekil 9.6: G87 Alttan baralama yöntemi ile delik çevriminin çalışma prensibi

9.3.3 Baralama Yöntemi İle Delik Büyütme Çevrimi (Manuel Uzaklaşarak) – G88

G88 komutu ile delik büyütme işleminde kesici takım delik sonuna ulaştığında iş mili durur. Kesici takımı geriye çıkarma işlemi manuel olarak operatör tarafından gerçekleştirilir. Eğer istenirse CYCLE START butonuna basılarak kesici takım başladığı noktaya geri gönderilebilir.

Komutun Kullanımı:

G88 X..... Y..... Z..... R..... P..... F..... K.....;

X, Y: Delik merkezinin X ve Y koordinatı

Z: R noktasından itibaren delik yüksekliği

R: Z ekseninde delme başlangıç noktası (Hızlı yaklaşma ve geri çekilme noktası)

P: Delik sonunda bekleme süresi (milisaniye)

F: Çevrimin ilerleme hızı

K: Tekrar sayısı

Örnek Kullanım:

G88 X50. Y-40. Z-21. R1. P1000 F150 K2;

ÖRNEK-9.6: Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri delmek ve büyütmek için gerekli CNC programını hazırlayınız.

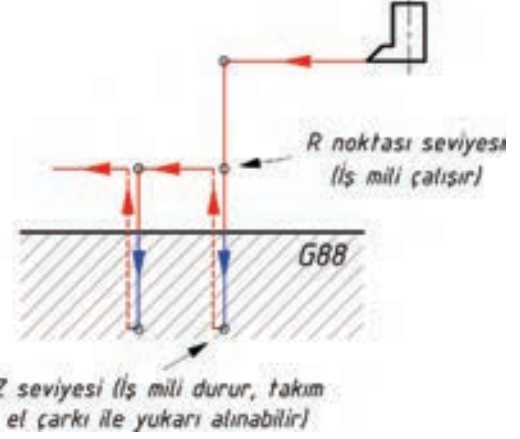
Ham malzeme ölçüsü: 100x45x35

Malzeme: C1050

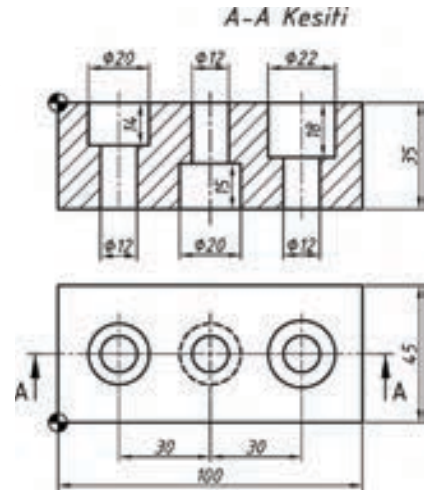
T07: Punta matkabı

T08: Ø12 helisel matkap

T09: Delik büyütme başlığı



Şekil 9.7: G88 Baralama yöntemi ile delik çevriminin çalışma prensibi



O0906;

N5 G17 **G40** G49 G80;

N10 G91 G28 Z0;

N15 T7 M6;

N20 S2000 M3;

N25 G90 G54 G0 X20. Y22.5 Z2.;

N30 **G94** G43 H7 Z5. M8;

N35 **G99** G82 X20. Y22.5 Z-8. P1000 F150;

N40 X50.;

N45 X80.;

N50 M9 G91 G28 Z0.;

N55 T8 M6;

N60 **G90** G0 X20. Y22.5 Z2.;

N65 G43 H8 Z5. M8;

N70 G82 X20. Y22.5 Z-45. R2. P1000 F150;

N75 X50.;

N80 X80.;

N85 M9 G91 G28 Z0.;

N80 T9 M6;

N85 **G90** G0 X20. Y22.5 Z2.;

N90 G43 H9 Z25. M8;

N95 **G98 G86 X20. Y22.5 Z-14. R5. F150;**

N100 **G87 X50. Y22.5 Z-15. Q3. P1000 R3. F150;**

N105 **G88 X80. Y22.5 Z-18. R5. P1000 F150;**

N110 M9 G91 G28 Z0.;

N115 M30;

SIRA SİZDE [9-4]

Yanda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasının üzerinde bulunan delikleri delmek ve büyötmek için gerekli CNC programı hazırlayınız.

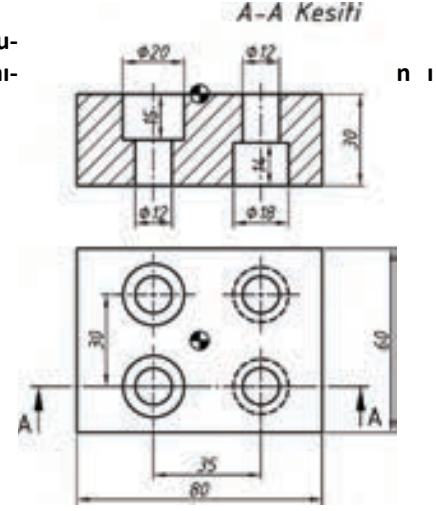
Ham malzeme ölçüsü: 80x60x30

Malzeme: C1050

T02: Punta matkabı

T03: Ø12 helisel matkap

T04: Delik büyötmek başlığı



9.4. CNC Frezede Delik Büyötmek Çevrimleri

İş parçalarının üzerinde cep adı da verilen havuz şeklinde kısımlar bulunabilir. Dikdörtgen ve dairesel şekillerde olabilen bu havuzların kolayca işlenebilmesi için cep boşaltma çevrimleri kullanılır.

9.4.1 Dikdörtgen Cep Boşaltma Çevrimi – G24

G24 komutu kullanılarak dikdörtgen şeklinde olan havuzların işlenmesi (cep boşaltma) yapılır (Şekil 9.7).

Komutun Kullanımı:

G24 X..... Y..... L..... W..... Z..... R..... Q..... D..... F.....;

X, Y: Havuzun sol alt köşesinin X ve Y koordinatı

L: Havuzun X ekseninde uzunluğu (mm)

W: Havuzun Y ekseninde uzunluğu (mm)

Z: Havuzun derinliği

R: Emniyetli yaklaşma noktası

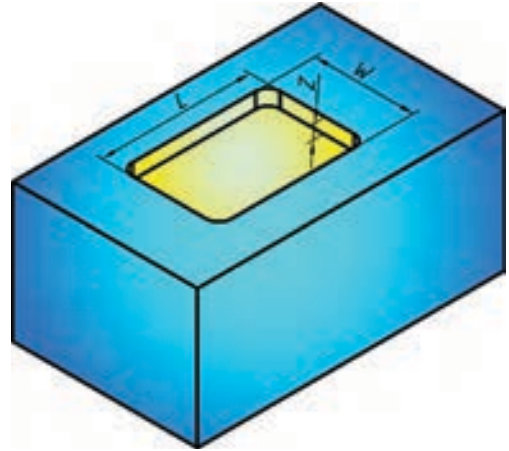
Q: Takımın yana kayma miktarı (mm)

D: Her pasoda Z ekseninde alacağı talaş miktarı (mm)

F: Çevrimin ilerleme hızı

Örnek Kullanım:

G24 X50. Y40. L30. W20. Z10. R5. Q9. D0.3 F150;



Şekil 9.7: Dikdörtgen cep boşaltma

ÖĞRENME BİRİMİ	9	UYGULAMA YAPRAKLARI	TEMİRİN NO	1
-----------------------	----------	----------------------------	-------------------	----------

UYGULAMA ADI

Cep Boşaltma, Delik Delme ve Büyütme, Kılavuz Çekme

AMAÇ: CNC freze tezgâhında G ve M kodlarını kullanarak parça programı hazırlamak

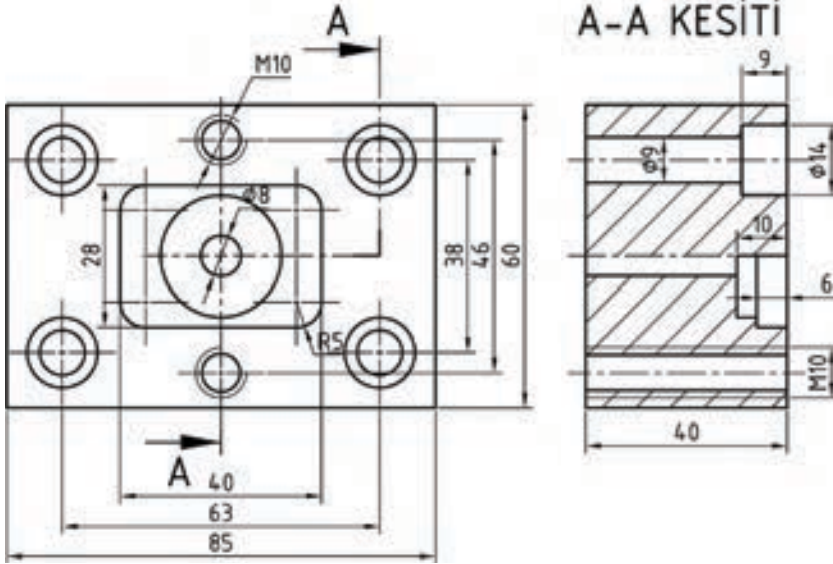
Aşağıda resmi verilen iş parçasının programını yazarak tezgâhta çalıştırınız.

KULLANILACAK TAKIM VE AVADANLIKLAR

- CNC freze tezgâhı
- Kumpas
- Mikrometre
- Ø10 Parmak freze
- Ø8, Ø8.5, Ø9, Ø14 Helisel matkap
- M10 Makine kılavuzu

KULLANILACAK MALZEME VE BUNLARIN ÖLÇÜLERİ

85x60x40 C1040

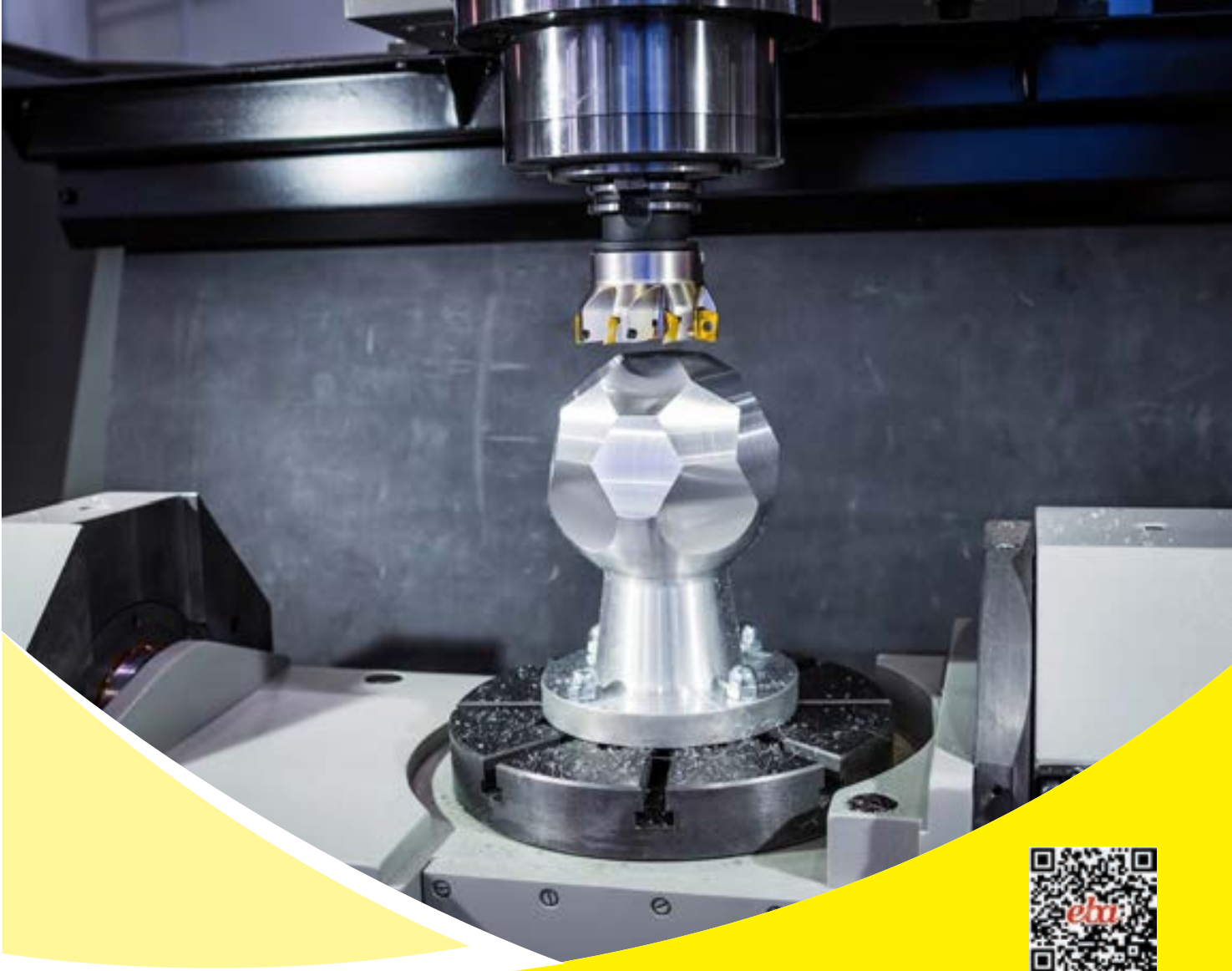


İŞLEM BASAMAKLARI

1. Kullanılacak kesici takım magazine bağlı değil ise takımı takınız ve takımdaki gerekli ayarlamaları yapınız.
2. İş parçasını mengeneye uygun bir şekilde bağlayınız ve mengenenin ayarlarını yapınız.
3. CNC programını tezgâh kontrol panelinde oluşturunuz.
4. Hazırladığınız programı simülasyon ile kontrol ediniz.
5. Kontrol ettiğiniz programı öğretmeniniz eşliğinde çalıştırınız.

GÖZLEMLER (Yapılan iş ve işlemler sırasında edindiğiniz gözlemlerinizi ve deneyimlerinizi defterinize yazınız.)

İŞİN	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			ÖĞRENCİNİN
Başlama Tarihi, Saati	Ölçüt	Ölçüt Puanı	Takdir Edilen Puan	Adı, Soyadı
..... / / :	İş alışkanlığı	20		.....
Bitiş Tarihi, Saati	Programı uygun biçimde hazırlamak	20		Sınıfı Nr.....
..... / / :	İş parçasını ve kesici takımları bağlamak	10		ÖĞRETMENİN
Verilen Süre	Programı test etmek ve çalıştırmak	10		Adı, Soyadı
..... dakika	İş parçasının ölçü tamlığı	20		.....
Kullanılan Süre	İş parçasının yüzey kalitesi	20		İmzası
..... dakika	Toplam	100		



CNC FREZEDE ALT PROGRAMLAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CNC freze tezgâhlarında alt programlama yapma
- CNC freze tezgâhlarında alarm mesajlarına bakarak sorunları giderme

10.
ÖĞRENME BİRİMİ



10. CNC FREZEDE ALT PROGRAMLAMA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Çevrenizde CNC torna tezgâhı bulunan işletmelerde CNC freze tezgâhlarında en çok karşılaşılan alarm ve problemlerin neler olduğunu ve bu problemleri nasıl çözdüklerini araştırınız. Bulgularınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

10.1. CNC Freze Tezgâhlarında Alt Programlama

Bir CNC programı içerisinde başka bir program çağırılarak çalıştırabilir. Başka bir program içerisinden çağırılarak çalıştırılabilen bu programa **alt program** denir. Programın farklı yerlerinde tekrarlanacak işlemler için farklı programlar hazırlanarak esas programların daha kısa yazılması yani sadeleştirilmesi sağlanabilir. Alt programlar tıpkı normal programlar gibi yazılır. Alt programlar ayrı bir dosya olarak hazırlanabileceği gibi ana programın sonuna da yazılabilir.

Hazırlanan alt programlar, ana program içerisinden **M98** komutu ile çağırılır. Alt programlar içerisinden başka bir alt program da çağırılabilir. Ana programdan hariç dört alt seviyede alt program çalıştırılabilir. Alt program içerisinden çağırılan programa geri dönmek için **M99** komutu kullanılır.

Alt Program Çağırma

M98 P..... L.....; veya **M98 P....**;

P: Alt program numarası

L: Alt programın tekrar çalıştırma sayısı

M98 komutu ile kullanılan P parametresinden sonra çağırılacak olan alt program numarası (4 basamaklı). yazılır. L parametresinden sonra yazılan değer ise alt programın kaç kez çalıştırılacağını belirtir. Diğer bir yazım şeklinde ise L parametresi kullanılmaz, P parametresinden sonra tekrar sayısını ve ardından gelen dört rakam ile program numarası yazılır. Herhangi bir tekrar sayısı belirtilmezse alt program bir kez çalışıp çağırıldığı programa döner. Tekrar sayısı olarak en fazla 9999 değeri kullanılabilir. P adresi ile belirtilen alt program numarası bulunamıyorsa program hata vererek çalışmayacaktır.

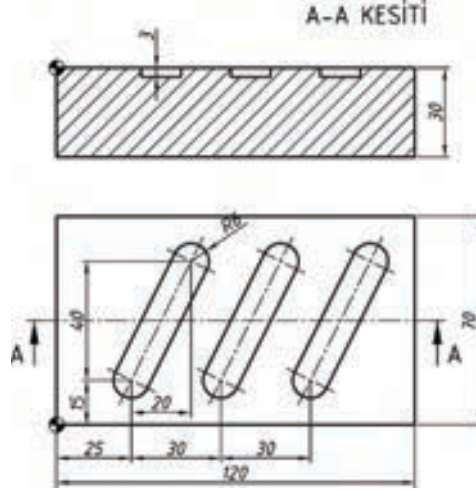
Örnek Kullanım:

M98 P2023;	2023 numaralı programı 1 tekrar yapacak şekilde çağırır (Tekrar sayısı belirtilmemiş).
M98 P51453;	1453 numaralı programı 5 tekrar yapacak şekilde çağırır.
M98 P1453 L5;	
M98 P1201920;	1920 numaralı programı 120 tekrar yapacak şekilde çağırır.
M98 P1920 L120;	

Alt programın ilk satırında ana programda olduğu gibi program ismi yazılır. Alt program sonunda **M99** komutu yazılarak çağırılan programa dönülür. Tekrar sayısı belirtilmişse M99 komutundan sonra alt program bu tekrar sayısı kadar ilk satırdan tekrar başlatılır.

ÖRNEK-10.1: Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını işlemek için gerekli CNC programını çevrim komutlarını kullanmadan alt program ile birlikte hazırlayınız. Aşağıda verilen örneği inceleyerek ana program içerisinde tek M98 komutu kullanarak şekilde iki alt program ile programı yeniden yazınız.

Malzeme: 120x70x30 C1040, T01: Ø12 HSS Parmak freze



ANA PROGRAM

O1001;

N10 G21 G40 G54 G80 G90;

N20 T01 M06;

N30 M3 S2000;

N40 G94 F400 M8;

N50 G43 H1 G0 Z10;

N60 G0 X25. Y15. Z2.;

N70 **M98 P00011091;**

N80 G90 G0 X55. Y15. Z2.;

N90 **M98 P00011091;**

N100 G90 G0 X85. Y15. Z2.;

N110 **M98 P00011091;**

N120 G90 Z50. M9;

N130 G91 G28 X0 Z0;

N140 M30;

ALT PROGRAM

O1091;

N05 G90 G1 Z-0.3;

N10 G91 X20. Y40.;

N15 Z-0.3;

N20 X-20. Y-40.;

N25 Z-0.3;

N30 X20. Y40.;

N35 Z-0.3;

N40 X-20. Y-40.;

N55 Z-0.3;

N60 X20. Y40.;

N65 Z-0.3;

N70 X-20. Y-40.;

N75 Z-0.3;

N80 X20. Y40.;

N85 Z-0.3;

N90 X-20. Y-40.;

N95 Z-0.3;

N90 X20. Y40.;

N95 Z-0.3;

N100 X-20. Y-40.;

N105 G90 Z2.;

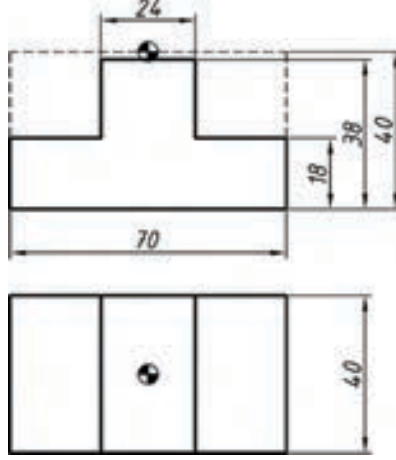
N110 **M99;**

Açıklama: Kesici takım, açılacak olan kanalın sol alt köşe noktasına X ve Y eksenlerinde hızlıca konumlandırılır. M98 P00011091 komutu ile O1091 alt programı bir tekrar yapacak şekilde çağrılır. Z2. konumunda bulunan kesici takım alt programda ilerleme hızında Z ekseninde - 0.3 noktasına gelir. Her pasoda 0.3 mm talaş derinliği verilerek kanal derinliği 3 mm'ye ulaşmaya kadar X ve Y ekseninde belirtilen ölçülerde hareket ederek kanal açma işlemi gerçekleştirilir. Diğer kanallar için X ve Y konumları başlangıç pozisyonlarına getirilerek alt program tekrar çağrılır.



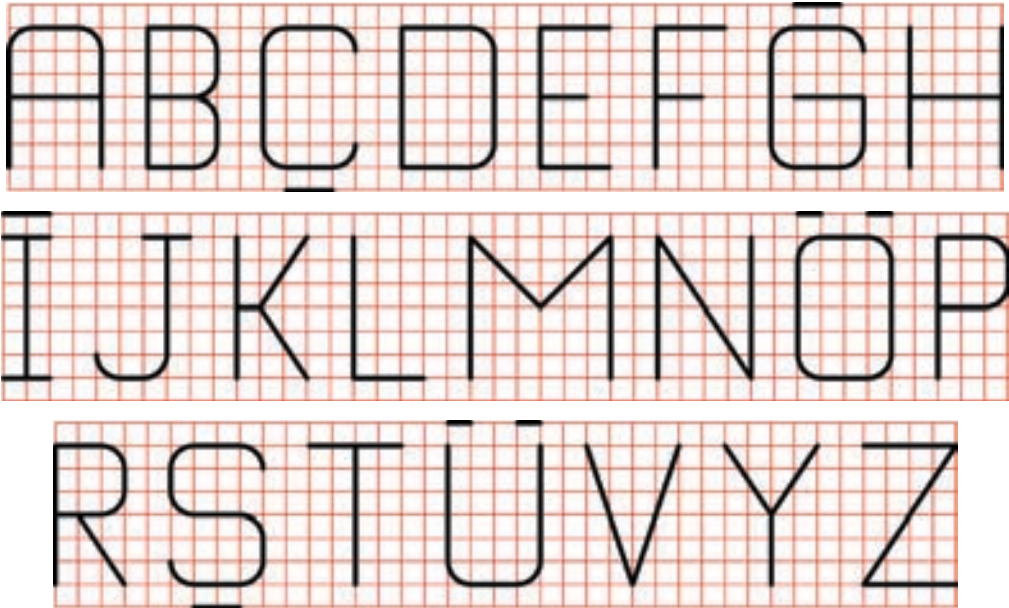
SIRA SİZDE [10-1]

Aşağıda resmi ve işleme bilgileri verilen iş parçasını alt programları kullanarak işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız (Ham malzeme ölçüsü: 70x40x40, Malzeme: C1050, T01: Ø63 Tarama freze, T02: Ø16 Parmak freze.).



SIRA SİZDE [10-2]

Aşağıda ölçeklendirilerek verilen harfleri kullanarak FATİH, ATATÜRK, TÜRKİYE, CUMHURİYET, CNC kelimelerini ve adınızı 1 mm derinlikte işlemek için gerekli CNC programını hazırlayınız. Açıklama: Her kare 10x10 mm'dir. Kullanılacak kesici takım T02: Ø8 Parmak freze. Ham malzeme ölçülerini yazılacak yazıların genişliğine ve yüksekliğine göre belirleyiniz.



10.2. CNC Freze Tezgâhlarında Alarm Mesajları

CNC tezgâhın çalışmasını etkileyen bir durum ortaya çıktığında hata olarak değerlendirilir. Böyle durumlarda tezgâhın çalışması durur ve tezgâh vererek operatörü uyarır. Tezgâh üzerinde oluşan tüm alarm durumları sistem tarih ve saati ile otomatik olarak kaydedilir. Tüm alarm kayıtları alarm numarası ve alarm mesajı ile birlikte **ALARM** ekranında istenildiği zaman görüntülenebilir. ALARM ekranındaki görüntülenen alarm numarasına göre tezgâha ait katalogdan bakılarak sorun giderilmeye çalışılır.

Herhangi bir durumda ACİL DURDURMA butonuna basıldığında motorlara giden akım kesilerek tezgâh hareketleri durur. ACİL DURDURMA butonuna basılması durumunda tezgâh, alarm durumuna geçer. Sorunun nedeni giderilmeden ACİL DURDURMA butonu normal konumuna getirilmemelidir.

Tezgâhta oluşan alarm durumlarını iki kategoride değerlendirebilir: program yazım hataları, tezgâhtan kaynaklanan alarmlar. Program yazım hataları; hatalı veya eksik parametre verilmesi, olmayan bir komut çağrılması gibi program içerisinden düzeltilebilecek hatalardır (Tablo 10.1). Bu hatalar giderilmeden program çalışmayacaktır. Tezgâhtan kaynaklanan alarm durumları ise mekanik, elektriksel hatalardan kaynaklı olarak meydana gelir. Örneğin sistemdeki yağ seviyesinin düşmesi, acil durdurma butonuna basılması, herhangi bir termik röle hatası gibi sebeplerden ötürü tezgâh, alarm durumuna geçebilir (Tablo 10.2). Bu durumda sorunun kaynağı bulunup giderilmelidir.

Tablo 10.1: Program Yazımından Kaynaklanan Hatalar

Kodu	Adı	Açıklaması	Çözüm Önerisi
000	Please Turn Off Power	Enerjinin kesilmesini gerektiren bir parametre girildi.	Enerjiyi keserek tezgâhı yeniden açınız.
001	TH Parity Alarm	Parite hatası olan bir karakter girildi.	Yanlış karakter silinip, doğrusu girilmelidir.
003	Too many digits	İzin verilen maksimum basamak sayısının aşan veri girildi.	Fazla karakter silinerek düzeltilmelidir.
004	Adress Not Found	Bir blok başlangıcında bir adres olmadan bir sayı veya “-” işareti girildi.	Program satırı düzeltilmelidir.
010	Improper G-Code	Kullanılmayan bir G kodu veya sağlanmayan fonksiyona karşılık gelen G kodu belirtildi.	Programı değiştirilmelidir.
011	No Feedrate Commanded	İlerleme değeri girilmedi.	Programa ilerleme değeri doğru şekilde yazılmalıdır.
015	Too Many Axes Commanded	Aynı anda kontrol edilebilen eksen sayısından daha fazla istekte bulunuldu.	Aynı anda hareket verilen eksenler kontrol edilerek yazım düzeltilmelidir.
020	Over Tolerance of Radius	Dairesel interpolasyon hatası	Başlangıç noktasıyla yayın bitiş noktası arasındaki ölçü, radyüs değeri ile tutarsızlık göstermektedir. Program kontrol edilerek matematiksel hata düzeltilmelidir.
059	Program Number Not Found	Belirtilen program numarası bulunmadı.	Program numarası kontrol edilmeli. Yok ise düzenlenmelidir.
061	Adress P / Q Not Found in	G70-G73 komutlarında P belirtilmedi.	Programı düzeltilmelidir.
062	Illegal Command In	Programlama mantığına uymayan eksi bir değer girildi.	Program düzeltilmelidir.



066	Improper G-Code	İzin verilmeyen G kod kullanıldı.	Hatalı G kodları düzeltilmelidir.
073	Program Number Already In Use	Komut olarak verilen program numarası önceden kullanıldı.	Sistemde kullanılmayan program numarası verilerek düzeltilmelidir.
074	Illegal Program Number	Program numarası 1-9999 arasında değil	Kuralına uygun program numarası verilmelidir.

Tablo 10.2: Tezgâhtan Kaynaklanan Alarm Mesajları

Adı	Açıklaması / Çözüm Önerisi
Battery Low	Tezgâh üzerindeki pil voltajları düşük • Piller değiştirilmelidir. Tezgâh pil, değişimi sırasında açık olmalıdır. • Tüm eksenler, eğer referans noktalarını kaybetmemiş ise referansa gönderilmelidir. • Sürücü üzerindeki pil, yerinden sökülerek yeni pil takılmalıdır.
Torna tezgâhlarında konveyör problemi	• CNC torna tezgâhlarında spiral tip konveyörlerde talaş sıkışma problemi ile sık sık karşılaşmaktadır. Bunun önüne geçmek için konveyör devamlı değil de sık aralıklarla çalıştırılmalıdır. Bu işlem için yeni versiyon makinelerde "M" komutu mevcuttur. Daha eski makinelerde zaman ayarı vardır. Bu kullanılarak konveyörün aralıklı çalışması sağlanır.
Lub Alarm	Yağlama alarmı • Yağlama deposu boşalmış, depoya yağ eklenmelidir.
Lub Pressure Low	Kızak yağı basıncı düşük • Kızak yağı basıncı kontrol edilmelidir. • Yağ deposu kirlenmiş olabilir. Pislikler, deponun emiş ağzını kirletmiş olabilir. • Yağ kabı sökülüp temizlenmelidir. • Pompa ağzı mazotla temizlenip ağza basınçlı hava tutulmalıdır. • Motor (lubricator) arızalanmış olabilir. • Yağlama hortumlarında kaçak olabilir.
Coolant Level Low	Soğutma sıvısı seviyesi düşük • Soğutma sıvısı yeterliği kontrol edilmelidir.
Check Pressure Error	Ayna basıncı düşük • Ayna basıncı kontrol edilmelidir.
Index No Ready	Index hazır değil • Taretin sıklığı, yerine oturup oturmadığı kontrol edilmelidir. • Taret istasyon seçme düğmesinin ışığı kontrol edilmelidir.



CAD PROGRAMI İLE ÇİZİM

Neler Öğreneceksiniz?

- CAD programında 2D çizim ve düzenleme işlemleri
- CAD programında katı model oluşturma işlemleri
- CAD programında katı model düzenleme işlemleri
- CAD programında yüzey oluşturma işlemleri
- CAD programında yüzey düzenleme işlemleri
- CAD programında veri dönüştürme işlemleri

11.
ÖĞRENME BİRİMİ



11. CAD PROGRAMLARI İLE ÇİZİM

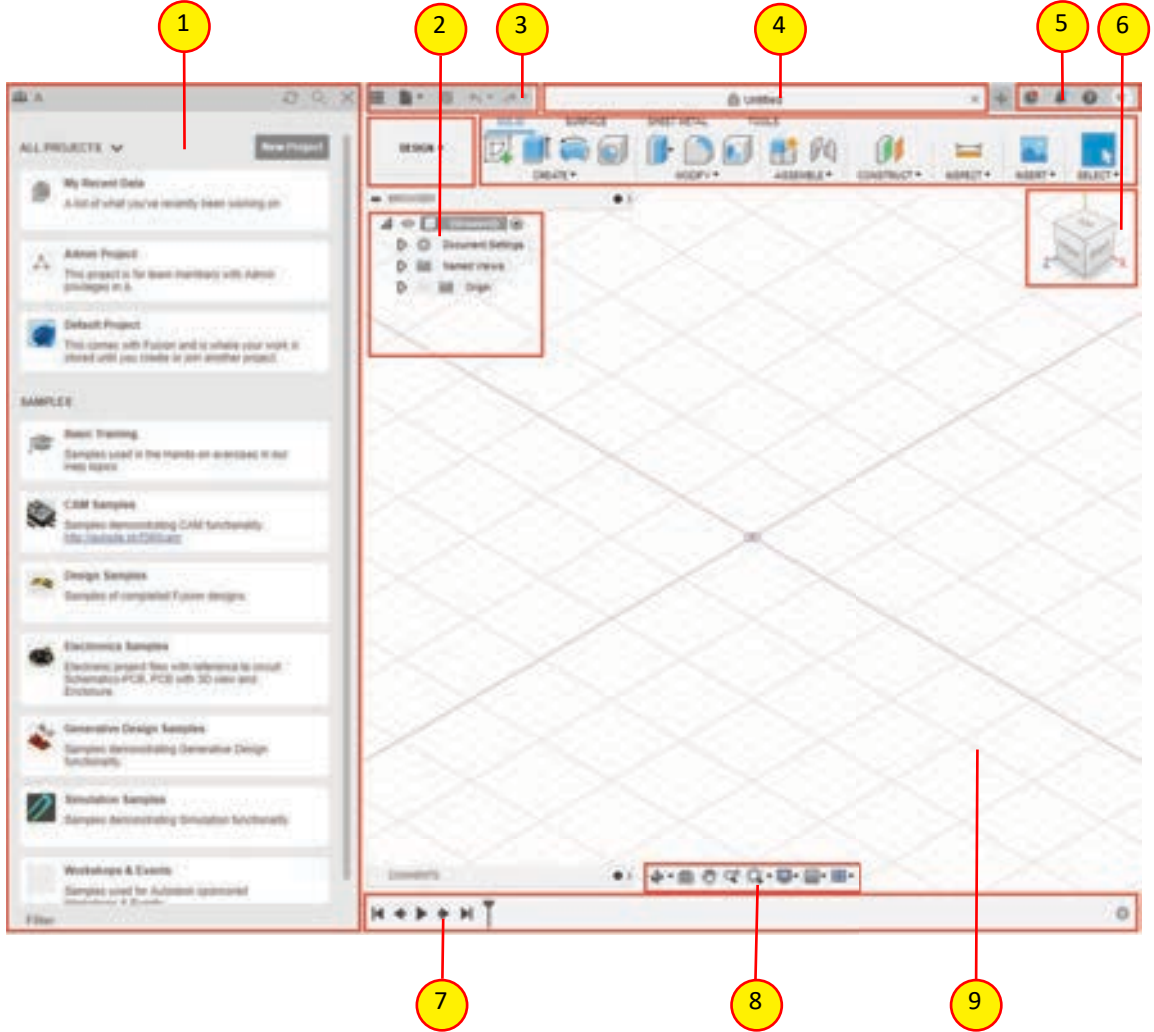
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Çevrenizde bulunan çeşitli nesneleri inceleyiniz. Hangi geometrik şekillerden oluştuklarını anlamaya çalışınız. Fikirlerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Günümüzde makinelerin tasarımını yapmak için **bilgisayar destekli tasarım** kısaca **CAD (Computer Aided Design)** programları çok etkin bir şekilde kullanılmaktadır. CAD programları ile öncelikle bilgisayarı oluşturan parçalar tasarlanır, daha sonra bunların birbirleri üzerindeki montajları gerçekleştirilir. CAD ortamında montaj hâline getirilmiş makine tasarımlarının çalışmaları incelenir, çeşitli dayanım analizleri yapılabilir. Oluşturulan parçaların ve montajların teknik resimleri CAD ortamında kolaylıkla elde edilir.

11.1. CAD Programına Giriş ve Hazırlık Ayarları

CAD uygulaması çalıştırıldığında açılan pencere üzerinde çeşitli kısımlar bulunur (Görsel 11.1).

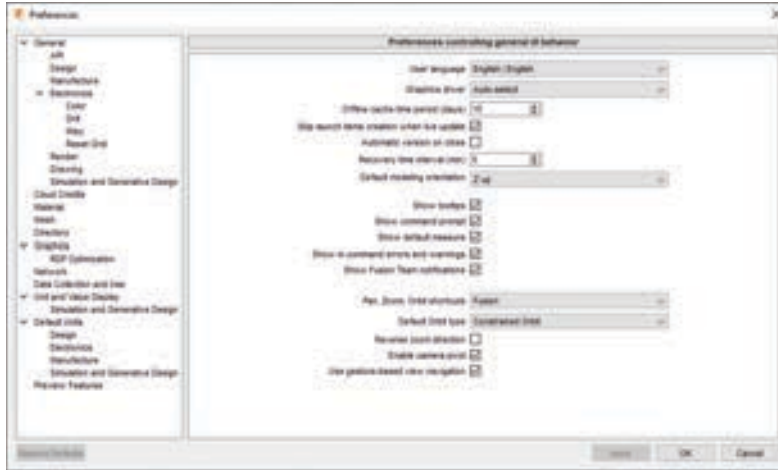


Görsel 11.1: CAD uygulaması arayüzü

- (1) **Data Panel:** Dosyaların ve projelerin yönetim alanıdır.
- (2) **Unsur Ağacı (Browser):** Tasarım aşamasında yapılan unsurların yer aldığı bölümdür.
- (3) **Hızlı Erişim Araçları:** Dosya açma, kaydetme gibi sık kullanılan komutların bulunduğu kısımdır.
- (4) **Dosya Sekmesi:** Açık olan dosyalara erişmek için kullanılan sekmeler yer alır.
- (5) **Kullanıcı Hesabı:** Aktif kullanıcı, oturum açma, tercihler gibi işlemlere erişilebilir kısımdır.
- (6) **Görüntüleme Küpü (View Cub):** Çalışma esnasında üç boyutlu uzayda tasarımın hangi görünümde olduğunun anlaşılmasına yardımcı olacak ve görünümün değiştirilmesini sağlayacak alandır.
- (7) **Zaman Çizelgesi (Timeline):** Çalışmamız süresince kullandığımız komutların sıralanacağı, oluşturulan unsurun aşamalarını şamalarının izlenmesi için kontrollerin yer aldığı kısımdır.
- (8) **Hızlı Görünüm Ayarları:** Çizim alanının, görünüm ile ilgili seçeneklerin yer aldığı kısımdır.
- (9) **Çizim Alanı:** Parçaların çiziminin görüntülediği alandır.

11.1.1 Program Ayarları

Sağ üst köşede bulunan **Kullanıcı Hesabı** altındaki menüden **Preferences** seçilerek program ayarlarına erişilebilir. Program ayarları içerisinde, genel ayarlar, ekran kartı ve görünüm kalitesi ayarları, ölçü birimi ayarları gibi, tercihlere göre seçilebilecek alanlar bulunur.



Görsel 11.2: Program genel ayarları penceresi

11.1.2 Araç Çubukları

Kullanılabilir komutlara kolayca ulaşılacak araç çubukları çalışma moduna bağlı olarak değişiklik gösterir. Tasarım aşamasında kullanılacak araç çubukları şunlardır: **SOLID, SURFACE, SHEET METAL.**



Görsel 11.3: Araç çubukları



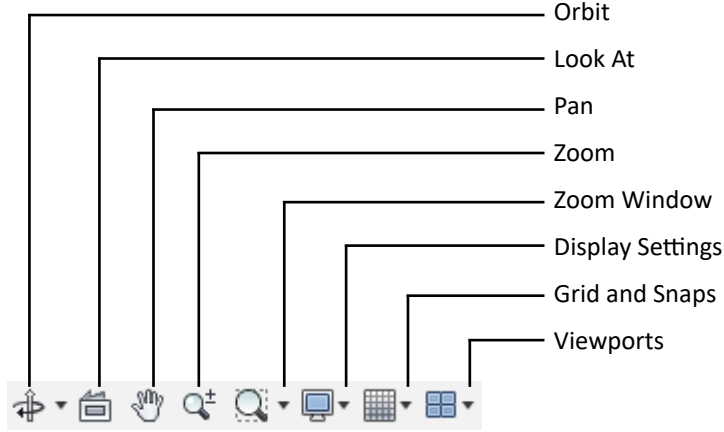
11.1.3 Görünüm Ayarları

Çizim alanı ile ilgili görünüm tercihleri **Görünüm Ayarları** alanından yapılır.

Display Setting: Üç boyutlu modellerin ekranda nasıl görüneceğinin denetlendiği bölümdür.

Grid and Snaps: Izgaranın ekranda görünürlük ve kenetleme denetiminin yapıldığı bölümdür.

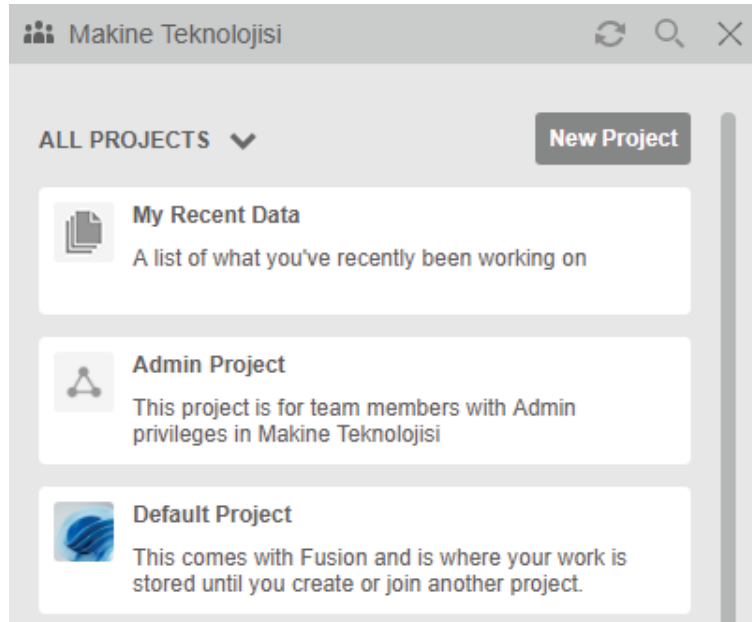
Viewports: Ekran görüntüsünün tek pencere ya da dört pencere olması hâlinde denetim bu bölümde yapılır.



Görsel 11.4: Görünüm ayarları seçenekleri

11.1.4 Proje ve Dosya Yönetimi

CAD programında **DATA PANEL** içerisinde **New Project** butonuna basılarak yeni bir tasarım projesi oluşturulur. Oluşturulan proje içerisinde istenildiği kadar alt klasör oluşturularak tasarım farklı bölümlere ayrılabilir. Tasarım projelerine başka kullanıcılar da dâhil edilebilir.



Görsel 11.5: Data Panel ekranı

11.2. İki Boyutlu Çizim

Makine parçaları tasarlanırken önce iki boyutlu taslaklar üzerine çizim oluşturulur. Oluşturulan iki boyutlu çizim kullanılarak katı model komutları ile üç boyutlu hâle getirilir.



Görsel 11.6: İki boyutlu çizimden üç boyutlu model oluşturma

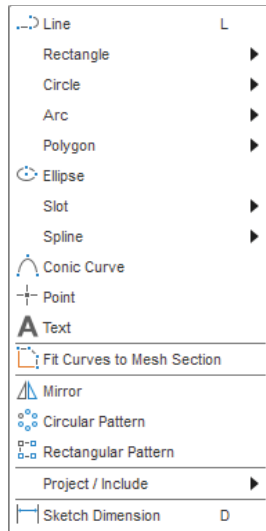
İki boyutlu çizim yapmaya başlamak için öncelikle XY, YZ veya XZ düzlemlerinden herhangi birisine çizim taslağı (Sketch) oluşturulması gerekir. **Create Sketch** komutuna tıklandığında görünür hâle gelecek olan XY, YZ ve XZ düzlemlerinden herhangi biri seçildikten sonra “Sketch” çalışma alanı aktif hâle gelir. Taslak çizimi aktif hâle geldiğinde iki boyutlu çizim komutlarının bulunduğu **SKETCH** araç çubuğu görünür hâle gelir. **SKETCH** altında yer alan komutlar kullanılarak iki boyutlu çizimler oluşturulur. İki boyutlu çizim tamamlandığında sağ üst köşede görünen **FINISH SKETCH** komutuna basılarak çizim taslağından çıkılır.



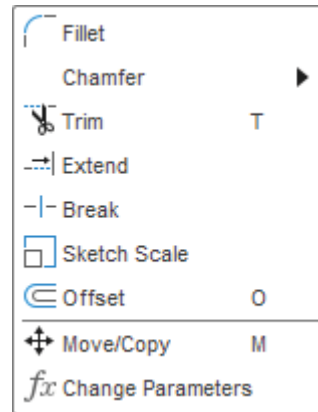
Görsel 11.7: Sketch araç çubuğu

SKETCH araç çubuğunda **CREATE** altında çizim unsurları, **MODIFY** altında çizim düzenleme araçları, **CONSTRAINTS** altında çizim ilişkilendirme araçları yer alır.

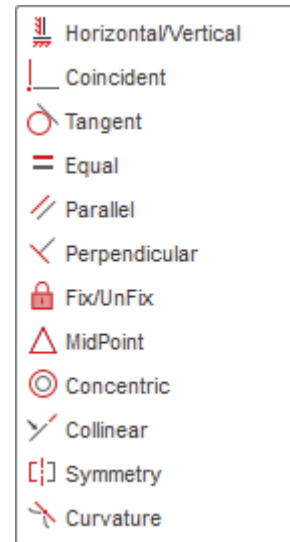
CREATE



MODIFY



CONSTRAINTS



Görsel 11.8: Sketch araç çubuğunda yer alan komutlar



11.2.1 Çizim Nesnelerini İlişkilendirme

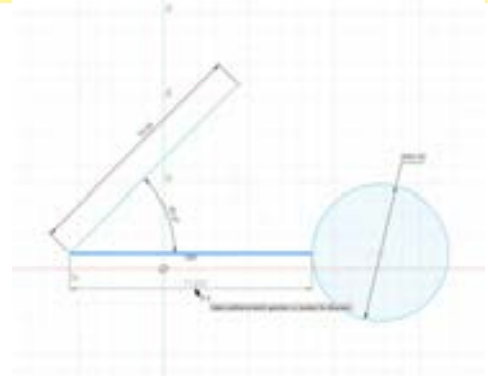
Çizim nesneleri birbirlerine ve çeşitli geometrik özelliklerine göre ilişkiler kurularak tasarımlar gerçekleştirilebilir. Örneğin iki çizginin birbirine göre dik olması, çember ile çizginin teğet olması gibi. İlişkilendirme komutları **SKETCH** altında **CONSTRAINTS** bölümünde yer alır (Tablo 11.1).

Tablo 11.1: Çizim İlişkilendirme Seçenekleri

Sembol	Komut	Kısayol
	Horizontal / Vertical	Çizginin, yatay (Horizontal) veya dikey (Vertical) eksene göre hizalanmasını sağlar.
	Coincident	İki çizim nesnesinin uç noktalarının birleştirilmesi için kullanılır.
	Tangent	Çizginin çembere teğet olmasını sağlar.
	Equal	İki çizim nesnesinin uzunluklarının eşit olmasını sağlar.
	Parallel	İki çizginin birbirine paralel olmasını sağlar.
	Perpendicular	İki çizginin birbirine göre dik olmasını sağlar.
	Fix / UnFix	Çizim nesnesini bulunduğu yerde sabitler.
	MidPoint	Bir çizim nesnesini başka bir çizim nesnesinin orta noktasına sabitlemeye yarar.
	Concentric	İki çemberi aynı merkezli hâle getirir.
	Collinear	Çizgiyi diğer bir çizgi ile aynı doğrultuya hizalar.
	Symmetry	İki çizim nesnesini bir çizgiye göre simetrik olarak hizalar.
	Curvature	Birden fazla nesnenin arasında yumuşak ve sürekli bir geçiş oluşturmak için kullanılır.

11.2.2 Çizim Nesnelerinin Ölçülendirilmesi

CAD programında tasarımın kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için çizim nesneleri ölçü verilmeden çizilebilir. Daha sonradan bir veya birden fazla nesneyi ölçülendirmek için **SKETCH** araç çubuğunda **CREATE** bölümünde bulunan **SKETCH DIMENSION** komutu kullanılır. **Dimension** komutunu klavyeden kısayol tuşu **D** harfine basılarak da çalıştırılabilir. Nesnelerin uzunluk, çap, birbirlerine göre açı ve uzaklıkları **Dimension** komutu kullanılarak ölçülendirilir (Görsel 11.9). Daha sonradan herhangi bir ölçü değiştirilmek istendiğinde ölçü yazısının üzerine çift tıklanarak bu işlem yapılabilir.



Görsel 11.9: Çizim nesnelerinin ölçülendirilmesi

11.2.3 İki Boyutlu Çizim Oluşturma Komutları

İki boyutlu tasarım aşamasında seçili olan yüzey üzerinde birtakım geometrik şekiller oluşturularak çizim gerçekleştirilir. Bu geometrik şekilleri çizebilmek için çeşitli komutlar bulunur (Tablo 11.2).

Tablo 11.2: Çizim Oluşturma (Create) Komutları

Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Line	L	Doğrusal ve eğrisel çizgiler oluşturmak amacıyla kullanılır.
	Rectangle	R	Dikdörtgen oluşturmak için kullanılır.
	Circle	C	Çember çizmek için kullanılır.
	Arc		Yay çizmek için kullanılır.
	Polygon		Çokgen çizmek için kullanılır.
	Ellipse		Elips çizmek için kullanılır.
	Slot		Kanal çizmek için kullanılır.
	Spline		Eğrisel çizgiler çizmek için kullanılır.
	Conic Curve		Simetrik eğriler çizmek için kullanılır.
	Point		Nokta oluşturmak için kullanılır.
	Text		Yazı yazmak için kullanılır.
	Mirror		Bir veya daha fazla çizim nesnesini bir çizgiye göre simetrik olarak çoğaltmak için kullanılır.
	Circular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesini bir merkez etrafında dairesel olarak çoğaltmak için kullanılır.
	Rectangular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesini istenen satır ve sütun sayısına çoğaltmak için kullanılır.
	Project / Include	P	Herhangi bir çizim nesnesinin kenar çizgisini veya başka bir çizim taslağındaki çizimin iz düşümünü çizim olarak kullanmaya yarar.
	Sketch Dimension	D	Çizim nesnelerinin ölçülendirilmesinde kullanılır.



11.2.4 Çizim Düzenleme Komutları

Tasarım aşamasındaki çizimi düzenlemek için bazı komutlar kullanılır (Tablo 11.3).

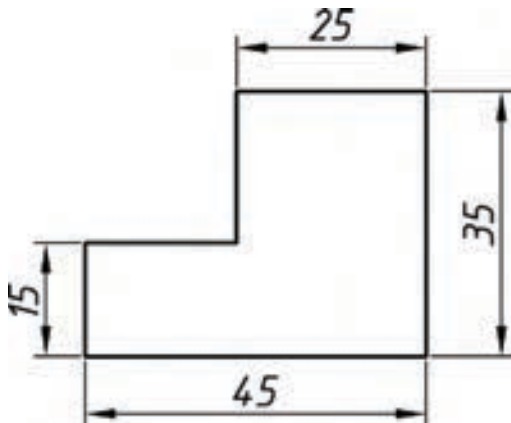
Tablo 11.3: Çizim Düzenleme (Sketch Modify) Komutları

Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Fillet		İki çizginin birleşim noktasında belirtilen ölçüde yay oluşturur.
	Chamfer		İki çizginin birleşim noktasında belirtilen ölçüde pah oluşturur.
	Trim	T	Birden fazla çizim nesnesinin kesişim yerlerinden budamak için yapılır için kullanılır.
	Extend		Bir çizim nesnesini başka bir çizim nesnesine kadar uzatmak için kullanılır.
	Break		Bir çizim nesnesini belirtilen noktadan iki parçaya bölmeye yarar.
	Scale Sketch		Seçilen çizim nesnelerinde herhangi bir noktayı referans alarak belirlenen ölçek oranında yeniden boyutlandırır.
	Offset	O	Bir veya daha fazla çizim nesnesini belirtilen mesafe kadar öteleyerek çoğaltır.
	Move / Copy	M	Seçilen çizim nesnelerini bir noktadan başka bir noktaya taşımaya yarar.

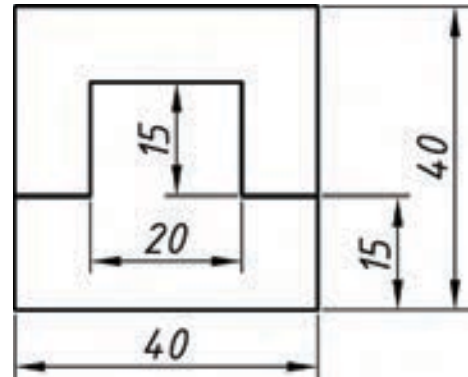
SIRA SİZDE [11-1]

Aşağıda verilen resimleri uygun çizim araçlarını kullanarak belirtilen ölçüde çiziniz.

1



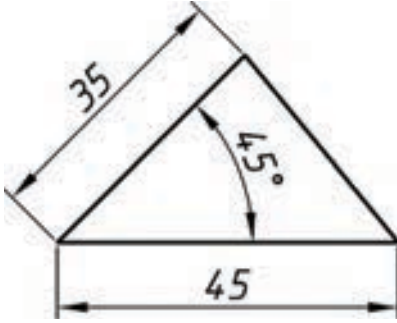
2



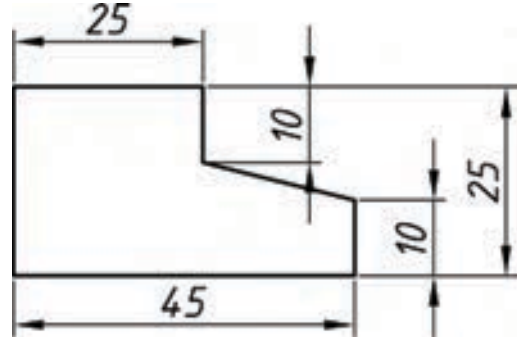
SIRA SİZDE [11-2]

Aşağıda verilen resimleri uygun çizim araçlarını kullanarak belirtilen ölçüde çiziniz.

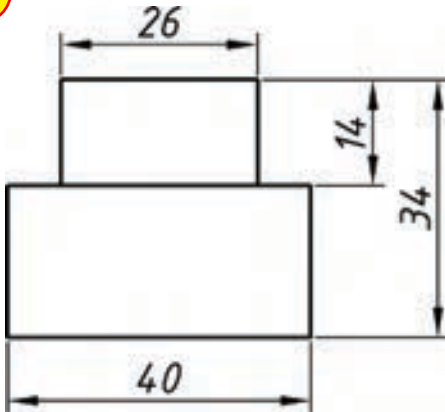
3



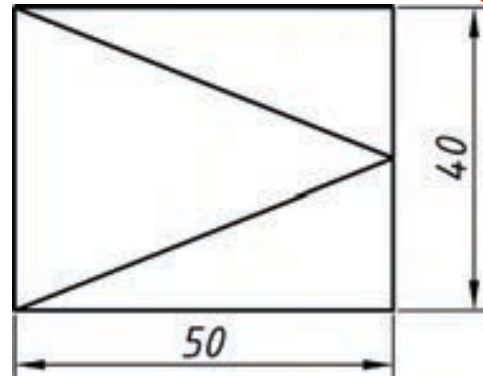
4



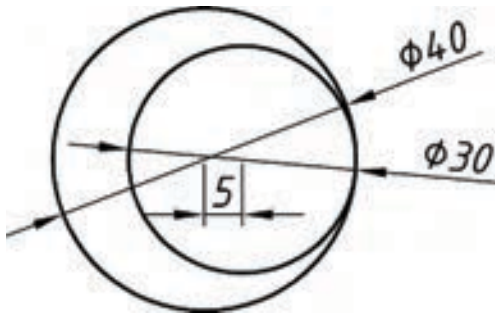
5



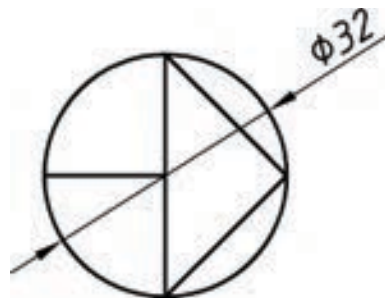
6



7



8

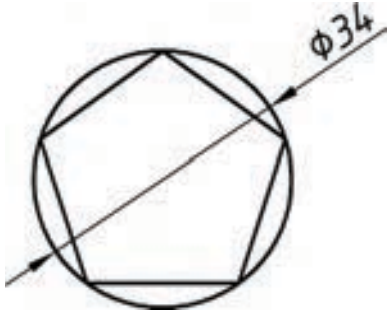




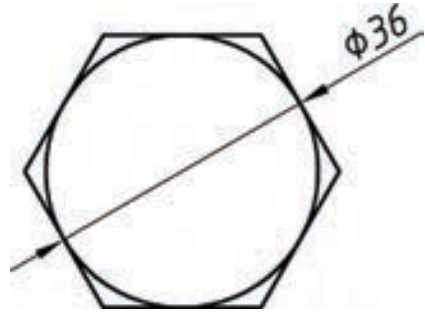
SIRA SİZDE [11-3]

Aşağıda verilen resimleri uygun çizim araçlarını kullanarak belirtilen ölçüde çiziniz.

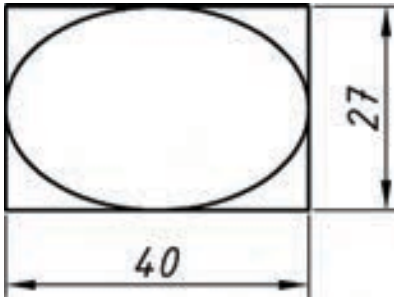
9



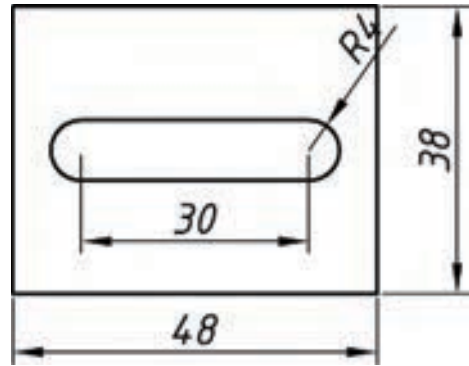
10



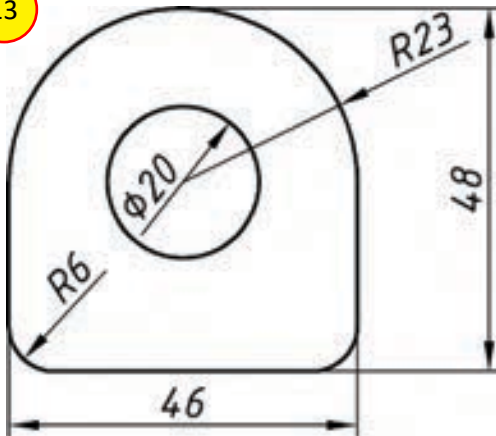
11



12



13



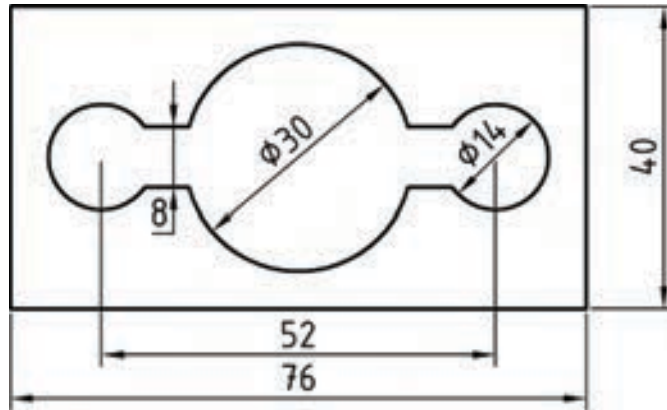
14



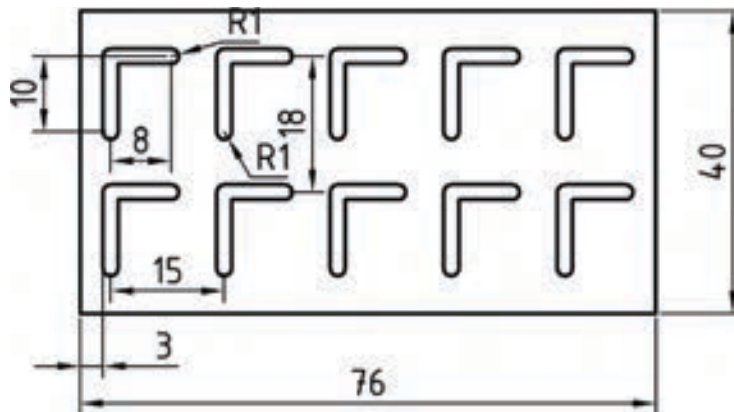
SIRA SİZDE [11-4]

Aşağıda verilen resimleri uygun çizim araçlarını kullanarak belirtilen ölçüde çiziniz.

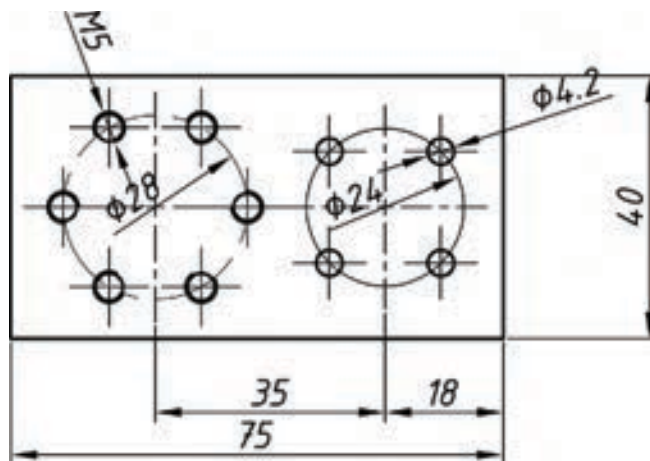
15



16



17

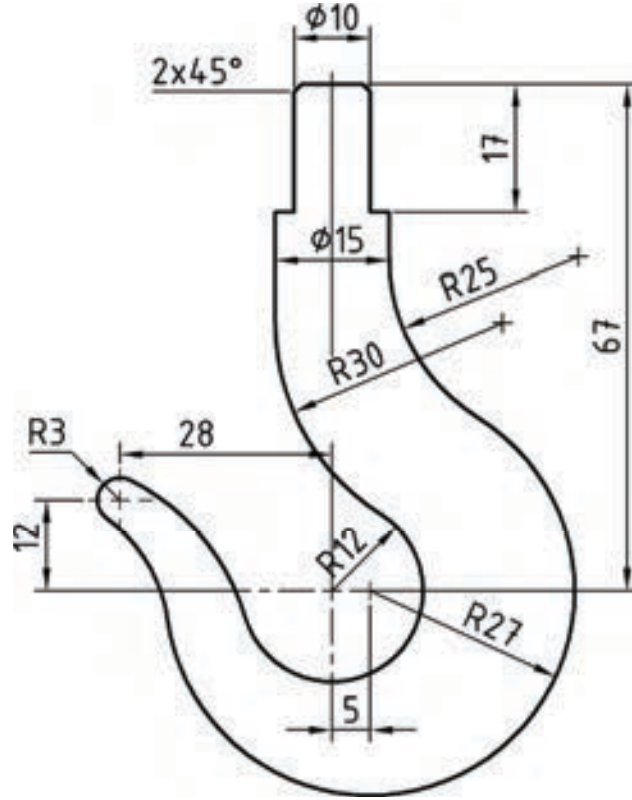




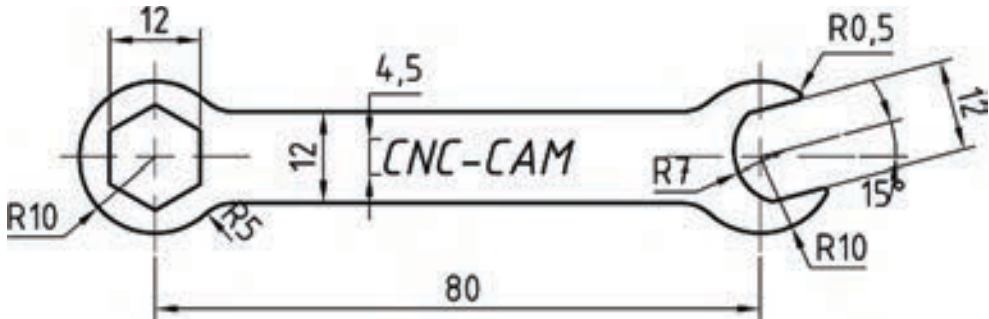
SIRA SİZDE [11-5]

Aşağıda verilen resimleri uygun çizim araçlarını kullanarak belirtilen ölçüde çiziniz.

18



19



11.3. Yüzey Modelleme

Zor olan bazı modelleri tasarlarken yüzey modelleme komutlarından yararlanılabilir. Yüzey modelleme komutları katı model oluşturma komutlarına göre daha esnek olduğu için bu komutlar, tasarımı kolaylaştırır.

Yüzey oluşturma ve düzenleme ile ilgili komutlar **Design Workspace** altında yer alan **Surface** bölümü içerisinde yer alır.

11.3.1 Yüzey Oluşturma Komutları

Yüzey oluşturulabilmesi için öncelikle iki boyutlu çizim oluşturulur. İki boyutlu çizim unsurları kullanılarak yüzey oluşturabilmek için çeşitli komutlar bulunur (Tablo 11.4).

Tablo 11.4: Yüzey Oluşturma (Surface Create) Komutları

Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Extrude		Kapalı ya da açık profillerin, yükseklik verilerek (ekstrüzyon yöntemi) yüzey hâline getirilmesi için kullanılır.
	Revolve		Kapalı ya da açık profillerin, seçilen herhangi bir eksen etrafında döndürülerek yüzey hâline getirilmesi için kullanılır.
	Sweep		Kapalı ya da açık profillerin, seçilen bir yol boyunca süpürülerek yüzey hâline getirilmesi için kullanılır.
	Loft		Farklı düzlemlerde çizilen açık ya da kapalı profillerin birleştirilerek yüzey hâle getirilmesi için kullanılır.
	Patch		Aynı veya farklı düzlemlerde çizilmiş kapalı eğrilerin ya da yüzey kenarlarının meydana getirildiği kapalı eğrilerin örülerek yüzey oluşturulması için kullanılır.
	Ruled		Extrude komutu gibi çalışır. Bu komuttan farklı olarak, ekstrüzyonun yapılacağı doğrultu seçilebilir. İstenirse açı tanımlanabilir.
	Offset		Seçilen yüzeyin belirlenen değerde ötelenerek yeni bir yüzey oluşturulması için kullanılır.
	Rectangular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesinin istenen satır ve sütun sayısına çoğaltılması için kullanılır.
	Circular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesinin bir merkez etrafında dairesel olarak çoğaltılması için kullanılır.
	Pattern on Path		Bir veya daha fazla çizim nesnesinin bir çizgi boyunca istenen sayıda çoğaltılması için kullanılır.
	Mirror		Bir veya daha fazla çizim nesnesinin bir çizgiye simetrik olacak şekilde çoğaltılması için kullanılır.
	Thicken		Seçilen yüzeye bir et kalınlığı tanımlayarak onu katlaştırır.



11.3.2 Yüzey Düzenleme Komutları

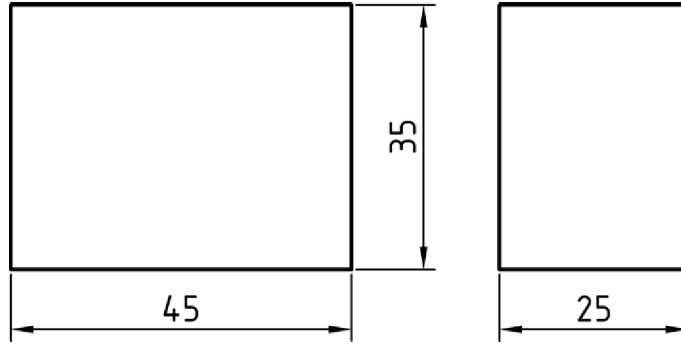
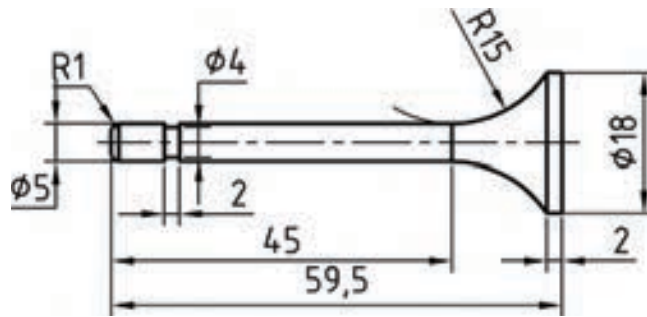
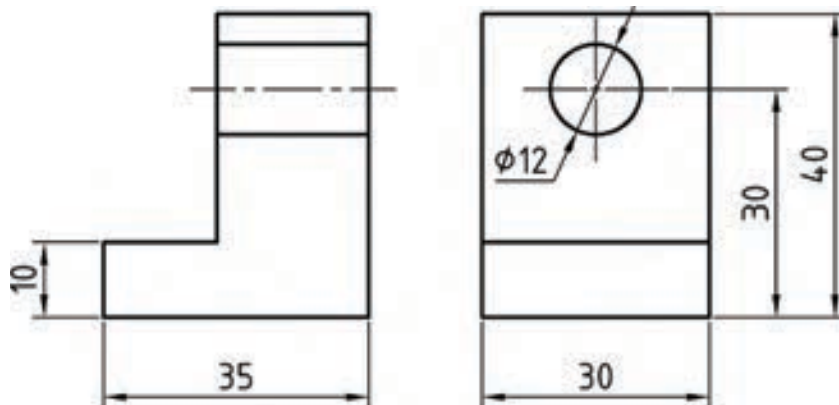
Oluşturulan yüzeyler üzerinde değişiklikler yapmak için çeşitli düzenleme komutları bulunur (Tablo 11.5).

Tablo 11.5: Yüzey Düzenleme (Surface Modify) Komutları

Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Press Pull	Q	Katı modellerin seçilen yüzeylerini belirli bir miktar ötelemek, taşımak ya da döndürmek için kullanılır.
	Fillet	F	Katı modellerin seçilen bir veya daha fazla yüzeyinin birleşim yerlerinde radyüs oluşturmaya yarar.
	Chamfer		Katı modellerin seçilen bir veya daha fazla yüzeyinde birleşim yerlerinde pah kırmaya yarar.
	Trim		Yüzeylerin bir düzlem ya da başka bir yüzey aracılığıyla kırılması için kullanılır.
	Untrim		Daha önce kırılmış yüzeyleri onararak tekrar eski hâline getirmek için kullanılır.
	Extend		Bir yüzeyin kenarlarını belirlenen uzatma tipine göre tanımlanan mesafe kadar uzatmak için kullanılır.
	Stitch		Birbirine belirli bir yakınlıkta olan ancak birleşik olmayan yüzeyleri birbirine birleştirmek için kullanılır. Bu birleştirme işlemi sonucunda açık bir yüzey kalmazsa katı bir parça elde edilmiş olur.
	Unstitch		Birbiriyle birleşik hâlde olan yüzeyleri ayırmak için kullanılır. Herhangi bir katı modeli yüzeylerine ayırmak için de kullanılabilir.
	Reverse Normal		Yüzeylerin pozitif ve negatif yönlerini değiştirmek için kullanılır.
	Scale		Seçilen yüzeyleri ölçeklendirmek için kullanılır. Uniform olarak tüm eksenlerde aynı oranda, ya da non-uniform seçeneğiyle X,Y ve Z eksenlerinde farklı değerlerde ölçeklendirme yapmak mümkündür.
	Split Face		Seçilen yüzeylerin, herhangi bir sketch ya da yüzey ile kesilmesi için kullanılır.
	Split Body		Seçilen yüzeylerin, herhangi bir sketch ya da yüzey ile farklı parçalara ayrılması için kullanılır.
	Move / Copy	M	Herhangi bir çizim nesnesini bir noktadan başka bir noktaya taşımak veya kopyalamak için kullanılır.
	Align		Seçilen geometrileri birbirine göre hizalamak için kullanılır.
	Delete	Del	Seçilen çizim nesnesini silmeye yarar.
	Physical Material		Oluşturulan katı modelin malzemesini seçmeye yarar.
	Appearance	A	Katı veya yüzeylerin renk, desen gibi görünüm ayarlarını yapmaya yarar.

SIRA SİZDE [11-6]

Aşağıda resimleri verilen yüzey modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

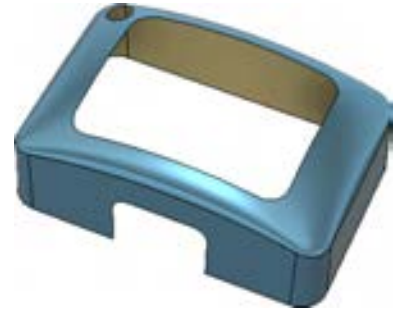
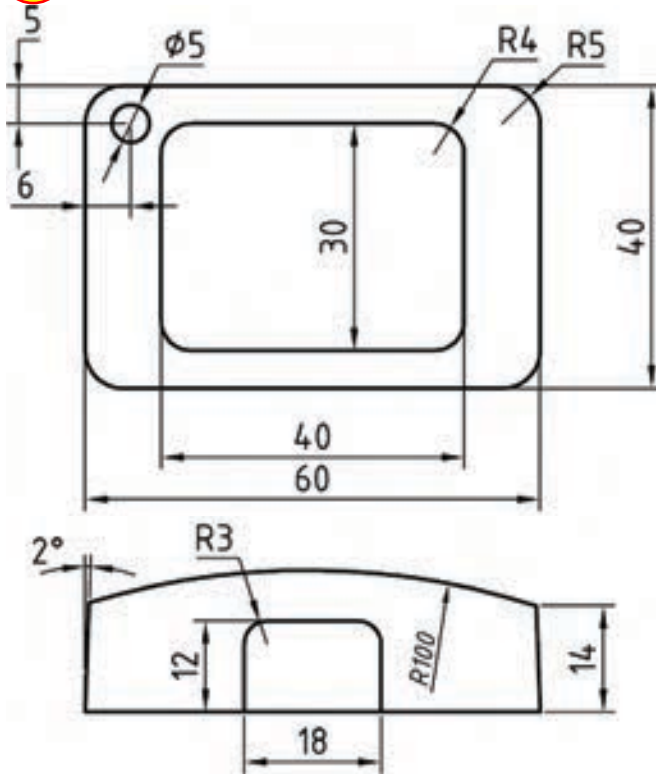
1**2****3**



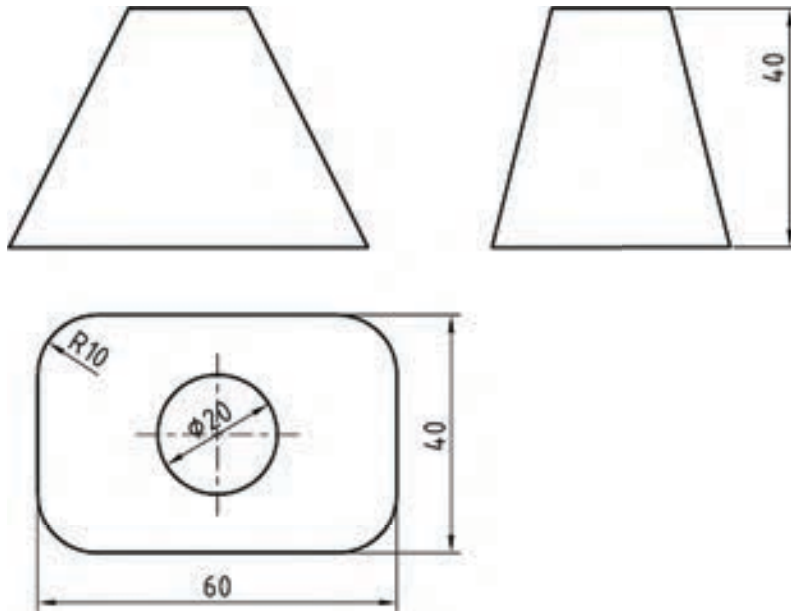
SIRA SİZDE [11-7]

Aşağıda resimleri verilen yüzey modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

4



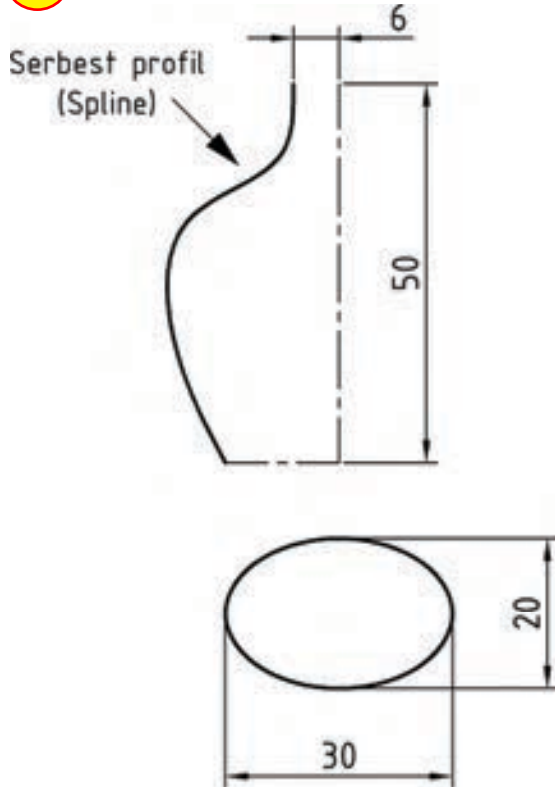
5



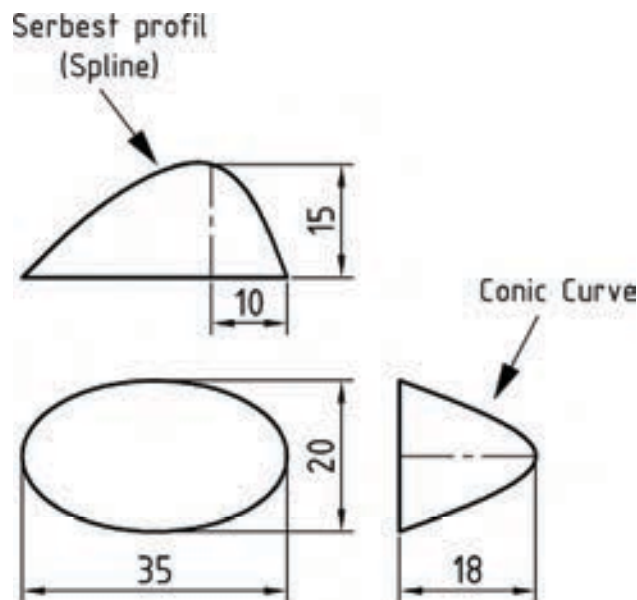
SIRA SİZDE [11-8]

Aşağıda resimleri verilen yüzey modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

6



7





11.4. Katı Modelleme

Nesnelerin bilgisayar ortamındaki üç boyutlu hâllerine **katı model** denir. Katı modeller, yüzey modellerden farklı olarak bir kalınlığa sahiptir ve katı modellerin seçilen malzeme türüne göre ağırlık, hacim gibi değerleri hesaplanabilir. Katı model oluşturma ve düzenleme ile ilgili komutlar **Design Workspace** altında yer alan **Solid** bölümü içerisinde yer alır.

11.4.1 Katı Model Oluşturma Komutları

Katı modellerin oluşturulabilmesi için önceden hazırlanan iki boyutlu çizim veya yüzeyler kullanılır. Katı model oluşturabilmek için çeşitli komutlar bulunur (Tablo 11.6).

Tablo 11.6: Katı Model Oluşturma (Solid Create) Komutları

Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Create Sketch		
	Extrude	E	Açık veya kapalı profillerin yüzeylerine yükseklik verilerek (ekstrüzyon yöntemiyle) bu yüzeylerin katı model hâline getirilmesi için kullanılır.
	Revolve		Kapalı profillerin, seçilen herhangi bir eksen etrafında döndürülerek katı model hâline getirilmesi için kullanılır.
	Sweep		Kapalı profillerin, seçilen bir yol boyunca süpürülerek katı model hâline getirilmesi için kullanılır.
	Loft		Farklı düzlemlerde çizilen açık ya da kapalı profillerin birleştirilerek katı model hâline getirilmesi için kullanılır.
	Rib		Seçilen iki yüzey arasında feder (destek) oluşturmaya yarar.
	Web		Seçilen yüzeylerde destek elemanı oluşturmak için kullanılır.
	Emboss		Eğimli yüzeylerde girinti veya çıkıntı oluşturmak için kullanılır.
	Hole	H	Katı parçalar üzerinde delik delmek için kullanılır.
	Thread		Silindirik yüzeyler üzerine vida açmak için kullanılır.
	Box		Dikdörtgenler prizması oluşturmak için kullanılır.
	Cylinder		Silindir oluşturmak için kullanılır.
	Sphere		Küre oluşturmak için kullanılır.
	Torus		Simit şeklinde katı model oluşturmak için kullanılır.
	Coil		Yay oluşturmak için kullanılır.

	Pipe		Boru oluşturmak için kullanılır.
	Rectangular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesini istenen satır ve sütun sayısınınca çoğaltmak için kullanılır.
	Circular Pattern		Bir veya daha fazla çizim nesnesini bir merkez etrafında dairesel olarak çoğaltmak için kullanılır.
	Pattern on Path		Bir veya daha fazla çizim nesnesini bir çizgi boyunca istenen sayıda çoğaltmak için kullanılır.
	Mirror		Bir veya daha fazla çizim nesnesini bir çizgiye simetrik olacak şekilde çoğaltmak için kullanılır.
	Thicken		Seçilen yüzeye bir et kalınlığı tanımlayarak onu katılaştırır.

11.4.2 Katı Model Düzenleme Komutları

Katı modeller üzerinde değişiklikler yapmak için çeşitli düzenleme komutları bulunur (Tablo 11.7).

Tablo 11.7: Katı Model Düzenleme (Solid Modify) Komutları

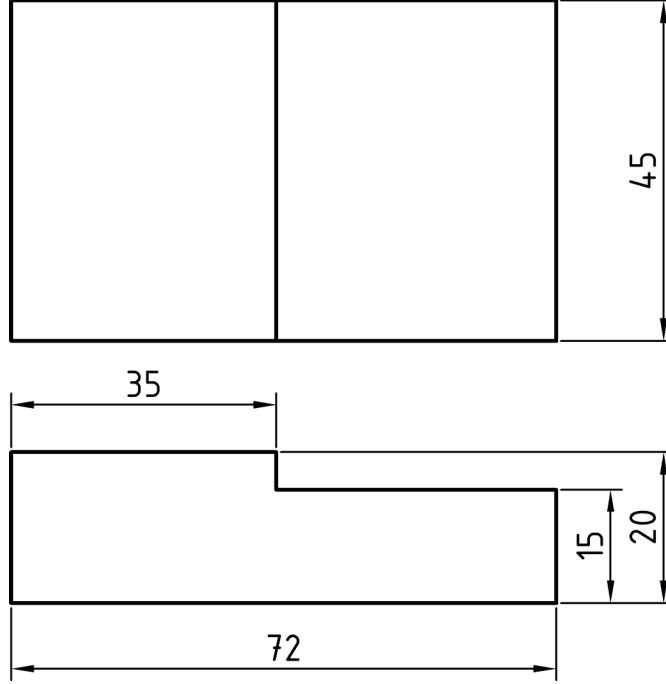
Sembol	Komut	Kısayol	Açıklama
	Press Pull	Q	Katı modellerin seçilen yüzeylerini belirli bir miktar ötelemek, taşımak ya da döndürmek için kullanılır.
	Fillet	F	Katı modellerin seçilen bir veya daha fazla yüzeyin birleşim yerlerinde radyüs oluşturmaya yarar.
	Chamfer		Katı modellerin seçilen bir veya daha fazla yüzeyin birleşim yerlerinde pah kırmaya yarar.
	Shell		Katı modellerin seçilen yüzeylerini silip kalan yüzeylere et kalınlığı vererek kabuk hâline getirmek için kullanılır.
	Draft		Model üzerinde seçilen bir veya birden fazla yüzeye istenen açıda eğim vermek için kullanılır.
	Scale		Seçilen katı modeli ölçeklendirmek için kullanılır.
	Combine		Seçilen katı modelleri birbiri ile birleştirmek, birbirinden çıkarmak ya da modellerin birbiri ile kesişimlerini oluşturmak için kullanılır.
	Offset Face		Katı model üzerindeki bir yüzeyi ötelemek için kullanılır.
	Replace Face		Katı model üzerindeki bir yüzeyi bir çizim taslağı veya yüzeye taşır.
	Split Face		Katı modeli seçilen yüzeyden ayırarak farklı katı model oluşturur.
	Split Body		Seçilen katı modelin herhangi bir sketch ya da yüzey ile kesilmesi için kullanılır.
	Silhouette Split		Seçilen katı modelin herhangi yüzey ya da katı modelin iz düşümü ile kesilmesi için kullanılır.



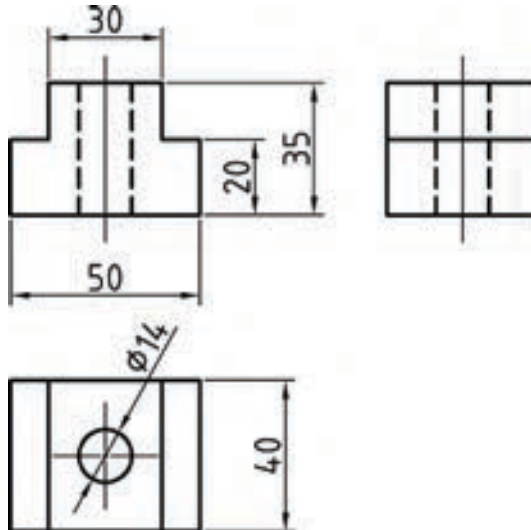
SIRA SİZDE [11-9]

Aşağıda resimleri verilen katı modele uygun çizim araçlarını kullanarak çizin.

1



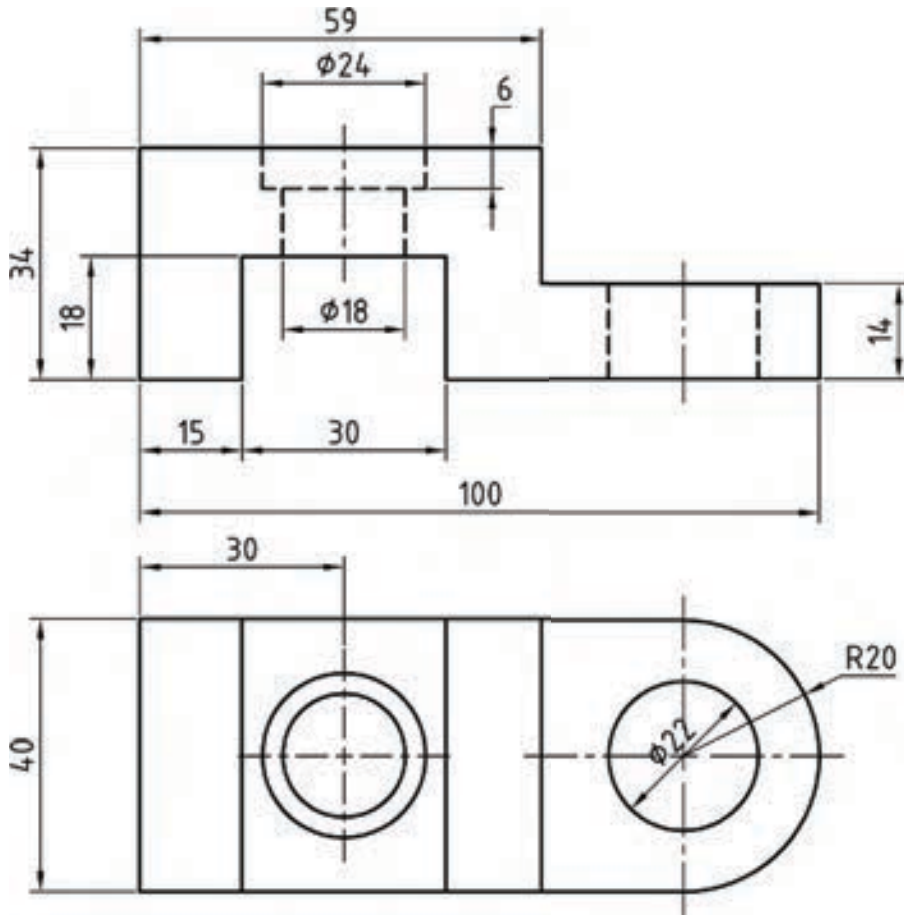
2



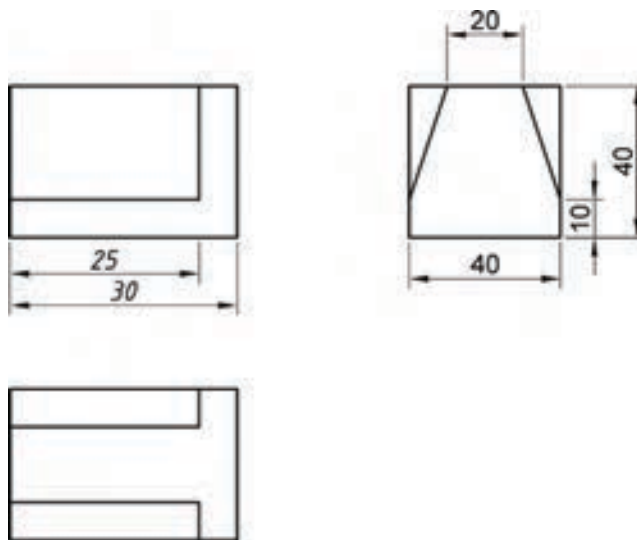
SIRA SİZDE [11-10]

Aşağıda resimleri verilen katı modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

3



4

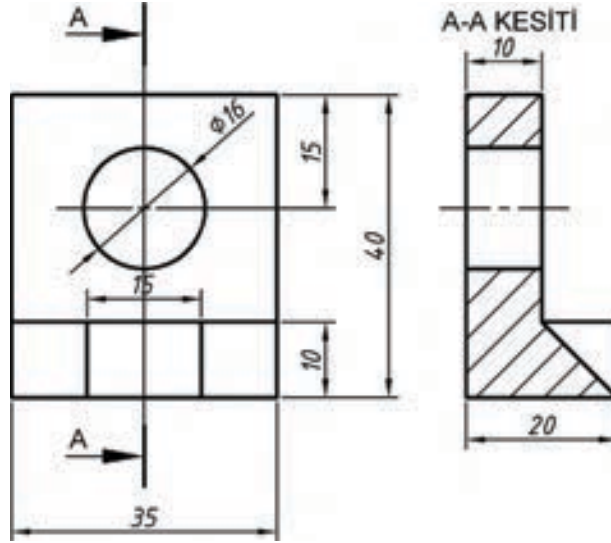




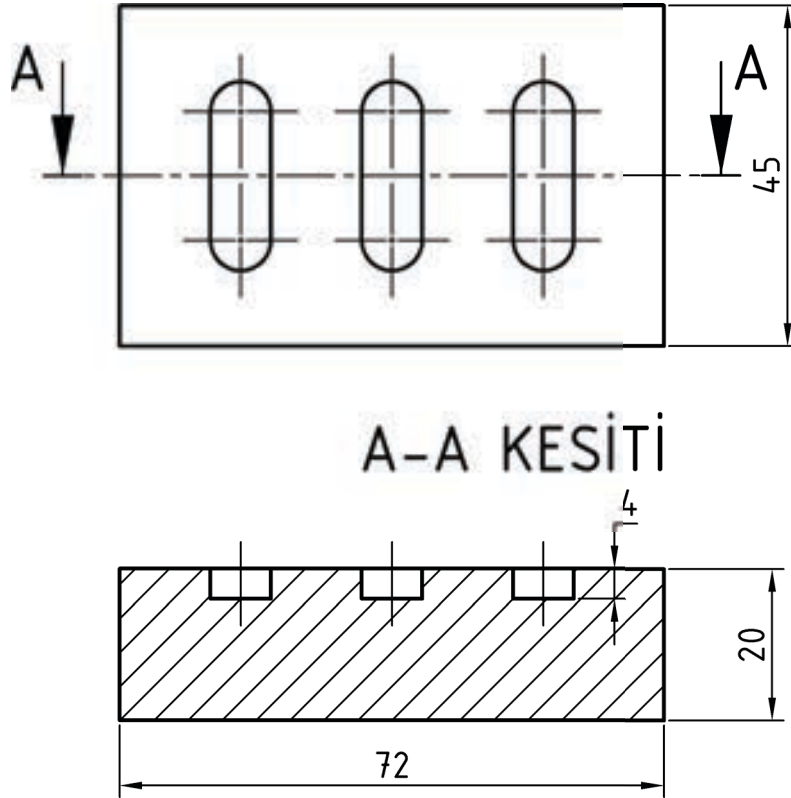
SIRA SİZDE [11-11]

Aşağıda resimleri verilen katı modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

5



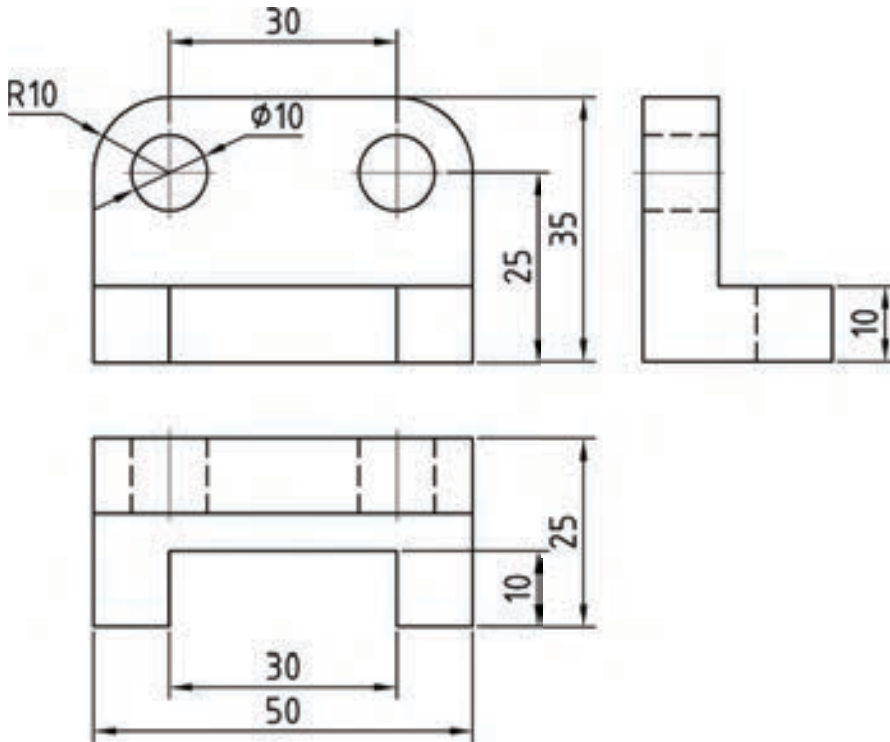
6



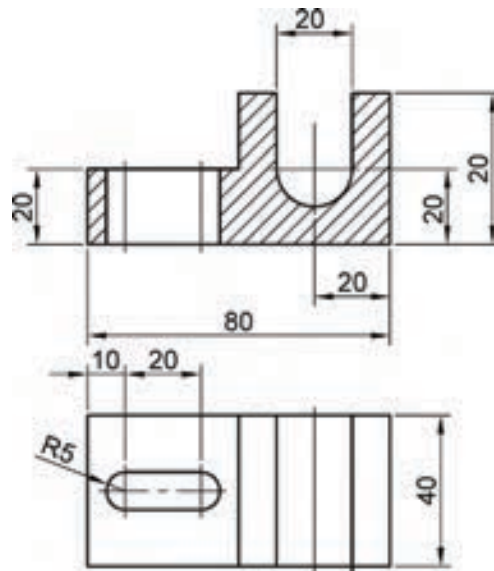
SIRA SİZDE [11-12]

Aşağıda resimleri verilen katı modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

7



8

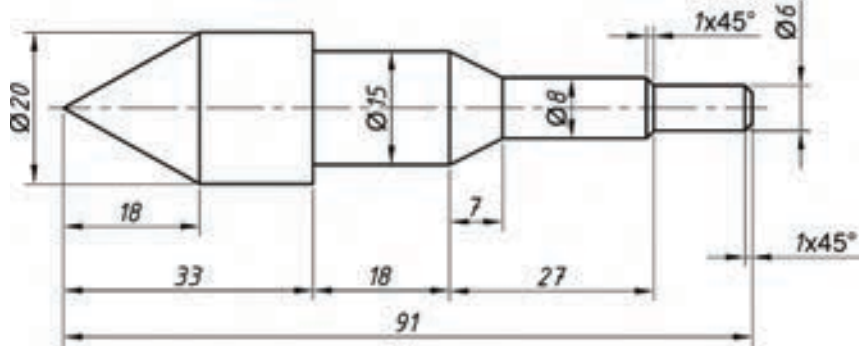




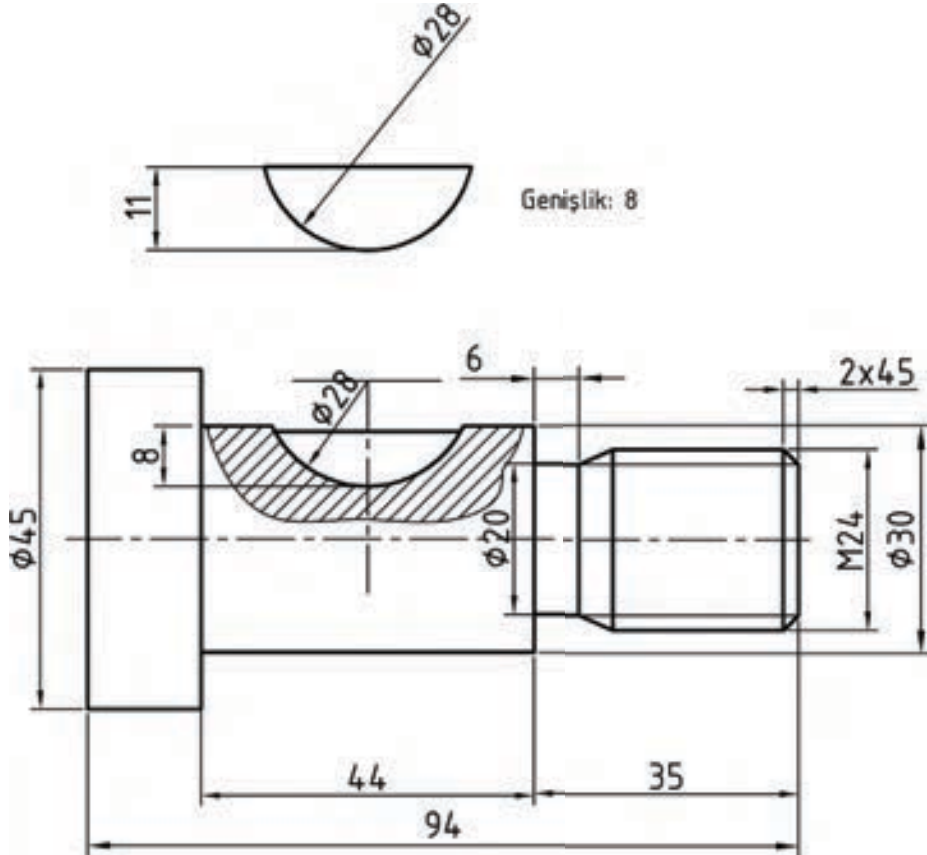
SIRA SİZDE [11-13]

Aşağıda resimleri verilen katı modele uygun çizim araçlarını kullanarak çiziniz.

9



10





Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. CAD programında program ayarlarının yapılabildiği menü hangisidir?

- A) CAM B) Data Panel C) Preferences D) Sketch E) Toolbar

2. Tasarım aşamasında kullanılan araç çubuklarından birisi değildir?

- A) Solid B) Surface C) Sketch D) Sheet Metal E) Dimension

3. İki boyutlu çizim yapabilmek için taslak çizim komutu hangisidir?

- A) Align B) Create Sketch C) Polygon D) Revolve E) Surface

4. İki çizginin birbirine dik olarak konumlandırmakta kullanılan ilişkilendirme seçeneği hangisidir?

- A) Equal B) Midpoint C) Symmetry D) Perpendicular E) Polygon

5. Çizim nesnelerinin ölçülendirilmesi için kullanılan komut hangisidir?

- A) Chamfer B) Dimension C) Edit D) Scale E) Text

6. Çokgen oluşturmak için kullanılan 2 boyutlu çizim komutu hangisidir?

- A) Polygon B) Rectangular C) Scale D) Trim E) Wizard

7. Aşağıdaki komutlardan hangisi seçilen bir yüzeye bir et kalınlığı değeri vererek katı nesneye dönüştürmek için kullanılır?

- A) Emboss B) Loft C) Rib D) Thread E) Thicken

8. Seçilen bir profili bir yol boyunca süpürerek yüzey oluşturmaya yarayan komut hangisidir?

- A) Box B) Extrude C) Revolve D) Sweep E) Torus

9. Aşağıdaki komutlardan hangisi seçilen iki yüzey arasında destek oluşturmak amacıyla kullanılır?

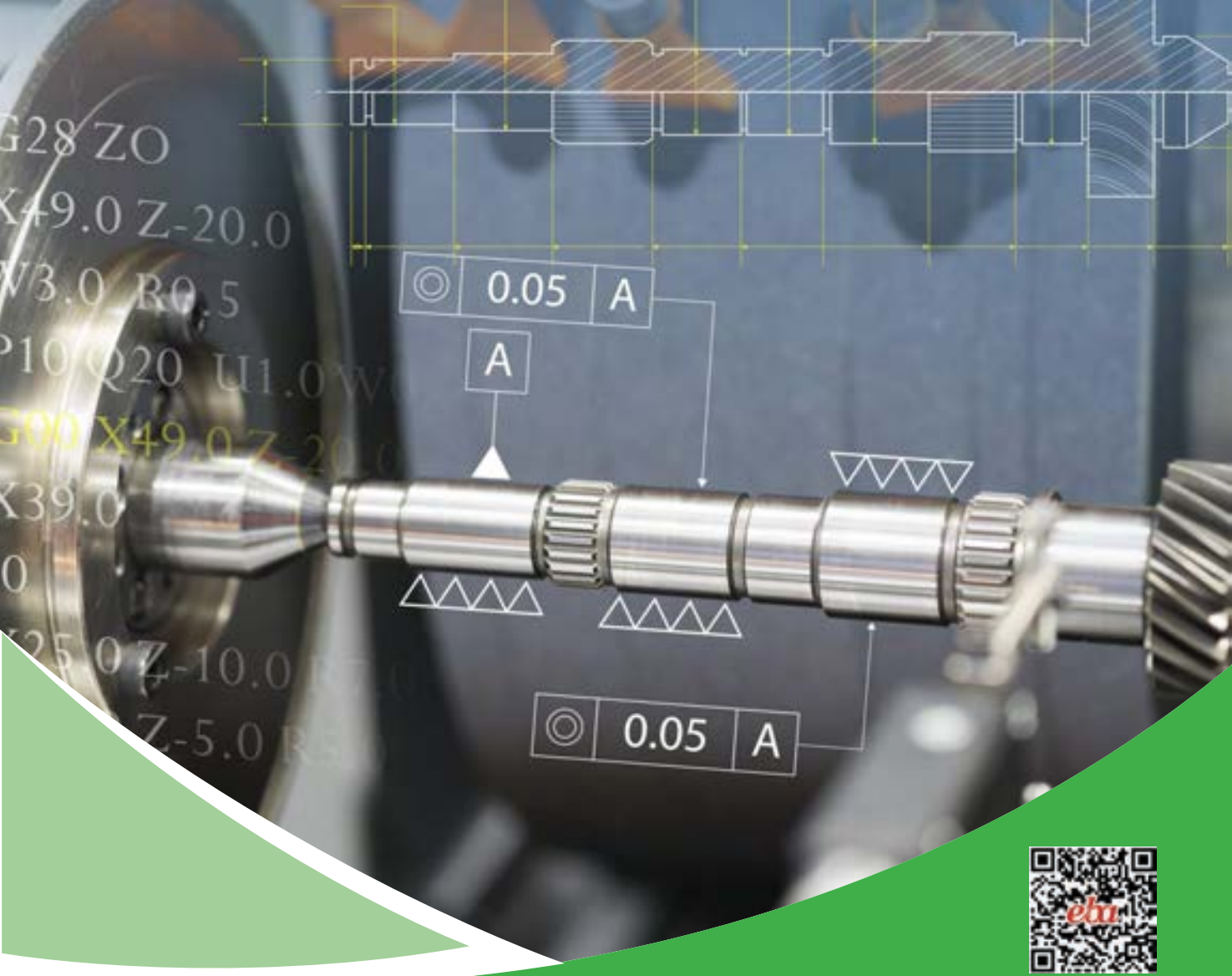
- A) Hole B) Pattern C) Rib D) Trim E) Web

10. Birden fazla katı nesneyi birleştirerek tek bir katı hâline getirmek için kullanılan komut hangisidir?

- A) Union B) Unstitch C) Untrim D) View E) Web

Cevaplarınızı kontrol ediniz!





CAM PROGRAMLARI İLE TORNALAMA

Neler Öğreneceksiniz?

- CAM programı ile torna tezgâhları için başlangıç ayarları
- CAM programında torna tezgâhları için kesici takım seçimi
- CAM programı ile iki eksende tornalama işlemleri
- CAM programı ile c ekseninde tornalama işlemleri
- CAM programında torna tezgâhları için takım yolu oluşturma
- CAM programında torna tezgâhları için simülasyon ile kontrol

12.

ÖĞRENME BİRİMİ



12. CAM PROGRAMLARI İLE TORNALAMA

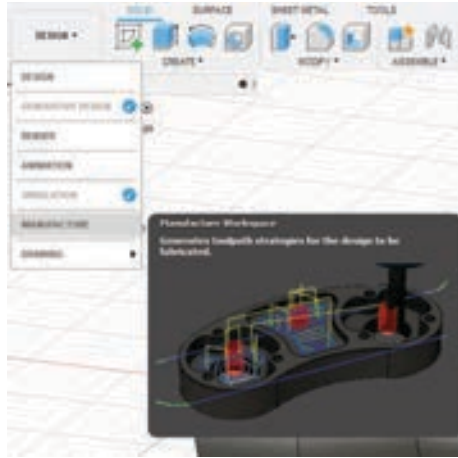
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

CAM ortamında programını hazırlamak istediğiniz torna parçalarını katı model olarak çizin. CAM programında bu dosyaları kullanınız.

İmalatı gerçekleştirilecek iş parçalarının hızlı bir şekilde CNC kodlarının hazırlanabilmesi için bilgisayar uygulamalarından yararlanılır. Kısaca **CAM (Computer Aided Manufacturing)** adı verilen bilgisayar destekli üretim yazılımları ile tasarımı tamamlanmış iş parçalarının kısa süre içerisinde CNC kodları hazırlanabilir.

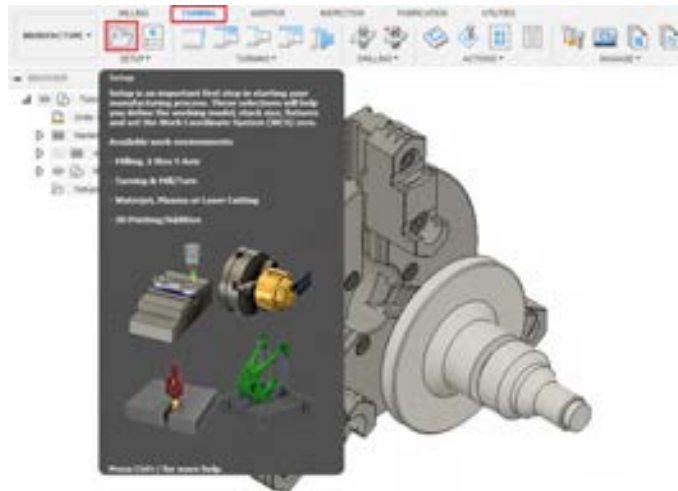
12.1. CAM Programına Giriş Hazırlık Ayarları

Üzerinde çalışacağımız dosya açıldıktan sonra CAM uygulamasına geçiş yapabilmek için uygulama içerisinde **DESIGN** menüsü altından **MANUFACTURE** seçilir (Görsel 12.1).



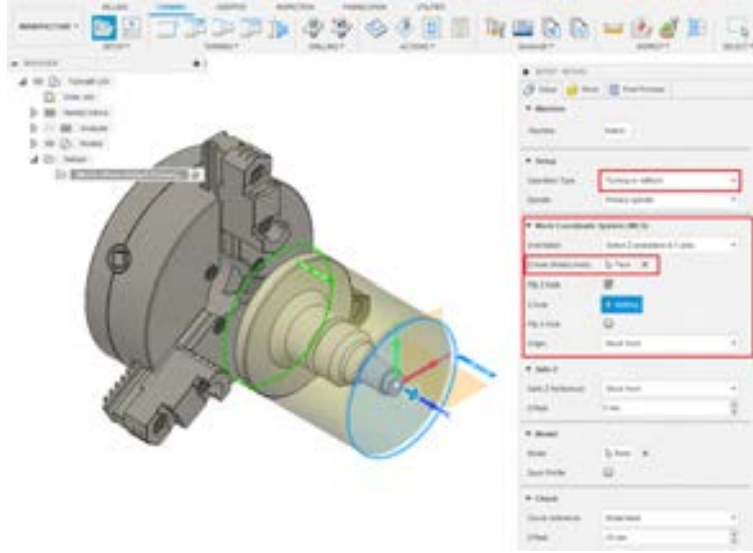
Görsel 12.1: CAM uygulamasına geçiş

CAM uygulaması açıldığında **Turning** sekmesi altından **Setup** klasörü aktif hâle getirilerek bir takım parametrelerin tanımlanması gerekir (Görsel 12.2).



Görsel 12.2: CAM torna parça ayarlarının açılması

Bu ikona tıklandıktan sonra açılan pencere içerisinde ilk olarak **Operation Type** seçeneğinde **Turning or mill / turn** seçilir ve ardından referans noktası (orjini) ve eksen yönlerinin (X ve Z eksenleri) tanımlaması (Work Coordinate System-WCS) yapılır. Orientation (Yönlendirme) seçeneğinden X ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir. **Origin** (başlangıç noktası) seçeneğinden ise X0 ve Z0 noktası belirlenir (Görsel 12.3).

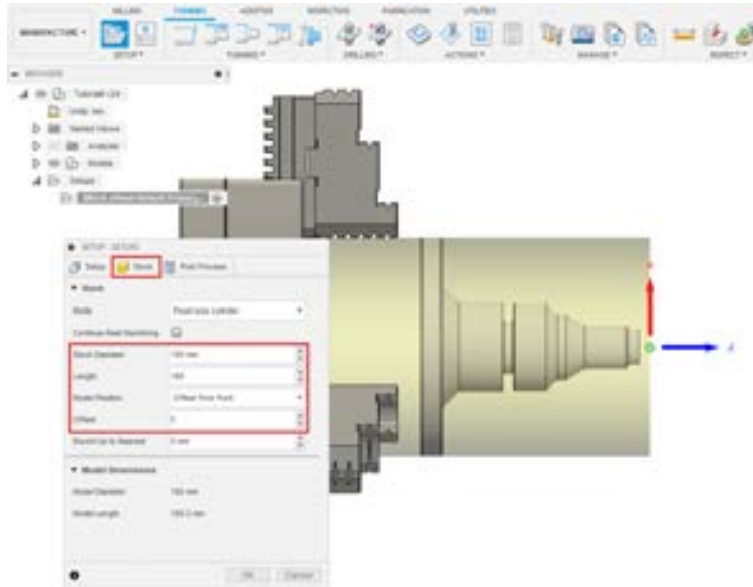


Görsel 12.3: CAM torna referans ve güvenli çalışma düzlemi ayarları

Üretim için kullanılacak ham malzemenin ölçü ve şeklinin CAM uygulamasında belirtilmesi gerekir. **Stok model** adı verilen ham malzemeyi tanımlamak için **SETUP** altındaki **STOCK** sekmesine geçilir (Görsel 12.4).

Stok (kütük) için "Mode" olarak "Fixed size cylinder" seçimi altından "Stock Diameter" sekmesinde kütük çapı tanımlanır ve uzunluk için ise "Length" sekmesinde boyu tanımlanır.

"Model Position" seçeneğinden ise parçanın kütük ile model arasındaki stok ofseti ("Offset" kısmından bu değer verilir) tanımlanır.



Görsel 12.4: CAM torna stok model ayarları



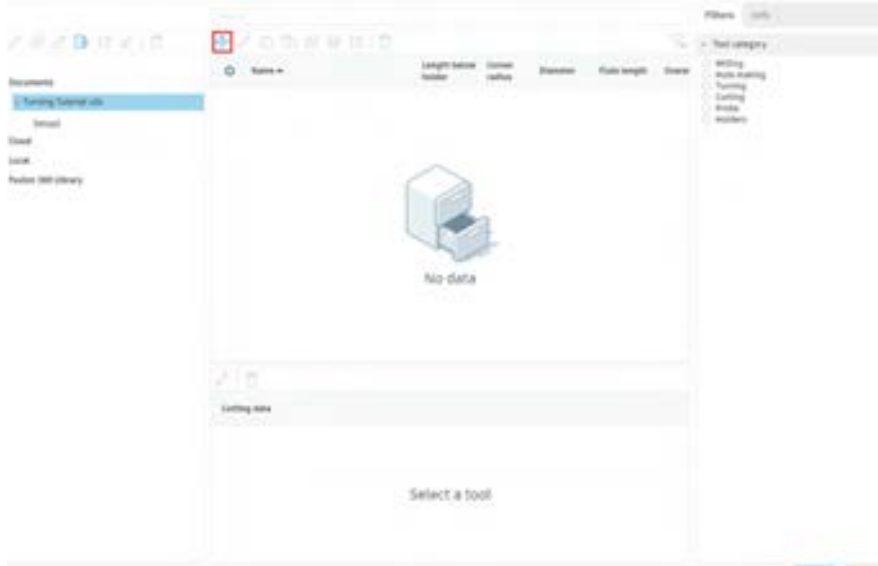
12.2. CAM Tornalama Parametreleri

CAM torna operasyonlarında ortak kullanılan sekmeler bulunur. Bunlar sırasıyla “TOOL”, “GEOMETRY”, “RADII”, “PASSES” ve “LINKING” sekmeleridir.

12.2.1 Kesici Takım Seçimi

TOOL sekmesi altından, kesici uç ile ilgili gerekli seçimler yapıp devir-ilerleme değerleri tanımlanır.

“TOOL” sekmesi içerisinde bulunan ilk seçenek “Select...” ikonudur ve bu ikona tıklandığında yanda görülen pencere açılacaktır (Görsel 12.5).



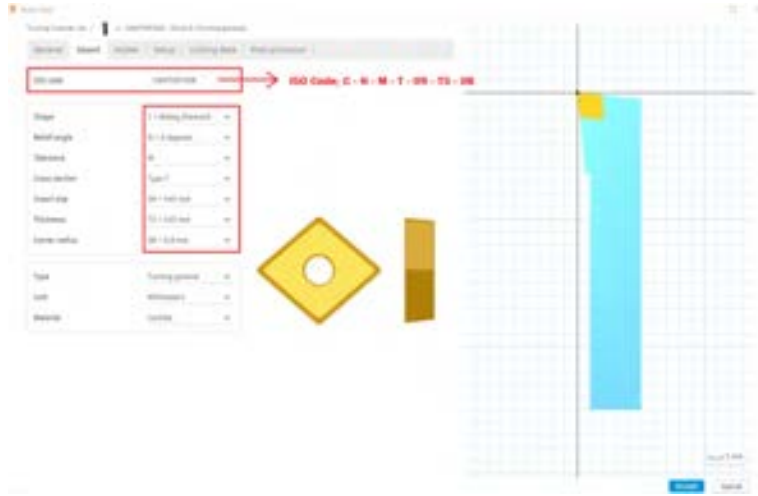
Görsel 12.5. CAM torna kesici takım penceresi

Açılan pencerede bulunan “+” işaretine tıklanarak açılan pencereden yeni takım eklenir (Görsel 12.6).



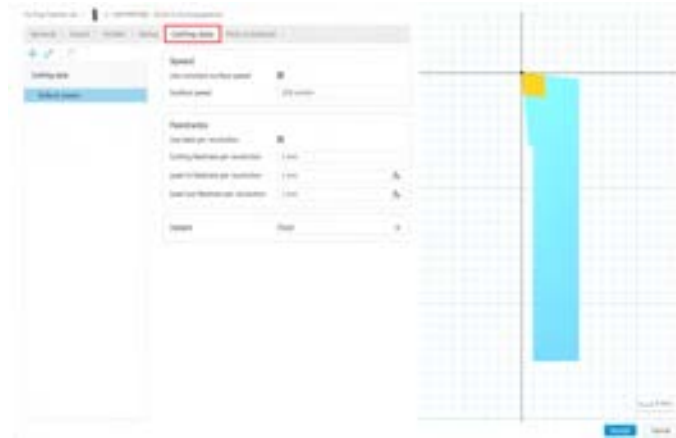
Görsel 12.6: CAM torna kesici takım tipini belirleme

Kullanılacak olan takım tipi seçildiğinde “Insert” (Uç) sekmesinden takımın tipi, radyusu gibi değerler tanımlanır ve bu değerler tornalama uçları için standarttır (Görsel 12.7).



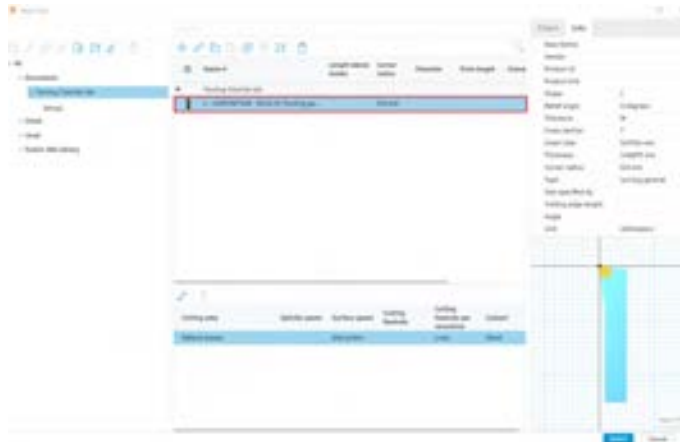
Görsel 12.7: CAM torna kesici uç seçimi

“Cutting Data” sekmesinden devir miktarı, ilerleme hızı bilgileri tanımlanır (Görsel 12.8).



Görsel 12.8: CAM torna devir miktarı ve ilerleme hızı değerlerinin girilmesi

Takımın gerekli parametreleri tanımlandıktan sonra “Accept” ikonuna tıklanarak ilgili takım, kütüphaneye eklenir. “Select” ikonuna tıklandığında ilgili takım operasyon içerisine dâhil edilmiş olur.

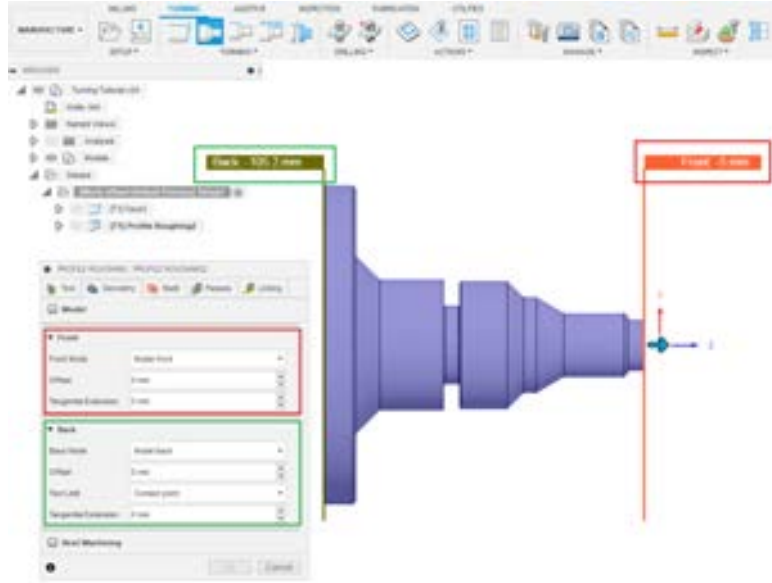


Görsel 12.9: CAM torna takım listesinden takım seçme penceresi



12.2.2 İşlenecek Geometrinin Tanımlanması

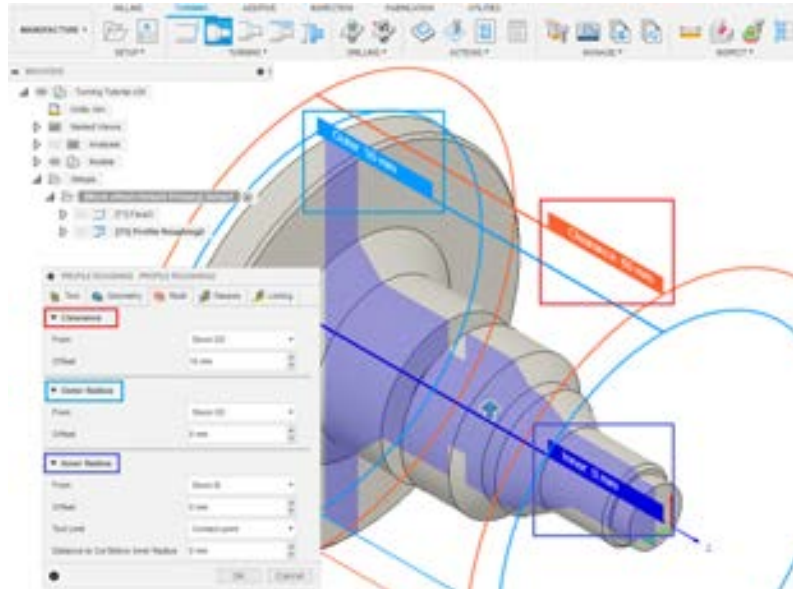
GEOMETRY sekmesi içerisinde, hangi düzlemler arasında talaş kaldırılacağı seçilir. “Front” seçeneğinden ön düzlem, “Back” seçeneğinden ise talaşın kaldırılacağı arka düzlem seçilir (Görsel 12.10).



Görsel 12.10: CAM torna geometri ayarları

12.2.3 Güvenli Çalışma Düzlemi

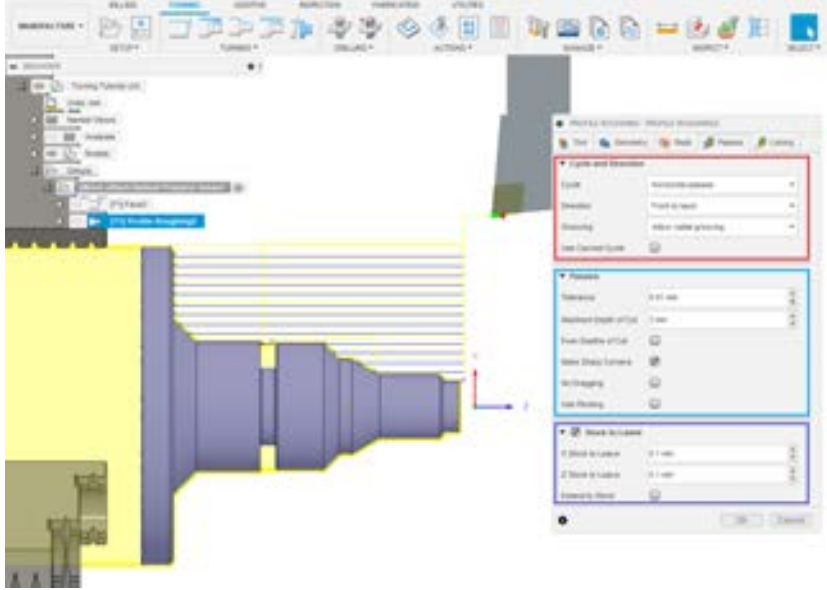
RADII sekmesi içerisinden çapsal olarak talaş kaldırılacağı alanlar belirlenir (Görsel 12.11). “Clearance” seçeneği, güvenli düzlemi temsil eder ve takım talaş kaldırmaya başladığı ve bitirdiğinde takımın, hangi düzleme geleceğini seçer. “Outer Radius” kısmından ise talaş kaldırılacak üst düzlemi, “Inner Radius” kısmı ise talaş kaldırılacak alt düzlemi belirler.



Görsel 12.11: CAM torna için güvenli çalışma düzlemi belirlenmesi

12.2.4 Tornalama Parametreleri

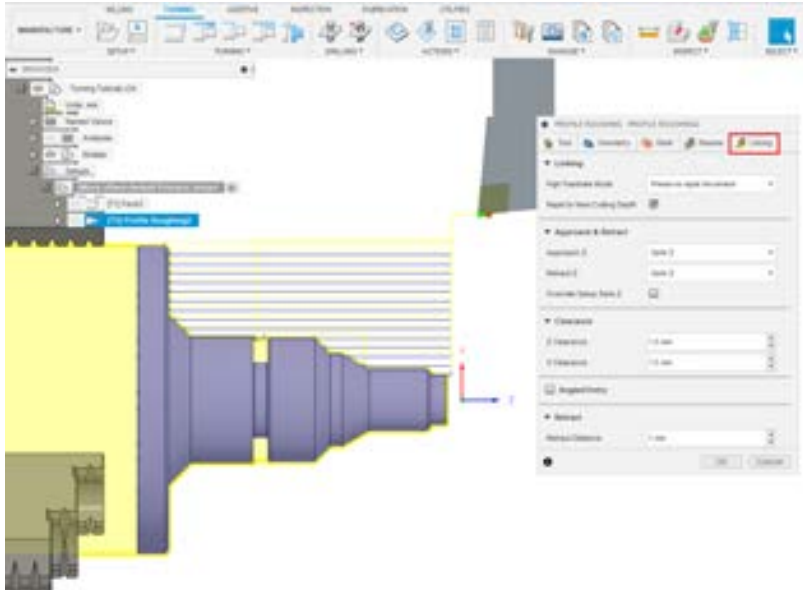
PASSES sekmesi içerisinde oluşturulacak takım yolunun bazı parametreleri tanımlanır. “Cycle and Direction” kısmından takım yolunun yönü (Önden arkaya, arkadan öne gibi.) kanallara takımın girip girmediği belirlenir. “Passes” kısmından; takım yolu toleransı, aşağı adım gibi parametreler belirlenir. “Stock to Leave” sekmesinde bir sonraki operasyona talaş bırakılacak ise X ve Z eksenlerinde mm olarak miktar girilir (Görsel 12.12).



Görsel 12.12: CAM tornalama parametrelerinin belirlenmesi

12.2.5 Takımyolu Geçişleri

LINKING sekmesi ise bağlantılar olarak tanımlanır. Giriş-çıkış ve geçişlere bu sekme altından müdahale edilir (Görsel 12.13).



Görsel 12.13: CAM torna takım yolu giriş-çıkış ayarları

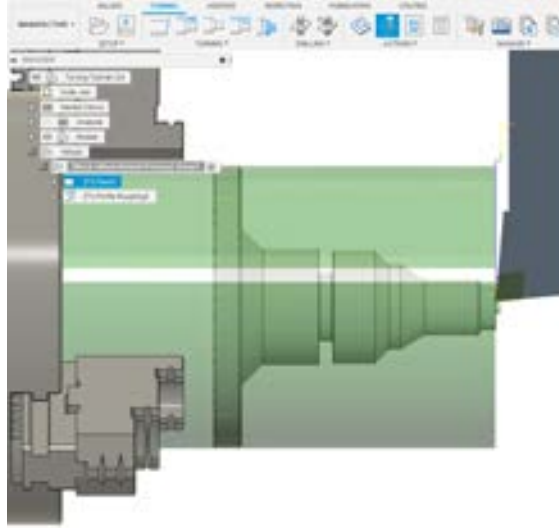


12.3. CAM Tornalama Operasyonları

CAM ile temel tanımlamalar yapıldıktan sonra iş parçası üzerinde yapılacak iş ve işlemler sırasıyla tornalama operasyonları kullanılarak tanımlanır.

12.3.1 Alın Tornalama

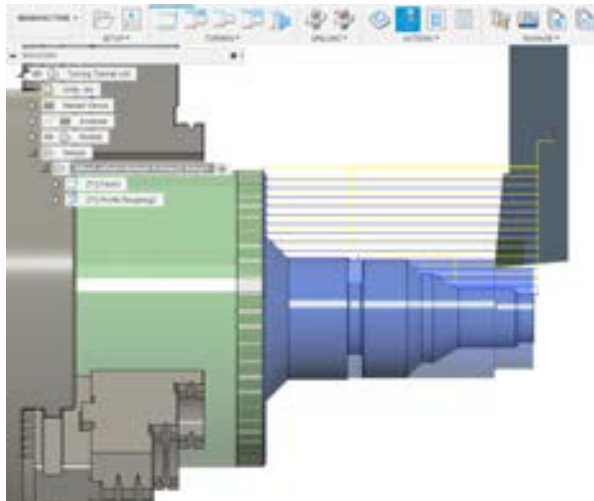
Genellikle ham hâlde gelen iş parçalarının alın yüzeylerinde düzgün bir yüzey elde etmek veya iş parçasının boyunu düşürmek için alın tornalama işlemi yapmak gerekebilir. Alın tornalama işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Face** butonuna basılır. Stok önü ile model önü arasında kalan talaş kaldırılır (Görsel 12.14).



Görsel 12.14: CAM tornada alın tornalama işlemi

12.3.2 Kaba Tornalama

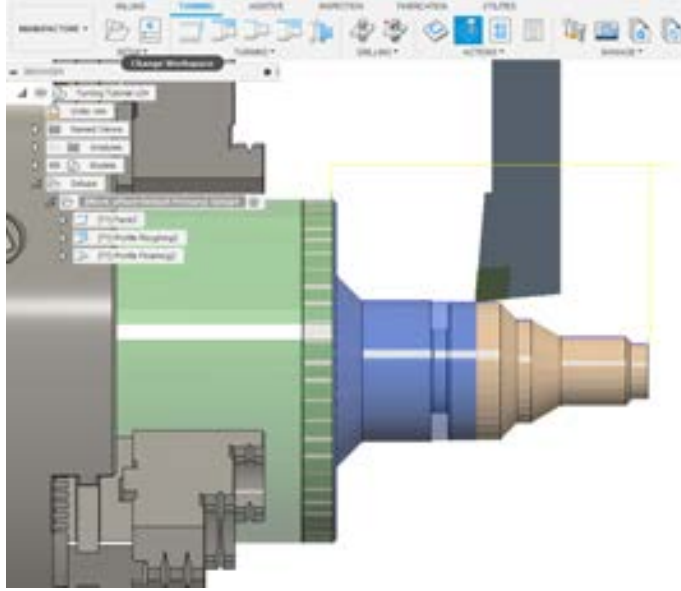
Kaba tornalama işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Profile Roughing** butonuna basılır. **TOOL** sekmesi içerisinde **Mode** seçeneğinin altında yer alan **Outside profiling** ile seçilen geometrinin dış çap olduğu, **Inside profiling** ile iç çap olduğu belirtilir (Görsel 12.15).



Görsel 12.15: CAM tornada kaba tornalama işlemi

12.3.3 İnce (Finiş) Tornalama

İnce tornalama işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Profile Finishing** butonuna basılır. **TOOL** sekmesi içerisinde **Mode** seçeneğinin altında yer alan **Outside profiling** ile seçilen geometrinin dış çap olduğu, **Inside profiling** ile iç çap olduğu belirtilir (Görsel 12.16).

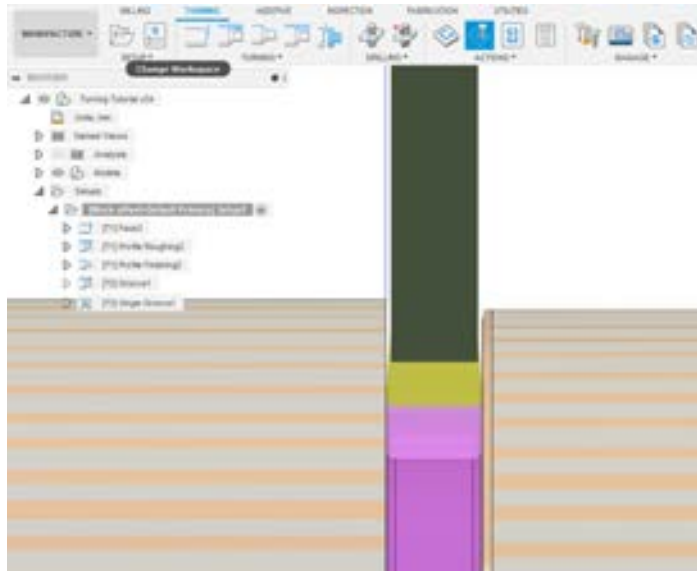


Görsel 12.16: CAM tornada finiş tornalama işlemi

12.3.4 Kanal Tornalama

Tekli Kanal Açma

Kanal tornalama işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Single Groove** butonuna basılır. Bu işlemde kesici takım yanıl kayma yapmaz, sadece X ekseninde ilerleyerek kanal açma işlemini gerçekleştirir (Görsel 12.17).

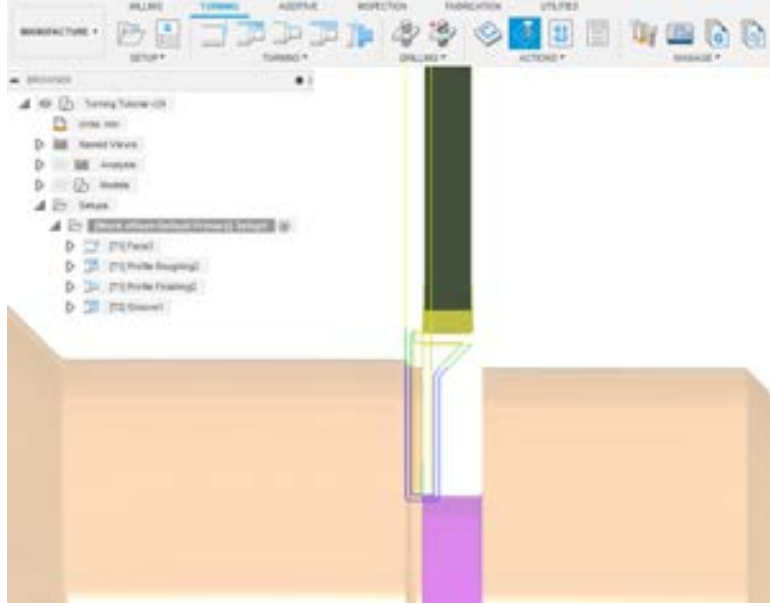


Görsel 12.17: CAM tornada tekli kanal açma işlemi



Geniş Kanal Açma

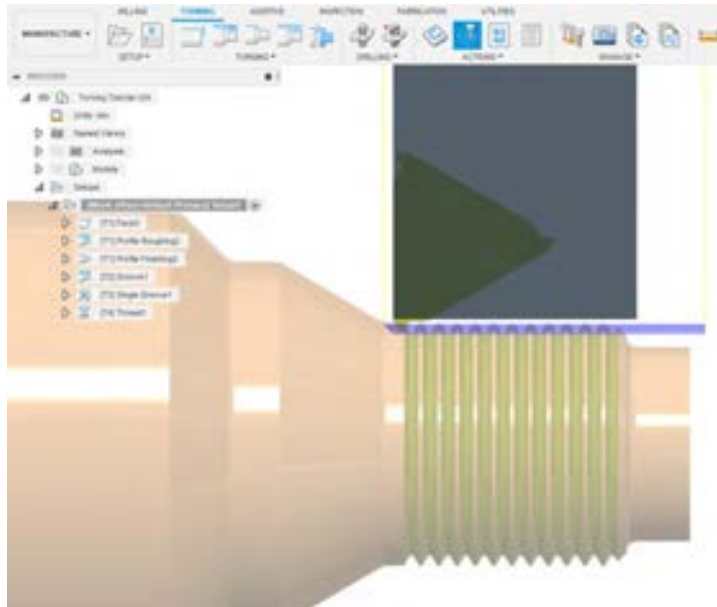
Kanal tornalama işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Groove** butonuna basılır. Her pasoda kanal genişliğine göre belirlenen miktar kadar yanal kayma yapılarak kanal açma işlemi gerçekleştirilir (Görsel 12.18).



Görsel 12.18: CAM tornada geniş kanal açma işlemi

12.3.5 Vida Açma

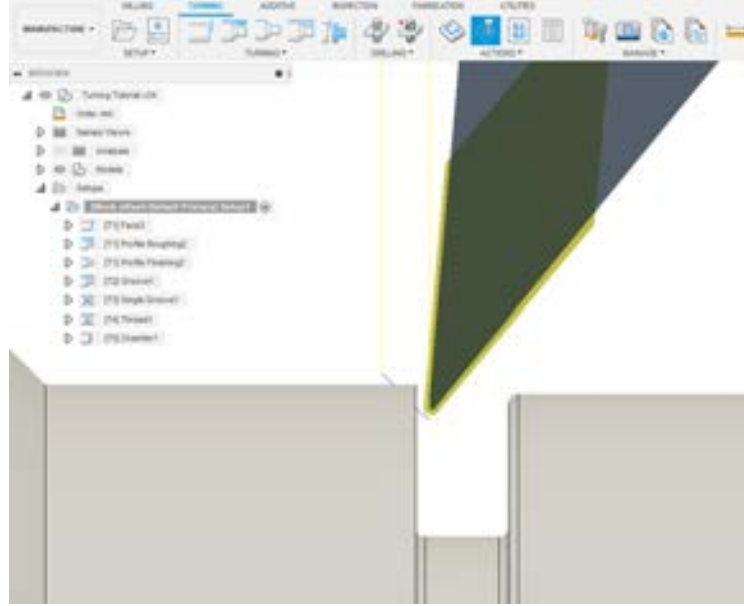
İç ve dış çaplara vida açma işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Thread** butonuna basılır (Görsel 12.19).



Görsel 12.19: CAM tornada vida açma işlemi

12.3.6 Pah Kırma

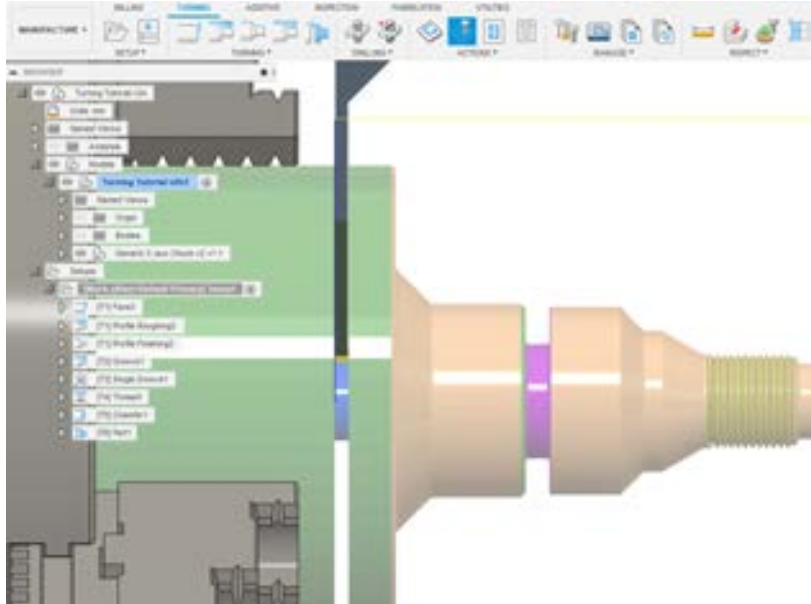
İş parçası üzerinde pah kırma işlemi için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Chamfer** butonuna basılır (Görsel 12.20).



Görsel 12.20: CAM tornada pah kırma işlemi

12.3.7 İş Parçasını Kesme

Biten iş parçalarının kesilerek ayrılması için **TURNING** sekmesi altındaki **Turning Part** butonuna basılır (Görsel 12.21).



Görsel 12.21: CAM tornada iş parçasını kesme işlemi



12.3.8 C Eksen CAM Tornalama

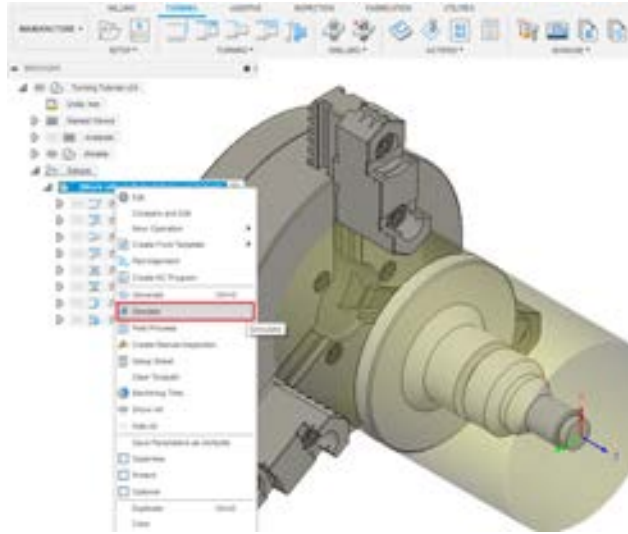
İş parçalarının yan yüzeylerinde kanal açma, delik delme, frezeleme, helis kanallar açma gibi çeşitli işlemler için C eksen bulunan CNC torna tezgâhları kullanılır. C eksen tornalamada 2.5 eksen frezeleme yöntemleri kullanılarak işlemler gerçekleştirilir.



Görsel 12.22: C eksen CAM torna uygulaması

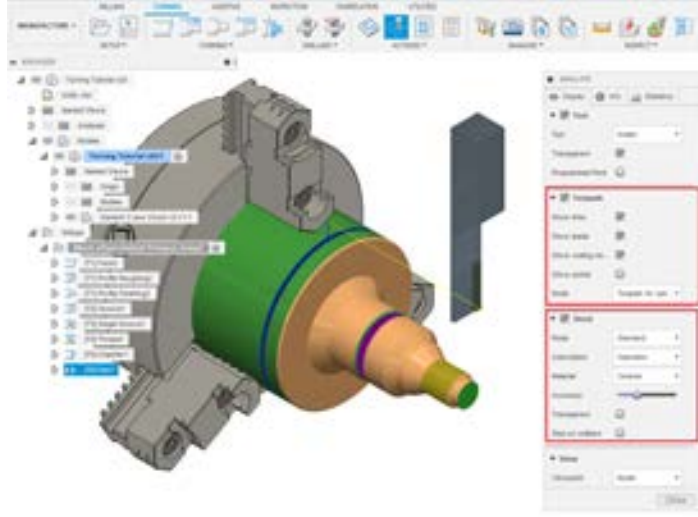
12.3.9 CAM Torna Simülasyonu İle Takım Yollarının Kontrolü

Oluşturulan takım yollarının tezgâha yüklenmeden önce kontrol edilmesi gerekir. CAM yazılımları içerisinde oluşturulan takım yolları simülasyon (benzetim) ile kontrol edilebilir. Oluşturulan takım yollarını simüle etmek için operasyonlar seçilip sağ tıklandığında açılan pencerede **Simulate** seçeneği seçilir (Görsel 12.23).



Görsel 12.23: CAM torna uygulamasında simülasyon ile izleme

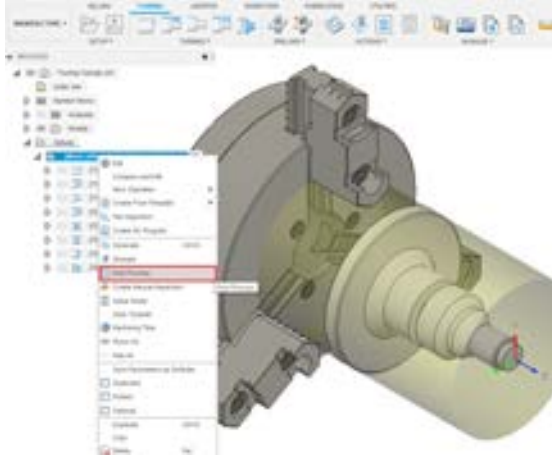
Ardından açılan pencere içerisinde “Toolpaths” ve / veya “Stock” simülasyonu yapılabilir (Görsel 12.24).



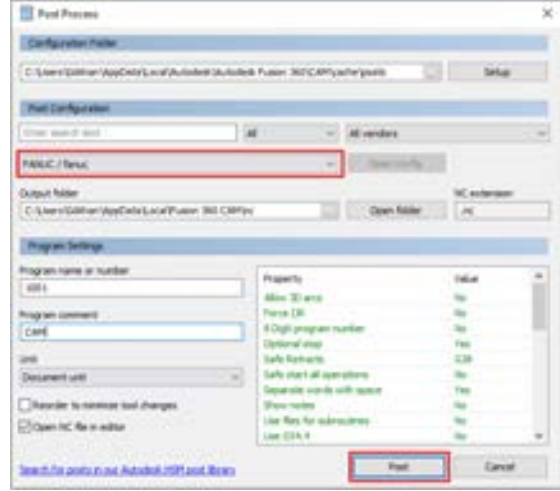
Görsel 12.24: CAM torna uygulamasında simülasyon ile izleme

12.3.10 G ve M Kodlarının Çıkartılması

Tüm işlemler tamamlandığında CNC kodlarının hazırlanması işlemine **post alma** adı verilir. Bu işlem için G ve M kodları için oluşturulmuş takımoyolları seçilip sağ tıklandığında **Post Process** seçeneği seçilir (Görsel 12.25). Ardından açılan pencerede uygun post processor seçilir ve **Post** sekmesine tıklanır (Görsel 12.26).



Görsel 12.25: CAM torna uygulamasında post alma penceresi



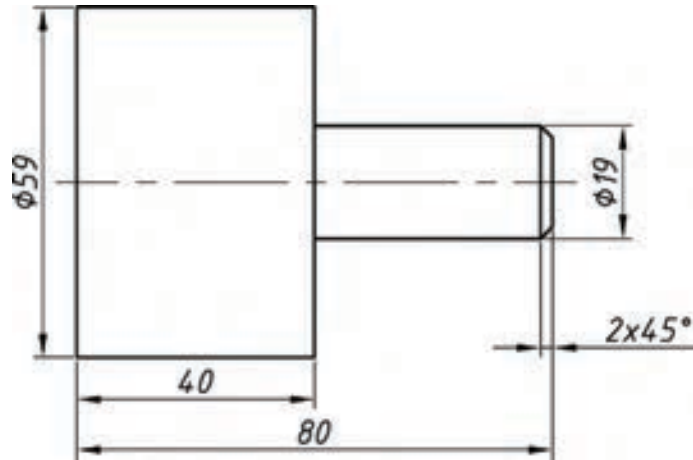
Görsel 12.26: CAM torna uygulamasında G ve M kodlarının çıkartılması



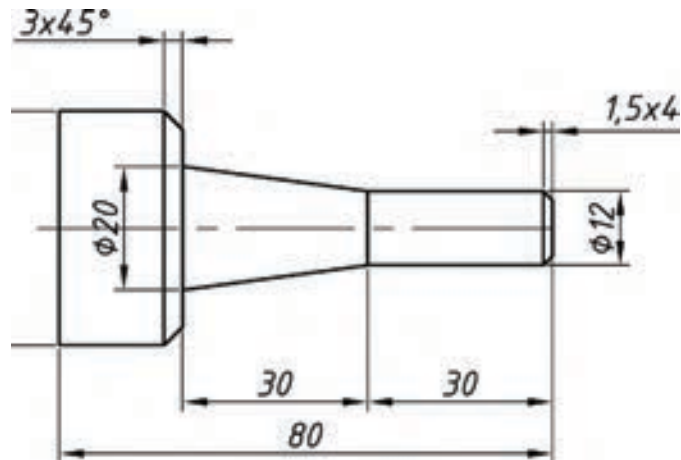
SIRA SİZDE [12-1]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

1



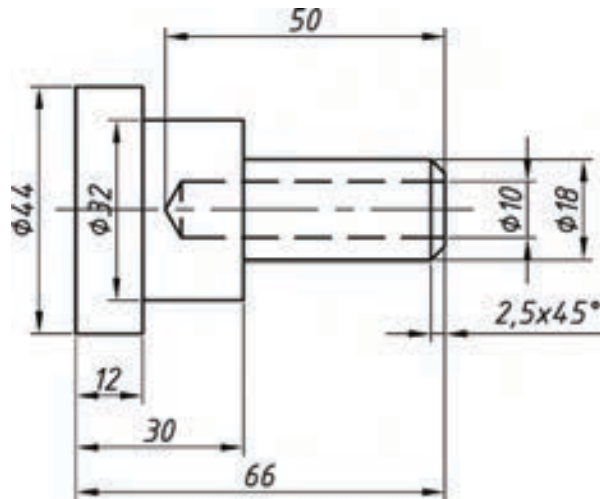
2



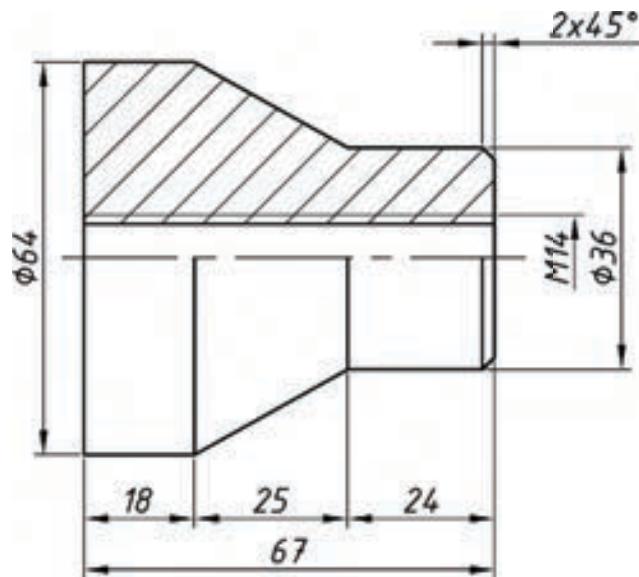
SIRA SİZDE [12-2]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

3



4

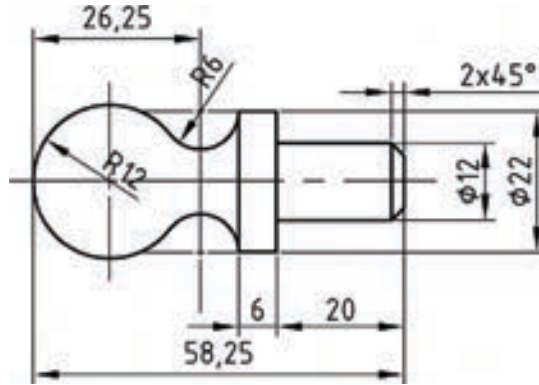




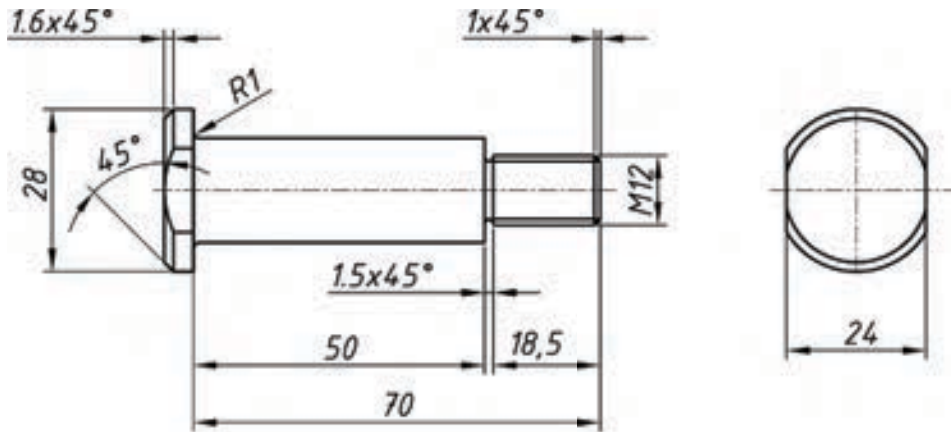
SIRA SİZDE [12-3]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

5



6

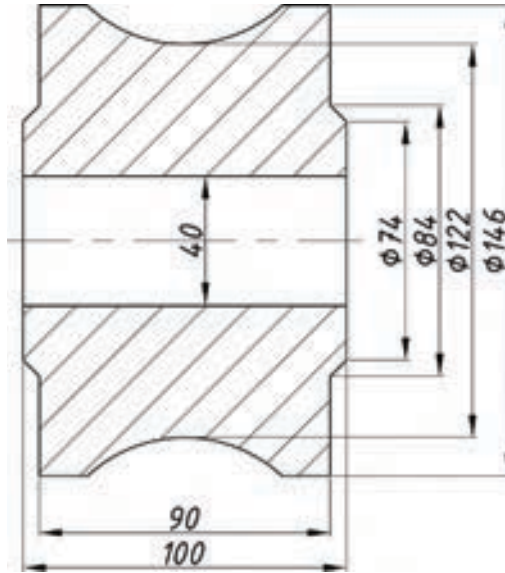


Kesik Başlı Vidalı Perno
Ø18x70 TS 69/10

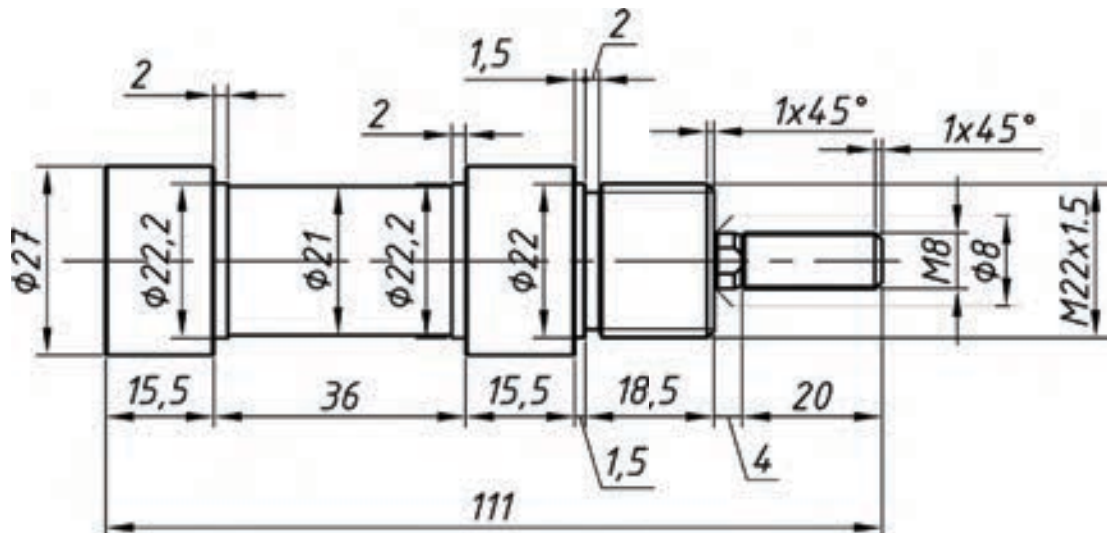
SIRA SİZDE [12-4]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

7



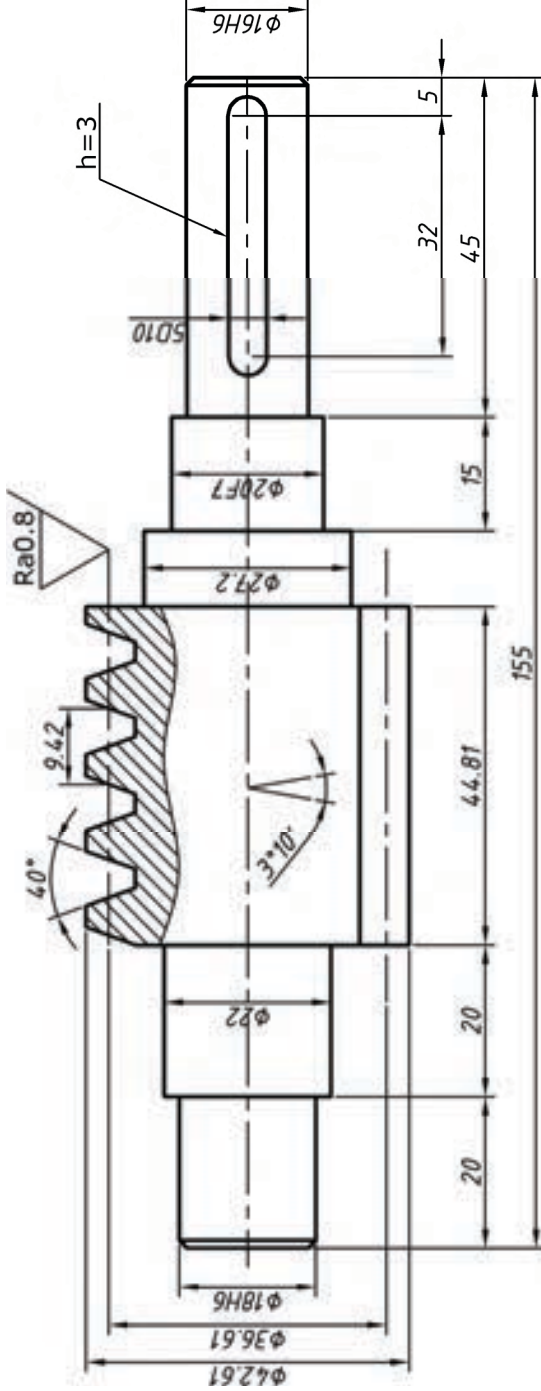
8



SIRA SİZDE [12-6]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

10



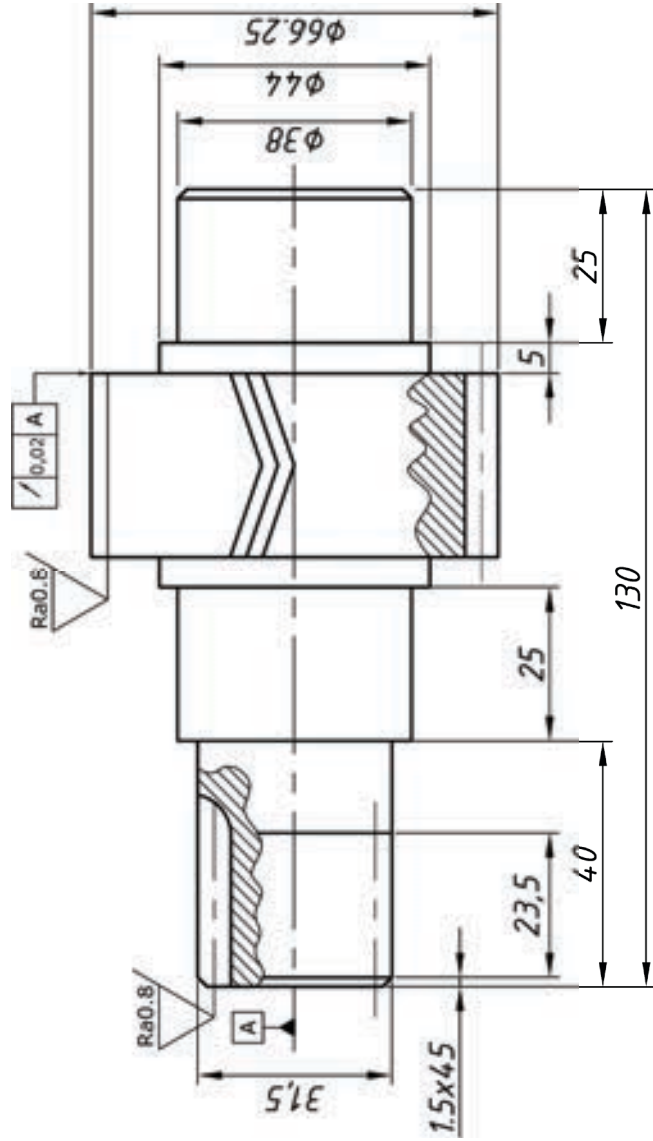
Sonsuz Vida Dişlisi
 $M=3$, $Z_1=2LH$, $Z_2=42$



SIRA SİZDE [12-7]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

11



Helis Dişli Çark M=2.5, Z1=10, Z2=30



CAM PROGRAMLARI İLE FREZELEME

Neler Öğreneceksiniz?

- CAM programı ile freze tezgâhları için başlangıç ayarları
- CAM programında freze tezgâhları için kesici takım seçimi
- CAM programı ile üç eksenle frezeleme işlemleri
- CAM programı ile 5 eksenle frezeleme işlemleri
- CAM programında freze tezgâhları için takım yolu oluşturma
- CAM programında freze tezgâhları için simülasyon ile kontrol

13.

ÖĞRENME BİRİMİ



13. CAM PROGRAMLARI İLE FREZELEME

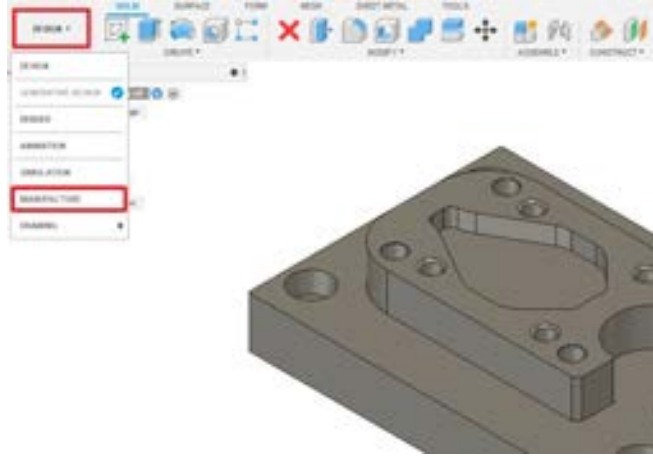
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

CAM ortamında programını hazırlamak istediğiniz torna parçalarını katı model olarak çiziniz. CAM programında bu dosyaları kullanınız.

Eğrisel ve karmaşık yüzeyler içeren iş parçalarının üretilebilmesi için CNC kodlarının oluşturulmasında CAM yazılımlarının önemi çok büyüktür. CAM yazılımları sayesinde binlerce satırdan oluşan CNC kodları hatasız ve kolaylıkla oluşturulabilir.

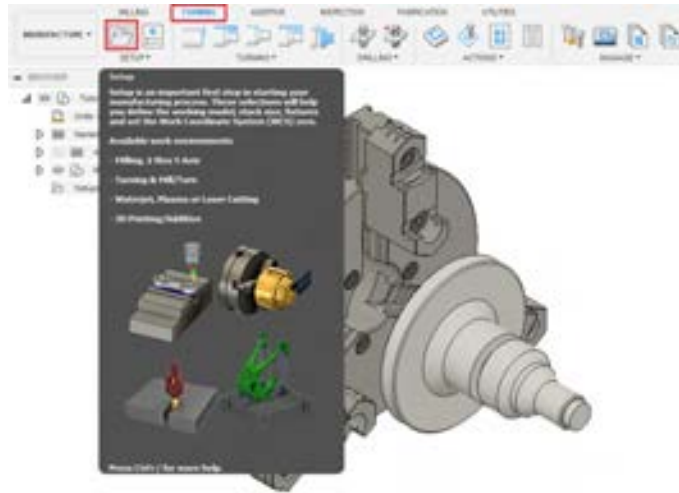
13.1. CAM Programına Giriş Hazırlık Ayarları

Üzerinde çalışılacak dosya açıldıktan sonra CAM uygulamasına geçiş yapılabilmesi için uygulama içerisinden **DESIGN** menüsü altından **MANUFACTURE** seçilir (Görsel 13.1).



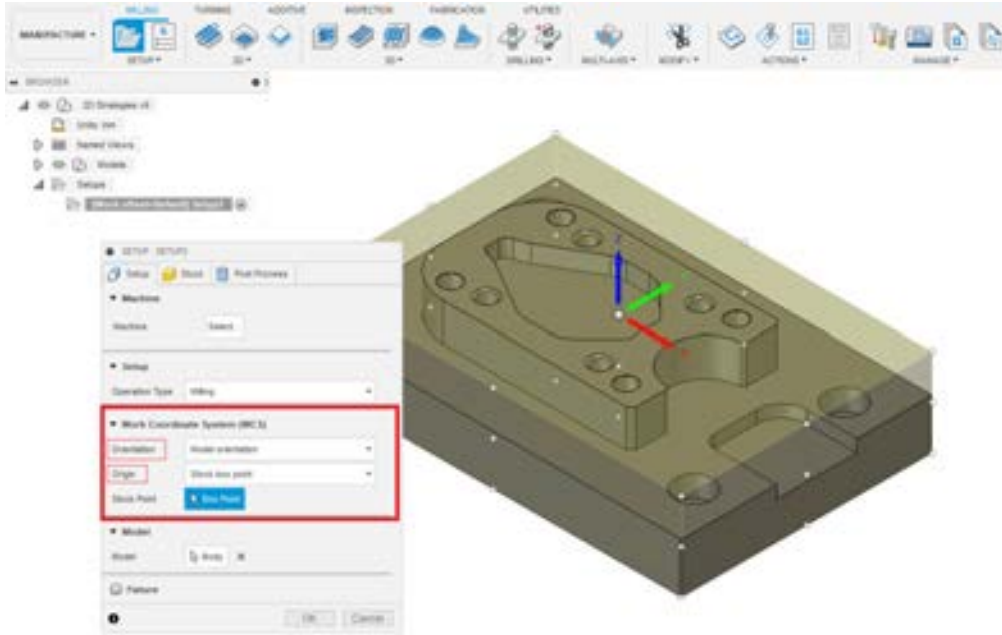
Görsel 13.1: CAM uygulamasına geçiş

CAM uygulaması açıldığında **Milling** sekmesi altından **Setup** klasörü aktif hâle getirilerek bir takım parametrelerin tanımlanması gerekir (Görsel 13.2).



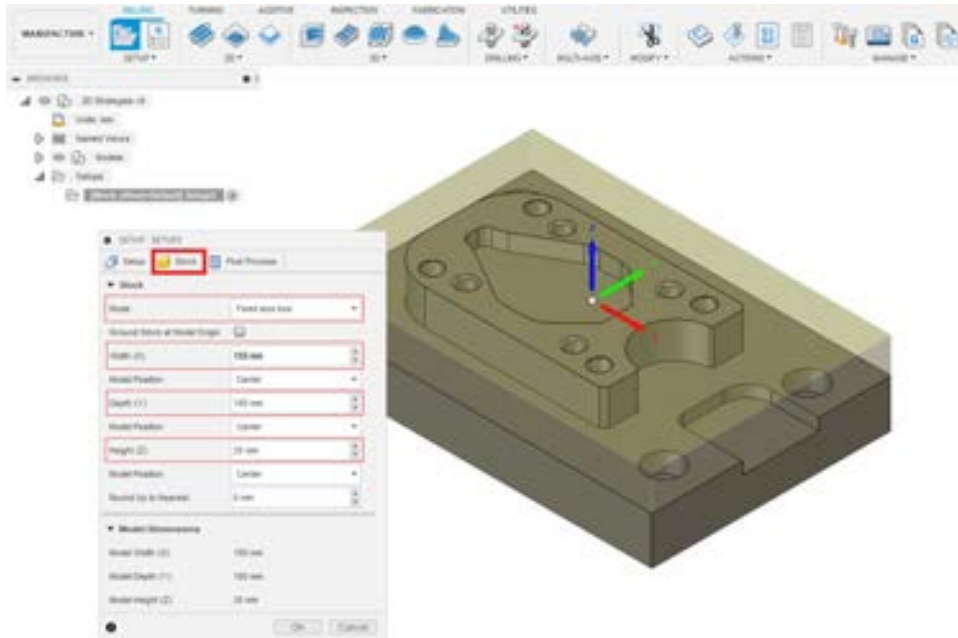
Görsel 13.2: CAM freze parça ayarlarının açılması

Bu ikona tıkladıktan sonra açılan pencere içerisinde ilk olarak “Operation Type” seçeneğinde “Milling” seçilir ve ardından referans noktası (orjini) ve eksen yönlerinin (X, Y ve Z eksenleri) tanımlanması (Work Coordinate System-WCS) yapılır. Orientation (Yönlendirme) seçeneğinden X, Y ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir. Origin (Başlangıç Noktası) seçeneğinden ise X0, Y0 ve Z0 noktası belirlenir (Görsel 13.3).



Görsel 13.3: CAM freze referans ve güvenli çalışma düzlemi ayarları

Stok model adı verilen ham malzemeyi tanımlamak için **SETUP** altındaki **STOCK** sekmesine geçilir (Görsel 13.4). Stok (kütük) için “Mode” olarak “Fixed size box” seçimi altından X (genişlik), Y (derinlik) ve Z (yükseklik) eksenleri boyunca ölçüler “mm” olarak tanımlanır.



Görsel 13.4: CAM freze stok model ayarları



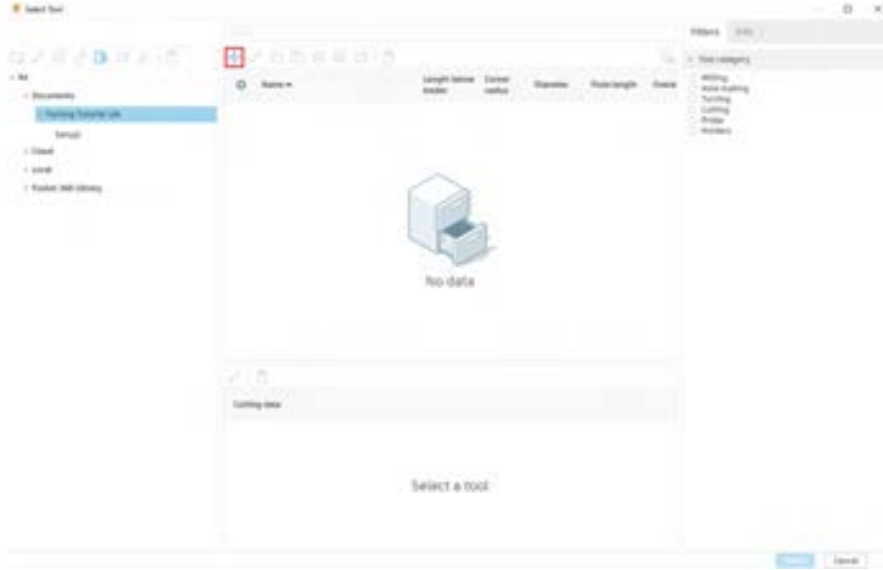
13.2. CAM Frezeleme Parametreleri

CAM freze operasyonlarında ortak kullanılan sekmeler bulunur. Bunlar sırasıyla “TOOL”, “GEOMETRY”, “HEIGHTS”, “PASSES” ve “LINKING” sekmeleridir.

13.2.1 Kesici Takım Seçimi

TOOL sekmesi altından, kesici uç ile ilgili gerekli seçimler yapıp devir-ilerleme değerleri tanımlanır.

“TOOL” sekmesi içerisinde bulunan ilk seçenek “Select...” ikonudur ve bu ikona tıklandığında yanda görülen pencere açılacaktır (Görsel 13.5).



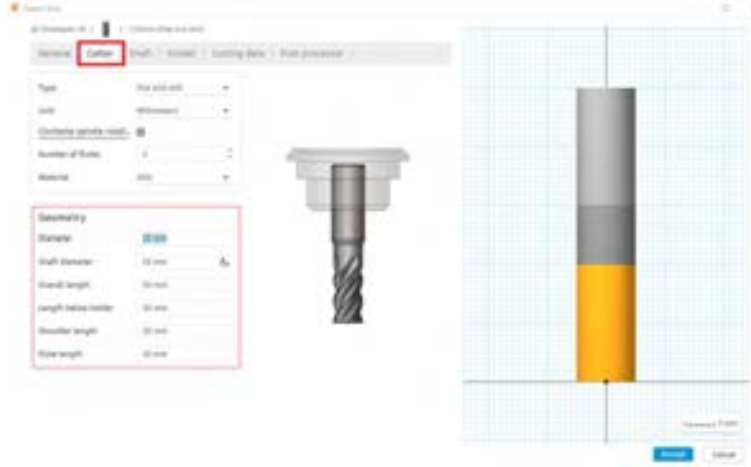
Görsel 13.5: CAM freze kesici takım penceresi

Açılan pencerede bulunan “+” işaretine tıklanarak açılan pencereden yeni takım eklenir (Görsel 13.6).



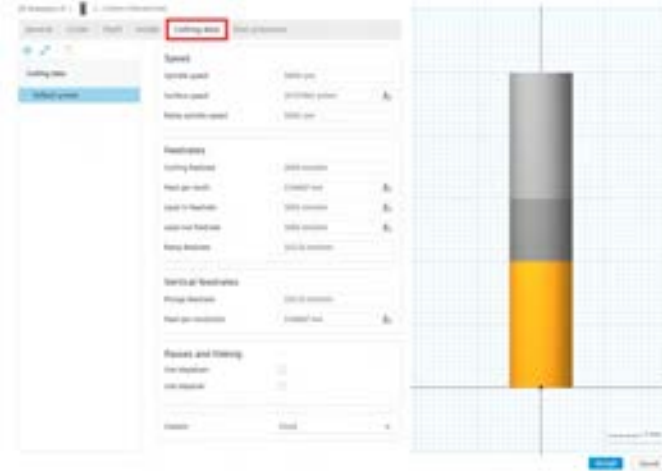
Görsel 13.6: CAM freze kesici takım tipini belirleme

Kullanılacak olan takım tipi seçildiğinde “Cutter” (Kesici) sekmesinden takımın çapı, boyu, yarıçapı gibi değerler tanımlanır (Görsel 13.7).



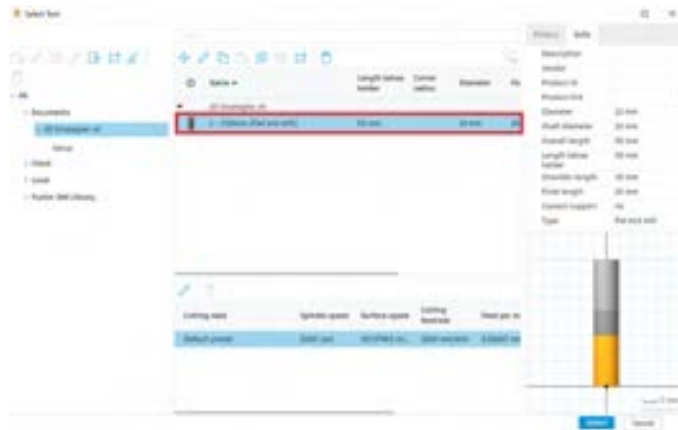
Görsel 13.7: CAM torna kesici uç seçimi

“Cutting Data” sekmesinden devir miktarı, ilerleme hızı bilgileri tanımlanır (Görsel 13.8).



Görsel 13.8: CAM freze devir miktarı ve ilerleme hızı değerlerinin girilmesi

Takımın gerekli parametreleri tanımlandıktan sonra “Accept” ikonuna tıklanarak ilgili takım kütüphaneye eklenir. “Select” ikonuna tıklandığında ilgili takım operasyon içerisine dâhil edilmiş olur.

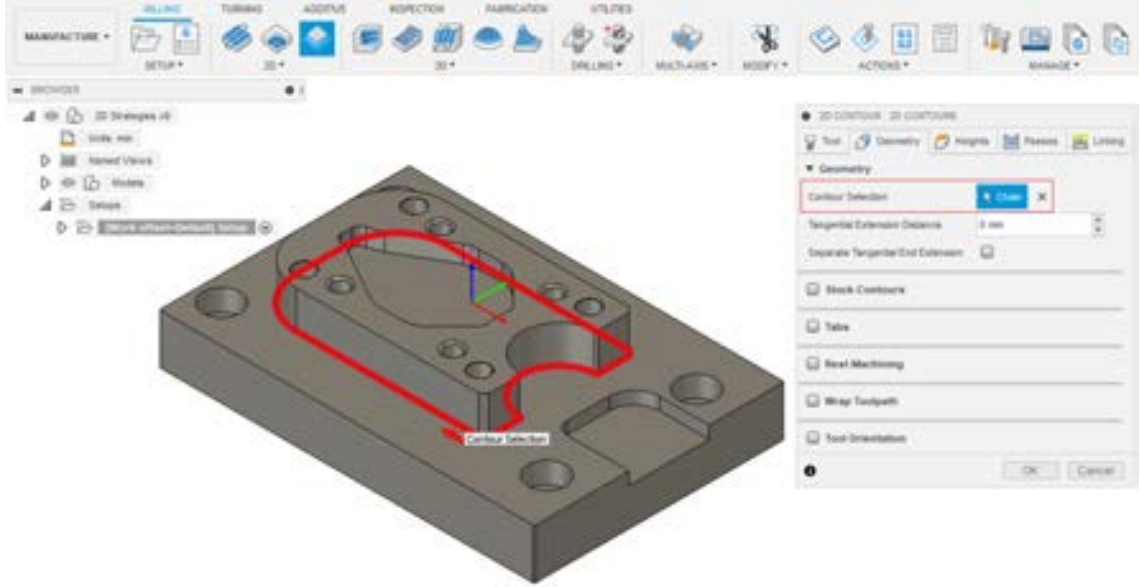


Görsel 13.9: CAM freze takım listesinden takım seçme penceresi



13.2.2 İşlenecek Geometrinin Tanımlanması

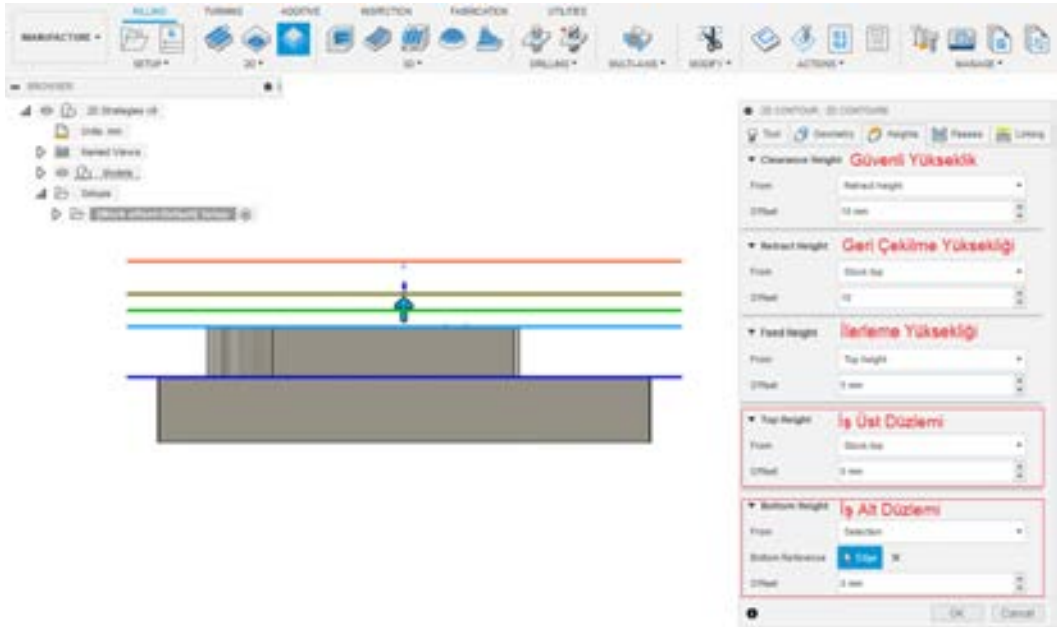
GEOMETRY sekmesi içerisinde, parçaya iz düşümsel (yukarıdan) olarak bakıldığında talaş kaldırılacak (işlenecek) alan seçilir (Görsel 13.10).



Görsel 13.10: CAM freze geometri ayarları

13.2.3 Çalışma Düzlemi

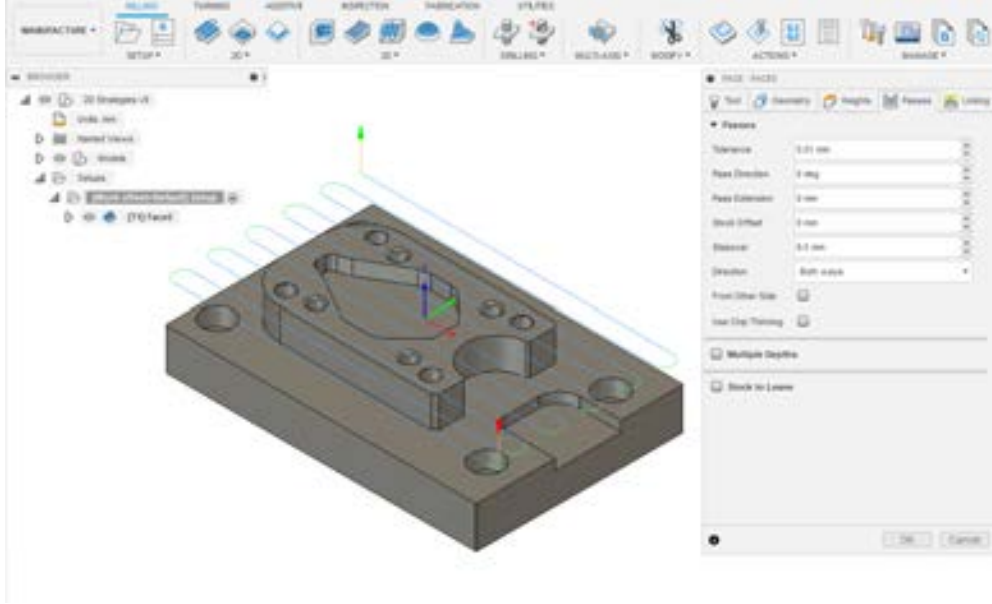
HEIGHTS sekmesi içerisinde üst ve alt Z seviyelerini tanımlayıp hangi seviyeler arasında talaş kaldırılacağı ve bunun haricinde iş başlangıç, güvenli mesafe gibi ayarlar tanımlanır (Görsel 13.11).



Görsel 13.11: CAM freze için çalışma düzlemi belirlenmesi

13.2.4 Frezeleme Parametreleri

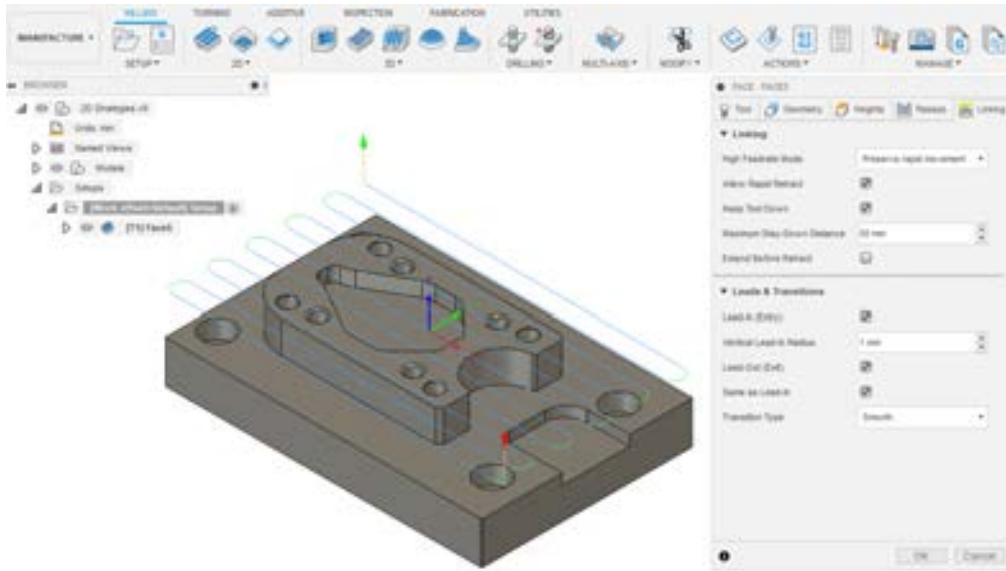
PASSES sekmesi içerisinde oluşturulacak takım yolunun bazı parametreleri tanımlanır. Yan adım veya aşağı adımlar, takım yolu yönü, bırakılacak ofset miktarı gibi değerler bu sekme altından tanımlanır (Görsel 13.12).



Görsel 13.12: CAM frezeleme parametrelerinin belirlenmesi

13.2.5 Takım Yolu Geçişleri

LINKING sekmesi ise bağlantılar olarak tanımlanır. Giriş-çıkış ve geçişlere bu sekme altından müdahale edilir (Görsel 13.13).



Görsel 13.13: CAM freze takım yolu giriş-çıkış ayarları

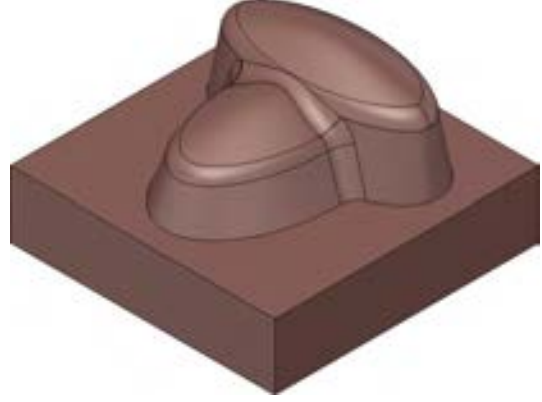


13.3. 2 ½ Eksen CAM Frezeleme Operasyonları

CAM ile temel tanımlamalar yapıldıktan sonra iş parçası üzerinde yapılacak iş ve işlemler sırasıyla frezeleme operasyonları kullanılarak tanımlanır. Frezeleme operasyonları iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) olarak birbirinden ayrılır. İki boyutlu operasyonlar parametrik parçaların işlenmesi (Görsel 13.14) için tanımlanan operasyonlardır. Üç boyutlu operasyonlar ise (Görsel 13.15) formlu yüzeylerin işlenmesi için tanımlanan operasyonlardır. İki boyutlu ve üç boyutlu frezeleme operasyonları “Milling” sekmesinin altındadır. İki boyutlu operasyonlara 2,5 eksen frezeleme operasyonları da denir.



Görsel 13.14: Parametrik formlarda iş parçası

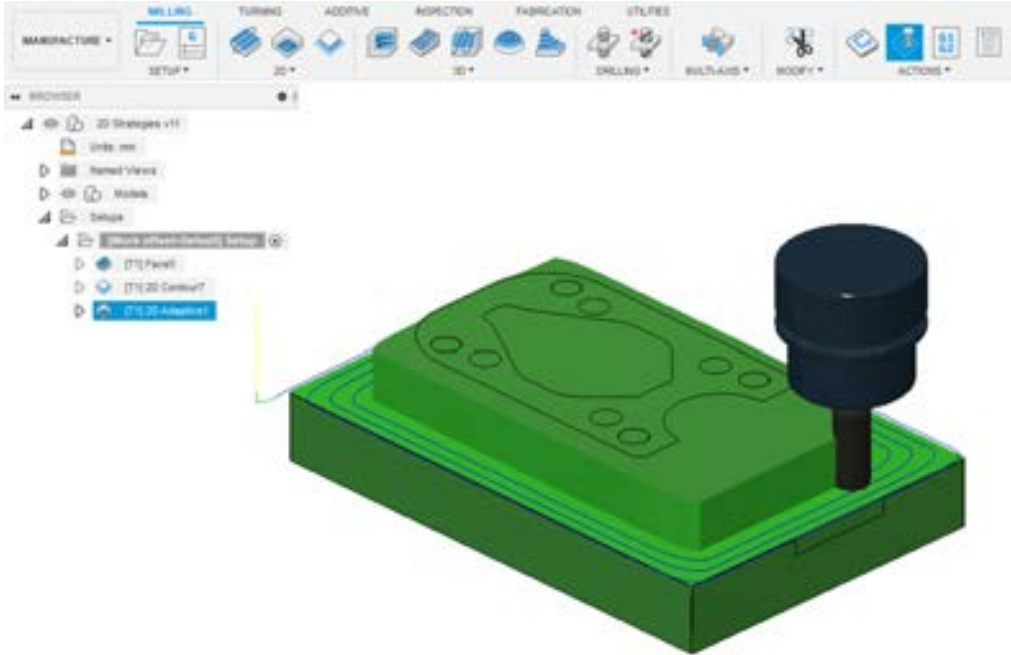


Görsel 13.15: Formlu yüzeye sahip iş parçası

CAM uygulamasında 2,5 eksen frezeleme için kullanılabilecek farklı operasyon seçenekleri bulunur.

13.3.1 “2D Adaptive Clearing” Operasyonu

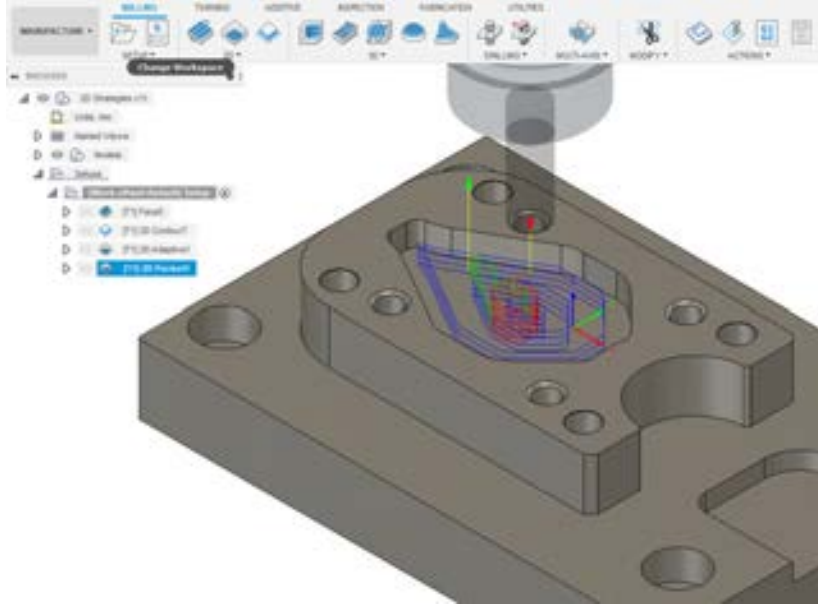
“2D Adaptive Clearing” operasyonu kesici takımın helisi boyunca (kesme ağız uzunluğu) kesme yapılabilecek kaba talaş boşaltma işlemi yapmak için kullanılır (Görsel 13.16).



Görsel 13.16: 2D “Adaptive Clearing” operasyonu

13.3.2 “2D Pocket” Operasyonu

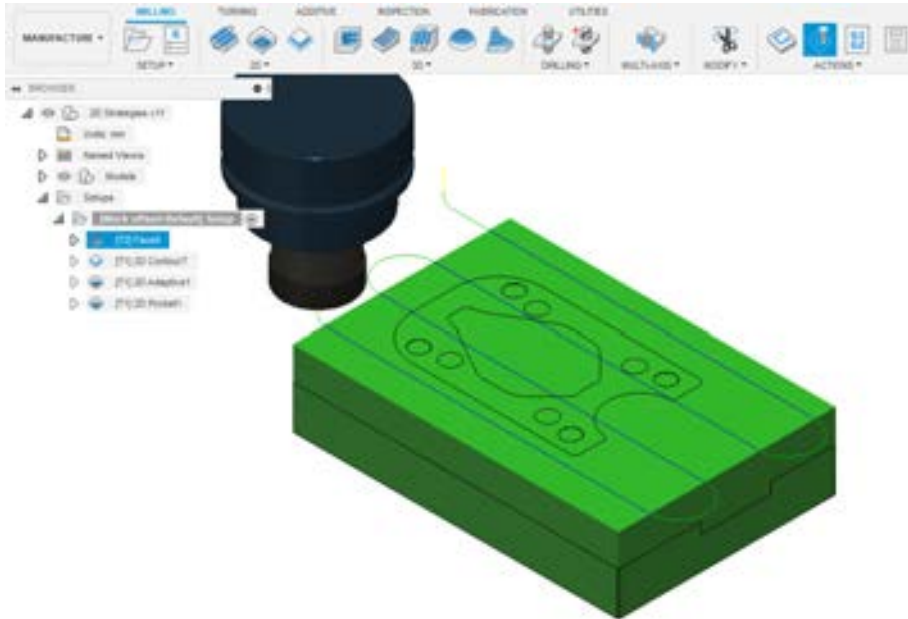
“2D Pocket” operasyonu takımın ağız genişliği (yan adımı) boyunca talaş kaldırmasına yarayan bir operasyon tipidir (Görsel 13.17).



Görsel 13.17: “2D Pocket” operasyonu

13.3.3 “Face” Operasyonu

“Face” operasyonu ile yüzey taraması yapılabilen bir işlem tipidir. Parça makine üzerine bağlandığında yüzeyi temizlemek ve ölçüye getirmek için kullanılır (Görsel 13.18).

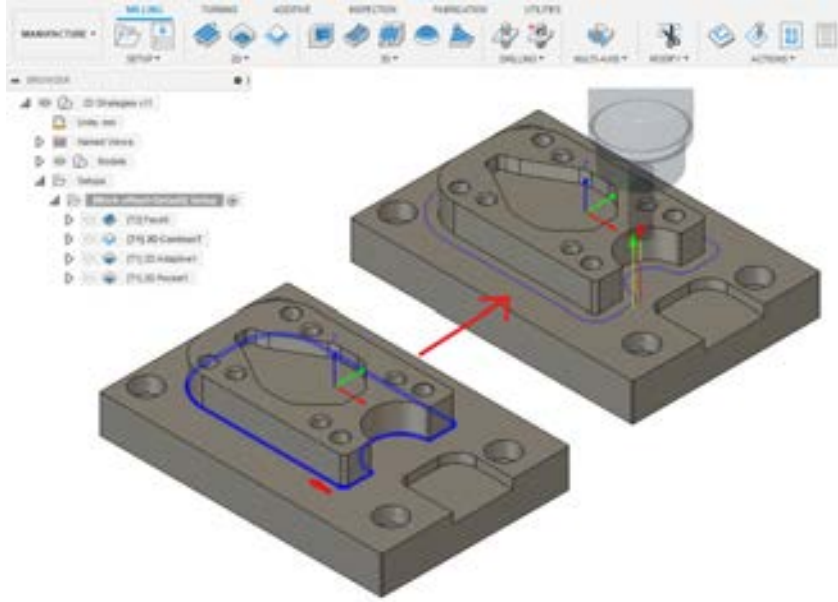


Görsel 13.18: “Face” operasyonu



13.3.4 “2D Contour” Operasyonu

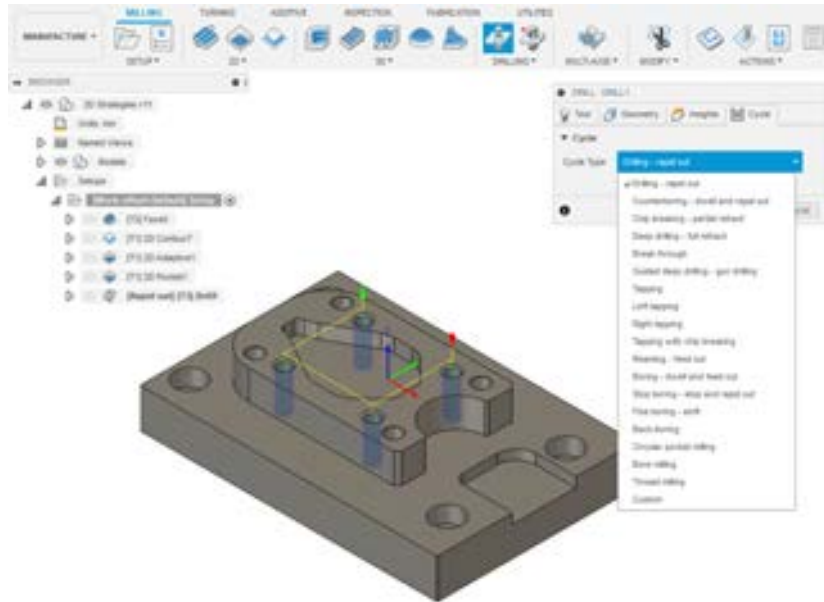
“2D Contour” operasyonunda seçilen bir çizgi veya bir zincirin sağında, solunda veya çizginin merkezinde takım hareket ederek frezeleme işlemi gerçekleştirilir. “2D Contour” operasyonu, iki eksen frezeleme operasyonları içerisinde en çok tercih edilen özellikler bulunur (Görsel 13.19).



Görsel 13.19: “2D Contour” operasyonu

13.3.5 “Drilling” Operasyonu

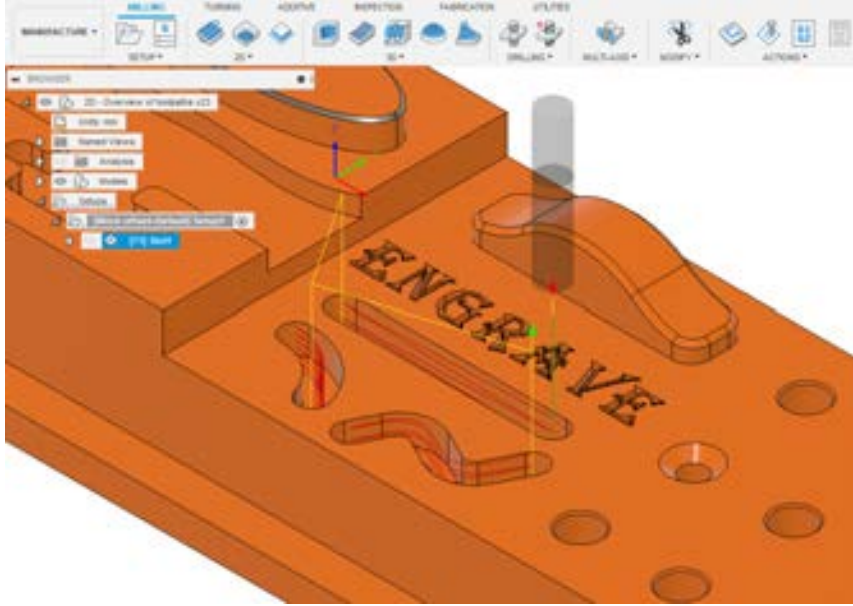
“Drilling” operasyonu ile delik delme, raybalama, baralama, kılavuz ile diş açma, pah kırma ve havşa açma işlemleri yapılır. Bu delik döngülerinden uygun olanı “Cycle” sekmesi içerisinde seçilerek kullanılır (Görsel 13.20).



Görsel 13.20: “Drilling” operasyonu

13.3.6 “Slot” Operasyonu

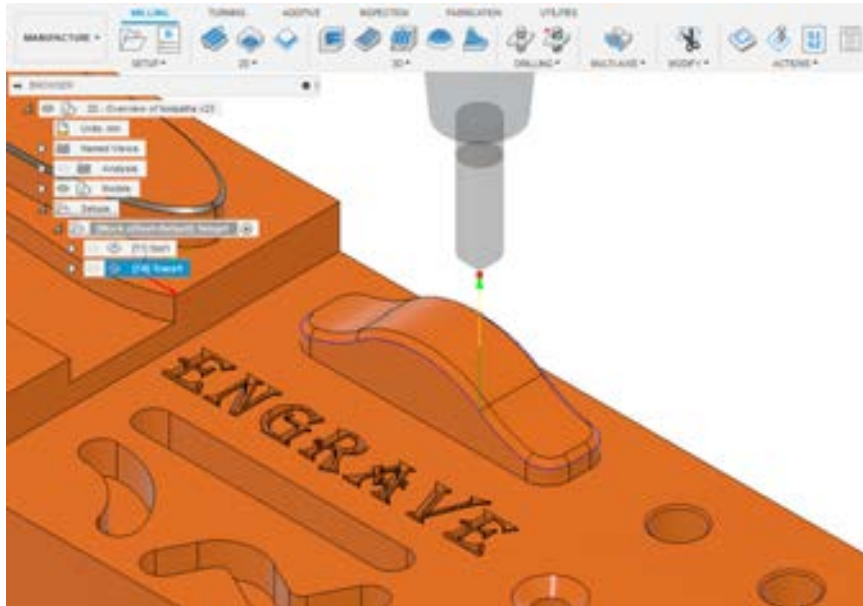
“Slot” operasyonu kullanılarak kanal açma işlemleri gerçekleştirilir. Bu operasyon tipinde kesici takım kanal genişliği ile takım çapına bakılmaksızın kanalın merkezinde hareket eder (Görsel 13.21).



Görsel 13.21: “Slot” operasyonu

13.3.7 “Trace” Operasyonu

“Trace” operasyonu ile seçilen üç boyutlu bir eğriyi kendi Z düzlemlerinde takip ederek takımyolunu oluşturur. (Görsel 13.22).

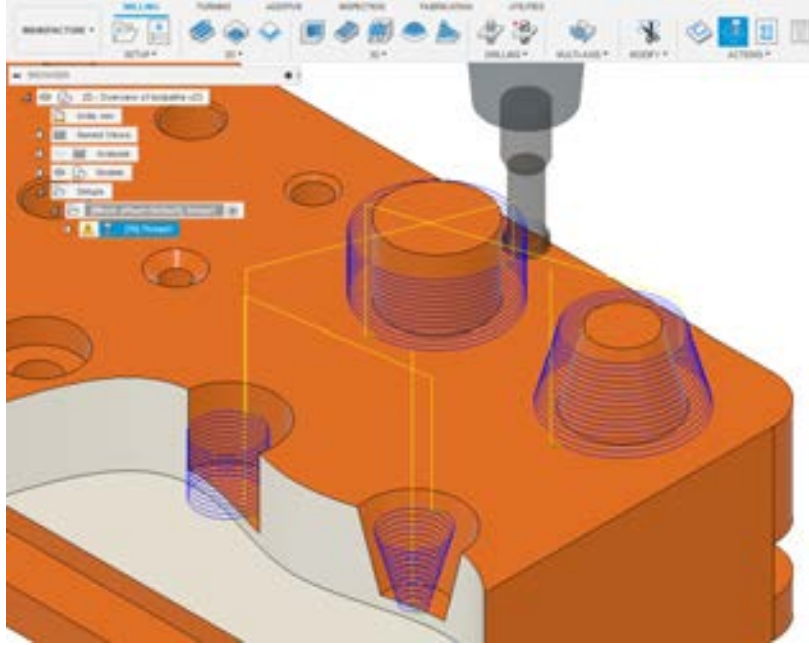


Görsel 13.22: “Trace” operasyonu



13.3.8 “Thread” Opeasyonu

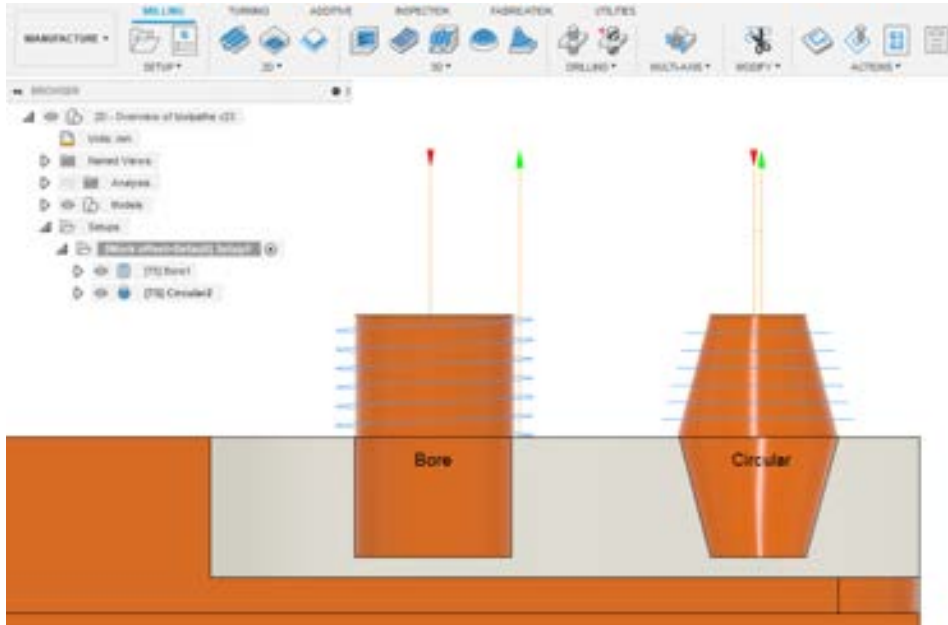
“Thread” operasyonu, diş açma takımları ile silindirik veya konik iç ve diş yüzeylere vida açmak için kullanılır (Görsel 13.23).



Görsel 13.23: “Thread” operasyonu

13.3.9 “Bore” ve “Circular” Operasyonları

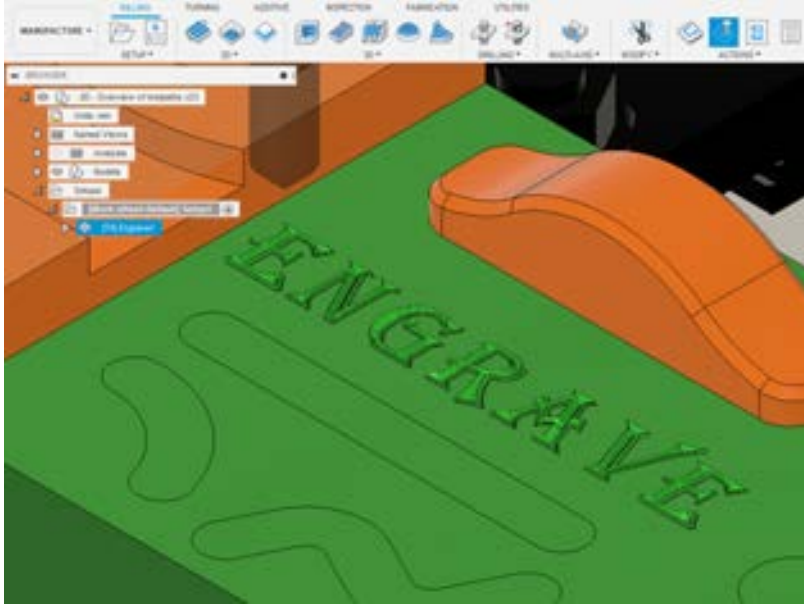
“Bore” ve “Circular” operasyonları, silindirik ve konik yüzeylerin (iç veya diş) işlenmesi için kullanılır. “Bore” operasyonu, helisel interpolasyon hareketi yaparak “Circular” operasyonu ise sabit Z hareketi yaparak işlemi gerçekleştirir (Görsel 13.24).



Görsel 13.24: “Bore” ve “Circular” operasyonu

13.3.10 “Engrave” Operasyonu

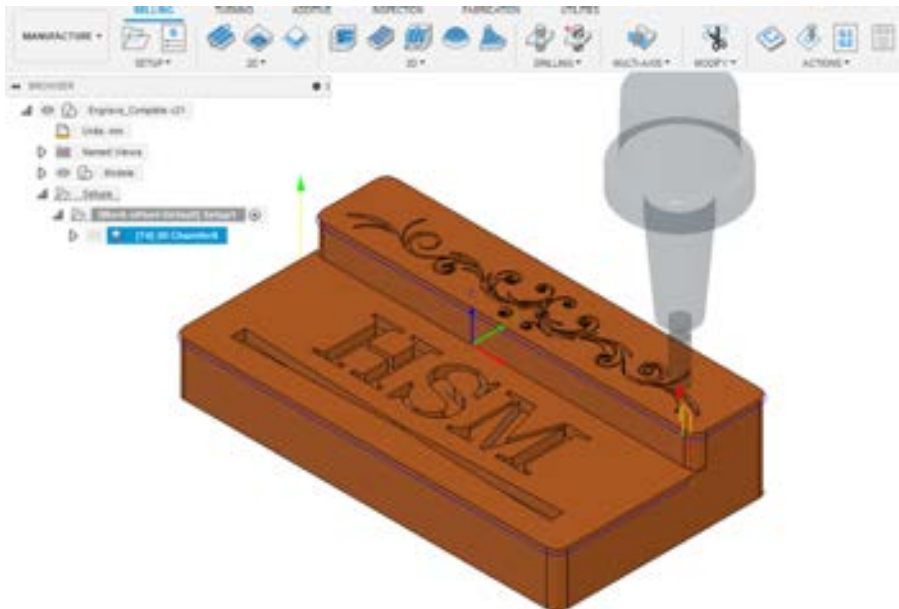
Desen işlemeye yarayan bir operasyon tipidir. Bu operasyon ile yüzeyin üstündeki desen ortaya çıkar, şeklin altındaki duvar kenarları vs. önemsizdir (Görsel 13.25).



Görsel 13.25: “Engrave” operasyonu

13.3.11 “2D Chamfer” Operasyonu

“2D Chamfer” operasyonu parça üzerinde pah kırmak için kullanılır. Pah kırılmak istenen kenarların daha önceden çizilmiş olması gerekli değildir. Bu operasyon, kesici takımın duvara olan koruma mesafesini de tanıyarak kesici takımı duvarlara çarptırmaz (Görsel 13.26).



Görsel 13.26: “2D Chamfer” operasyonu

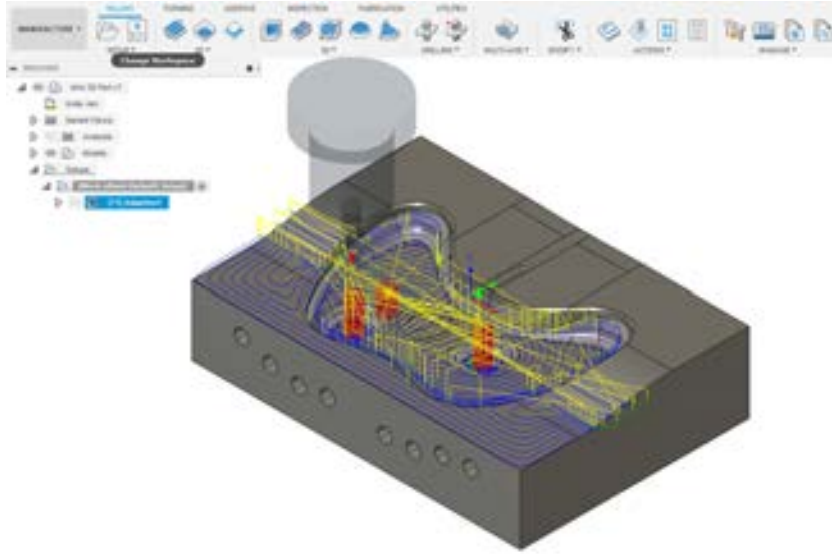


13.4.3 Eksen CAM Frezeleme Operasyonları

Üç boyutlu frezeleme operasyonları, iş parçasının üzerinde bulunan formlu yüzeylere takım yolları oluşturulmasına olanak sağlar.

13.4.1 “Adaptive Clearing” Operasyonu

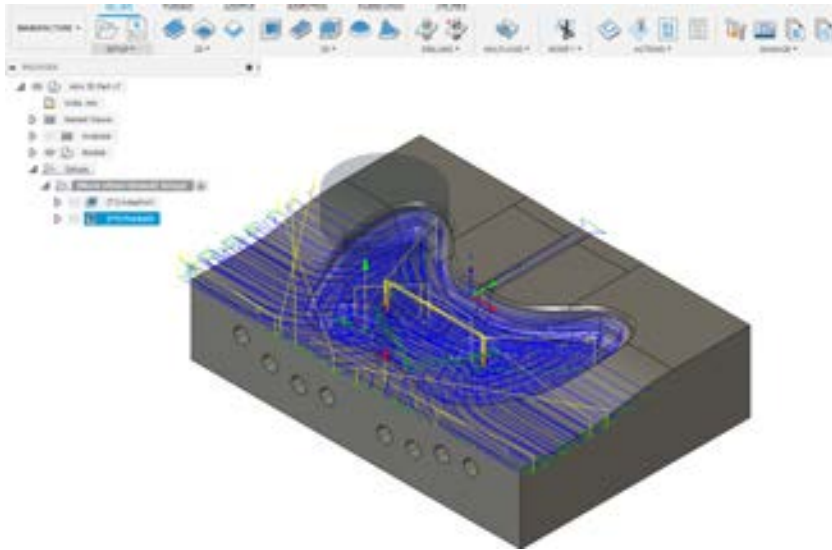
“Adaptive Clearing” operasyonu, kesici takımı helis boyunca kaba boşaltma için uygun takım yolu çıkarmaya yarar. 2D’den farklı olarak parça üzerindeki formlu yüzeyleri otomatik olarak algılar (Görsel 13.27).



Görsel 13.27: “Adaptive Clearing” operasyonu

13.4.2 “Pocket Clearing” Operasyonu

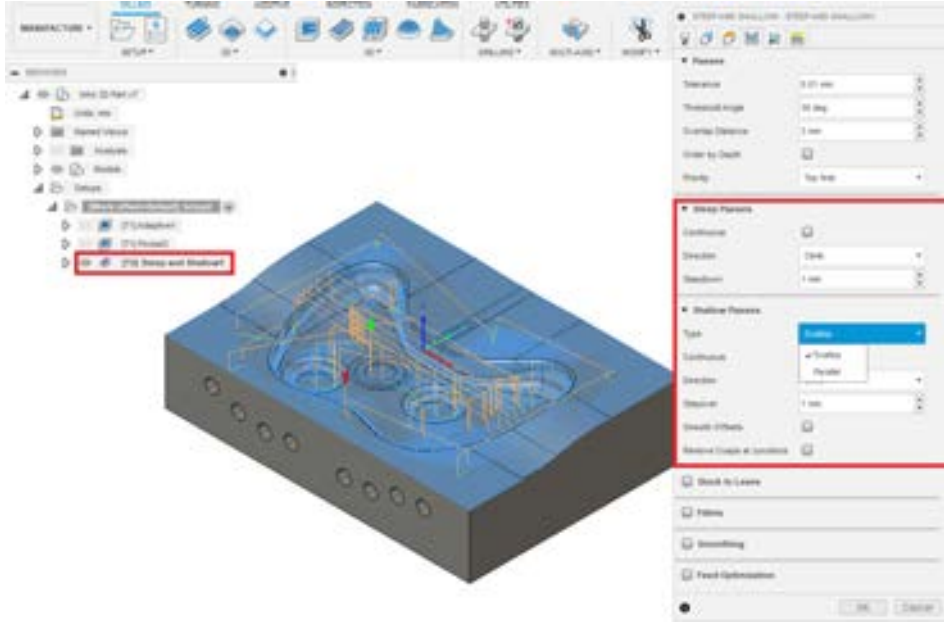
“Pocket Clearing” operasyonu, klasik takım yolu ile yukarıdan aşağıya doğru takım yolu oluşturularak kaba boşaltma işlemi için kullanılır (Görsel 13.28).



Görsel 13.28: “Pocket Clearing” operasyonu

13.4.3 “Steep and Shallow” Operasyonu

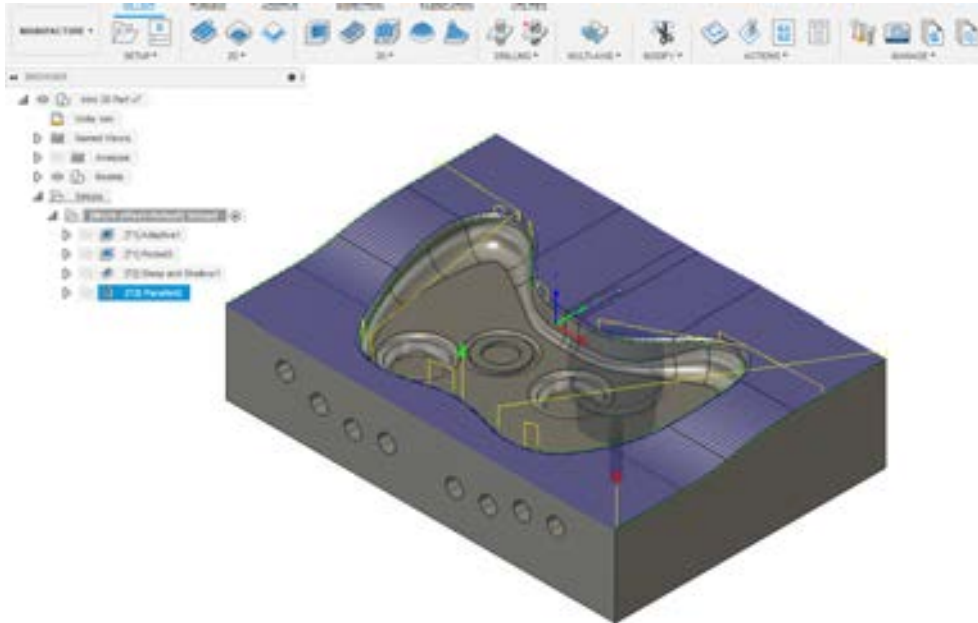
Bu operasyon ile hem yüksek eğimli (dik yüzeyler) hem de düşük eğimli (yatay yüzeyler) alanlarda farklı takımyolu metodlarını bir arada kullanma olanağı bulunur (Görsel 13.29).



Görsel 13.29: “Steep and Shallow” operasyonu

13.4.4 “Parallel” Operasyonu

“Parallel” operasyonu, düşük eğimli (yatay) yüzeylerde doğrusal takımyolları çıkarmaya yarar. Takımyolu, verilen yan adım (stepover) miktarı ile eşit olarak adımlanır (Görsel 13.30).

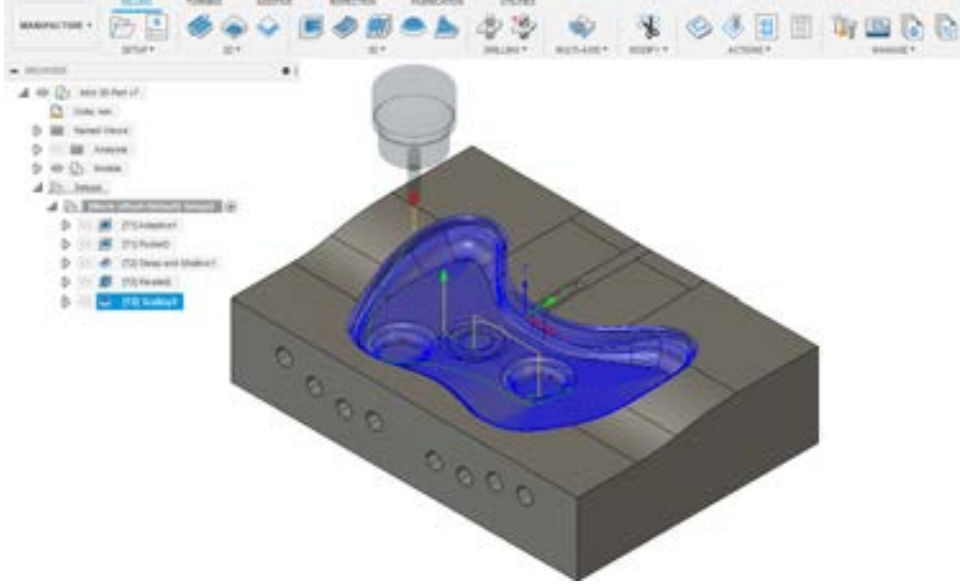


Görsel 13.30: “Parallel” operasyonu



13.4.5 “Scallop” Operasyonu

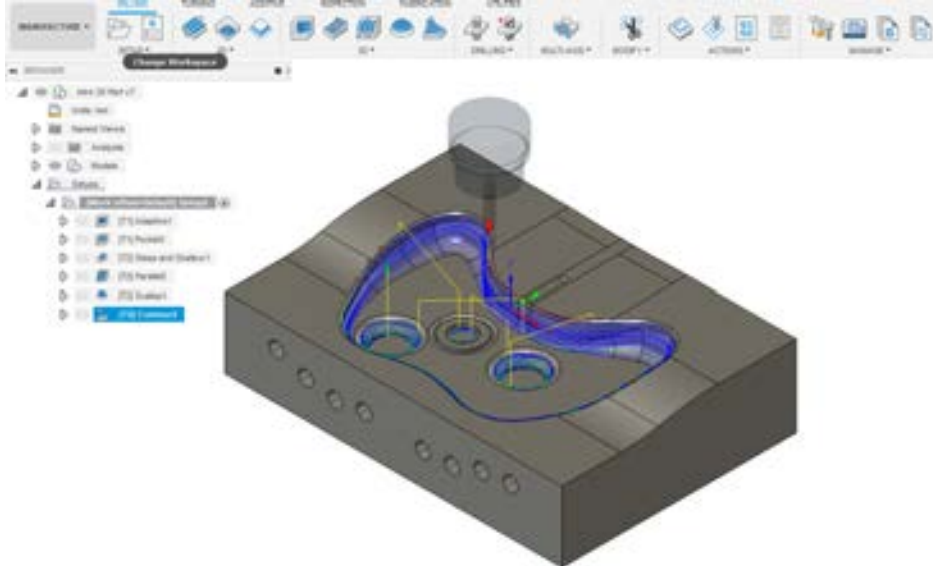
“Scallop” operasyonu, hem dikey hem de yatay düzlemde eşit yan adımlardan oluşan takımyolları çıkarmaya yarar. Seçilen işleme alanında dışarıdan içeriye veya içeriden dışarıya takımyolları oluşturulur (Görsel 13.31).



Görsel 13.31: “Scallop” operasyonu

13.4.6 “Contour” Operasyonu

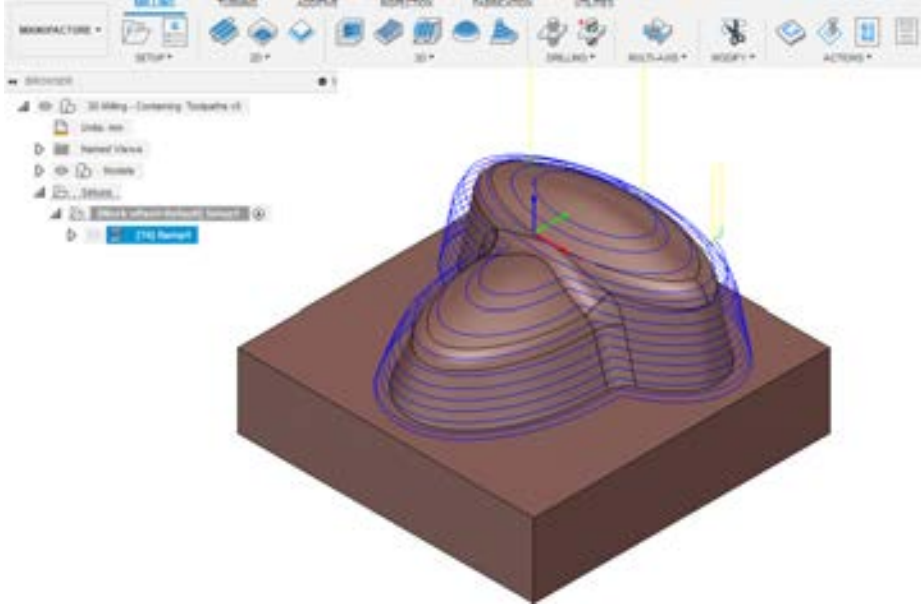
“Contour” operasyonu ile yüksek eğimli (dik) yüzeylerde takımyolları çıkarmaya yarar. Takımyolu, verilen aşağı adım (stepdown) miktarı ile eşit adımdadır. Bu operasyon türü dik yüzeylerde takımyolu çıkarmaz. Kesici takım indiği her Z seviyesini X ve Y eksenlerinde tamamladıktan sonra bir alttaki Z seviyesine iner (Görsel 13.32).



Görsel 13.32: “Contour” operasyonu

13.4.7 “Ramp” Operasyonu

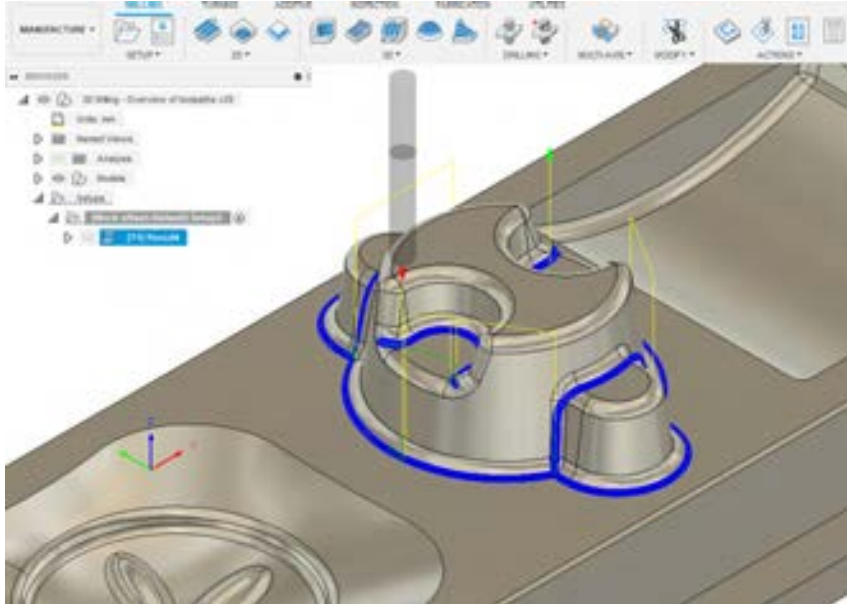
“Contour” operasyonu gibi yüksek eğimli (dik) yüzeylerde takımyolları çıkarmaya yarar. “Contour” operasyonundan farklı olarak sürekli helisel interplasyon olarak takımyolunu çıkarır (Görsel 13.33).



Görsel 13.33: “Ramp” operasyonu

13.4.8 “Pencil” Operasyonu

“Pencil” dip kısımlarda kalan son radyus alanlarını gezmek için uygulanan bir takımyolu metodudur (Görsel 13.34).

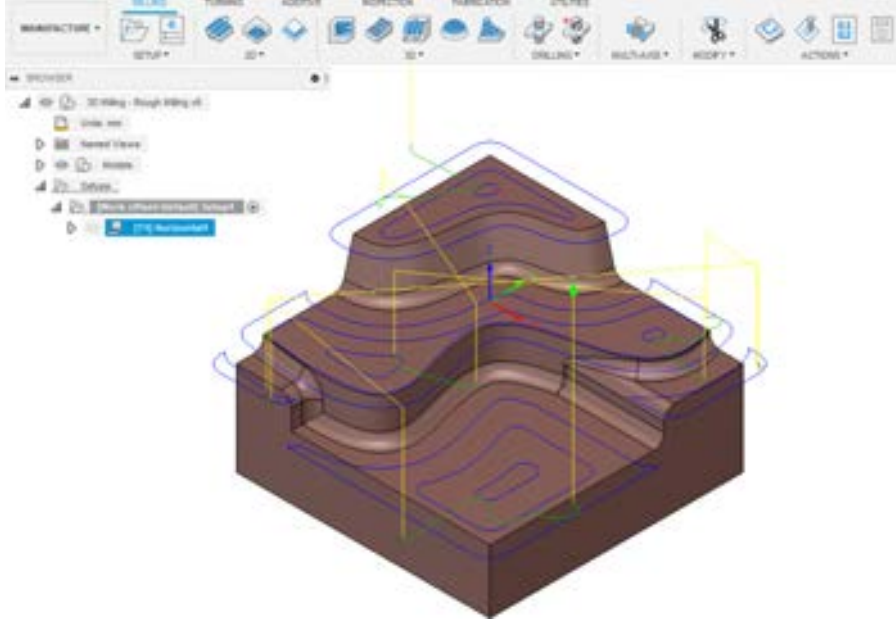


Görsel 13.34: “Pencil” operasyonu



13.4.9 “Horizontal” Operasyonu

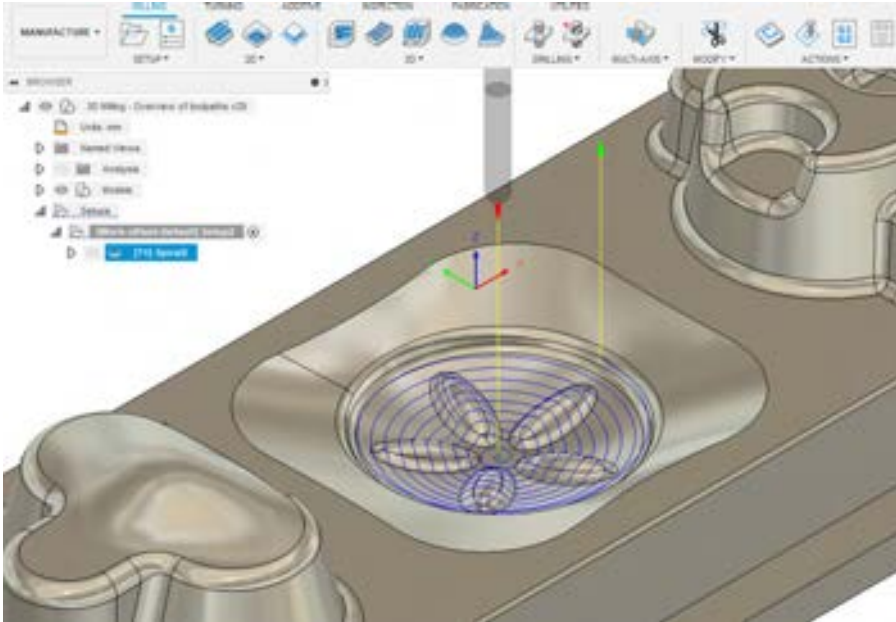
Sadece düz yüzeyleri işlemek için kullanılan 2 eksen hareket eden bir operasyon türüdür (Görsel 13.35).



Görsel 13.35: “Horizontal” operasyonu

13.4.10 “Spiral” Operasyonu

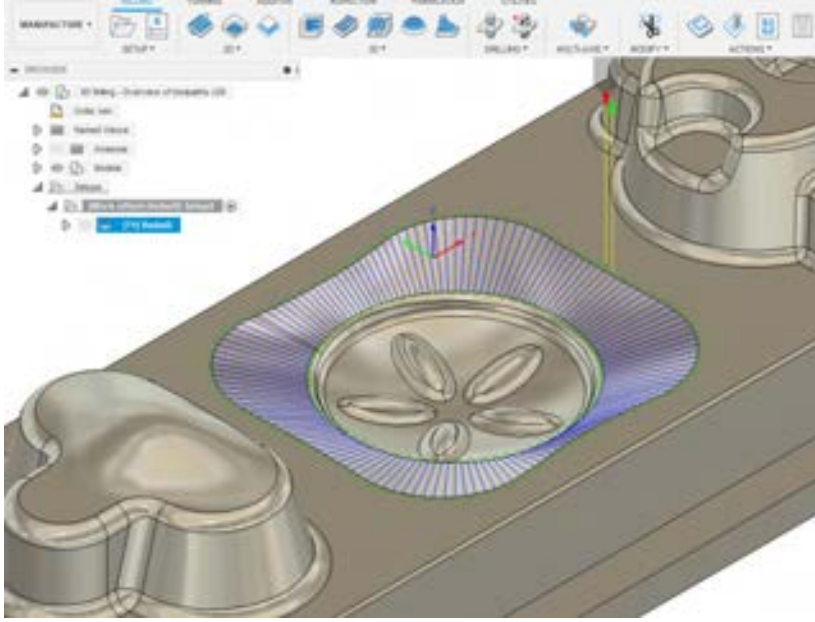
Bu operasyon tipinde bir merkez noktası belirlenir ve bu merkez noktasına dışarıdan içeriye veya içeriden dışarıya şeklinde spiral takımyolları oluşturulur (Görsel 13.36).



Görsel 13.36: “Spiral” operasyonu

13.4.11 “Radial” Operasyonu

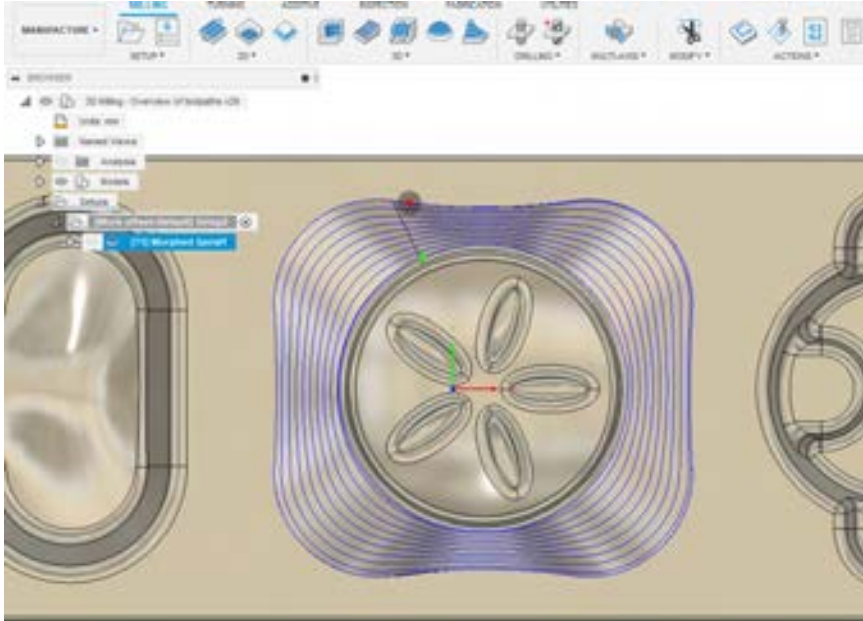
Bu operasyon tipinde bir merkez noktası belirlenir ve bu merkez noktasına gidip gelen takım yolu oluşturulur. Yan adım miktarı “mm” birimi olarak değil “açı” olarak tanımlanır (Görsel 13.37).



Görsel 13.37: “Radial” operasyonu

13.4.12 “Morphed Spiral” Operasyonu

Bir eğri veya iç içe geçmiş iki eğri arasında çalışan bir operasyon tipidir. Seçilen eğrinin veya eğrilerin şeklini alarak takım yolu çıkarır (Görsel 13.38).

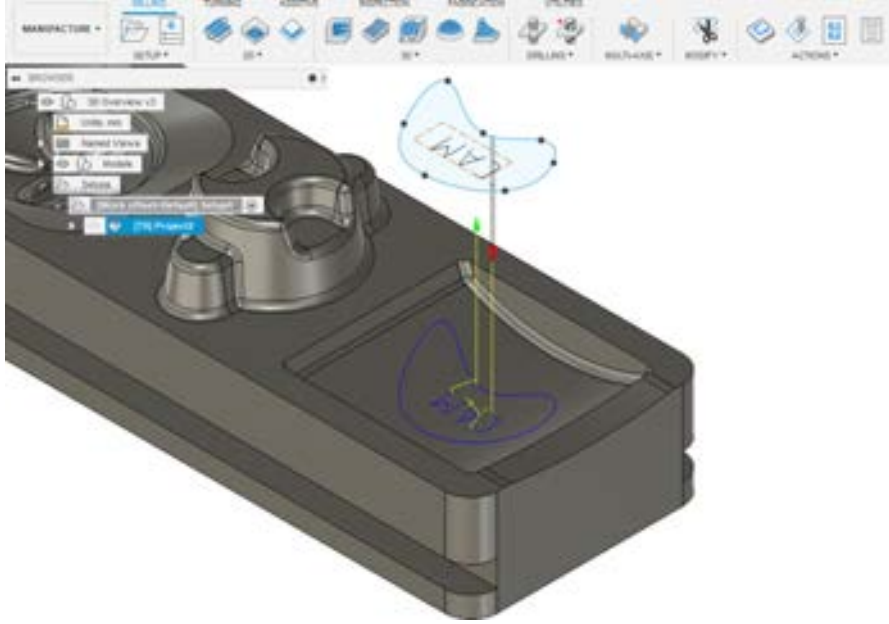


Görsel 13.38: “Morphed Spiral” operasyonu



13.4.13 “Project” Operasyonu

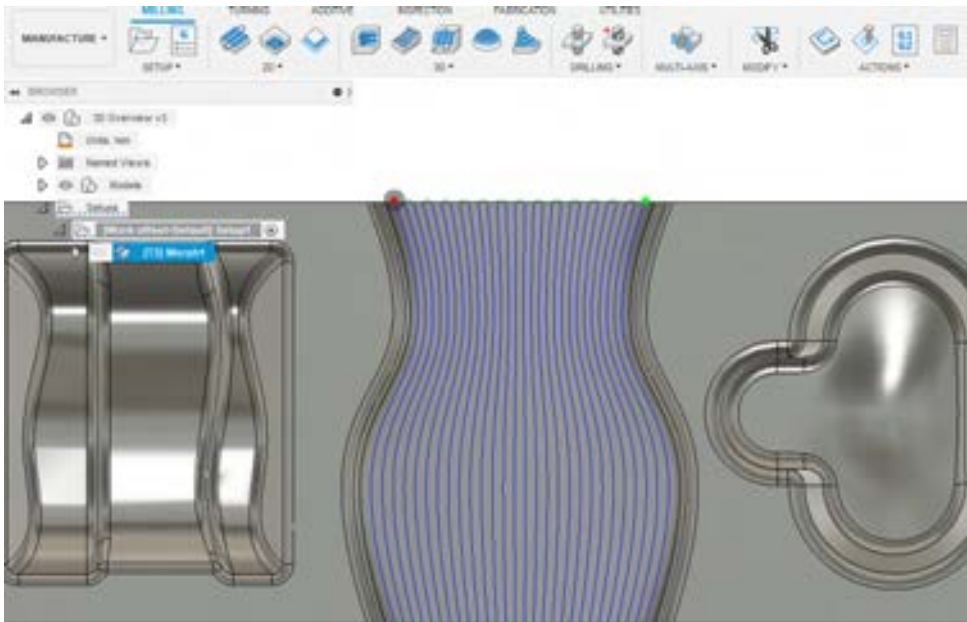
“Project” operasyonu, herhangi bir düzlemde oluşturulan çizimi iş parçası üzerine yansıtarak takımyolu oluşturur (Görsel 13.39).



Görsel 13.39: “Project” operasyonu

13.4.14 “Morph” Operasyonu

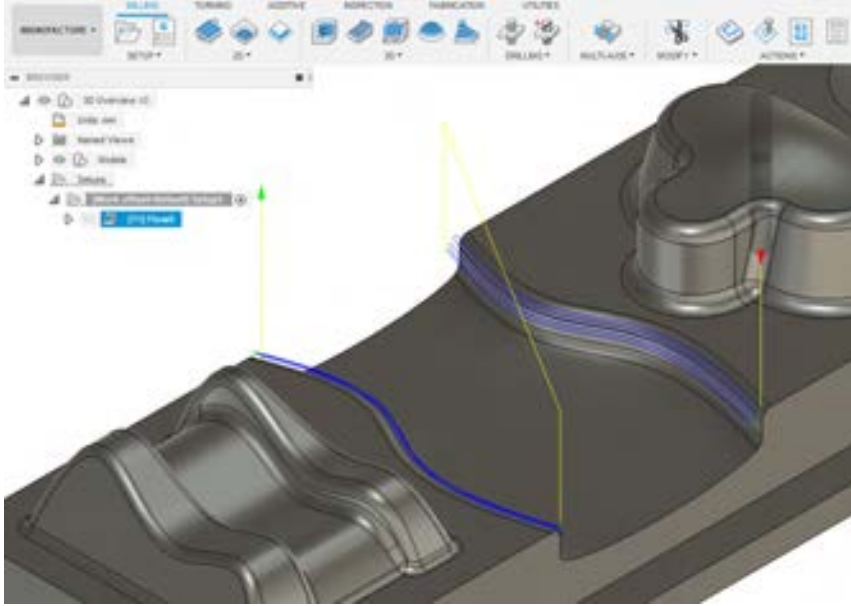
Yan yana olan iki eğrinin şeklini alarak takımyolu çıkarır. Bir eğriden başlayıp diğer eğriye gittikçe gittiği eğrinin şeklini alacak biçimde takımyolu oluşturur (Görsel 13.40).



Görsel 13.40: “Morph” operasyonu

13.4.15 “Flow” Operasyonu

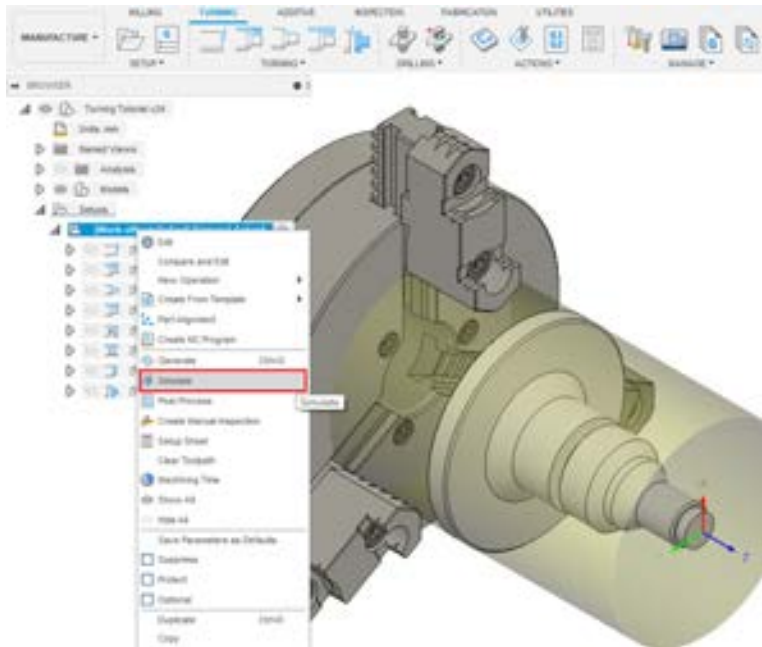
5 eksen simultane özellikli bir operasyon türüdür. Seçilen bir yüzeye yan adım olarak değil, adım sayısı olarak takımyolu oluşturur (Görsel 13.41).



Görsel 13.41: “Flow” operasyonu

13.4.16 CAM Torna Simülasyonu İle Takımyollarının Kontrolü

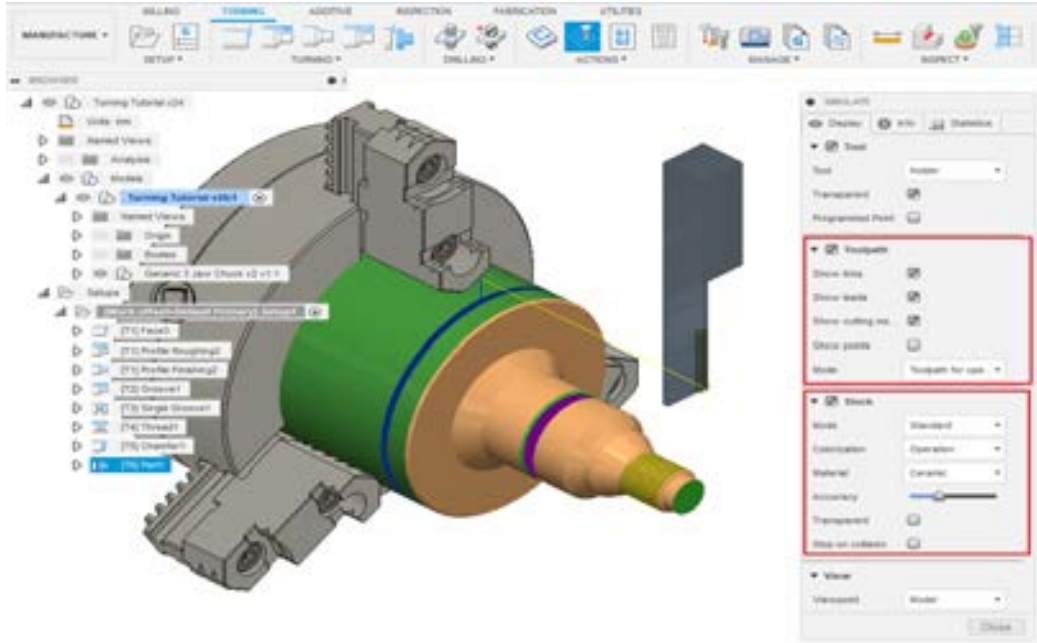
Oluşturulan takımyollarını tezgâha yüklemeyen önce kontrol edilmesi gerekir. CAM yazılımları içerisinde oluşturulan takımyolları simülasyon (benzetim) ile kontrol edilebilir. Oluşturulan takımyollarını simüle etmek için operasyonlar seçip sağ tıklandığında açılan pencerede **Simulate** seçeneği seçilir (Görsel 12.22).



Görsel 12.22: CAM torna uygulamasında simülasyon ile izleme



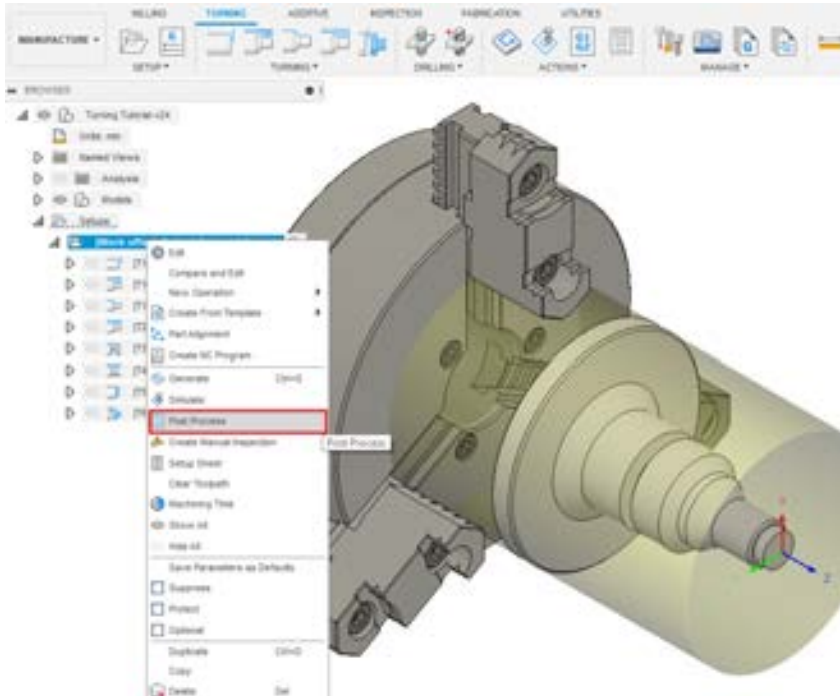
Ardından açılan pencere içerisinde “Toolpaths” ve / veya “Stock” simülasyonu yapılabilir (Görsel 12.23).



Görsel 12.23: CAM torna uygulamasında simülasyon ile izleme

13.4.17 G ve M Kodlarının Çıkarılması

Tüm işlemler tamamlandığında CNC kodlarının hazırlanması işlemine **post alma** adı verilir. Bu işlem için G ve M kodları için oluşturulmuş takımoylları seçilip sağ tıklanır ve **Post Process** seçeneği seçilir (Görsel 12.24).



Görsel 12.24: CAM torna uygulamasında post alma penceresi

Ardından açılan pencerede uygun post processor seçilir ve **Post** sekmesine tıklanır (Görsel 12.25).

Post Process

Configuration Folder
C:\Users\Gökhan\AppData\Local\Autodesk\Autodesk Fusion 360\CAM\cache\posts Setup

Post Configuration
Enter search text All All vendors
FANUC / fanuc Open config

Output folder
C:\Users\Gökhan\AppData\Local\Fusion 360 CAM\nc Open folder

NC extension
.nc

Program Settings
Program name or number
1001
Program comment
CAM
Unit
Document unit
☐ Reorder to minimize tool changes
☒ Open NC file in editor

Property	Value
Allow 3D arcs	No
Force IJK	No
8 Digit program number	No
Optional stop	Yes
Safe Retracts	G28
Safe start all operations	No
Separate words with space	Yes
Show notes	No
Use files for subroutines	No
Use G54.4	No

[Search for posts in our Autodesk HSM post library](#)

Post Cancel

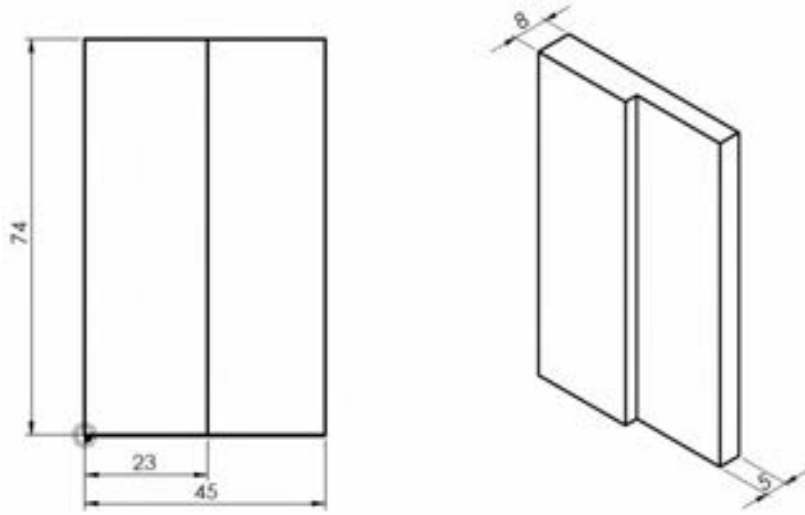
Görsel 12.25: CAM torna uygulamasında G ve M kodlarının çıkartılması



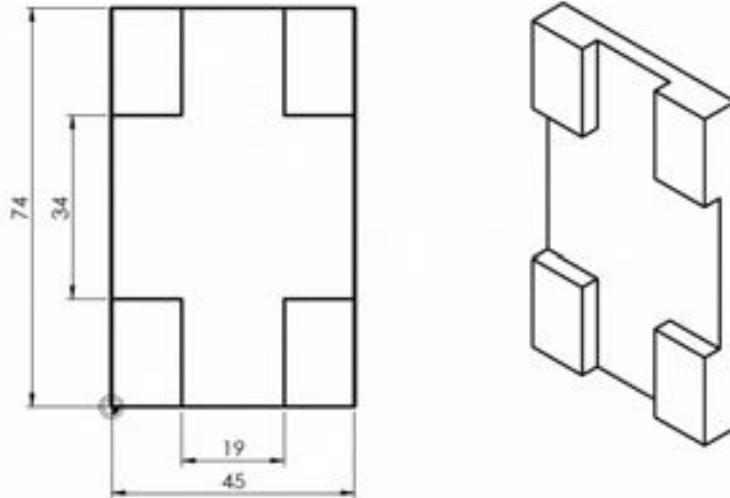
SIRA SİZDE [13-1]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

1



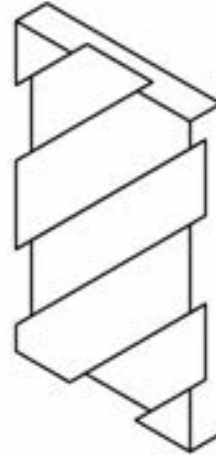
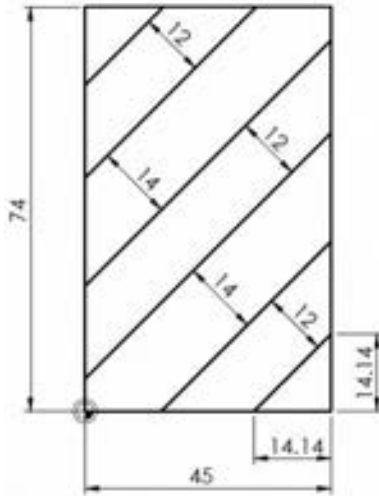
2



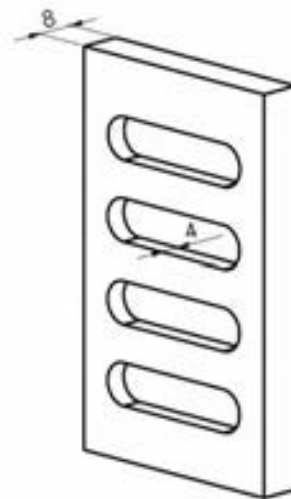
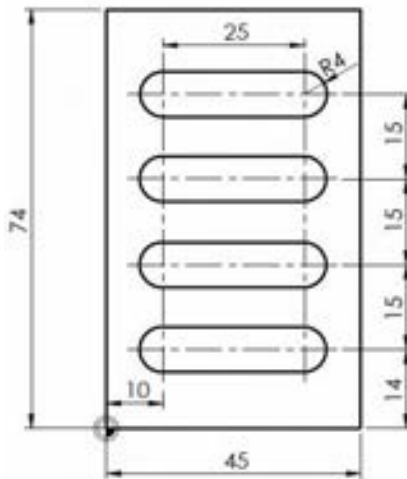
SIRA SİZDE [13-2]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

3



4

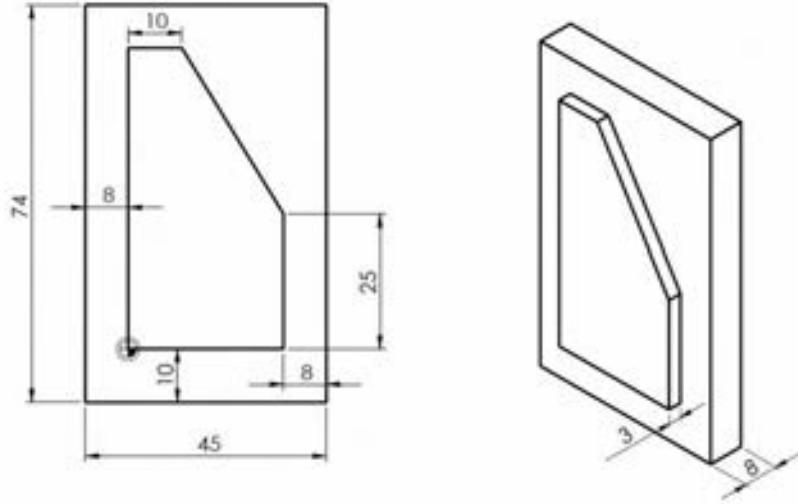




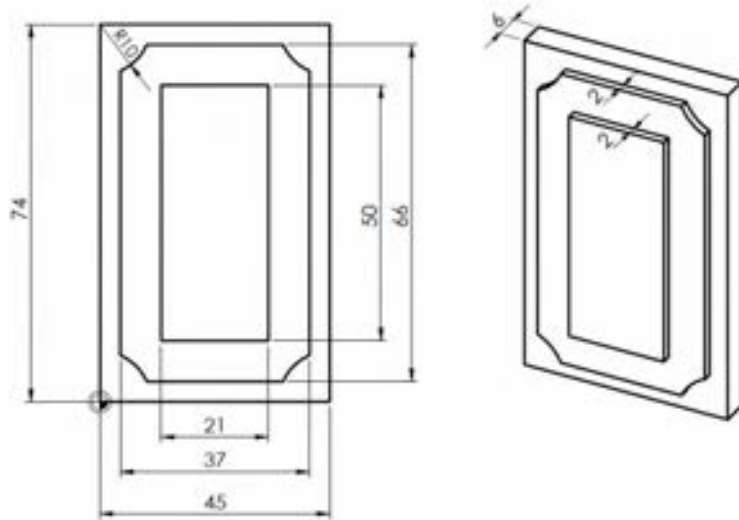
SIRA SİZDE [13-3]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

5



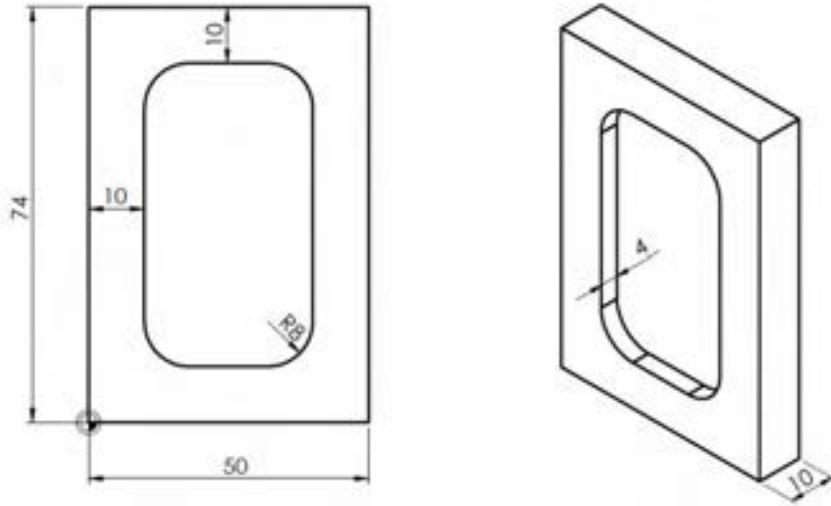
6



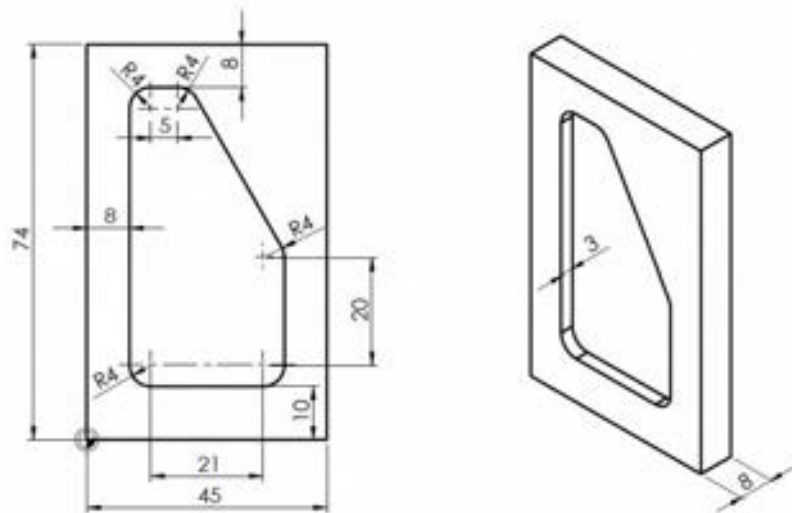
SIRA SİZDE [13-4]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

7



8

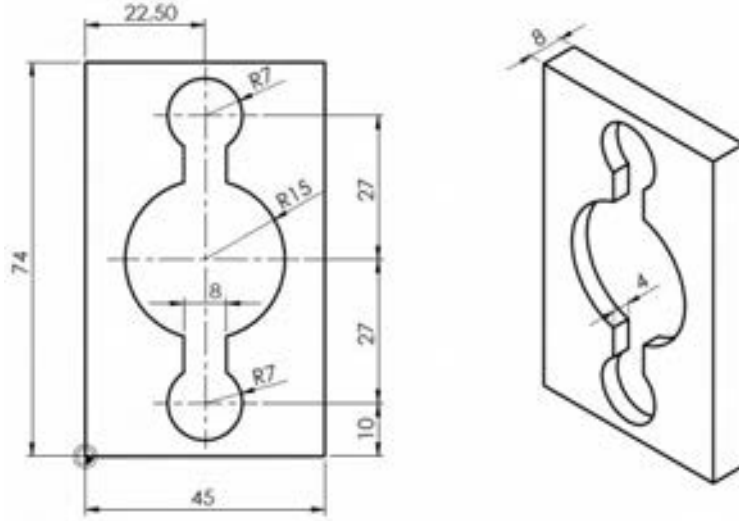




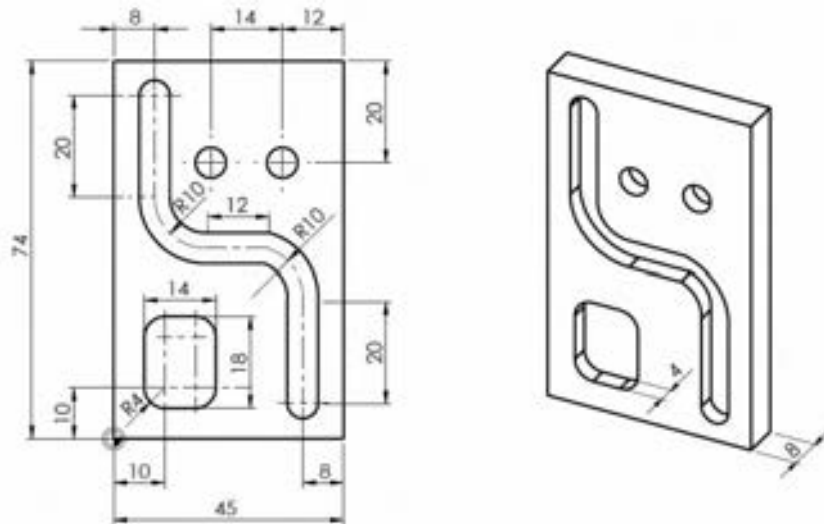
SIRA SİZDE [13-5]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

9



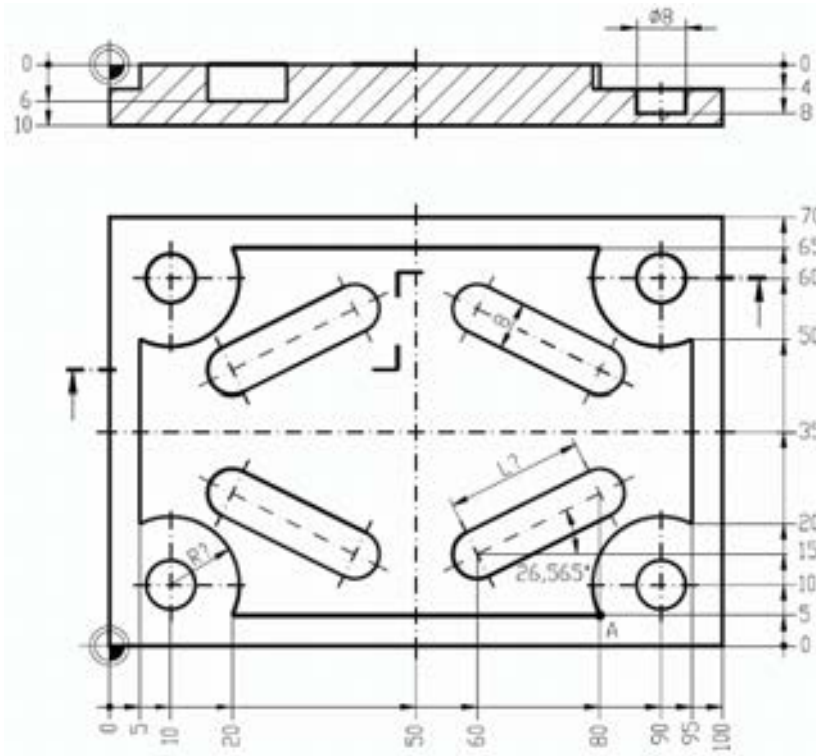
10



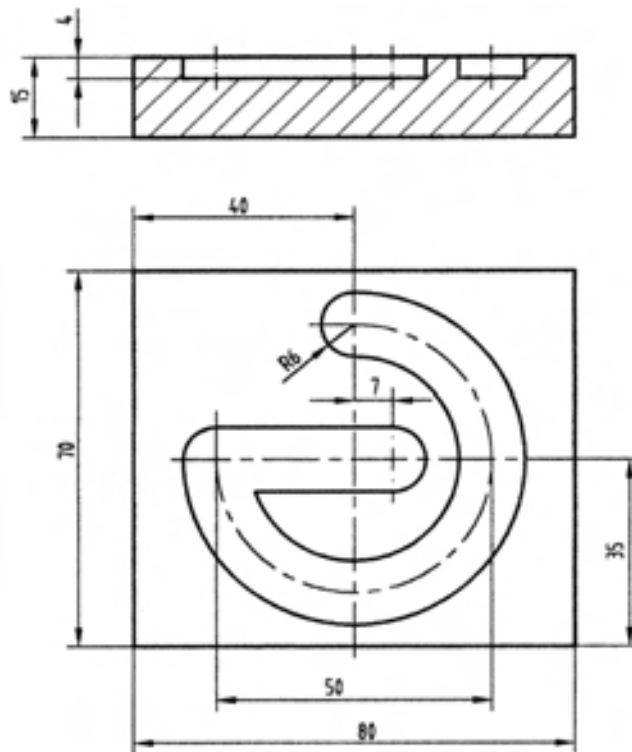
SIRA SİZDE [13-8]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

15



16

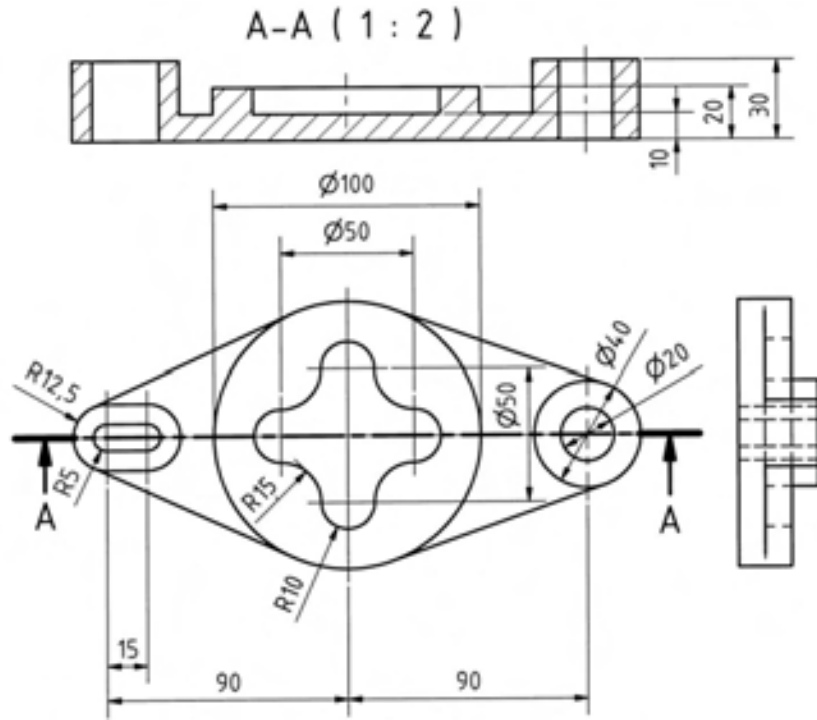




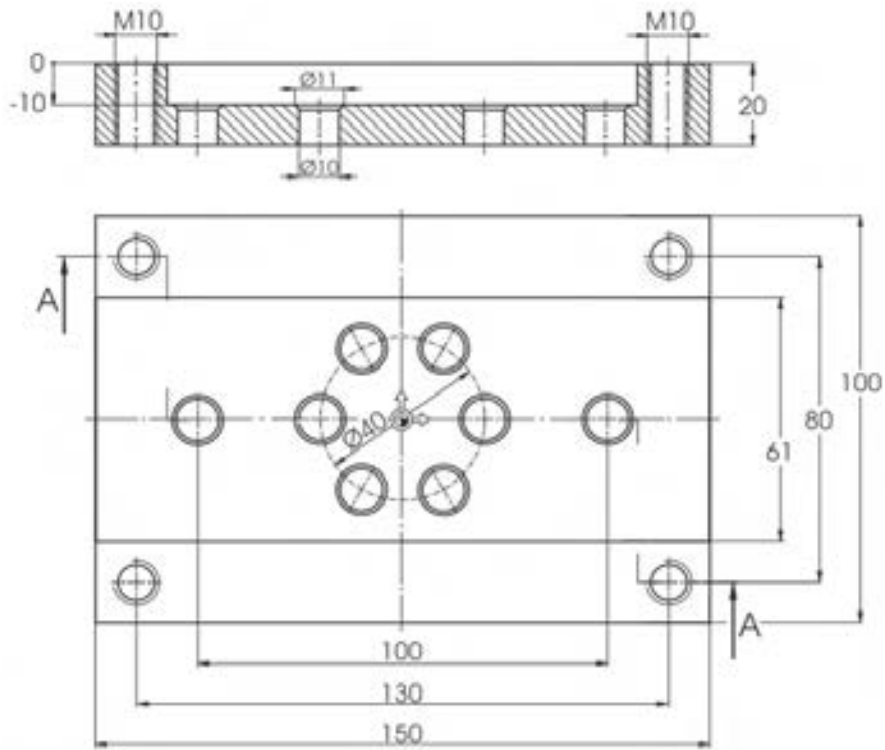
SIRA SİZDE [13-9]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

17



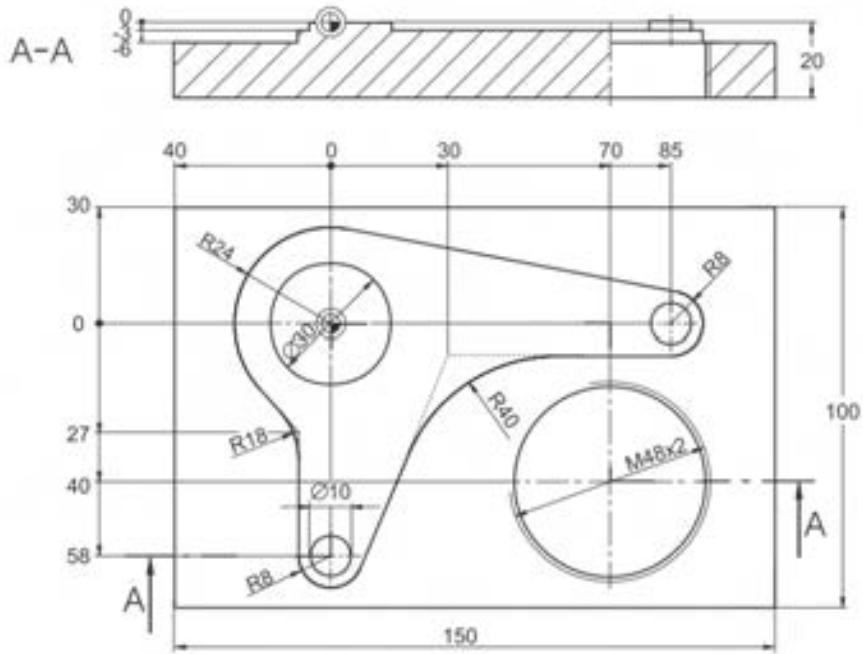
18



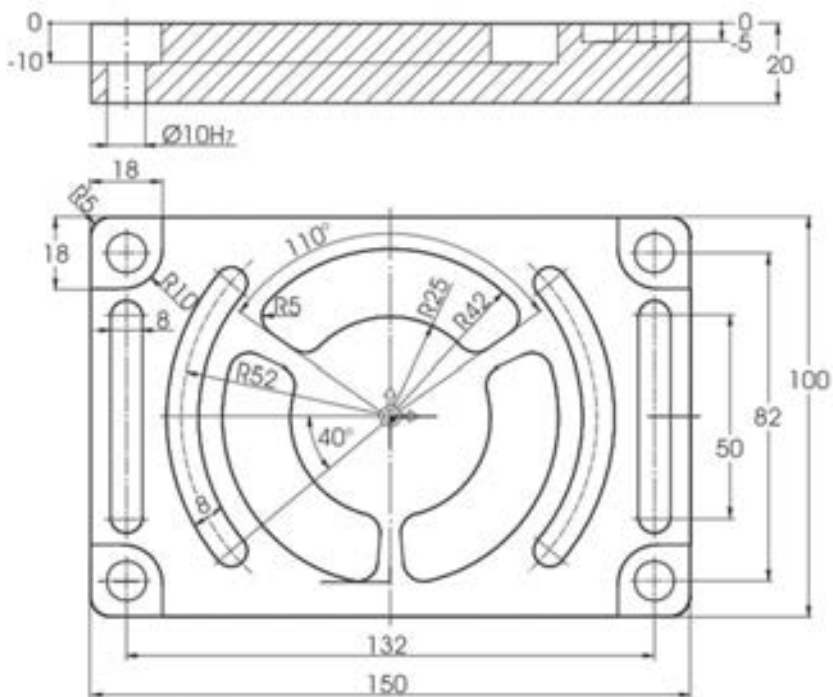
SIRA SİZDE [13-10]

Aşağıda resimleri verilen iş parçalarını çizerek CAM programında parçaların G kodlarını oluşturunuz.

19



20



Terimler Sözlüğü

Absolute	Mutlak	Jaw	Çene, ağız
Accept	Onaylamak, kabul etmek	Lathe	Torna
Air	Hava	Length	Boy
Align	Hizalamak	Limit	Sınırlamak
Angle	Açı	Linear	Doğrusal
Assembly	Montaj	Long	Uzunluk, boy
Axis	Eksen	Magazine	Mağaza, kartuş
Blank	Boş, ham	Measure	Ölçmek, mezure
Body	Gövde	Milling	Frezelemek
Bottom	Alt	New	Yeni
Centric	Merkez	Oil	Yağ
Chamfer	Pah	Optional	Opsiyonel, isteğe bağlı
Change	Değiştirmek	Origin	Orjin, merkez
Chip	Talaş	Outside	Dışında
Chuck	Torna aynası	Parallel	Paralel
Circle	Çember	Part	Parça
Circular	Çevresel	Pocket	Cep, havuz
Clock Wise (CW)	Saat ibresi yönünde	Pressure	Basınç
Code	Kod	Probe	Prob, algılayıcı uç
Continue	Devam eden, sürekli	Process	İşlem
Contour	Kontür, profil	Radius	Yarıçap
Coolant	Sağutma	Reamer	Rayba
Cordinate	Koordinat	Rear	Arka
Corner	Köşe	Retract	Geri kaçış, geri çekilme
Cut	Kes	Rough	Kaba
Cutter	Kater	Safety	Emniyetli, güvenli
Cylinder	Silindir	Settings	Ayarlar
Diameter	Çap	Simulation	Simülasyon, benzetim
Direction	Yön	Slot	Kanal, yuva
Distance	Mesafe, aralık	Speed	Hız
Drill	Matkap	Spigot	Ada
Edge	Kenar	Spindle	İş mili, fener mili
Endmill	Parmak freze	Stock	Hammade, stok
Execute	Çalıştır, yürüt	Surface	Yüzey
Face	Alın, yüz	Table	Tabla
Fillet	Radyüs	Tailstock	Gezer punta gövdesi
Finish	Finiş, son paso, hassas, bitirme	Tap	Kılavuz
Front	Ön	Threading	Kılavuz, vida
Groove	Kanal	Top	Üst
Handle	El çarkı	Turning	Tornalamak
Horizontal	Yatay	Turret	Taret
Incremental	Artımlı	Value	Değer
Insert	Takılan uç, kesici uç	Vertical	Dikey
Inside	İçinde	Vise	Mengene

Kaynakça

Arslan, H. (2015). *CNC Operatörünün El Kitabı*. İstanbul: Favori Basım Yayın ve Reklam San.Tic.Ltd.Şti.

MTS Mathematisch Technische Software-Entwicklung GmbH. (2005). *CNC Basics MTS TeachWare Student's Book*. Berlin: BK, BM.

Şahin, Y. (2003). *Talaş Kaldırma Presnsipleri* (Cilt 1). Ankara: Gazi Kitapevi.

Yılmaz, M. (2007). *CNC Programlama*. Adana: Fersa Ofset.

Not: Kaynakça "APA 6.0 Yazım Kuralları ve Kaynakça Gösterme Biçimine" ne göre düzenlenmiştir.

Genel Ağ Kaynakçası

Akademi, T. (2020, 10 20). Tezmaksan Akademi Web Sitesi: <http://www.tezmaksanakademi.com> adresinden alındı

Korloy. (2020, 10 20). Korloy Kesici Takımlar: <http://www.korloy.com.tr> adresinden alındı

Takımsaş. (2020, 11 20). Takımsaş Web Sitesi: <http://www.takimsas.com.tr> adresinden alındı

TeknikResim. (2020, 10 20). TeknikResim.com Web Sitesi: <http://www.teknikresim.com/cnc> adresinden alındı

Görsel Kaynakçası

<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2131>



Cevap Anahtarı

ÖĞRENME BİRİMİ 1 / 1 (Sayfa:47)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	Y	D	D	Y	E	A	E	B	D

ÖĞRENME BİRİMİ 1 / 2 (Sayfa:48)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	C	C	E	D	E	B	C	E

ÖĞRENME BİRİMİ 2 / 1 (Sayfa:68)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	D	E	A	A	E	D	B	C

ÖĞRENME BİRİMİ 3 / 1 (Sayfa:78)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	Y	D	D	D	C	E	D	B	D

ÖĞRENME BİRİMİ 11 / 1 (Sayfa:198)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	E	B	D	B	A	E	D	C	A

Notlar

[illegible]

Notlar

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

Notlar

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting or typing. There are no margins, text, or other markings on the page.

Notlar

[illegible]