T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI





# MEGEP

### (MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

# MAKINE TEKNOLOJISI

# CAM PROGRAMI İLE TORNALAMA

ANKARA 2006

#### Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. FARKLI CAM PROGRAMLARI	3
1.1. CAM Programının Karşılaştırılması	3
1.2. Farklı CAM Programları İle İlgili Uygulamalar	4
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	22
2. CAM TORNALAMA	22
2.1. Boyutlu Parça Çizimi veya Hazır Parça Dosyasının Açılması	22
2.2 CAM Programının Seçimi	28
2.3. CNC Tezgâhının Seçimi ve Kontrol Ünitesi Parametre Ayarları	29
2.4. İşlem Yapılacak Yüzeylerin (Konturların ) Seçimi	30
2.5. Operasyon Sırasının Oluşturulması ve Özelliklerinin Seçimi	33
2.6.Takım Yollarının Oluşturulması	
2.7.Oluşturulan Takım Yollarına Göre Programın Simülasyonla Kontrolü	62
2.8. Oluşturulan Takım Yollarına Göre CNC Kodlarının Üretimi	62
UYGULAMA FAALİYETİ	64
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	65
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	66
MODÜL DEĞERLENDİRME	67
CEVAP ANAHTARLARI	68

# AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI127
ALAN	Makine Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bilgisayarlı Makine İmalatı, Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme
MODÜLÜN ADI	CAM Programı ile Tornalama
MODÜLÜN TANIMI	CNC torna tezgahlarında üretilecek parçaların, CAM programı ile parçaların takım yollarının oluşturularak tezgâhta daha hızlı ve verimli bir şekilde üretilebilmesini içeren öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	CAM Programı İçin Çizim ve CAM Tornalama modülünü almak için CAD modüllerini, CNC tornacılık modüllerini almış olmak.
YETERLİK	CAM'la tornalama yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında CAM programı çizilen parçaların veya hazır Data (veri) şeklinde gelecek parçaların takım yollarını oluşturabileceksiniz.AmaçlarFarklı CAM programlarını karşılaştırabileceksiniz.CAM tornalama yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Bilgisayar, CAM yazılımı, CNC torna tezgâhı, avadanlıklar, CNC torna tezgâhında üretilebilecek değişik parçalar, ders kitabı.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (Test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

#### Sevgili Öğrenci,

Günümüzde, gelişmiş ve modernleşmiş toplumların temelini sanayileşme oluşturmaktadır. Makine ve üretim sanayindeki gelişmeler de her geçen gün rekabeti ve üretimdeki kaliteyi arttırmayı hedeflemektedir. Günümüzde ve gelecekte bu rekabetçi koşullarda ülke olarak biz de varız diyebilmemiz için gerekli olan teknolojiye yatırım yapmalı ve bu teknolojiyi kullanabilmeliyiz.

Hızla ilerleyen ekonomik gelişmeler ve endüstriyel ilişkiler, iş dünyasında uzman personel kullanımını önemli hale getirmiştir. İşletmeler her seviyede eğitilmiş personele ihtiyaç duymaktadır. Üretim sektöründe de sadece CNC tezgâhlarının ve CAD/CAM sistemlerinin olması yeterli olmamaktadır. Bu sistemleri verimli kullanacak teknik elemanlara da ihtiyaç yüksek düzeydedir.

Üretim sanayindeki teknolojik gelişmelerde lokomotif işlevi gören CNC ve CAD/CAM sistemlerinin olduğunu söyleyebiliriz. CNC tezgâhlarının en yaygın ve önemli kullanım alanlarından biri de seri üretim sistemleridir.

CNC tezgâhlarını, elle kod girerek basit geometrileri işleyebilmesi için programlayabiliriz. Karmaşık yapıdaki parçaları işleyebilmek için de bir CAM yazılımına ihtiyaç duyulmaktadır. CAM yazılımlarının kullanılması hata yapma riskini asgari düzeye indirir daha hızlı üretim yapmayı ve daha kaliteli ürünler elde etmeyi sağlar. Bu teknolojik imkanların kullanılması ile de zorlu rekabetçi koşullara karşı daha iyi mücadele olanakları elde edilmektedir.

Modülün amacı, CNC torna tezgâhlarında daha verimli bir şekilde çalışabilmek için CAM programlarından yararlanabilmeyi öğrenmek ve kullanabilmektir.

Bu modülün sonunda, CAM Programı ile CNC torna tezgâhlarında üretilecek parçaların kesici yollarını oluşturabilme yeteneğine sahip olabileceksiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, gerekli ortam sağlandığında, CAM programlarının özelliklerini tanıyacak ve farklı CAM programlarının karşılaştırılmasını öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Parça çizimi esnasında CAD / CAM yazılımlarının kullanılmasının ne gibi faydalar sağladığını araştırınız.
- Kullanılan CAM yazılımlarına kısa bir araştırma yaparak CAM programları ile çizim yapma mantığını kavramaya çalışınız.
- Torna için kullanılan CAM programlarını internet aracılığı ile araştırınız.

# **1. FARKLI CAM PROGRAMLARI**

#### 1.1. CAM Programının Karşılaştırılması

Üretilecek bir iş parçasının CNC tezgâhlarda üretiminin yapılabilmesi için parça üretim programına ihtiyaç duyulur. Program kodlarla ifade edilir. Program kodlarını CNC tezgâha manuel (elle ) veya daha hızlı ve güvenilir bir şekilde CAM programlarında oluşturarak yükleyebiliriz.

CAM (BDÜ) = Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli Üretim)

CAD (BDT)= Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tsarım)

Günümüzde, değişik firmalar tarafından birçok CAM yazılımı geliştirilmiştir. Bu programların kullanılma ve seçim kriterleri daha çok, yapılacak işe ve kullanılan CNC torna tezgâhının özelliklerine göre değişmektedir.

Genellikte CNC torna için geliştirilen CAM yazılımları, CAD programlarına yama şeklinde yüklenerek çalışmaktadır.

Modülümüzde Catia, Solidcam, Cimatron, Mastercam, Camworks, Edgecam, Unigraphics programlarının torna modüllerinin karşılaştırılmasını Tablo 1'deki gibi yapabiliriz.

Program Adı	Çizim Yapabilme	Kontur (2D) İşleme	Katı model (3D) işleme	Özel Kesici Atama	Özel Tutucu Atama	Özel kesici hareketleri
Catia	+	_	+	+	+	+
Cimatron	+	+	+	—	+	—
Solidcam	_	_	+	+	_	_
Edgecam	+	+	+	+	+	+
Mastercam	+	+	+	+	+	_
Camworks	_	_	+	+	+	_
Unigraphics	+	+	+	+	+	+

Tablo 1.1: CAM programlarının özelliklerinin karşılaştırılması

### 1.2. Farklı CAM Programları İle İlgili Uygulamalar

#### Catia programı ile ilgili uygulama

#### İşlenecek parçanın belirlenmesi

İşlenecek parça herhangi bir CAD programında çizilmiş ya da burada olduğu gibi catia part desing modülünde önce sketch olarak çizilmiş ve shaft komutuyuyla döndürülmüştür.



Şekil: 1.1: Catia da çizimi yapılmış parça

#### Stok (kütük atanması)

Stok diye adlandırılan parça işin yapılacağı işlenmemiş malzeme olarak adlandırılır.

Burada iş parçamızın çapında ama 1mm daha uzun ve çapı daha büyük verilmiştir.

Stok da işlenecek parça gibi skeç ortamında çizilmiş ve pad (extrude) işlemi yapılmıştır.



Şekil: 1.2: Catia'da stok atanmış parça

#### CAM ortamına parçanın aktarılması

Stok atanmış ve işlemleri tamamlanmış parça ;

Machining modülünden lathe machining seçeneği seçilerek CAM ortamına aktarılır.



Şekil: 1.3: Catia'da NC tornaya geçiş

#### İş parçası sıfır ve referans noktalarının belirlenmesi

CAM operasyonlarına geçilmeden önce iş parçasının sıfır noktası (Referans noktası) stok, işlem yapılacak parça ve çalışma düzlemleri belirlenir.

Bu işlemi yapabilmek için ekranın sol tarafındaki işlem ağacından altında yer alan Process altında yer alan Part operation çift tıklanarak karşımıza Şekil 4 teki menü gelir.



Şekil 1.4: Part operasyon tablosu

Karşımıza çıkan eksen takımının ortasında bulunan yeşil nokta tıklanarak referans noktası seçilir (Şekil 1. 5)

Gerekiyorsa aşağıdaki gibi eksenler, eksen okları



tıklanarak döndürülür.



Şekil 1.5: Referans noktası belirleme tablosu

Default reference machining axis for Part Operatio ? 🗙
Axis Name : Default reference machining axis for Part Operation.1
× ×
NC Output Parameters

Şekil 1.6: Referans noktası döndürme tablosu

Part Operation ? 🗙
Name: Comments: No Description
Horizontal Lathe Machine.1 Makine seçimi Default reference machining axis for Part Operation.1 Referans noktası seçimi
Part1       İşlem adı         Geometry       Position       Simulation       Option         I       //Part1/Part1/PartBody       Işlenecek parçasının seçilmesi       //Part1/Part1/Body.2         Vart1/Part1/Part1/Body.2       Stok (Kütük) seçimi       No fixture selected (for simulation only)         Bağlama elemanlarının belirtilmesi       1 safety plane selected         Emniyet düzlemi seçimi       No traverse box plane selected
OK SCancel

Şekil 1.7:Operasyon tablosu

#### İşleme yöntem ve çeşidinin seçimi



Seçim işlemleri tamamlanarak ok tuşuna tıklanacak onay verilmiş olunur. Artık operasyonlara geçilebilir. Unutulmamalıki iş parçası ve stok seçilmeden işleme geçilmez çünkü hesaplama yaparken hata verecektir.

Öncelikle kaba tornalama işlemi yapılmalı. Eğer isteniyorsa kaba tornalamada finiş işleme gibi kullanılır.İşlemi seçebilmek için **part operation** bir defa tıklanır ve daha sonra ekranın sol tarafında bulunan operasyon listesinde *Rough turning operation* (Kaba tornalama) tıklanır.

Seçim yapıldıktan sonra Şekil 1.8'deki gibi operasyon menüsü karşımıza gelir. Burada işleme stratejisi, kesici seçimi, devir ve ilerleme, yaklaşma ve uzaklaşma seçenekleri mevcuttur.

Bırakılacak ofset miktarları da buradan ayarlanır.

Rough Turning.1		? 🛛	
Name: Rough Turning.1 Comment: No Description			
Enc	l limit mode : In		,
Input stock status: not compute	ad		
Stock offset:	Omm 💽		machining - Contract Operation, 1
Part offset:	Omm		
Axial part offset:	Omm 🚖		
End limit offset:	Omm 🚖		
		Cancel	

Şekil 1.8:Stok ve işleme yüzeylerinin seçimi

Rough Turning,1		? 🗙
Name: Rough Turning.1 Comment: No Description		_
100 100 100		
Input stock status: not comput	d limit mode : In	
Stock offset:	0mm 🚖	
Part offset:	0mm 🚖	
Axial part offset:	0mm 🔮	
Radial part offset:	0mm 😫	
End limit offset:	0mm 🚖	
		P 🔛
	🍛 ок	Cancel

Şekil 1.9: Stok ve işleme operasyon menüsü

#### Kesici Takım seçimi



Tool seçeneğinden kullanılacak kesici ve katerler belirlenir. Kesicinin ölçüleri ve katerin ölçüleri alt seçeneklerden değiştirilir.



Comment: No Description	-
3   1   1   1   1   1   1   1   1   1	
Name Diamond Insert r 0.5	

Şekil 1.10. Kesici seçim tablosu

#### İşlenecek yüzeylerin (Konturların) seçilmesi



Şekil 1.11: Stok ve işleme yüzeylerinin seçimi

Torna CAM operasyonlarında yüzeylerden çok işlenecek konturlar seçilir. Catia bu işlemi yapabilmek içini İşlenecek parça sanal resminin üzerinde iken (Yeşil kısım) sağ tuşla tıklayıp **section** seçeneği işaretlenir.

Karşımıza Şekil 1.11'daki ekranlar gelir.

Sanal iş parçası



Ekranın bölünen kısmında kesiti seçmek için sarı renkli yüzey kenarlarından Fare ile hareket ettirilerek konturun belirlenmesi gerçekleştirilir. Şeki 1.11

İşlem tamamlandıktan sonra OK komutuyla onaylanır. Aynı işlemler stok içinde yapılır.işlem bitiminde iş parçasının ekseninde kırmızı bir çizgiyle belirir. Böylece iş parçası ve stok için konturlar belirlenmiş olur.

Kontur seçtikten sonra işleme yöntemleri belirlenmelidir.

*Roughing mode:* tornalama yöntemi belirlenir.

*Location:* alınından tornalama işlemi tanımlanır.

Talaş derinliği ve işleme yönü de bu kısımdan belirlenir.

Rough Turning, 1	? 🛛
Name: Rough Turning.1 Comment: No Description	
Part	
Roughing mode: Parallel Contour	
Orientation:	
Location: Front	
Machining direction: To head stock	
Part contouring:	
Recess machining	
Under spindle axis machining	
Tool compensation    P9	

Şekil 1.12: Kaba işleme penceresi

Name: Rough Turr Comment: No Descript	ning.1 tion
1.00	
-Feedrate	• •
Automatic compute	e from tooling Feeds and Speeds
Lead-in :	0.3mm_turn
Plunge :	0.3mm_turn
Machining :	0.4mm_turn 📑 İlerleme
Lift-off :	0.8mm_turn
Finishing :	0.3mm_turn
Replace RAPID by	Air cutting feedrate
Air cutting feedrate :	1000mm_mn
Spindle Speed	
Automatic compute	e from tooling Feeds and Speeds
🖾 Spindle Output	
Machining: 70turn_n	nn 😫 Devir sayısı
Unit: Angular	<b>_</b>
Dwell	
Dwell mode : None	<b>_</b>

Şekil 1.13: Feed ve speeds penceresi

#### Takım yollarının hesaplatılması

Tüm işlemler bittikten sonra bu değerleri bilgisayara hesaplatılması gerekir, bunu için *tool path replay* komutu tıklanır.



#### Simülasyon yapılması



Şekil 1.14: Simülasyon menüsü



Şekil 1.15: Simülasyon sonuç görüntüsü

**Tool path replay** tıklandıktan sonra takım yollarını yeşil çizgi ile Şekil 1.14 deki gibi görebiliriz. İşlemin simüle edilmesi için menüdeki kamera simgesi tıklanır.

Simülasyon modunda işlemeyi görebilmek için **play** tuşuna basılır ve yapılan işlem görülebilir(Şeki 1.15).

#### NC kodlarının üretimi



Şekil 1.16: Simülasyon menüsü



Şekil 1.17: Simülasyon sonuç görüntüsü

NC kodları elde edebilmek için NC OUTPUT MANAGEMENT menüsünü kullanabiliriz. Bu menüde bulunan Generate NC code ikonu ile yapılır. Bu ikon tıklandığında menü karşımıza gelir.

Bu menüde G kodlarını çıkaracağımız işlem seçimine tür kod istediğimiz (iso ve apt kod türü), bu kodların nerede ve hangi dosya adında olması gibi değişiklikler yapılarak sol alt köşedeki *Execute* tıklanır.

Böylece G kodlarını elde etmiş oluruz.

#### MASTERCAM programı ile ilgili uygulama

#### İşleneçek parçanın seçimi

İki boyutlu veya üç boyutlu tasarım programında çizilen parçalar Mastercam programında Open penceresinden açılabilir ya da kendi çizim editöründe çizilebilir. Şekil 1.18 deki 2B şekli Torna CAM modülünde açılır.



Şekil 1.18: İki boyutlu tornalanacak parça



Şekil 1.19: Takım yolu penceresi

Şekil 1.20: İşleme konturu seçim menüsü

Şekil 1.19 deki menüde de görüldüğü gibi torna modülü açıldıktan sonra takım yolları seçeneğinden kaba tornalama işlemini(lathe rough tool poth) seçerek işleme başlarız.

Şekil 1.20 deki menü karşımıza çıkar ve burada hangi konturları (Yüzeyleri ) işlemek istiyorsak onu seçeriz.



Şekil 1.21: Seçimi yapılmış işlenecek konturlar.

#### **Kesici takımların seçimi ve değerlerinin atanması**

Daha sonra takım yolu penceresinden takım seçilir Şekil 1.22 (Takımın üzerine sağ tıkladığımızda takım özelliklerini değiştirebiliriz veya yeni bir takım oluşturabiliriz.). Kesme hızı, dalma hızı, iş mili hızı yazılır.

🔉 Lathe Rough Özellikleri	
Takımyolu parametreleri   Kaba işleme parametreleri	
TOTOT R0.8 OD ROUGH RIGHT - 80 DEG, TOTOT R0.8 OD ROUGH LEFT	Takım No.:       1       Offset number:       1         Station number:       1       Tool Angle         Kesme hızı:       0.2       Immer microns         V       Plunge Feed rate:       0.1       Immer microns         Iş mili hızı:       90       Sbt Kes Immer Microns       Immer microns         Iş mili hızı:       10000       Coolant       Immer Machine         İşparçası sıfın - G92       From Machine       Tarımlama
T0303 R0.8 T0404 R0.8 OD FINISH RIGHT OD FINISH LEFT - 35 DEG.	✓ Takım değiştir (aynı)
Kütüphanedeki tak     Seçenekler için       itüphaneden takım s     Itakım Filtreleme   Axis Combo's (Left/Upper)	Misc values
Uosyaya k	Coordinates Canned Text

Şekil 1.22: Kesici özellikleri menüsü

#### İşleme parametr elerinin seçimi

Kaba işleme parametrelerinden, işleme parametreleri seçilir.

Kesme derinliği, X ve Z'te finiş pasosu, takım telafisi, tek yönlü veya zig-zag işleme seçilir (Şekil 1.23)

✓ Dat üste binme         Kesme Derinliği:         1.0       ✓ Eşit paso         Minimum kesme         0.01         Xte finis payı:         0.2         Zte finis payı:         0.2         Takım Komperizasyonu         Radyüs telafisi üşe:         İğe:

#### Şekil 1.23: Kaba işleme penceresi

Gerekli değerler ve seçenekler girilerek işlem tamamlanır ve OK tıklanarak işlem tamamlanır ve Şekil 1.24 teki gibi takım yolları meydana gelir.



#### Şekil 1.24: Takım yolları

Oluşturduğumuz her operasyon için takım yolu operasyonları oluşur, operasyonlar parametriktir, girilen değerler daha sonradan değiştirilebilir.

#### Simülasyon yapılması

Backplot ile Seçilen operasyonun simülasyonu görülür. Şekil 1.25'teki menüden Play tuşu ile simülasyon izlenir.



Şekil 1.25: Simülasyon menüsü

#### > NC kodlarının elde edilmesi

G1 ikonuna basıldığında post çıkarma menüsü gelir.



Açılan pencereden kodların hangi dizinin içerisine ve uzantısının belirlenmesinin ardından G kodlarının oluştuğu pencere karşımıza gelir. Böylece NC kodlarını elde etmiş oluruz. (Şekil 1.26)

File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Iools Window Help         New , ??       ?	USING ANGULAR OVERLAP-MM.NC]
New , De la Constant de la constant	[ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp
Mark All Tool Changes Next Tool Go Goto Previous Tool OO0000 (PROGRAM NAME - LATHE 10 ROUGHING USING ANGULAR OVERLAP-MM) (DATE=DD-MM-YY - 18-07-06 TIME=HH:MM - 16:05) (MCX FILE - C:\MCAMX-DEMO\MCX\LATHE\SAMPLES\METRIC\LATHE 10 ROUGHING USING ANGU (NC FILE - C:\MCAMX\LATHE\NC\LATHE 10 ROUGHING USING ANGULAR OVERLAP-MM.NC)	🞐 🗶 📷 😰 🔋 😚 🕋 🐢 🦽 🔧 🧏
Project File - C:\MCAMX\LATHE\NC\LATHE 10 ROUGHING USING ANGULAR OVERLAP-MM) (DATE=DD-MM-YY - 18-07-06 TIME=HH:MM - 16:05) (MCX FILE - C:\MCAMX-DEMO\MCX\LATHE\SAMPLES\METRIC\LATHE 10 ROUGHING USING ANGU (NC FILE - C:\MCAMX\LATHE\NC\LATHE 10 ROUGHING USING ANGULAR OVERLAP-MM.NC)	
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) G21 (TOOL - 1 OFFSET - 1) (OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08) G0 T0101 G97 \$1809 M03 G0 G54 x96.772 z4.5 G50 \$3600 G96 \$550 G99 G1 z2.5 F.5 z-98.225 x98.707 G3 X100.707 z-99.225 R1. G1 z-111.925 x103.536 z-110.511	NGULAR OVERLAP-MM) :05) es\mætric\lathe 10 roughing using angular ghing using angular overlap-mm.nc) 12 04 08)

Şekil 1.26: NC kodlarının elde edilmiş hali

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir makineyi tasarlamak için hangi programlar kullanılır?

A) CAM B)CAD C) CNC D)Ofis

2. CNC tezgahları için G kodlarını elde etmek için hangi programlar kullanılır?

A) CAM B)CAD C) Ofis D) CNC

- 3. CATI A programında G kodlarını elde etmek için hangi menü kullanılır?
  - A) Part OperationB) SimulasyonC) Nc Output ManagementD) Section
- 4. Hangi CAM programının Türkçe dil desteği mevcuttur?

A) CATIA B) CİMATRON C) MASTERCAM D) EDGECAM

5. Stok kavramının karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) İş parçasının işlenmiş hali
B) Kullanılan kesici takımın türü
C) Contur
D) İş parçasının işlenmemiş kütük hali

6. Aşağıdakilerden hangisi bir parçanın kaba olarak işlenmesi için kullanılır?

A) Rough TurnB) Finish TurnC) Groove TurnD) Strainght Turn

#### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme ve uygulama faaliyetlerini tekrarlayınız.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

### AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, gerekli ortam sağlandığında CNC torna tezgâhlarında üretilecek iş parçalarının CAM programı ile nasıl çizilebileceğini veya hazır parça dosyasını açmayı, bu parçaları CAM programının özelliklerini kullanarak; genel ayarları, seçim parametrelerini ve takım yollarını oluşturmayı öğreneceksiniz.

### ARAŞTIRMA

- Herhangi bir CAD programında torna işlemine uygun parçalar çizip hazırlayınız.
- Kullanılan CAM yazılımlarına kısa bir araştırma yaparak CAM programları ile çizim yapma mantığını kavramaya çalışınız.
- CNC tornalar hakkında interneti de kullanarak bilgi edininiz.

# **2. CAM TORNALAMA**

#### 2.1. Boyutlu Parça Çizimi veya Hazır Parça Dosyasının Açılması

CAM torna uygulamalarında, kendimiz programın içerisinde işlenecek parçayı çizebileceğimiz gibi başka bir programda da çizilmiş parçaları alabiliriz.

Dosya transfer işlemleri yaparken daha önce çizilen veya başka programlarda çizilen parçaları kabul edilebilir dosya uzantılarında kaydetmemiz gerekir. Unutulmamalıdır ki her program bir başka programda çizilen dosyayı açmayabilir. Yani dosya uzantısını değiştirmemiz gerekebilir.

Genellikle 2 boyut çizimlerin saklanmasında DXF, DWG 3 boyut çizimlerin saklanmasında STEP, PARASOLİD IGS, STL, SAT uzantılı dosyalar şeklinde saklanmalıdır.

CNC kodlarını türetmeden önce parçanın çizilmesi gerekir (Şekil 2.1)



Şekil 2.1: Kör delikli mil

Şekil 2.2: Eksen çizgisi çizme

Enter Co-ordinates 🛛 🗙				
Comman <u>d</u> PZ15	5	<< <u>M</u> ore		
<u></u> ∠ 15	Absolute 💌	Axes		
×	Absolute 💌	⊙ C <u>P</u> L		
Y	Absolute 🔽	○ <u>W</u> orld		
Co-ordinate Sys	stem			
Cartesian	C Polar	C Angular		
Polar	Angula	ır —		
<u>B</u> adius	Axis	A		
Angle	Angle			
<u>0</u> K	Con <u>t</u> inue	<u>C</u> ancel		

Şekil 2.3: Co-ordinates iletişim penceresi

Horizontal Line düğmesine tıklanır çizginin başlangıç noktasını

belirlemek için C harfine basılır ve Z değeri olarak 15 yazılır, Continue düğmesine basılır çizginin bitiş noktası olarak Z değeri olarak -80 girilir ve çizgi tamamlanmış olur. Eksen çizgisi haline getirmek için de çizginin üzerine farenin sağ tuşu ile tıklanır ve line Dialog iletişim penceresinden eksen çizgisi seçilir.



Şekil 2.4: Line dialog Penceresi

Parçanın kenar çizgilerini çizmek için Polyline <sup>4</sup> komutu çalıştırılır, fare ile orjin noktası işaretlenir. Co-odinats iletişim penceresinden yaralanarak parçanın kenar hatları tamamlanır. Parçanın kenar hatlarını oluşturabilmek için Co-ordinats iletişim penceresinde girilmesi gereken değerler tablodaki gibi olmalıdır.

X değeri	Z değeri	Koordinat belirleme vöntemi	
10	-	Incremental	
-	-15	Incremental	
2.5	-15	Incremental	
5	-	Incremental	
-	-15	Incremental	
-17.5	-	Incremental	şekli 2.5: Gerekli degerler girildikten sonra kenar hatların oluşması

Bu işlemden sonra sıra pahları ve köşe yuvarlatmaları oluşturmaya geliyor. Pah oluşturmak için Chamfer calıştırılmalıdır. Gelen diyalog kutusunda belirtilen değerler girilerek 1. ve 2. çizgiye tıklayarak pah  $2 \times 45^{\circ}$  pah oluşturulur.

Chamfer				×
General				
🔽 Trim Fir	st Entity	🔽 Trim	Second Entity	
Angle 45		Length	2	
Lead		Trail		
Layer Ge	eometry 💌			
	0	К	Cancel	Help

Şekil 2.6: Chamfer iletişim kutusu ve girilmesi gereken değerler



Şekil 2.7: Seçilecek kenarlar

Şekil 2.8: Pah işleminin sonucu

Köşe yuvarlatmalarını yapabilmek için Radius komutu çalıştırılmalı. Komuta tıkladıktan sonra karşımıza gelen Edit Radius iletişim penceresinden ayarlamalar yapıldıktan sonra gerekli kenarlara tıklayarak kenar yuvarlatmalar tamamlanır.

Edit Radius			×
General			
☐ Dynamic ☑ Trim Radius 2			
	ОК	Cancel	Help



Şekil 2.9: Edit radius iletişim penceresi



Vertical Line komutunu çalıştırarak dik olan çizgiler kenar hattaki noktalar ve eken çizgisinin üzerine tıklanarak oluşturulur.



Şekil 2.11: Dik çizgiler oluşturulduktan sonraki görüntü

Polyline Komutu kullanılarak kör deliğin eksenin üst tarafındaki yarısı oluşturulur.



Şekil 2.12: Mildeki kör deliğin yarısının çizilmiş şekli

Mil parçasının diğer yarısını elde etmek için Mirror komutu kullanılır. Komut çalıştırıldıktan sonra Mirror iletişim penceresi karşımıza gelir. Parçamızı doğru bir şekilde aynalayabilmek için belirtilen değerler girilir ve OK tuşuna tıklanır.

Mirror			×
General			
🔽 Сору			
z			
X O			
Layer	•		
	OK	Cancel	Help

Şekil 2.13: Mirror iletişim penceresi ve yazılması gereken değerler

Aynalanacak elemanlar seçildikten sonra farenin sağ tuşuna tıklanır, böylece aynalama işlemi tamamlanır.



Şekil 2.14: Parçanın aynalandıktan sonraki görünümü

En son işlem olarak sıra kısmi kesit alma işlemini yapmaya gelir. Bu işlem için öncelikle kısmi kesitin sınırlarını belirlemeniz gerekir. Tarama sırlarını belirlemek için Polyline komutu ile kısmi kesit alanını belirleriz. Daha sonra Trim komutu kullanılarak atılması gereken fazlalıklar atılır. Hatch Area komutu kullanılarak gelen Crosshatch iletişim penceresinde tarama çizgileri açısı ve çizgiler arasındaki mesafe girilir. Tarama alanı seçildikten sonra farenin sağ tuşuna tıklayarak tarama işlemi gerçekleştirilir.

C	rosshatch					×
	General					
	Angle	45				
	Line Spacing	3				
			OK	Cancel	Help	



Şekil 2.16: Tarama alanı seçimi





Ölçülendirme komutlarını kullanarak parçamızın boyutlandırma işlemlerini yaparak, parçanın son şeklini tamamlarız.

#### Şekil 2.17: Tarama işlemi de yapılan parçanın bitmiş hali



#### Hazır Parça Dosyasının Açılması

Şekil 2.18: Open penceresi

File	Edit	7
	2	6

Hazır parça dosyasının açılması için program penceresindeki FILE, OPEN ya da yandaki ikonu tıklanarak daha önce çizilen parçalar CAM programına çağrılır. Farklı uzantıda dosya varsa dosya türü penceresinden çağıracağımız dosyanın uzantısı bulunarak dosya çağrılır.



Şekil 2.19: Farklı dosya türleri için seçenekler

### 2.2 CAM Programının Seçimi

GULA	Custom	Op	ious Geih		
		$\checkmark$	Design	Ctrl+D	•
10		8	<u>M</u> anufacture	Ctrl+M	
		•	XY environment		
			– <u>Z</u> X environment		
			Model		
			Diametral Mode		
		50	Preferences		
		<b>6</b>	⊆olours		
			Shortcut		
		<b>B</b>	Select Defaults		
		7	<u>N</u> ew Defaults		
			Profiles	+	

Parça çizimi tamamlandıktan veya hazır çizim dışarından alındıktan sonra Manufacture (CAM veya kesici yol oluşturma) kısmına geçilir. Manufacture kısmına geçebilmek için Options menüsünden Manufacture seçilir.

Şekil 2.20: Options menüsü

### 2.3. CNC Tezgâhının Seçimi ve Kontrol Ünitesi Parametre Ayarları

Karşımıza gelen Machining Sequence iletişim penceresinde işlem ismini, referans noktası, kullanılacak tezgâh ve kontrolcüsü gibi seçimlerimizi yapabiliriz.

Machining Sequence			×
General Job Data L	athe Setup		
Sequence Name	deneme1		
-Choose a Code Gene	rator		
Discipline	Turn 💌	Machine Tool	4cybss iso 💌
-Component and Mach	nine Setup		
Mating Location	<none></none>	Mating CPL	<none></none>
🔲 Mating Offset			
Initial CPL Output Tolerance	Turn 💌 0.001	Machine Dat     Datum Type     O Increment     Absolute	tal
	Taman	n İptal	Yardım



Machining Sequence penceresinde aşağıdaki ifadeleri, ayarlama yapmak için girmemiz yeterlidir.

Sequence name	Operasyon ismi
Discipline	Kullanılacak tezgâh torna, Freze vb.
Initial CPL	Referans noktası, parça sıfır noktası
Machine Tool	Tezgâh kontrol ünitesi, hangi tezgâha uygun kod üretilecekse buradan seçilir.

Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra Manufacture kısmı karşımıza gelir ve parçamız kesici yolları oluşturmak için hazırdır.

#### 2.4. İşlem Yapılacak Yüzeylerin (Konturların ) Seçimi

Kesici yolunun tespiti kritik bir işlemdir. Program yazımında mutlaka iş parçasının bağlanışı, kullanılan kesici türü, makine boyutu ve gücü göz önünde tutulmalıdır. Genellikle tezgâhtaki çarpmalar programcının uygun nitelikte kesici yolu tespit edememesinden dolayı bilgisayar tarafından kontrol edilen makine tarafından gerçekleştirilir. Bunun önüne geçmek için bilgisayar grafik programı vardır.

Burada makinede gerçekleşecek olan hareketlerin görüntülenmesi mümkündür.

Bu oluşturulan kesici yolu programının kontrolünü sağlayacaktır. Her ne kadar program bilgisayarda kontrol edilse de daha dikkate alınacak etkenler vardır.

- İş parçasının resminin çizimi, parça bağlama ve makine ayarına kadar ayna, kesici, kesici magazini ve punta özelliklerine dikkat edilmelidir.
- Özellikle hızlı ilerleme hareketlerinin uygulanmasında dikkatli olmak gerekmektedir. Bu işlemi yaparken makinenin ayna, gezer punta ve iş parçası özelliklerine dikkat edilmelidir.
- İş parçasının seçilen ilerleme ve kesme hızına uygun olarak doğru ve sağlam bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilmelidir.
- Devir sayısı, ilerleme ve talaş derinliğinin doğru olmasına dikkat ediniz. Devir sayısı ve ilerleme hesapları için cetveller ve programlar kullanabilirsiniz. Bu değerleri temel formüller kullanmak suretiyle de hesaplanabilir.

Bir parçanın işlenebilmesi için kesici yolların oluşturulması esnasında doğru bir üretim süreci geliştirebilmek için uyulması gereken sıralamayı bir parça üzerinde uygulayarak göreceğiz. Parçanın üretimi için kullanılacak operasyonlar, işlem tanımları ve kesici takımlar tabloda verilmiştir.



Şekil 2.22: Üretimi yapılacak parça



Çizgi/Yay/Sürekli / Gruplar Profil gibi hızlı şekilde karar verebilir. (1.pozisyondan 2. pozisyona kırmızı ile belirtilmiş kısım.)



Şekil 2.23: İşlenmesi için seçilecek kenarlar

Profile Extension düzenleyiciden profilin başlangıç ve bitiş noktalarını seçmediyseniz, CAM programı sizin için tanımladığınız her profilin uç noktalarına başlangıç işareti koyacaktır.



Şekil 2.24: Başlangış noktası işareti

Eğer başlangıç noktasını belirmeyi unuttuysanız ve değiştirmek isterseniz işaretin (Yıldız ) üzerine gelerek istediğiniz noktaya doğru sürükleyerek götürebilirsiniz (Fare sol tuş basılı tutularak ) İşaretin profil üzerindeki hareketine dikkat ediniz. İstediğiniz noktaya geldiğinde işareti bırakınız. Farenin sağ tuşuna basarak kaba tornalama işlemini başlatabilirsiniz.



Şekil 2.25: İşaretçinin profil üzerindeki hareketi sırasında meydana gelen değişiklik

Parçanın tamamının tornalandığından emin olmak için kaba tornalama işlemini parçadan güvenli bir uzaklıkta bitirilmesinde yarar vardır.

Bir sonraki komutu takip ediniz: 'Digitise Billet or Cycle Start Position' (Kütüğü veya başlama noktasını girin ) seçenekleri aşağıdaki gibidir.

- İstediğiniz her hangi bir noktayı işaretleyerek veya koordinat girerek başlangıç noktası belirtiniz.
- Kütük bilgisini Continious (Sürekli) olarak belirtin veya takım yolunu giriniz.

Bu safhada daha önceden Stock/Fixture komutunu kullanarak belirtmiş olduğumuz geometriden faydalanarak "Continuous" (Sürekli) seçilebilir.



Şekil 2.26: Doğru bir sürekli seçim yapılıp yapılmadığının gözlemlenmesi

"Continuous" (Sürekli)'u seçmiş olduğunuzdan emin olmalısınız. Eğer seçim yapılmadıysa o anda imleç nerede duruyor ise o noktadan başlayacaktır.
İşlem	Operasyon	İslem Tanımı	Kesici Takım	Kesici Takım
Nu		işicili Tullilli		Nu
1	Temizleme (Basit	Yüzey temizleme işlemi	PSBNR 2525K12 SNMG 120408 Rough	1
	Tornalama)	yapilir (3).	Face or Turn	
2	Kaba Tornalama	Üst profil (1 den 2 ye) 1 mm paso bırakılır.	PCLNR–2525-M12 CNMG 120408 General Rough	2
3	Hassas(Son) Tornalama	Üst Profil (1 den 2 ye).	PDJNR2020k15 DNMG150408	3
4	Kaba Kanal Açma	Kanal (4)	RF-151.23-2525-25M1	4
5	Hassas kanal açma	Kanal (4)	RF-151.23-2525-25M1	5
6	Diş çekme	M50 X 5 Diş (2)	R166.OG 16VM01–002	6
7	Delik delme	Delik (5)	10mm Stub Drill	7

## 2.5. Operasyon Sırasının Oluşturulması ve Özelliklerinin Seçimi

Tablo 2.4: Kullanılacak operasyonlar, kesici takımlar ve işlem tanımları

CAM programlarında imalat bilgilerini oluşturmak için gerekli komutların bulunduğu menüdür. CAM programında kesici yolu olarak oluşturulacak her bir bilgi kullanıcı tarafından meydana getirilmesi zorunludur. CAM yazılımları ile elde edilecek takım yolu imalat için verilecek kararların daha hızlı ve verimli olması anlamına gelmektedir. CAM bilgisi oluşturma görevini Turn Cycle olarak tanımlanan kesici yollar elde etmek için kullanılan komutların bulunduğu menüdeki komutları aşağıda sıralanmıştır.

Ъ	Straight Turn (Temizleme Tornalama)	Yapılan ilk operasyondur işlenecek parçanın alın ve boyundan talaş kaldırır. Bu işlem daha sonra yapılacak operasyonlarda temiz bir parça yüzeyinin elde edilmesini sağlar. Temizleme işlemi kaba tornalama işleminin temiz bir yüzeyde yapılmasını sağlar.
	Rough Turn (Kaba Tornalama)	Kaba tornalama parça üzerinden profilin oluşturulması için çeşitli kereler talaş kaldırır. Önceki temizleme döngüsünden farklı olarak bu döngü profili oluşturmaya yarar.
	Finish Turn (Finiş Tornalama)	Hassas tornalama döngüsünü parçanın tam ölçüsüne gelmesi ve kabul edilebilir bir yüzey kalitesi oluşturması için kullanılır. Bu döngü profil boyunca tek bir geçiş yapar.
<b>1</b> 40	Groove Turn (Kanal Tornalama)	İşlenen parça üzerinde kanal açmak için kullanılır. Kaba ve hassas şeklide uygulanabilecek kanal işleme alt komutları mevcuttur.
h.	Thread (Vida Çekme)	Vida (Diş) oluşturmak için kullanılan komuttur.
<b>İ</b> Î	Hole (Delik Delme)	Parça üzerine delik delmek, punta deliği açmak için kullanılan komuttur.

#### Ham Parça Şeklini Belirleme

Bir parçayı tornalama operasyonuna başlamadan önce genellikle o parçayı temsil eden stock (Ham parça şeklini) oluşturulması gerekmektedir. Stock (Kütük), CAM programlarının simülatörü tarafından simülasyon (Benzetim) sırasında, tornalama işlemlerinin yapıldığı malzemeyi temsil eder.

Tornalanacak parçanın başlangıç koşullarını temsil eden bir kütük oluşturabilirsiniz. Bu, daha önceden dökülmüş veya şekil verilmiş bir parçadan imalat yapacaksanız faydalı olacaktır. Kaba tornalama ve kanal açma döngüleri talaş kaldırma işlemin başlangıç noktası olarak stock'u (kütüğü) tanır.

#### Stock (Kütük) Oluşturma

Geometry menüsünden Stock/Fixture seçeneğini tıklayarak bir kütük oluşturabilirsiniz.

		Stock			×
		General			
	ometry <u>S</u> urface Rotary Line Arc Point	Automatic Stock Shape Radius	k Cylinder	Type Depth	<b></b>
0	Curve  Polygon Rectangle	Colour Style -Box Offset		Layer	Stock 💌
	Profile Tool	X Min Y Min		X Max Y Max	
Δ		Z Min Cylinder Offset	0.0	Z Max End Extension	0.0
		Radius Extension	0.0 ОК	Cancel	Help

Şekil 2.27: Stok oluşturma komutu ve diyalog penceresi

#### Forna Parçası İçin Stock (Kütük) Şekli

Stock/Fixture iletişim penceresi çeşitli kütük şekilleri tanımlamanıza imkan sağlar.



Şekil 2.28: Stok tanımlama seçenekleri

- Silindir yuvarlak/çubuk şeklinde
- Kütük tornalama Düzensiz profil şekilleri, döküm, dövme, önceden şekil verilmiş,
- Profil Çekme yöntemi ile şekillendirilmiş çokgen şekiller.
- Digitise STL or Solid file (STL ya da Katı Model Dosyası)

#### Stock tipinin tanımlanması

#### Silindir

Kütük tipi "Silindir "olarak tanımlandığında ve otomatik seçme kutusu aktif olduğunda parçanın şekline göre kütük oluşturulur.

Eğer "Automatic Stock" komutunu kullanmazsanız, CAM programı sizden stock şeklinin oluşturulması için eksen merkezinden uzaklığı belli iki noktayı ve çap değeri belirtmenizi isteyecektir.



Şekil 2.29: Stock belirleme esnasındaki tanımlamalar

Radius Extension (Yarıcap Uzantısı) – Parçanın büyük çap tarafında bırakılacak malzeme miktarı

#### Kütük Tornalama

Hazır olan profilleri kullanarak (Çizgi ve yay ) bir kütük oluşturulabilir. Kütük, tornalama işlemi yapılacak malzemenin başlangıç halini ifade eder. Örneğin, daha önceden şekil verilmiş, dökülmüş veya dövülmüş bir malzemeden imal edeceğiniz parça gibi...

Kütük için kendiniz profil çizebilir veya daha önceden hazırlanmış ise çağırarak kullanabilirsiniz. Daha sonra tornalama döngüleri tanımlanan bu profili, kütük tornalama işleminin başlangıç noktası olarak tanır.

Stock/Fixture menüsünden döküm olarak kabası oluşturulmuş bir parça için Turn Billet seçeneğini seçerek bir kütük tanımlayabilirsiniz.



Şekil 2.30: Döküm malzemeden oluşturulmuş bir parça için stok tanımlama

#### Referans Noktaları

CNC torna tezgahlarında iki çeşit referans noktası vardır. Bunlar, iş parçası referans noktası ve tezgâh referans noktasıdır.

İş parçası referans noktası(İş sıfırı),Parçanın herhangi bir yerine tanımlanabilir.Ancak genellikle parçanın uç merkez noktasına ayarlanır.Türetilen CNC kodları bu referans noktasına göre oluşturulur.Yani kesici hareket koordinatları bu noktaya göre belirlenir.

Sabit Sıfır: "Sabit sıfır" terimi tezgâhtaki mutlak, sabit bir noktayı tanımlar. Manevra hareket eksenleri koordinatlarını sıfıra ayarlar. Sabit sıfır, hareket eksenlerinin uç noktalarındaki sınır anahtarı yoluyla kontrol sistemine tanımlanabilir. Freze tezgâhında tablanın dört köşesinden biri sabit sıfır noktası (X ve Y'de) alabilir. Genellikle sol taraftaki köşelerden biridir. Adından da anlaşılacağı gibi tezgâh sıfır noktası sabittir ve operatör tarafından değiştirilemez.

Tezgâh referans noktası tezgâh üreticisi tarafından belirlenmiş ve operatör tarafından belirlenmiş ve operatör tarafından değiştirilemeyen sıfır noktasıdır. Genellikle en büyük X ve Z eksen hareketlerinin sonuna ayarlanır. Bu sıfır noktası CNC programlamacı için kullanılmaz. Ancak tezgâh bilgisayarı tüm hareketleri bu noktaya göre yapar.

#### Fornalama İçin Yeni Referans Noktası Oluşturma

Geometry menüsünün Create CPL (Yeni Referans Noktası Oluşturma) altında komutu çalıştırılarak, yeni bir referans (Parça Sıfır) noktası tanımlanabilir.

	CPL X
Geometry Dimension Sc Select CPL	Image: Origini   Name   Stifir   Plane   Kone>   Work Plane   TURN(ZX)   Dimensions   3D
	OK Cancel Help

Şekil 2.31: CPL komutunun çalıştırılması ve cpl iletişim penceresi

<sup>1</sup><sup>2</sup>Eğer parça Sıfır Noktası ayarlanmadan, kesici yolları oluşturulsaydı neler olabileceğini düsününüz!

#### Çizimi kaydetme

Buraya kadar bahsettiğimiz işlemleri tamamladıktan ve yaptıklarımızı kontrol edip doğruluğundan emin olduktan sonra, son işlem olarak yapılan çalışmayı kaydetmeye sıra gelir. Bunun için FILE menüsünden SAVE tıklarız ve çizimimiz bizim istediğimiz bir isimle kaydetmiş oluruz ya da kısa yoldan CTRL+S tuşlarına birlikte basarak çizimimizi kaydedebiliriz. İstediğimiz bir şekli başka bir adla kaydetmek için SAVE AS seçeneğini kullanırız.

## 2.6.Takım Yollarının Oluşturulması

#### İş Parçası Referans Noktasını Ayarlama ve Kullanılacak Kesiciyi Seçme

İş parçasının üretim planı yapılırken kullanılacak kesicilerin iş parçasının sıfır (X=0; Z=0) noktasına göre ayarlanmaları gerekir. Her kesicinin geometrisine bağlı olarak X ve Z ekseninde farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar planlama safhasında programlama metodları ile giderilmezse, iş parçasının boyutlarında değişmeler gözlenebileceği gibi kesici iş parçasına bindirip kazaya sebebiyet verebilir.

Kesicinin ayarlama işlemi, kullanılacak kesicilerden birinin kesici ucu X=0, Z=0 koordinatlarına sıfırlanarak yapılır. Bu işlem yapılırken manuel kontrol sistemlerinden yararlanılır. Kontrol sistemlerinin birçoğunda en uzun ölçülere sahip kesici sıfır kabul edilir ve diğer kesicilerin boyutları buna göre programa eksi olarak girilir. Bazı sistemlerde ise tam tersini gözlemek mümkün olur.

Sıfırlama işlemini aşağıdaki metotlardan biri ile yapmak mümkündür.

İş parçası aynaya bağlanır fener mili çalıştırılır. En uygun kesici ile (Genellikle sağ yan kalem) alından talaş alınır ve Z ekseni sıfırlanır. Daha sonra sırası ile tüm kesiciler alın yüzeye ve dış çapa değdirilerek ilk kesiciye göre farklılıkları takım ayar sayfasına girilir.

Bir diğer uygulama ise özellikle eğitim amaçlı sistemlerde, kesicilerin ölçü farklılıklarına göre hazırlanmış mastar kullanarak sıfırlamanın yapılmasıdır. Dış çap kesicinin uç profilleri mastar üzerine, iç çap kesicilerininki mastar içine Z eksenindeki farklılıklara göre önceden işlenmiştir. Mastar aynaya bağlandıktan sonra sıfırlama işlemi için aşağıdaki işlem sırası takip edilir.

Yaptığınız her tornalama operasyonu için uygun takım seçmek gerekir. Takım seçmenin bir yolu ToolStore (Takım Kütüphanesinden) takım seçmek, diğer yolu da tornalama, kanal açma gibi komutlara ait parametreleri girilmesi esnasında operasyon menüsünden takım kütüphanesine ulaşılabilmektedir. Takım kütüphanesine ulaşma işlemini Tooling menüsünden, sadece kullanılacak takımı seçme işlemini de Turn Tool düğmesine tıklayarak yapabiliriz.



Şekil 2.32: Kesici takım seçmek için kullanılacak menüler

Tool Store seçtiğiniz takımların kaydını tutulması ve kullanmadan önce takımı görebilmeniz açısından kullanımı tavsiye edilir.

Tool Store'da bulunan takımlar, tiplerine göre gruplandırılmıştır. Örneğin,iç yüzeye diş çekme, dışyüzeye diş çekme gibi. Kullanacağınız takımı seçerek listeyi sınırlandırabilirsiniz.

<ul> <li>Tool Description</li> </ul>	Symbol	Nose 🔺	
SKPL-2020-K12 General Back GC1015 🖉	S - Square		<u>E</u> dit
SKPL-2020-K12 General Back GC4015 🖉	S - Square		Delete
CSKPR-2020-K12 General Back GC1015	S - Square		
CSKPR-2020-K12 General Back GC4015	S - Square		С <u>о</u> ру
CSKPR-2020-K12 General Turn GC1015	S - Square		
CSKPR-2020-K12 General Turn GC4015	S - Square		
E12R-SCFCL09-R Gen Boring only GC1015	C - 80 Rhombic		
E12R-SCFCL09-R Gen Boring only GC4015	C - 80 Rhombic		
E12R-SCFCR09-R Gen Boring only - GC1015	C - 80 Rhombic		
E12R-SCFCR09-R Gen Boring only - GC4015	C - 80 Rhombic		<u>Filtering</u>
L136.19-0016-07 Finish Bore - GC1015	D - 55 Rhombic		Tools
L136.19-0016-07 Finish Bore - GC4015	D - 55 Rhombic		Use Filter:
			[]
	Inches	Millimetres	

Şekil 2.33: Tool store iletişim penceresi

Takım listesini Use Filters düğmesini kullanarak filtre edip sınırlandırabilirsiniz.

- Use Filters (Filtre Kullan) kutucuğunu tıklayıp önceden hazırlanmış filtreleme metodlarını kullanarak takım listesini filtre edebilirsiniz. Örneğin, Filtre butonunu tıklayıp, en büyük ve en küçük çaplı takımları filtre edebilirsiniz.
- İnç veya Metrik birimli takımları filtre edebilirsiniz.

Takım listelerin özelliklerine göre istediğiniz gibi karşılarında bulunan kolonları işaretleyerek saklayabilirsiniz.

Tool Store'dan herhangi bir takımı seçmek için liste içinden herhangi bir takımın üzerine tıklayabilirsiniz. Daha sonra Select (Seç) tuşuna basarak İmalat işlemlerinde kullanmak için bu takımın seçilmesini sağlayabiliriz.

Bir kez uygun takımı seçtikten sonra CAM programı ilişkisel olarak o takımla ilgili tüm bilgileri (Kesme ilerlemesi vs.) otomatik olarak algılar ve o andaki veya bir sonraki operasyonlarda kullanılmak üzere hazır duruma getirir.

Tornalama takımları çeşitli standartlara göre sınıflandırılmışlardır. ISO kodları metrik olmakla beraber ANSI kodları inç ölçü birimini temsil eder.





#### Yüzey Temizleme

'PSBNR2525K12' numaralı takımı seçilir.

CSS ( sabit yüzey kesme hızı )'nı aktive edin. Bu işleme anında çap değiştiği, anda devir sayısı da otomatik olarak değişir;yani kesme hızı sabit tutulur.

M-Functions Verify Custor	Constant Surface Speed	x
Dwell Feed type Machine Parameters Safe Distances	General   I♥ CSS	
Update fixtures 😽	OK Cancel H	elp

Şekil 2.35: Sabit yüzey seçim komutu ve menüsü

Yapılan ilk operasyon alın ve boy temizliğidir. Bu işlem daha sonra yapılacak operasyonlarda temiz bir parça yüzeyinin elde edilmesini sağlar. Temizleme işlemi kaba tornalama işleminin temiz bir yüzeyde yapılmasını sağlar.



Turn Cycles menüsünden ilgili işlemi seçiniz. Ekrana operasyona ait diyalog kutusu gelecektir.

Feedrate (mm/rev)	0.25	Speed (Metres/min)	8000
Cut Increment	3	% Stepover	
🔲 No Stepover Adjus	tment	Link Type	Rapid 💌
🔲 Canned Cycle		🔲 Digitise Start	
🔲 Safe Approach		🔲 Rough Cuts Only	
Feature Name	-	Cut Direction	<digitise> 💌</digitise>
Chipbreak	0.0		

Şekil 2.36: Staright Turning işlemi iletişim penceresi

Aşağıdaki parametreleri giriniz:

- Cut Increment (Kesme İlerlemesi) 4mm
- Link Type Rapid (Link Tipi Hızlı İlerleme)
- Digitise Start (Başlama noktası belirtme) aktive edildi
- ➢ Canned Cycle − aktive edildi

(Cut Increment) Kesme Derinliği - Tüm pasoyu tek seferde vermek istemiyorsanız kesme derinliğini belirtiniz. Örnek olarak toplamda kaldırılacak talaş derinliği 6 mm ise ve verilen kesme derinliği 2 mm ise takım malzemenin yüzeyinden bu talaşı üç defada kaldıracak demektir.

No Stepover Adjustment – CAM programı hazır olarak tüm tornalama döngülerinde kesme derinliğini eşit tutar. Bu da demek oluyor ki sonuç olarak kaldırılan talaş derinliği 2 mm yerine 1.95mm olarak gerçekleşebilir. Bunun olmasının sebebi tüm kesme büyüklüklerinin eşit tutlmasının garanti edilmesidir. Eğer kesme derinliği olarak girilen değerin tam olarak alınması isteniyor ise No Stepover Adjustment aktive edilmelidir.

**Digitise Start (Başlama noktası)** -Kesin başlama noktasını belirtmek için bu seçeneği aktif duruma getirmek gerekmektedir. Eğer bu seçenek aktif durumda değilse CAM programı başlangıç noktası olarak takımın durduğu noktayı algılayacaktır.

**Rough Cuts Only ( Sadece Kaba Tornalama )** – Takımın parçadan uzaklaşma metodunu belirler. Takım bir sonraki yere geri dönerken Rapid hızlı hareketini kontrol eder. Eğer sadece kaba kesim kutucuğu boş ise, takım profil boyunca kesme ilerlemesini yapar ve bir sonraki kesme başlama noktasına geçmeden kesmeye başladığı noktaya geri döner.

Bir defa "Yüzey Temizleme" özelliği seçildiğinde OK seçilerek diyalog penceresi kapatılır.

Ekranın sol alt köşesinde beliren komut satırını gözlemleyiniz. Temizleme yapacağınız parçanın başlangıç ve bitiş noktalarını seçmeniz gerekmektedir. Kesme yönünü, eğer belirtmezseniz bu doğrusal bir tornalama operasyonu olarak algılanacaktır.

Kesin değerler girebilmek için kalvyeden C tuşuna basarak Co-ordinate diyalog penceresinin kullanabiliriz.

Enter Co-ordina	X	
Comman <u>d</u> X225	210	More >>
<u>0</u> K	Continue	<u>C</u> ancel

Şekil 2.37: Co-ordinate penceresine girilecek değerler başlangıç – Z10 X225, Bitiş Z0 X-2

Kesici takımın ucunda bir radyüs olduğundan dolayı bitiş noktası X0 olarak belirtilirse parçanın X0 noktasında küçük bir iz kalacaktır.



Sol alt köşede kesme doğrultusunu yönünü belirtmeniz istendiğinde. Farenin sol tuşunu kullanıp manevra oklarının üzerine tıklayarak yönü belirtebilirsiniz.

Farenin sağ tuşunu kullanarak temizleme operasyonun bitirebilirsiniz. CAM programı bu operasyon için takım yolunu oluşturur ve ekrana getirir.

Şekil 2.38: Manevra okları



Şekil 2.39: Oluşturulan alın tornalama takım yolu

#### Takım değiştirme



Toolchange ( takım değiştirme ) butonunu kullanarak takım değiştirme diyalog penceresi.

Move To To	olchange		×
General			
☐ X Fixed			
🖂 Z Fixed			
First 🔀	•		
<u></u>			
	OK	Cancel	Help

Şekil 2.40: Takım değiştirme iletişim ekranı

Kutucuklara uygun eksenlerin yanına işaret koyarak değiştirmek istediğiniz takımın hareket rotasını belirtiniz.

Örneğin, parçanın önünde yer alan takımı değiştirmek için, X ekseni hareket kutusuna işaret koymalısınız. **First'**ün yanındaki kısımdan taretin hangi yöne doğru ilk hareketi yapacağını belirtebilirsiniz.

Takım değiştirme sırasında X ve Z eksenlerinin gerçek hareketleri CNC kodlarının türetimi sırasında belirtilir.

#### Bir parça profili tornalama

Bir parçanın profili iki aşamada tornalanır:

- Kaba Profil üzerinden talaş kaldırmak için
- Hassas (Hassas ) Profil üzerinde hassas işlemi yapmak için.

Kaba tornalama parça üzerinde çeşitli defalar geçiş yaparak profili oluşturma işlemidir. finiş (Hassas) işlemi ise parça üzerinde son işlemi yapmak için kullanılır ve kesici parça üzerinden bir kez geçer.



Şekil 2.41: Kaba tornalama takım yolu ve finiş tornalama takım yolları

Bu uygulamada, Override Lead Angle 90° olarak tanımlanarak takımın kanalın içinde kesme işlemi yapmaması sağlanır.

#### Parçanın kaba tornalaması

Kaba tornalama parça üzerinden profilin oluşturulması için birden fazla talaş kaldıracaktır. Önceki temizleme döngüsünden farklı olarak bu döngü profili oluşturmaya yarar.

<sup>1</sup> Kaba tornalama yaparken kullandığınız takımlar üzerinde düşününüz. Kaba tornalama yaparken parça üzerinde bazı yerler kesilmeden kalacaktır, bunun sebebi takım ve profilin geometrisinden kaynaklanmaktadır. Bu tip durumlarda kalan talaşı kaldırmanız için ters bir geometriye sahip takım ile aksi yönde tornalama işlemi yapmanız gerekecektir.



Kaba tornalama döngüsü çalıştırılmadan önce uygun takım seçimi yapılmalıdır. Tool Store içerisinde PCLNR-2525M–12 numaralı takımı seçin veya oluşturunuz.

#### Şekil 2.42: Kesici takım iletişim penceresi ve takım değerleri

Bağlama yönüne özellikle dikkat edin. Bu takım sağ bir takımdır. Bu sebeple ayna saat yönünde dönmelidir (M03). Angle ( açı ) seçeneğini "Reverse" ( ters ) olarak seçiniz.



Şekil 2.43: Kesici takım açısı ve ayna dönüş yönü seçimi



Rough Turn ( kaba tornalama ) Rough Turn butonuna veya Turn Cycles menüsünden Rough Turn komutuna tıklayarak kaba tornalama işlemini değerlerini belirleyebileceğimiz iletişim penceresi ekrana gelir.

Rough Turning			×
General Cycle Contr	rol Advanced		
Feedrate (mm/rev)	0.2	Speed (Metres/min)	205
Cut Increment	3	% Stepover	
Degression		Z Offset	
× Offset		Finish At	Cycle start 💌
🗖 Canned Cycle		🔲 Rough Cuts Only	
🗖 Safe Approach		Cut Direction	<digitise> 💌</digitise>
Feature Name	•		
-Profile Extension		5	
Start	<digitise></digitise>	End	<digitise> 💌</digitise>
		OK Cancel	Help

Şekil 2.44: Rough turning iletişim penceresi

Parametreleri aşağıdaki gibi ayarlayınız:

- Cut Increment ( kesme derinliği ) 3 mm
- X & Z Offset 1 mm (finiş işlem için kalan talaş miktarı)
- Cut Direction ( Kesme Yönü )– Torna
- Rough Cut Only ( Sadece Kaba Tornalama ) – de-activated
- Profile Extension (
   Profil Uzantısı ) –
   Başlangıç& bitiş 5 mm

X Ofsetinde girilen ölçü radyal (Yarıçap) dir. Bu da 1 mm'lik bir ölçü girdiyseniz çapta 2 mm talaş kaldıracağınız anlamına gelmektedir.

**Rough Cuts Only ( Sadece Kaba Tornalama )** –Aktive edildiğinde her kesme işlemi sonunda takımı hızlı olarak döngünün başlangıç noktasına götürecektir. Boş bırakıldığında ise , takım kesme yaptığı yüzey boyunca geri gelecek ve orada kalacaktır.

**Degression** – CAM Programı, kesme derinliğini her seferinde bu bölüme girilen değer kadar arttıracaktır. Kesme derinliği Degression derinliğine eşit değere geldiğinde artırım duracaktır.

**Profile extension ( Profil Uzantısı )** –Her seferinde ne kadar uzunlukta bir profilin tornalanacağını belirtmek için kullanılır. Negatif değerler girildiğinde tornalama mesafesi kısalacaktır.

Advanced sekmesine tıklanınca diğer tanımlama penceresi ekrana gelir.

	<u>:</u>
nced	
Link Type	Rapid 💌
▼ Tolerance	0.01
	nced Link Type Tolerance

Şekil 2.45: Rough turning iletişim penceresi advanced kısmı

- Link Type ( bağlantılı ) kesme derinliğinizin uygulandığı tarzı etkileyecektir.
- Corner Type (Kenar tipi) Round (Yuvarlatılmş) veya Sharp (keskin) belirlenebilir.
- Profile selection Strategy kısmında ise Select by Region (Bölge Seçimi) işlemi yapılabilir.

Profil özelliklerini bir kez belirttikten sonra, profil üzerinde yapacağınız kaba tornalama işleminin bilgi ve/veya bilgilerini girmeniz gerekmektedir, daha sonra kaba tornalama komutundan Progress ( ilerle ) yi sağ tıklayarak seçiniz. 'OK' seçerek diyalog kutusunu kapatınız.



Çizgi/Yay/Sürekli / Gruplar Profil gibi hızlı şekilde karar verebilir.





Şekil 2.46: İşlenmesi için seçilecek kenarlar

Profile Extension düzenleyiciden profilin başlangıç ve bitiş noktalarını seçmediyseniz, CAM programı sizin için tanımladığınız her profilin uç noktalarına başlangıç işareti koyacaktır.



#### Şekil 2.47: Başlangış noktası işareti

Eğer başlangıç noktasını belirtmeyi unuttuysanız ve değiştirmek isterseniz işaretin<br/>(Yıldız) üzerine gelerek istediğiniz noktaya doğru sürükleyerek<br/>götürebilirsiniz (Fare sol tuş basılı tutularak).İşaretin profil<br/>üzerindeki hareketine dikkat ediniz. İstediğiniz noktaya geldiğinde<br/>işareti bırakın. Farenin sağ tuşuna basarak kaba tornalama işlemini<br/>başlatabilirsiniz.

Şekil 2.48: İşaretçinin profil üzerindeki hareketi sırasında meydana gelen değişiklik

Parçanın tamamının tornalandığından emin olmak için kaba tornalama işlemini parçadan güvenli bir uzaklıkta bitirilmesinde yarar vardır.

Bir sonraki komutu takip ediniz: 'Digitise Billet or Cycle Start Position' (Kütüğü veya başlama noktasını giriniz) Seçenekler aşağıdaki gibidir:

- İstediğiniz her hangi bir noktayı işaretleyerek veya koordinat girerek başlangıç noktası belirtiniz.
- Kütük bilgisini Sürekli (Continious) veya takım yolunu giriniz.

Bu safhada daha önceden Stock/Fixture komutunu kullanarak belirtmiş olduğumuz geometriden faydalanarak "Continuous" (Sürekli) yi seçebiliriz.



Şekil 2.49: Doğru bir sürekli seçim yapılıp yapılmadığının gözlemlenmesi

"Continuous" (Sürekli)'yi seçmiş olduğunuzdan emin olmalısınız. Eğer seçim yapılmadıysa o anda imleç nerede duruyor ise o noktadan başlayacaktır.

#### Oluşan Kesici Yolunun Gözlemlenmesi.



Kaba tornalama sürecinde kanal açarken takım yolunun nasıl oluştuğunu gözlemleyiniz.

Kesici bu kanala girebildiği kadar dalarak talaş alır.Kalan kısım kanal kalemi ile daha sonra işlenir.

#### Şekil 2.50: Oluşturulan kesici yolunun incelenmesi

Takımın sadece yatay eksen boyunca değil aynı zamanda bir önce kesilen yüzeyi nasıl taradığını gözlemleyiniz. Her ne kadar bu kaba tornalama döngüsü olsa da oluşan yüzey finiş için kabul edilebilir bir kalitede olduğundan dolayı bu istenen bir olaydır. Bu sonuç aynı zamanda sadece "Kaba Tornalama" fonksiyonunun açık olmamasından da kaynaklanmaktadır. (Rough Cuts Only).



Şekil 2.51: Rough cuts only seçeneğinin etkisi



#### Parçanın Hassas (Finiş) Tornalanması

Tool Store içerisinden yeni takımınızı belirleyiniz. Bu takım 3 numaralı pozisyonda bulunmaktadır.PDJNR-2020K15 DNMG1504-08

Şekil 2.52: Hassas işleme takım seçimi

Main toolbar dan veya ikonu tıklayarak "Hassas Tornalama Döngüsünü" aktive edin. Aşağıdaki diyalog kutusu açılacaktır.

Finish Turning		×
General Lead Advance	ed	
Feedrate (mm/rev)	Speed (RPM)	205
Z Offset	×Offset	
🔽 Canned Cycle	🔽 Digitise Sta	rt
🔲 Safe Approach	Feature Name	<b>_</b>
	OK Cancel	Help

Şekil 2.53: Finish turning (Hassas Tornalama) iletişim penceresi

Aşağıdaki bilgileri giriniz:

- ➤ X, Z Offset boş
- Canned Cycle aktif
- Digitise Start aktif

'Digitise Start' kutucuğunu işaretlememiz gerekir; çünkü takımın profile hangi noktadan değeceğini görmemiz gerekmektedir.

Lead bölümünde takımın parçaya yaklaşma yöntemini belirtebilirsiniz Örnek olarak takımın her seferindeki yaklaşma ve uzaklaşma açısını 180° olarak belirtebilirsiniz

Profile Extension Start, End 3mm

Finish Turning			×
General Lead	Advanced		
Angle In		Angle Out	
Radius In		Radius Out	
Length In		Length Out	
-Profile Extension	-		
Start	3 💌	End	3 🗸
	OK	Cance	I Help

Şekil 2.54: Finish Turning lead iletişim penceresi

Y Yaklaşma parametrelerini yazarken her zaman takımın ve parçanın profil ve ölçülerini dikkate alınmalıdır.

Finish operasyonu için istediğiniz özellikleri belirttikten sonra, finish operasyonunu yapmak istediğiniz profili belirtmek zorundasınız ve daha sonra farenin sağ tuşunu kullanarak operasyonu gerçekleştirebilirsiniz.

Kaba Tornalama Döngüsünde kullanıldığı gibi "Nchain" komutunu kullanarak profil bilgilerini bu profilin dışını tanımlamak için de kullanınız.

CAM programı bir işaret ile profilin başlama noktasını belirtecektir.



Şekil 2.55: Profil başlama noktası

Farenin sol tuşunu kullanarak okun yönünü tersine çevirebilirsiniz.

Farenin sağ tuşunu kullanarak "Hassas Tornalama" operasyonun gerçekleştiriniz. CAM yazılımı kesme işleminin son noktasını ise aşağıdaki gibi bir işaret ile belirtecektir.



Şekil 2.56: Profil bitiş noktası

Farenin sol tuşundan faydalanarak, başlangıç ve bitiş noktalarının kendi işaretlerinin üzerinden değiştirebilirsiniz.

Daha sonra farenin sağ tuşuna basarak operasyonu gerçekleştirebilirsiniz.

Eğer "Hassas Tornalama" diyalog kutusunda Digitise Start kutucuğunu işaretlediyseniz, daha sonra döngünün başlama noktasını belirtmek zorundasınızdır. Farenin sağ tuşundan faydalanarak işlemi bitiriniz.

CAM programı "Hassas Tornalama Döngüsü" için bir kesici yolu yaratacaktır.



Şekil 2.57: Oluşturulmuş finish (hassas) kesici yolu

#### Kanal tornalama

- Kanal Formu Oluşturma: Takım şekli ve uyumu kanalın profilini oluşturacaktır.
- Kanal Oluşturma: Takım şekli ve oluşturulacak profil birbirinden farklıdır. Bu durumda kanalı aşağıdaki yöntemlerden biri ile oluşturmak zorundasınız:
  - Kaba Kanal Tornalama, başlangıçta var olan talaşı parçadan kaba kanal tornalama ile kesmek
  - Hassas Kanal Tornalama, son pasoyu "Hassas Kanal Tornalama" metodu ile keserek profili oluşturmak

 $\widehat{\mathbb{Y}}$  Açılacak Kanal boyu 15 mm olduğundan kater boyunuzun uzunluğunun yeterli olmasına dikkat ediniz!

External Groove operasyonunu seçtikten sonra kanal kalemini seçiniz.- RF-151.23-2525-25M1.

External Growery       Mounting       Allocation       Notes       Technology         Reach       20         Width       4         Corner Radius       0.2         Edge Angle       0         Thickness         Style         Image: Shank         Length       100         Width       25         Depth       25         Graphic	
OK Cancel Help	



Takımla ilğili geometri bilgileri giriniz.

- Width Reach (boy) -20mm
- Corner Radius(Genişlik) 5mm
- ➢ Köşe Radyüsü − 0.1mm
- ➢ Kater Ölçüsü 100L X 25W X 25W

7

Hızlı İlerleme yöntemini kullanınız. Bitiş noktasını Z-100 X155 olarak

belirtiniz.

Hızlı İlerleme hareketini farenin sağ tuşunu kullanarak sonlandırmayı unutmayınız.

#### Kaba kanal açma



Rough Groove ( kaba kanal açma ) Rough Groove butonunu tıklayarak veya Turn Cycles menüsünden "Kaba Kanal" açma komutunu çalıştırabiliriz. Komut çalıştıktan sonra Rough Grooving (Kaba Kanal) açma diyalog penceresini karşımıza gelir.

Rough Grooving			×
General Advanced			
Coord Input	Entity/Position Billet/Cycle Sta Cut/Drive Direc		
Cycle Type Sequential C Centre Sequent C Centre Alternate	tial e	Finish At Safe Approach Feedrate (mm/rev)	Cycle start 💌 0.3
Speed (Metres/min)	15	Cut Increment	
% Stepover	51	Z Offset	0.75
× Offset	0.75	Feature Name	<b>•</b>
Dwell Revolutions			
-Profile Extension			
Start	1	End	1 💌
	(	)K Cancel	Help

Şekil 2.59: Kaba kanal açma diyalog menüsü

Kaba boşaltma stratejisini tanımlayacak bir döngü tipi seçilir.

- Sequential (Ardışık) Takım kanalın bir ucundan diğerine doğru gider.
- Centre sequential (merkezi ardışık) merkezde bir başlangıç kesimi yaptıktan sonra, takım kanalın bir ucuna doğru ilerler . Daha sonra merkez noktaya gelir ve bu sefer diğer uca doğru ilerlemeye başlar.
- Centre alternate Merkezde bir başlangıç kesimi yaptıktan sonra kanalın her iki tarafına doğru ardışık olarak ilerler.
- Profile Extensions 1mm –Bu işlem seçmiş olduğunuz profili 1 mm öteler.
- ➢ %Stepover (Yanal adım) 50%
- Z & X ofset 0.75mm

Kaba Kanal Tornalama döngünüzün değerlerini yukarıdaki gibi belirtiniz. Başlangıç kesimini yaptıktan sonra döngüye geri dönerek istediğimiz diğer değişiklikleri de yapabiliriz.

Kaba Kanal Tornalama özelliklerinizi bir keresinde belirledikten sonra, profilinizi belirleyecek bilgileri de girmeniz gerekmektedir. Daha sonra farenin sağ tuşundan faydalanarak tornalama işlemini gerçekleştirebilirsiniz.

Bu durumda, Nchain bir duvar yanağından komşu diğer duvar yanağına kadardır. Kesimin yanal adımları ile bir karışıklık yaratmamak için üst çap bilgilerini şimdilik bilerek görmezden geliyoruz.

CAM programı normal hallerde tornalama işleminin başlangıç ve bitiş noktalarına yıldız işareti koyar. Fakat bu durumda biz Profile Extensions seçeneğini kullandığımız için döngünün bu kısmı görmezden gelinecektir.



#### Şekil 2.31: Başlangıç ve bitiş noktalarına konan yıldız işareti

Bir sonraki aşamada bizden Kaba Kanal Tornalama döngüsünün başlangıç noktasını belirtmemiz istenecektir. İsteğiniz doğrultusunda, takımı hızlı hareket ettirdiğiniz yeri seçebilir ya da farenin sağ tuşunu kullanarak daha ileride bir yeri seçebilirsiniz.

Kaba Kanal Tornalama hakkında sorulacak en son soru Kesme / İlerleme yönünün belirtilmesidir. (**Drive/Cut Direction**) Kesme yönünü ve ilerlemesini belirten okları göreceksiniz. Okların yönünü değiştirmek isterseniz farenin sol tuşundan faydalanarak okların ucundan tutarak ekseni etrafında çevirebilirsiniz.

<sup>(</sup>Cut Increment' yerine neden %Stepover' ın kullanıldığını düşününüz!

Küçük okun yönü ana kesme yönünü temsil etmektedir. Bu durumda CAM programı kesme ilerleme yönünü soldan sağa doğru olarak belirleyecektir.

CAM programı Kaba Kanal Tornalama takım yolunu meydana getirir.



Şekil 2.60: Kaba kanal tornalama takım yolu

Rough Grooving Cycle (Kaba Kanal Tornalama döngüsü ) Değerlerini değiştirme

Kesici takımın 15mm'lik mesafeyi bir seferde katletmeye çalıştığını göreceksiniz. Bu da kesici takım üzerine fazla yük gelmesine ve takıma hasar gelmesine ya da kırılmasına neden olacaktır.

Oluşturmuş olduğunuz Kaba Tornalama döngüsünde "Peck Grooving" (Kanal gagalama) metodunu aktive ederek değişiklik yapınız.

Rough Grooving			×
General Advanced			
Link Type	Rapid	<ul> <li>Corner Type</li> </ul>	Round 💌
Tolerance	0.01	_	
Pecking			
Peck Increment	7	Retract Distance	
□ No Peck Adjusti −Profile Selection Str	ment ategy ———	🥅 Apply To Firs	t Cut Only
🔲 Select by Regio	n		
		OK Cance	l Help

Şekil 2.61: Kaba kanal değerlerini değiştirme

Peck Increment (Gagalama Artırımı) – 7mm – takım çıkmadan önce 7 mm'lik bir kesim yapacaktır.

Retract Distance (Geri çıkma Mesafesi)-takımın son kesme işleminden sonra, tekrar kesmeye başlamadan önce parçadan uzaklaşma mesafesini belirtir. Bu şart koşulmazsa takım, tornalama döngüsünün başlama noktası olarak belirtilen yere kadar geri çıkacaktır (Start Point).

Takımı takım değiştirme pozisyonuna gönderin.

#### Hassas Kanal Tornalama

Hassas Kanal Tornalama takımını seçiniz. Bu operasyon için gerekli olan takım bir önceki operasyonda kullandığınız takım ile aynı olacaktır.

Hassas Kanal Tornalama operasyonunu yapabilmek için Finish Groove (Kanal Finiş)



Finish Groove butonunu tıklayarak veya Turn Cycles menusunden Finish Groove seçeneğini tıklayarak komutu çalıştırabiliriz. Komut çalıştırıldıktan sonra iletişim penceresi ekrana gelecektir. Belirtilen değerleri girmek gerekir.

- Z & X Offset boş
- Digitise Start aktif
- Profile Extensions (Profil uzatması) digitise

Finish Grooving			$\mathbf{X}$
General Advanced	1		
Feedrate (mm/rev)	0.3	Speed (Metres/min)	15
Z Offset		× Offset	
Finish At	Cycle start 💌	☞ Digitise Start ■ Safe Approach	
Feature Name	•		
-Profile Extension		<u>.</u>	
Start	<digitise> 💌</digitise>	End	<digitise> 💌</digitise>
		OK Cancel	Help

Şekil 2.62: Hassas kanal işleme iletişim penceresi

Bir kez Hassas Kanal Tornalama bilgilerinizi girdikten sonra kanal profilinizi oluşturan bilgileri de girmelisiniz.

Kaba Tornalama operasyonundan farklı olarak bu kez parçanın üst çapını seçmek zorundasınız. Nchain komutunu kullanabilirsiniz; fakat çap çok küçük ise zorluk yaşayabilirsiniz.

Pencere komutundan faydalanarak (Window) kanal açılacak bölgenin tümünü seçiniz. Yakaladığınız parçaların tümünün seçilmesi için fare sol tuşunu soldan sağa doğru ilerletmeyi unutmayınız.

Nesneleri pencere içine aldıktan sonra farenin sağ tuşundan faydalanarak Hassas Kanal Tornalama döngüsünü başlatabilirsiniz.

CAM programı döngünün başlangıç noktasını aşağıdaki gibi bir ok yardımı ile belirtecektir.



Şekil 2.63: Döngü başlangıç noktası

Farenin sağ tuşunu kullanarak Hassas Kanal Tornalama döngüsünü başlatabilirsiniz. CAM Programı Hassas Kanal Tornalama döngüsünün bitiş noktasını bir yıldız ile belirtecektir.



Şekil 2.64: Döngü bitiş noktası

Başlangıç ve bitiş noktalarının yerini değiştirmek için, farenin sağ tuşu ile başlangıç veya bitiş noktasına tıklayabilir , daha sonra sol tuş ile doğru pozisyonları belirtebilirsiniz.

Farenin sağ tuşu yardımı ile Hassas Kanal Tornalama döngüsü komutunu başlatabilirsiniz. Eğer Finish Grooving (Kanal Finiş) diyalogunda Digitise Start kutusu işaretli ise, Kanal finish döngüsü için başlangıç noktası (Start Point) tanımlamalısınız. Sonra Farenin sağ tuşu ile kanal finish komutunu sonlandırınız.

Takımı takım değiştirme noktasına göndermeyi unutmayınız!

ΰ.

#### Diş Çekme Döngüsü

Tool Store'dan doğru dış diş çekme takımını seçin. R166.OG 16VM01-002.



Şekil 2.65: Vida açmak için gerekli kesicinin belirlenmesi için kullanılan diyalog menüsü

Seçilen kesici ile ilgili bazı ayarlamalar aşağıdaki değerlere sahip olmalıdır.

- Reach (Adım) 3mm Included Angle (Açı) 60°
- Nose Radius ( Uç radyusu ) 0.2mm
- ► Kater Tutucu 75L X 20W X 20D



Diş çekme operasyonu Thread <sup>Thread</sup> ikonuna ya da Turn Cycles Menü içerisinden çalıştırılarak, Diş Çekme döngüsü penceresinin açılması sağlanır.

Thread Turning			X
General Depth S	tarts		1
Pitch	5	TPI	
Speed (RPM)	200	Link Type	Chase Botl 💌
🗖 Safe Approach		Approach Angle	
Retract Angle		Lead In	<none> 💌</none>
Lead Out	<none> 💌</none>	Feature Name	· ·
Finish At	Cycle start 💌	Units	Millimetres 💌
Cycle	Canned Cy 💌	🥅 Chamfer	
		P style	0.0
		)K Cancel	Help

Şekil 2.66: Diş açma iletişim penceresi

Aşağıdaki bilgiler Tanımlanır:

- Pitch 5 (Hatve)
- ➢ Lead In/Out <None>
- Link Type Chase Both
- Cycle Canned Cycle

Link Type – Takımın parçayı kesmeye başlama davranışını belirler. Chase both (Her iki yüzey) in Takım feedrate (kesme hızı) içinde iken diş döngüsünün hesaplanmasını sağlıyacaktır.

**Approach/Retract Angle** – Takımınyaklaşma ve uzaklaşma açısı. Eğer boş bırakılırsa giriş açısı takımın radyüsüne eşit olacaktır.

Lead In/Out –Profile Extensions ile benzerlik gösterir, diş çekme boyunu istendiği kadar uzatır veya negatif değer girildiğinde kısaltır. Uzunluk birimi mm veya "inç" olarak değil hatve ile belirtilir.

#### Depth (derinlik) Parametreleri

Dişin toplam derinliği belirtilir, cut increment ve Spring Cuts, değerlerini diyalog kutusuna işlenir.

Thread Turning	x		
General Depth Starts		Aşağı	daki değerler
Degression Factor 2 Total	Depth 2	girilmelidir:	
Cut Increment 0.5 Numb	ber of Passes	≻	Degression Factor -2
Final Increment .2 Start	Depth	$\checkmark$	Total Depth
Spring Cuts 2 📑 Spring	g Depth		(Toplam derinlik) 2mm
		A	Cut Increment ( kesme ilerlemesi ) 0.5
		>	Final Increment 0.2
OK	Cancel Help	$\triangleright$	Spring Cuts 2

#### Şekil 2.67: Diş açma parametrelerinin belirtmek için kullanılan diyalog menüsü

**Degression Factor** – Diş çekme operasyonu başarı ile tamamlanmış her geçiş sonunda derinliğin ne kadar azaltılacağını hesaplamaya yardımcı faktörü belirtir. 2 olarak belirtilen faktör sabit bir hacim artışı oluşturur. Örneğin, diş çekme operasyonu bitimine yaklaşıldıkça otomatik olarak derinlik arttırılır. 1 olarak seçilen bir değer ise başlangıçta ve sonda kaldırılan pasonun derinliğinin aynı olması anlamına gelir.

**Final Increment** –En son kesme derinliğini belirtir. Gerçek kesme derinlikleri Code Wizard içerisinde, Cut Increment ve Final Increment değerlerinin yazılı olduğu bir "Token" içerisinden çekilir.

**Cut Increment** – Her geçişte takımın kesme yönündeki ilerleme miktarını belirtir. Eğer kesme faktörü 1.0 değerinden farklı girilirse, kesme ilerlemesi döngünün başlangıcında verilen ilk derinlik kadar algılanacak ve takım yolu da ona göre oluşturulacaktır. Bir kez diş çekme bilgilerini girdiğinizde, diş çekilecekçapı temsil eden çizgiyi seçmeniz gerekmektedir. 'OK' tuşuna basarak diyalog kutusunu kapatabilirsiniz. 50 mm çapı belirten çizgi tanımlanır.

Diş çekme işlemi çizginin bitimine en yakın seçilen noktadan başlayacaktır.

Başlama noktasını belirttiğiniz noktanın çizginin sağ tarafında kalmasına dikkat ediniz. Bu durumda çektiğiniz dişin sağ diş olmasını sağlayacaksınız (İlerleme sağdan sola doğru olacaktır).

#### Delik Delme Döngüsü



ToolStore içerisinde çapı 10 mm olan H.S.S. Drill (matkap) tanımlanır.

Hole Main toolbar içerisinden Hole butonunu seçerek bir delik delebilirsiniz. Hole Cycle ( Delik Delme Döngüsü ) diyalog penceresi açılacaktır.

Hole Cycle				×
General Depth 9	itep			
Strategy	Drill	•	Feedrate (mm/rev)	0.3
Percentage Feed		- <u>+</u> - <u>+</u>	Speed (RPM)	100
Dwell Time			🔽 Canned Cycle	
			Feature Name	<b>_</b>
		( 0	K Cancel	Help

Şekil 2.68: Hole cycle delik delme işleminin diyalog menüsü

Aşağıdaki değerleri girin:

- Canned Cycle aktif post prosesörün 'G81' komutu oluşması sağlanır
- Depths (Derinlik) Clearance 5mm Level 0 mm Depth -25mm



Şekil 2.69: Delik delme işleminde girilen değerlerin grafiksel olarak ifade edilmesi

Eger "Step" parametreleri kullanılarak delik delme işlemi yapılsaydı kesici yolunun ya da CNC programının ne gibi bir farkı olurdu?

'OK' tuşunu seçerek pencereyi kapatınız.

Bir kez delik değerlerini girdikten sonra CAM programı deliğinizin Z,X 0 pozisyonunda olduğunu kontrol edecek ve parçamızı işleyecektir.

Bu işlemi gerçekleştirmiş bulunuyorsunuz. Takımı referans noktasına (Home Position) gönderebilirsiniz.

## 2.7.Oluşturulan Takım Yollarına Göre Programın Simülasyonla Kontrolü

CAM programı simülatörü takım yolunu katı olarak gösterebilir. Bir işlemin

benzetimini görebilmek için Simulate Machining komutu kullanılır.

Simulate Machining kısmı yeni bir ekran olarak karşımıza gelir bu ortamda oluşturulan kesici yolar ile birlikte kullanılan kesici, takım tutucuyu ve bağlama aparatları gösterilir. Bu sayede gerçeğe son derece yakın bir talaş kaldırma operasyonu benzetimi gerçekleştirilir. Simülasyon hızı, ekranda yeri değiştirilebilir ve dinamik görüntü özelliği kullanılabilir. İç çap tornalama operasyonları için gerçek boyutun <sup>3</sup>/<sub>4</sub>' ü kadar bir görüntüye ulaşılabilir ki bu da gayet sağlıklı bir görüntü olanağı sunar. Görselliğin ötesinde benzetim işlemi sırasında kesici yollarda bir hatanın olup olmadığı,gereksiz hareketler mu ve takım tutucunun çarpmaları varsa görülebilir.



Şekil 2.70: İşlenen parçanın benzetim işleminden sonraki görünümü

## 2.8. Oluşturulan Takım Yollarına Göre CNC Kodlarının Üretimi

Parçayı işleyip simülatörde kontrolü yapıldıktan sonraki son aşama bir CNC programı oluşturmaktır. Bu işlem CAM bilgilerini bir postprosesör(son işlemci) ile çalıştırarak olur.

Generate Code ikonunu tıklayarak diyalog penceresi takip edilir

Bir CNC adı yazmanız gerekmektedir CNC Name bu sadece klasör ve dosya adı yazmak anlamına gelir.

	General
	CNC Name Browse
	Use Part Name
	Job Name Browse
enerate Code	Operation Names     Open Editor     PDI
	Name (None) C Execute After CNC
	-Single Toolchange Only
	Tool Name <none></none>
	OK Cancel Help

Şekil 2.71: CNC Kod üretme iletişim penceresi

CNC kodlarının çıktısını alabilmek için aşağıdakiler girilmelidir.

- CNC Name geçerli bir klasör ve dosya adı seçiniz
- Open Editor aktif (CNC kodları üretildikten sonra NC editörü ile görüntülensin)
- Single Toolchange Only' seçeneğini kullanarak CAM programının kullanılan takımı seçerek tek bir takım için kod louşturmasını sağlayabilirsiniz. Eğer None seçeneği aktif ise kullanılan bütün takımların kodları üretilir.

OK tıklanarak kodların üretilmesi sağlanır.

Seçtiğiniz postprosesöre bağlı olarak bir dizi soru cevap penceresi açılacaktır OK tuşuna basılarak pencereler geçilir. Bu bilgiler program dosyalarının oluşturulması için gereklidir.

<u>0</u> K	<u>C</u> ancel	
	<u>0</u> K	<u>D</u> K <u>C</u> ancel

Şekil 2.72: Sorulan soru cevap pencerelerinden bir örnek

CAM programı otomatik olarak NC Editor penceresini açacaktır. CNC programınız burada görüp inceleyebilir ve düzenleyebiliriz.

# UYGULAMA FAALİYETİ

Vidalı mil parçasının CAM programında kesici yollarını belirleyiniz.



İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
CAM programını parçanın geometrisini seçiniz ve referans noktası tanımlayınız.	Parçanın geometrisini seçebilmek için parça çizilmiş olmalıdır. Çizilmemişe yeniden çizilmelisiniz. Referans noktası tanımlama işelmi Geometry menüsünde Create CPL komutu ile yapmalısınız.
Parça üzerinde kesici yolu oluşturmak için manufacture ortamına geçiniz.	Manufacture ortamına geçebilmek için Options menüsünden Manufacture seçmelisiniz.
Kesici yollarını belirlemek için doğru kesicileri seçiniz.	Doğru kesicileri seçebilmek için Tool Store (Takım Kütüphanesi) kısmından doğru kesiçiler seçilmeli, eğer yok ise istenen kesiciler oluşturulmalısınız.
Kesici yolunu belirleyiniz.	Parçanın işlenme aşamalarına göre Turn Cycles menüsünden ihtiyaç duyulacak olan operasyonlar sıra ile kullanılmalısınız.
Belirlenen kesici yollarının doğruluğunu kontrol ediniz.	CAM programı simülatörü kullanılarak kesici yolların doğruluğu kontrol etmelisiniz.
Belirlenen kesici yollarının CNC kodlarını oluşturunuz	Generate Code ikonunu tıklayarak diyalog penceresi takip edilerek, ihtiyaç duyulan NC kodlarını oluşturabilirsiniz.

# ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen ölçme değerlendirme Sorularında doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1.Kesin koordinat belirlemek için Co-ordinate iletişim kutusu hangi tuşlar ile çalışır?A) CB)CTRL + CC) Alt + CD)Enter
- 2. Manufacture (İmalat) ortamına hangi ana menünün altından ulaşabiliriz? A) Geometry
  - B) Operation
  - C) Turn Cycles
  - D) Options
- **3.** Takım seçimi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>vanlıştır</u>?
  - A) Sadece kullanılacak takım seçmek için Turn Tool menüsü kullanılır.
  - B) Kesici takım seçimi için Tool Store (Takım kütüphanesi) kullanılır.
  - C) CAM programı gerekli işlem için bize otomatik kesici takım seçer.
  - D) Bir kez uygun takım seçildikten sonraki operasyonlarda da kullanılabilir.
- **4.** Kesicinin takım değiştirme noktasına önce Z ekseninde gitmesini istiyorsak aşağıdakilerden hangisini yaparız.
  - A) First Kısmında Z'yi seçeriz ve Z Fixed seçeneğini işaretleriz ve onaylarız.
  - B) First Kısmında X'i seçeriz ve onaylarız.
  - C) First Kısmında Z'i seçeriz ve onaylarız.
  - D) First Kısmında X'i seçeriz ve Z Fixed seçeneğini işaretleriz ve onaylarız.
- 5. Kesici yolunun belirlenmesi işleminde dikkat edilmesi gereken aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) İş parçasının bağlanma şekli
  - B) Kullanılan kesici takımın türü
  - C) Kullanılacak tezgâhın boyutları ve gücü
  - D) Hepsi
- 6. Aşağıdakilerden hangisi bir parçanın kaba olarak işlenmesi için kullanılır?
  - A) Rough Turn
  - B) Finish Turn
  - C) Groove Turn
  - D) Strainght Turn

#### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme ve uygulama faaliyetlerini tekrarlayınız.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda resmi verilen Uygulama Faaliyeti – 1 çizdiğimiz "Kalıp Bağlama Sapının" uygun takımlar seçerek kesici yollarını belirleyiniz.



**AÇIKLAMA:** Aşağıda listelenen davranışlarını gözlediyseniz EVET, gözleyemediyseniz HAYIR, sütununda bulunan kutucuğa (+) veya (-) işareti koyunuz.

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1	Manufacture ortamına geçebildiniz mi?		
2	Her işlem için doğru kesici takımları belirleyebildiniz mi?		
3	Parçanın kesici yollarını doğru bir şekilde oluşturabildiniz mi?		
4	Kesici yollarının oluşturulması sırasında doğru parametreleri (Ilerleme hızı, devir sayı vb.) seçebildiniz mi?		
5	Her operasyon sonunda kesiciyi takım değiştirme noktasına gönderdiniz mi?		
6	Oluşturduğunuz kesici yollarını simülatör yardımı ile inceleyip problemleri tespit edebildiniz mi?		
7	Oluşturulan kesici yollarının NC çıktılarını (G ve M) kodlarını alabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Eğer faaliyette gözlediğiniz eksiklik varsa, faaliyete tekrar dönüp öğretmeninize danışarak bunları tamamlayınız.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül faaliyetleri ve araştırma çalışmaları sonunda kazandığınız bilgi ve becerilerin ölçülmesi için öğretmeniniz size ölçme araçları uygulayacaktır.

Ölçme sonuçlarınıza göre sizin modül ile ilgili durumunuz öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

Bu değerlendirme için öğretmeninize başvurunuz.

# **CEVAP ANAHTARLARI**

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	В
2	Α
3	С
4	С
5	D
6	Α

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	С
2	D
3	С
4	С
5	D
6	Α
## **KAYNAKÇA**

- $\geq$ BEDFORD D.D., M.R. HENDERSON, P.M. WOLFE, Computer Integrated Design and Manufacturing, McGrawn Hill Inc. Singapore, 1991.
- SES3000 Mastercam Torna CAM Eğitim Notları  $\geq$
- $\triangleright$ GÜLER Ali Osman, Hasan ALTAY, İsmal MEYDAN, Soner OKUR, TS-İSO 9001 Kalite Güvence Sitemleri ve Talaşlı Üretimde Uygulanabilirliği, Yayınlanmamış Bitirme Tezi, İstanbul, 1999.
- GÜLER Ali Osman Tophane Endüstri Meslek Lisesi Kalıp Bölümü, CAD ve  $\triangleright$ CNC Ders Notları, Bursa, 2004.
- $\geq$ BOZDEMİR Murat Tophane Endüstri Meslek Lisesi Kalıp Bölümü, CAD / CAM Ders Notları, Bursa, 2005.
- UMTAS, Solidcam Eğitim Notları. İstanbul 2006  $\geq$
- GROOWER E.W., J.R. Zimmers, CAD/CAM: Computer Design And  $\triangleright$ Manufacturing, Prestice-Hall International Editions, UK, 1992.
- $\triangleright$ KALPAKJIAN S., Manufacturing Engineering and Technolojy, Addison-Weslev Publising Company, NewYork, USA, 1990.
- GÜLESİN M,A GÜLLÜ, Ö AVCI, G AKDOĞAN MasterCAM ile Tasarım  $\geq$ ve Üretim, Asil Yayın ve Dağıtım, Ankara, 2004.
- ERKAN Ağahan CAD / CAM Ders notları, 2004.  $\triangleright$
- $\triangleright$ Pathtrace Engineering System EdgeCAM User Guide, UK, 2005.
- ZEID I., CAD/CAM Theory and Practice, McGrawn Hill Inc. Singapore,  $\triangleright$ 1991
- CNC ile İşlemeye Giriş, MEB Yayınları, Yayın nu 2732, 1994.  $\geq$
- $\triangleright$ CNC Parca Programlama, MEB Yayınları, Yayın nu 2733, 1994.

Muhtelif internet adresleri bölüm ve sayfaları

- $\triangleright$ www.autodesk.com
- $\triangleright$ www.cadem.com.tr
- $\triangleright$ www.cadokulu.com/forum
- $\triangleright$ www.catia.com
- $\triangleright$ www.cimco-software.com
- $\triangleright$ www.mecsoft.com
- $\triangleright$ www.deskcnc.com
- $\triangleright$ www.delcam.com
- $\triangleright$ www.edgecam.com
- $\triangleright$ www.gibbscam.com
- AAA www.grupotomasyon.com.tr
- www.istmak.com
- www.marelmakina.com
- $\triangleright$ www.mastercam.com
- www.openmind.de
- www.ptc.com/products/sw landing.htm
- www.ses3000.com
- $\triangleright$ www.sayisalgrafik.com.tr
- $\triangleright$ www.ugs.com
- www.zirve-yazilim.com