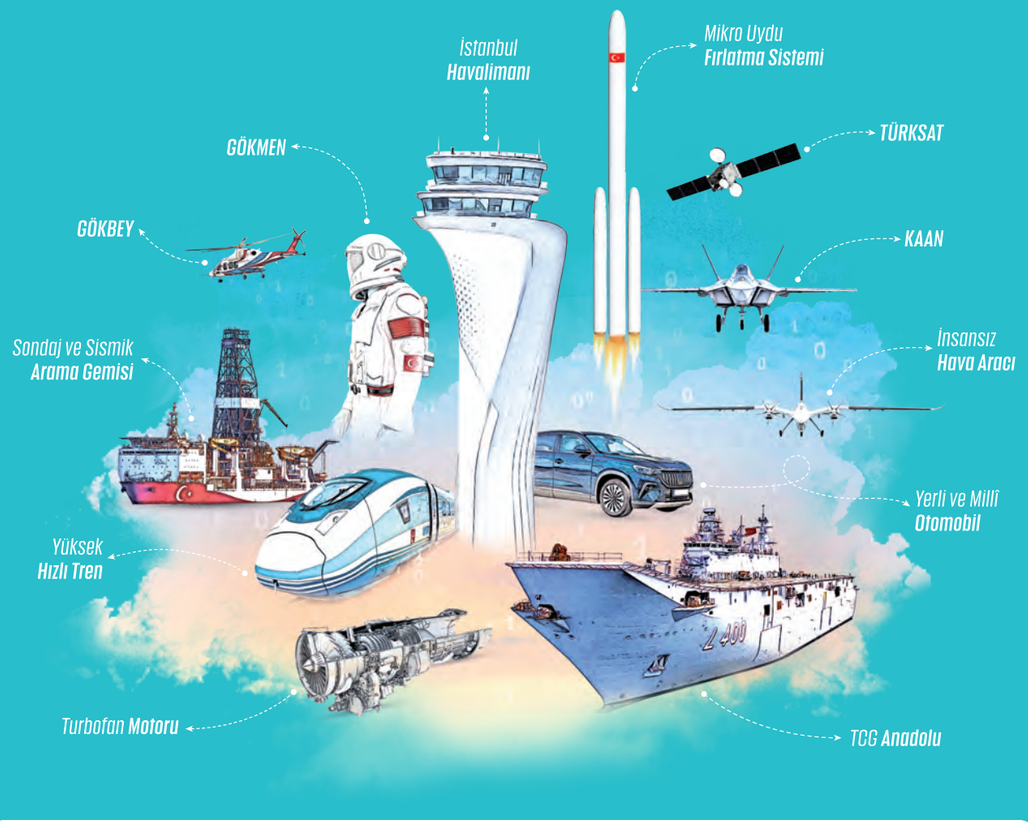
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-7847-3

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

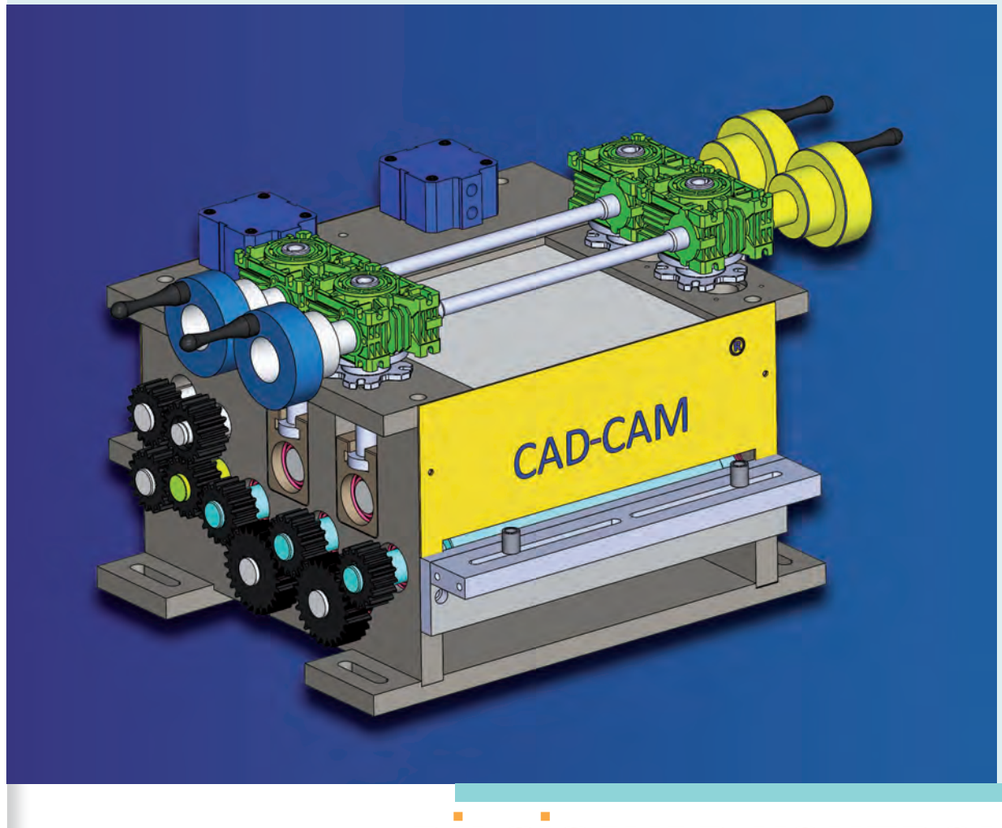
MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI **BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TASARIM VE İMALAT (CAD-CAM)** 11 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

11

DERS MATERYALİ



BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TASARIM VE İMALAT (CAD-CAM)

MEB__ 206280-BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TASARIM VE İMALAT(CAD-CAM) 11

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

BİLGİSAYAR KONTROLLÜ TASARIM VE İMALAT (CAD-CAM)

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ali Ekber AYGÜN
Önder ATAŞÇI
Serhat KARACASULU

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 9425
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ 3085

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

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
İbrahim DİNÇ

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Zeki BİLGİLİ

REHBERLİK UZMANI
Yeliz GENÇTAV

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI
Mustafa ÇELİK

GÖRSEL TASARIM UZMANI
Nazlı ORTAN ÖZGÜR

ISBN: 978-975-11-7847-3

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

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599

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,
Medeniyyet 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 İlâhî, 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 İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan 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

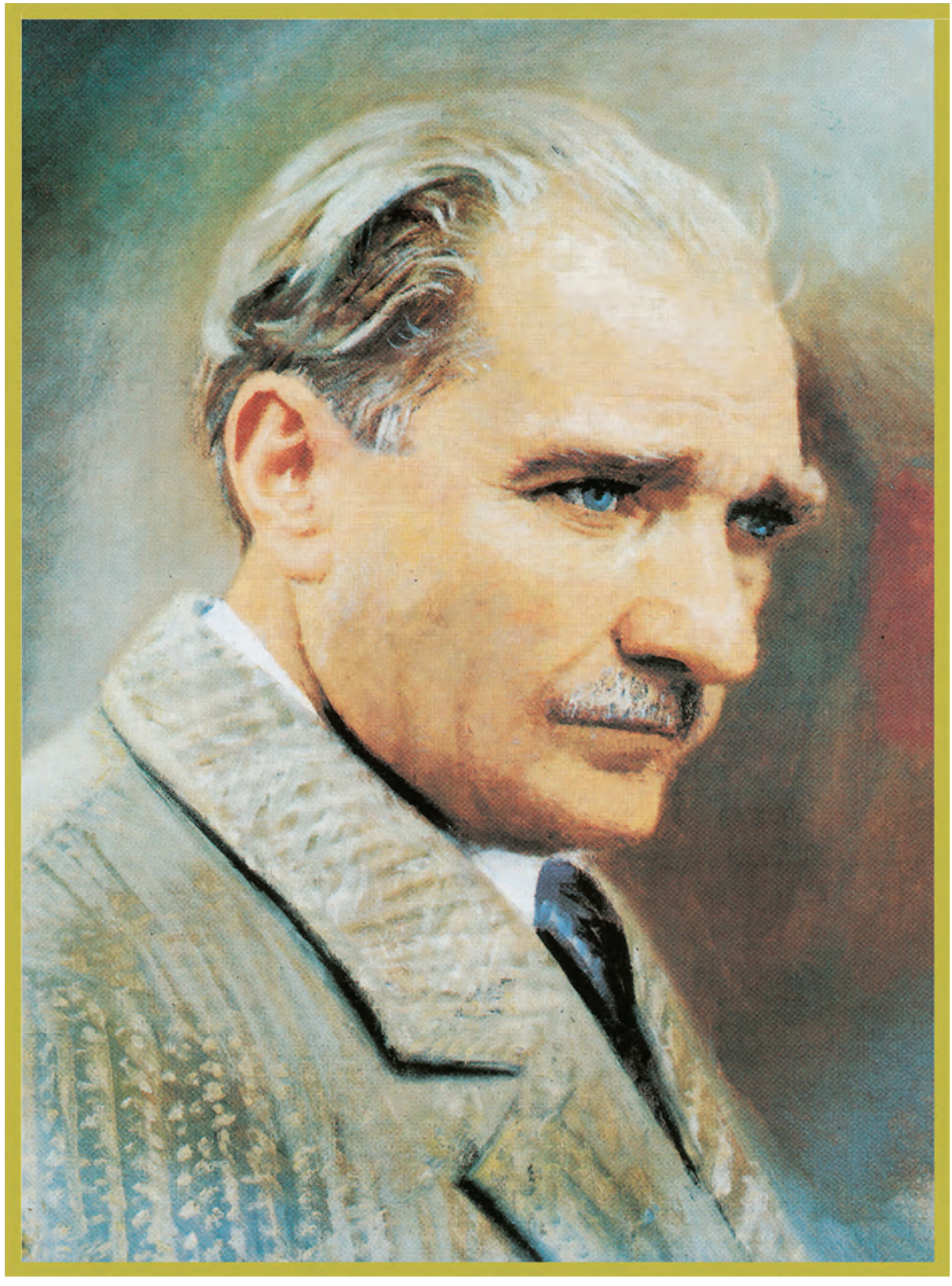
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsait 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

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

1. ÖĞRENME BİRİMİ

KATI VE YÜZEY MODEL ÇİZME 16

1.1. İKİ BOYUTLU ÇİZİM OLUŞTURMA 18

1.1.1. Programı Kurma 18

1.1.2. Çizim Programı Ayarları 24

1.1.3. İki Boyutlu Çizim Komutları 24

1.1.3. Çizim Düzenleme (Sketch Modify) Komutları 41

1.2. KATI MODEL OLUŞTURMA 55

1.2.1. Extrude [(Eksturude) Kalınlık Vererek Katı Oluşturma] Komutu 56

1.2.2. Revolve [(Rivolv) Döndürerek Katı Oluşturma] Komutu 58

1.2.3. Sweep [(Sıvip) Süpürerek Katı Oluşturma] Komutu 60

1.2.4. Loft [(Loft) Farklı Profilleri Birleştirerek Katı Oluşturma] Komutu 64

1.2.5. Shell [(Şel) Kabuk Oluşturma] Komutu 64

1.2.6. Rib [Rib (Feder/Destek)] Komutu 66

1.2.7. Rectangular Pattern [(Rektengılır Pedırn) Doğrusal/Dikdörtgensel Çoğaltma] Komutu 66

1.2.8. Circular Pattern [(Sörkılır) Dairesel Çoğaltma] Komutu 67

1.2.9. Fillet [(Filıt) Yuvarlatma/Radüs] Komutu 68

1.2.10. Chamfer [(Çemfır) Pah] Komutu 69

1.2.11. Mirror [(Mırır) Aynalama] Komutu 71

1.2.12. Combine [(Kombayın) Birleştirme)] Komutu 72

1.2.13. Split [(Siplit) Ayırma] Komutu 74

1.2.14. Pres Pull [(Pres Pul) Yüzey Uzatma)] Komutu 74

1.2.15. Thread [(Törd) Diş Açma] Komutu 75

1.2.16. Hole [(Hol) Delik] Komutu 76

1.2.17. Katı Model Ağırlık Kütle ve Hacim Belirleme 76

1.3. ÜÇ BOYUTLU YÜZEY KOMUTLARINI KULLANARAK KATI MODEL OLUŞTURMA 86

1.3.1. Extrude Surface [(Eksturd Sörfeys) Yükseklik Vererek Yüzey Oluşturma)] Komutu 87

1.3.2. Revolve Surface [(Rivolv Sörfeys) Döndürerek Yüzey Oluşturma] Komutu 88
1.3.3.Sweep Surface [(Svip Sörfeys) Süpürerek Yüzey Oluşturma] Komutu 89
1.3.4. Loft Komutunu Kullanarak Yüzey Oluşturma 90
1.3.5. Trim Surface [(Tirim Sörfeyz) Yüzeyle Budama] Komutu 94
1.3.6. Surface Paht [(Sörfeyz Pat) Yüzey Kapatma/Yama] Komutu 95
1.3.7. Ruled [(Rul) Kurallı Yüzey] Komutu 96
1.3.8. Offset [(Ofset) Yüzey Öteleme] Komutu 98
1.3.9. Stitch [(Sitiç) Yüzey Dikme] Komutu 98
1.3.10. Extend [(Ekstend) Yüzey Uzatma] Komutu 100
1.3.11. Thicken [(Tikın) Yüzeye Et Kalınlığı Verme] Komutu 101
1.3.12. Malzeme Kaplama Ayarları Komutu 101
1.3.13. Model Kesit Görünüş Bakma Komutu 102
1.3.14. CAD ve CAM Programları Arası Veri Dönüşümü 109

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 111

2. ÖĞRENME BİRİMİ

KATILARIN MONTAJINI YAPMA 114

2.1. MONTAJ SAYFASINA PARÇA VE İLİŞKİ EKLEME 116

2.1.1. New Component [(Niv Kompenent) Yeni Montaj] Komutu 118
2.1.2. Join [(Coin) Standart Montaj İlişkileri] Komutu 119

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 133

3. ÖĞRENME BİRİMİ

KATILARIN TEKNİK RESMİNİ ALMA 134

3.1. CAD PROGRAMINDA KATI MODELLERİN GÖRÜNÜŞLERİNİ ÇIKARTMA 137

3.1.1.Teknik Resim Sayfasında Kullanılan Komutlar 140
3.1.2. Section View [(Sekşın Viuv) Katı Modellerden Kesit Görünüş Elde Etme] Komutu 145
3.1.3. Görünüşlere Detay Bilgileri Ekleme Komutu 151
3.1.4. Antet ve Parça Listesi oluşturma Komutu 154
3.1.5. Export [(Eksport) Veriyi Dışarı Aktarma] Komutu 157

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 160

4. ÖĞRENME BİRİMİ

TORNADA CAM UYGULAMALARI 162

4.1. CAM PROGRAMINDA İKİ EKSENDE VE C EKSENDE TORNALAMA İŞLEMLERİ 164

4.2. İKİ BOYUTLU PARÇA ÇİZİMİ YA DA HAZIR PARÇA DOSYASININ AÇILMASI 164

4.3. CAM MODÜLÜNE GEÇİŞ 166

4.4. SETUP DOSYASI OLUŞTURMA 166

4.4.1. Tezgâh Seçimi ve Ayarlarının Yapılması 167

4.4.2. Operasyon Tipinin Seçilmesi 168

4.4.3. Tezgâh ve Ayna Pozisyon Seçimi 168

4.4.4. İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama 169

4.4.5. Z Ekseni Güvenlik Mesafesi 170

4.4.6. İşlenecek Model Seçimi 170

4.4.7. Torna Ayna Ayakları Konumu ve Seçimi 171

4.4.8. Kütük Seçimi 173

4.4.9. Post Process 174

4.5. KESİCİ TAKIM TANIMLAMA 175

4.5.1. Takım Kitaplığından Takımın Düzenlenmesi 177

4.5.2. Kesici Geometrisinin Düzenlenmesi 177

4.5.3. Katerin Seçimi 178

4.5.4. Katerin İşleme Yönünü Değiştirme 179

4.5.5. Cutting Data 180

4.6. İKİ EKSENDE TORNALAMA YÖNTEMLERİ 181

4.6.1. Alın Tornalama 181

4.6.2. Turning Profile Roughing [(Rafing) Kaba Tornalama] 190

4.6.3. Turning Profile Finishing [(Finişhing) Finiş Tornalama] 197

4.6.4. Turning Groove (Kanal Tornalama) 199

4.6.5. Turning Single Groove (Tek Kanal Tornalama) 205

4.6.6. Turning Chamfer [(Çemfir) Pah Kırma] 207

4.6.7. Turning Adaptive [(Adaptif) Uyarlanabilir] Roughing 210

4.6.8. Turning Thread [(Tıhred) Diş Açama/Vida Açma] 211
4.6.9. Turning Part (İş Parçasını Kesme) 214
4.7. C EKSENDE TORNALAMA YÖNTEMLERİ 217
4.8. TAKIM YOLU SİMÜLASYONU 218
4.8.1. Simülasyon Display (Görüntüle) Sekmesi 219
4.8.2. Simülasyon İnfo (Bilgi) Sekmesi 222
4.8.3. Simülasyon Statistics (İstatistik) Sekmesi) 223
4.8.4. Simülasyon Oynatıcı Kontrolleri 223
4.9. G VE M KODLARININ ÇIKARTILMASI 224
4.9.1. NC Program Settings (Ayarları) 225
4.9.2. NC Program Operations (Operasyonlar) 227
4.10. SETUP SHEET (KURULUM SAYFASI) 229
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 240

5. ÖĞRENME BİRİMİ
FREZEDE CAM UYGULAMALARI 242
5.1. CAM PROGRAMINA GİRİŞ HAZIRLIK AYARLARI 244
5.2. CAM FREZELEME PARAMETRELERİ 248
5.2.1. Cutting Tool Selection (Kesici Takım Seçimi) 249
5.2.2. Defining the Geometry to be Processed (İşlenecek Geometrinin Tanımlanması) 252
5.2.3. Working Plane (Çalışma Düzlemi) 252
5.2.4. Milling Parameters (Frezeleme Parametreleri) 253
5.2.5. Tool Path Passes (Takım Yolu Geçişleri) 253
5.3. 2½ EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI 254
5.3.1. 2D Adaptive Clearing (2 Boyutlu İşleme Operasyonu) 255
5.3.2. 2D Pocket (2 Boyutlu Cep İşleme Operasyonu) 256
5.3.3. Face Operasyonu (Yüzey İşleme Operasyonu) 257
5.3.4. 2D Contour Operasyonu 258
5.3.5. Drilling Operayonu (Delik Delme Operasyonu) 258

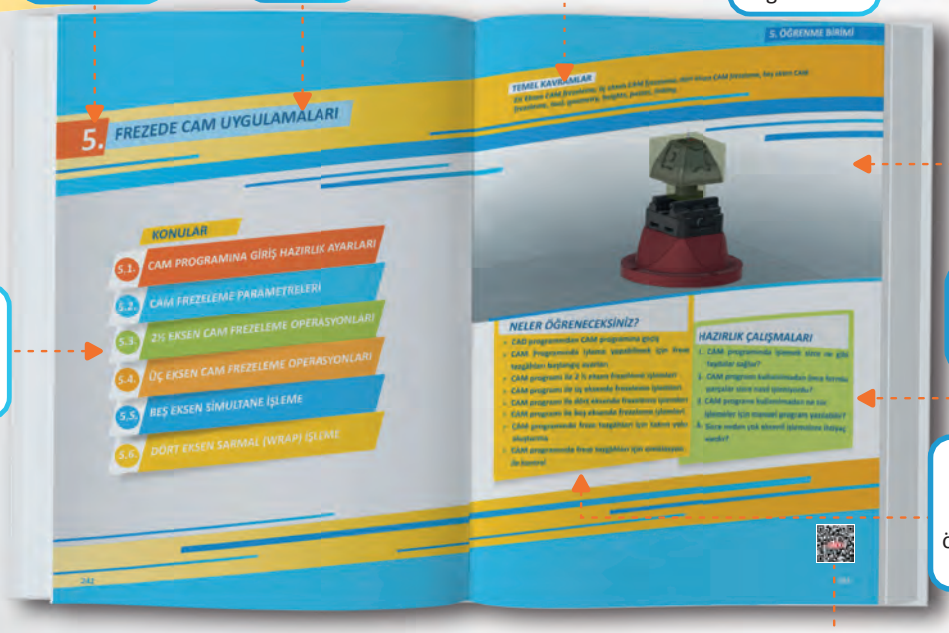
5.3.6. Slot (Slat) Operasyonu 259
5.3.7. Bore (Bor) ve Circular Operasyonları 260
5.3.8. Engrave (İngreiv) Operasyonu 261
5.4. EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI 261
5.4.1. Adaptive Clearing (Adaptif Kliring) Operasyonu 261
5.4.2. Pocket Clearing Operasyonu 263
5.4.3. Steep and Shallow (Stiip and Şalov) Operasyonu 263
5.4.4. Parallel (Peralal) Operasyonu 264
5.4.5. Contour Operasyonu 264
5.4.6. Scallop (Skalup) Operasyonu 265
5.4.7. Ramp (Remp) Operasyonu 266
5.4.8. Pencil (Pensıl) Operasyonu 267
5.4.9. Horizontal Operasyonu 268
5.4.10. Spiral (Spayrıl) Operasyonu 269
5.4.11. Radial Operasyonu 269
5.4.12. Morphed Spiral (Morfıd Spayrıl) Operasyonu 270
5.4.13. Project Operasyonu 270
5.4.14. Morph (Morf) Operasyonu 272
5.4.15. Flow (Flov) Operasyonu 272
5.5. BEŞ EKSEN SİMULTANE İŞLEME 273
5.5.1. Swarf 273
5.5.2. Multi – Axis Contour 283
5.5.3. Rotary Operasyonu 289
5.5.4. Konumlamalı Çok Eksenli İşleme Yöntemi 300
5.5.5. Konumlamalı Beş Eksen İşleme Yöntemleri 300
5.6. DÖRT EKSEN SARMAL (WRAP) İŞLEME 304
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME **330**
CEVAP ANAHTARLARI 332
KAYNAKÇA 333

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenilmesi hedeflenen kavramları gösterir.



Öğrenme birimine uygun görseli gösterir.

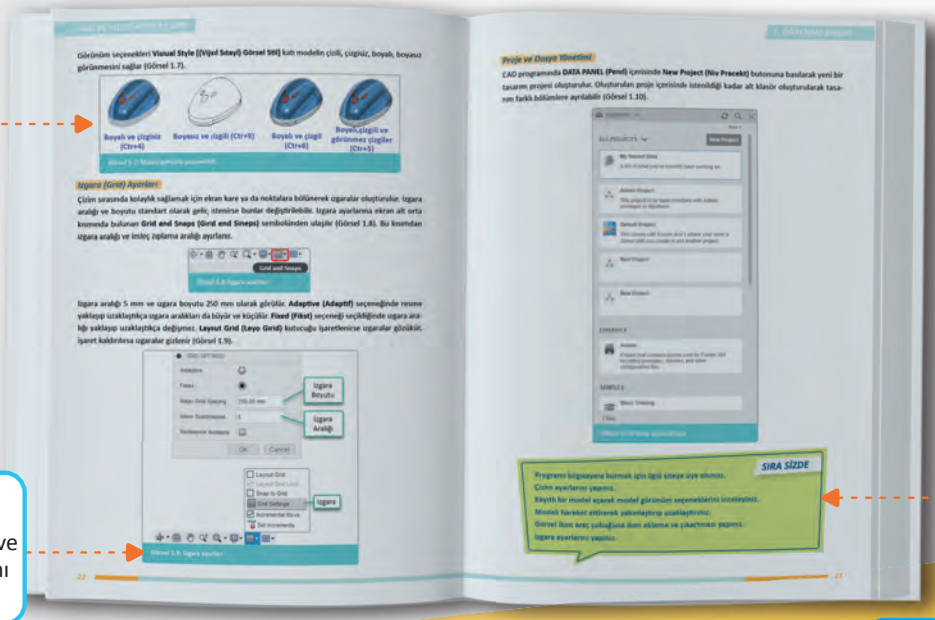
Öğrenme birimi konularını gösterir.

Hazırlık çalışmalarını gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğrenileceğini gösterir.

Etkileşimli ders materyali, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.

Konu görselini gösterir.



Konu görselinin numarasını ve açıklamasını gösterir.

Konu ile ilgili sıra sizde etkinliğini gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Uygulama görselini gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

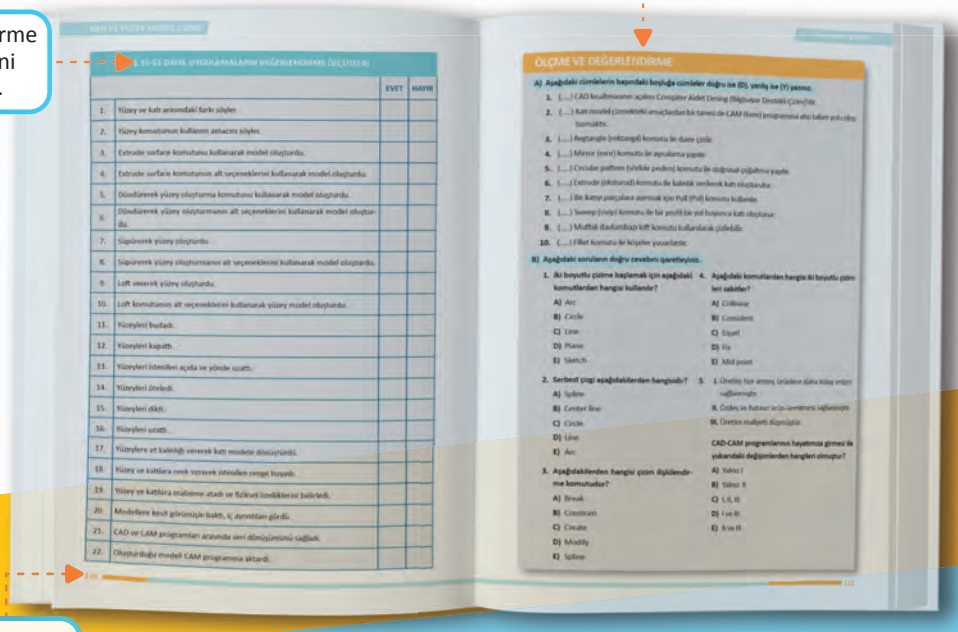
İşlem basamaklarını gösterir.

Konu başlığını gösterir.

Öğrenme birimine uygun görseli gösterir.

Ölçme değerlendirme sorularını gösterir.

Değerlendirme kriterlerini gösterir.



Sayfa numarasını gösterir.

1. KATI VE YÜZEY MODEL ÇİZME

KONULAR

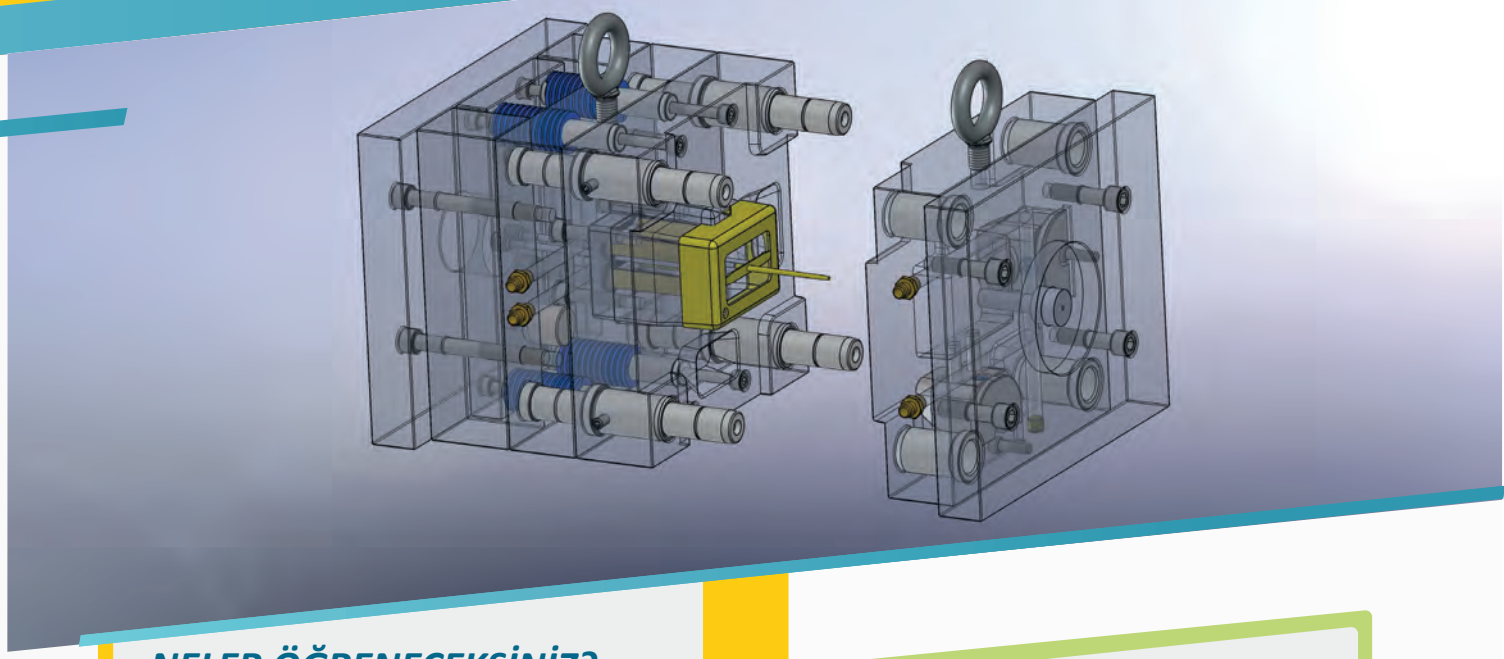
1.1. İKİ BOYUTLU ÇİZİM OLUŞTURMA

1.2. KATI MODEL OLUŞTURMA

1.3. ÜÇ BOYUTLU YÜZEY KOMUTLARINI KULLANARAK KATI MODEL OLUŞTURMA

TEMEL KAVRAMLAR

CAD (Ked), CAM (Kem), Extrude (Exturud), Loft, Trim (Tirim), Mirror (Mirör), Combine (Kombayn), Split (Split)



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- 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

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Çevrenizde bulunan endüstriyel üretim yapan firmalarda hangi CAD-CAM programı kullanılmaktadır? Araştırınız.

CAD ''Computer Aided Design '' [(Compıtır Dizayn Eydıt (Bilgisayar Destekli Tasarım)] kelimelerinin baş harflerinden oluşur. CAD programları, geçmişte parçaların teknik resmini çizmek amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde ise iki boyutlu çizim yapma, iki boyutlu çizimi üç boyutlu katı modele dönüştürme, teknik resim elde etme, sac parçaların tasarımını, açılımını ve modellerin montajını bilgisayarda ortamında yapma amacıyla kullanılır. Böylece bilgisayar ortamında tasarlanan modelin "üretiminde ve montajında" oluşabilecek hatalar giderilir. Hatasız üretim sağlanacağından gereksiz zaman kayıpları ve hatalardan oluşabilecek maliyet kayıpları da giderilmiş olur.

Makineleri oluşturan parçalar bilgisayar destekli tasarım programları ile tasarlanır. Makine parçalarının tasarlanmasında öncelikle çizim düzleminde 2 boyutlu (2D) çizimler oluşturulur. 2D çizimler çeşitli komutlar ile 3 boyutlu (3D) unsurlara dönüştürülür. Dönüştürülen modellerin CAM programında CNC kodları oluşturularak üretimi sağlanır.

1.1. İKİ BOYUTLU ÇİZİM OLUŞTURMA

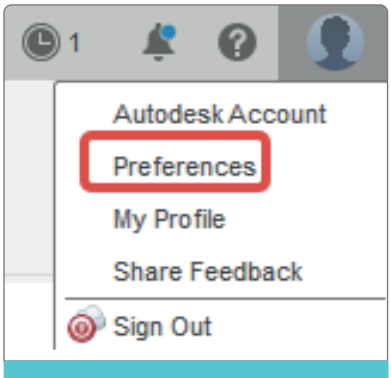
İki boyutlu çizim oluşturmak için uygun düzlem seçilir ve çizim açılır. İki boyut komutları kullanılarak çizim ve parça geometrisi oluşturulur.

1.1.1. Programı Kurma

Fusion 360 programını kurabilmek için öncelikle Autodesk sitesine üye olup programı indirmek gerekir. Öğrenciler için eğitim hesabı mevcuttur. Autodesk eğitim hesabı açma ve Fusion 360 programının kurulumu https://www.tasarimveteknik.com/fusion360/fusion360-kurulumu/çevrim içi kılavuzda anlatılır. Program kurulduktan sonra güncellemeler otomatik olarak yüklenir. Diğer CAD programlarından farklı olarak programın bilgisayara kurulu olmadan internet ortamında çalışma imkânı sunması, kullanıcılara internetin olduğu her bilgisayarda çalışma kolaylığı sağlar. Program için gerekli donanımlar kullanım kılavuzunda belirtilir.

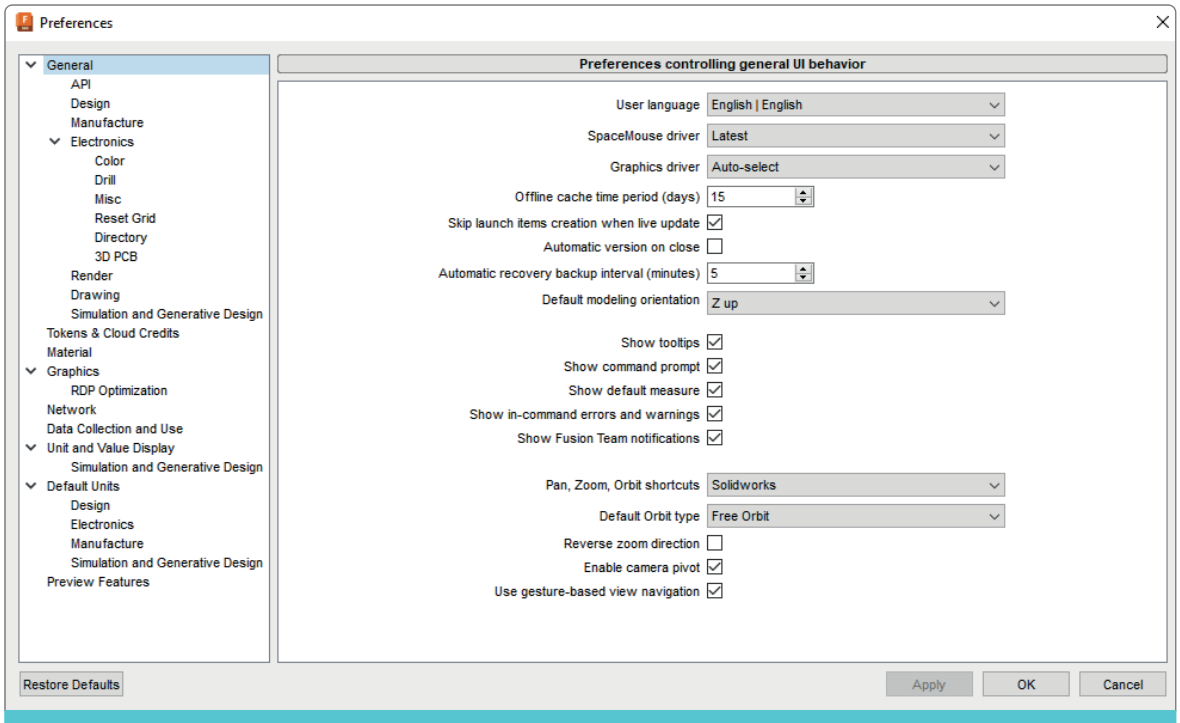
1.1.2. Çizim Programı Ayarları

Program açıldığında standart ayarlarla gelir. Bu ayarların dışında kullanılmak istenirse program kişiselleştirilir. Ölçü birimi, ekran arka planı, klavye kısayolları, malzeme, kullanım dili gibi ayarlar tercihe göre yapılır. Programı kişiselleştirme işlemi sağ üst köşeden **kullanıcı hesabı** altında **preferences** [(preferens) tercih] menüsünden yapılır (Görsel 1.1).



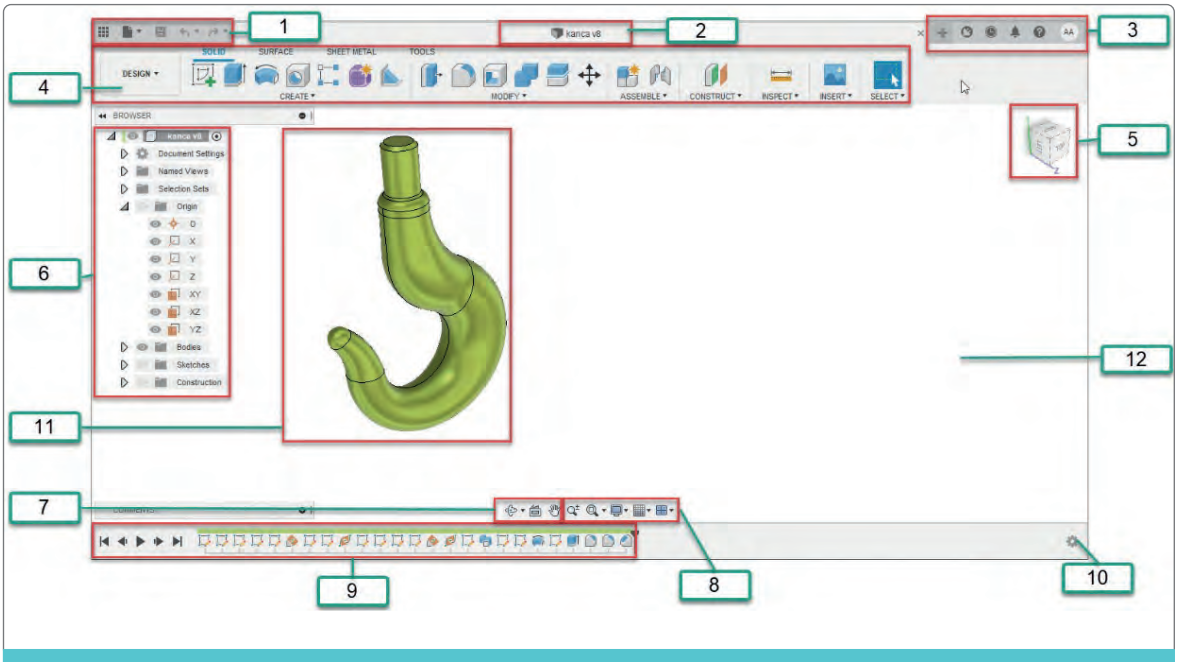
Görsel 1.1: Ayarlar menüsü

Ayarlar menüsüne tıklandığında Görsel 1.2'deki sayfa çıkar. Bu sayfada kişiselleştirmeler yapılır.



Görsel 1.2: Ayarlar menüsü

Çizim sayfası açıldığında Görsel 1.3'teki gibi ekran gelir.



Görsel 1.3: Program ara yüzü

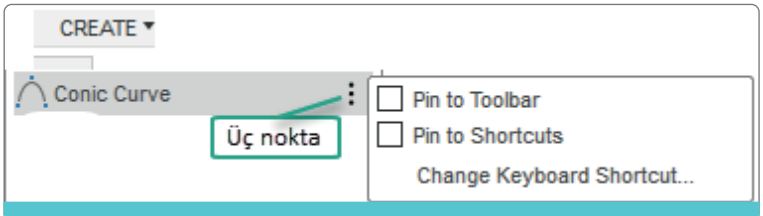
» **Hızlı Erişim Menüsü (1):** Dosya ve projelerin organize edildiği yerdir. Dokuz küçük kareden oluşur. Kayıtlı dosyalar, kayıtlı gruplar ve örnek CAM dosyaları bulunur.

» **Dosya Sekme Çubuğu (2):** Çalışma dosyasının ismini gösterir. Birden fazla dosya var ise ayrı ayrı gösterir.

» **Kullanıcı Hesabı İşlemleri ve Tercihler (3):** Kullanıcı hesabı ayarları ve program tercihlerinin değiştirilebileceği kısımdır.

» **Komut İkon Çubuğu (4):** Sık kullanılan komutların bulunduğu yerdir. Komutlara hızlı ulaşmayı sağlar. Bu bölüme komut ekleme ve çıkartma yapılabilir.

» **Araç Çubuğuna Komut Eklemek: CREATE [(Krieyt) Oluştur]** menüsünden eklemek istenilen komut seçilir. ''Komut'' sağında bulunan **üç noktaya** tıklanır. **Pin to Toolbar** kutucuğu işaretlenir ise ikonun eklendiği görülür, işaret kaldırılırsa ikonun çıkartıldığı görülür (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Ayarlar menüsü

» **Görünüş Küpü (5):** Model ile eş zamanlı hareket eder. Çizim ekranını döndürmeye yarar. Çizim yapılıken çizim düzlemi seçilir, görünüş küpünden çizim düzlemi yönündeki yüzeye çift tıklanıp çizim düzlemine dik **bakış** sağlanır.

» **Browser (Unsur Ağacı) (6):** Çalışma ekranının sol tarafında bulunur. Bu bölümde modelleme ile ilgili yapılan işlemler, düzlemler, eksenler, gövdeler yer alır. Sembollerin sol tarafında yer alan **ok** işaretine basılarak diğer seçenekler görülür. **Göz** işaretine basılarak **göster/gizle** yapılır.

» **Görünüm Komutları (7):** Ekran kaydırma, yaklaşma, uzaklaşma-uzaklaşma (Zoom), döndürme (Rotate),taşıma (Move), ekrana tam sığacak şekilde ayarlanır.

» **Çalışma Alanı Ayarları (8):** Izgara ayarları ve birden fazla görünümün sağlandığı yerdir.

» **Timeline (Zaman Çizelgesi) (9):** İşlem basamaklarının sıralandığı yerdir. Oynatma ikonuna basıldığında işlemin nasıl yapıldığını gösterir. İşlem basamaklarının üzerinde sağ tuşa basıldığında yeniden düzenlemeye olanak verir.

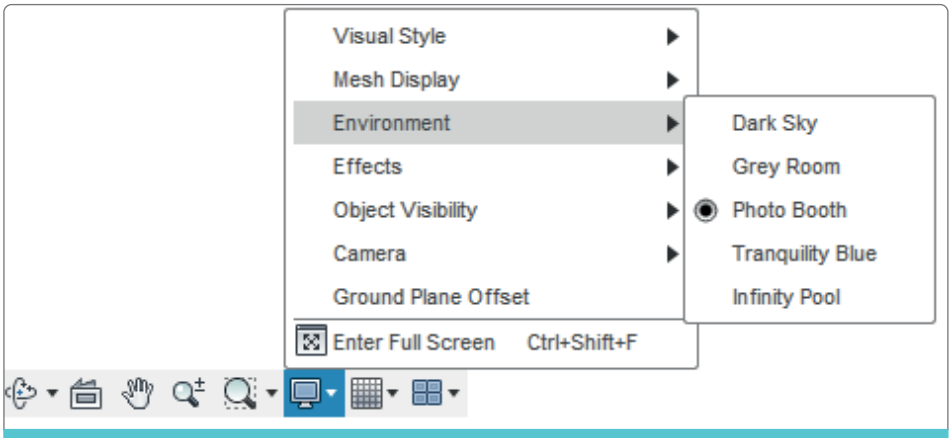
» **Zaman Çizelgesi Ayarları (10):** Süreç şeridinin ayarları yapılır.

» **Katı Model (11):** Tasarımı yapılan model.

» **Çizim Alanı (12):** Tasarım yapılan alan veya uzay boşluğu olarak kabul edilir.

Ekran Arka Plan Görüntü Ayarları

Kullanıcı, çalışma ekranını kendine uygun şekilde ayarlayabilir. Bu bölümde ekran arka plan rengi ayarları yapılır. Bu bölüme ekranın alt orta bölümünde bulunan **Environment [(İnvayrımınt) Çevre]** seçeneğinden ulaşılır (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Ayarlar menüsü

Model Görüntü Ayarları

Görüntü ayarlarına ekran alt bölümünde bulunan **Display settings (Displey setin)** ikonundan ulaşılır. Komutun altı adet seçeneği vardır (Görsel 1.6).

Shaded [(Şeydıt) Gölgeli]: Boyalı ve çizgisiz görünür (Ctrl+4).

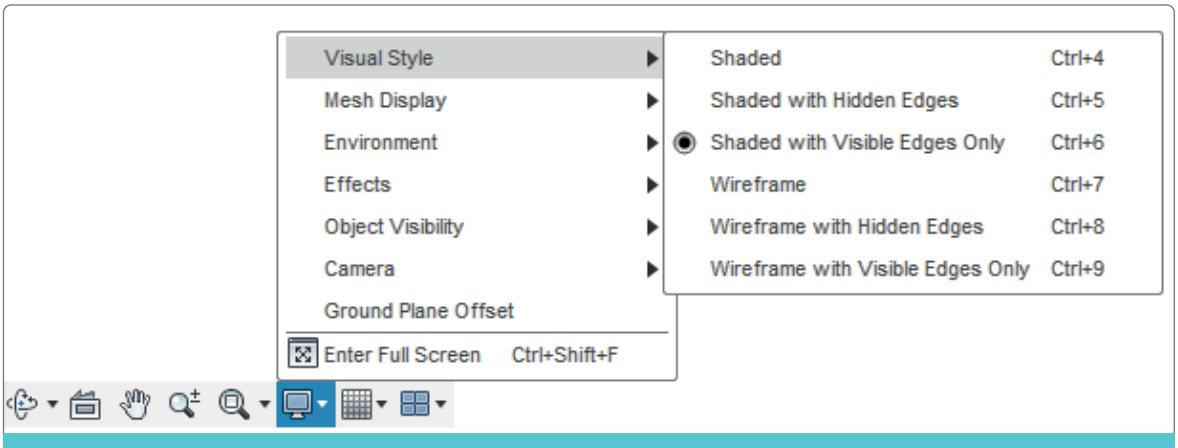
Shaded With Hidden Edges (Şeydıt Vit Hidın Ec): Boyalı ve görünmez çizgiler görünür (Ctrl+5).

Shaded With Visible Edges Only (Şeydıt Vizıbıl Only): Yalnızca boyalı ve çizgili görünür (Ctrl+6).

Wire frame [(Vayır Freym) Tel kafes]: Boyasız ve görünmez çizgiler görünür (Ctrl+7).

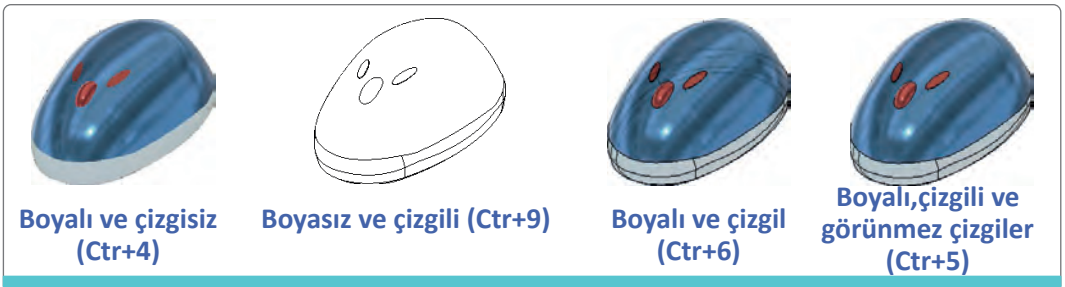
Wire frame with Hidden Edges: Boyasız ve görünmez çizgiler, kesik çizgi görünür (Ctrl+8).

Wire frame with Visible Edges Only: Boyasız ve sadece dış hatlar görünür (Ctrl+9).



Görsel 1.6: Model görüntü ayarları

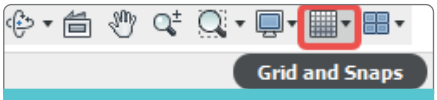
Görünüm seçenekleri **Visiual Style [(Vijuıl Sıtayl) Görsel Stil]** katı modelin çizili, çizgisiz, boyalı, boyasız görünmesini sağlar (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Model görüntü seçenekleri

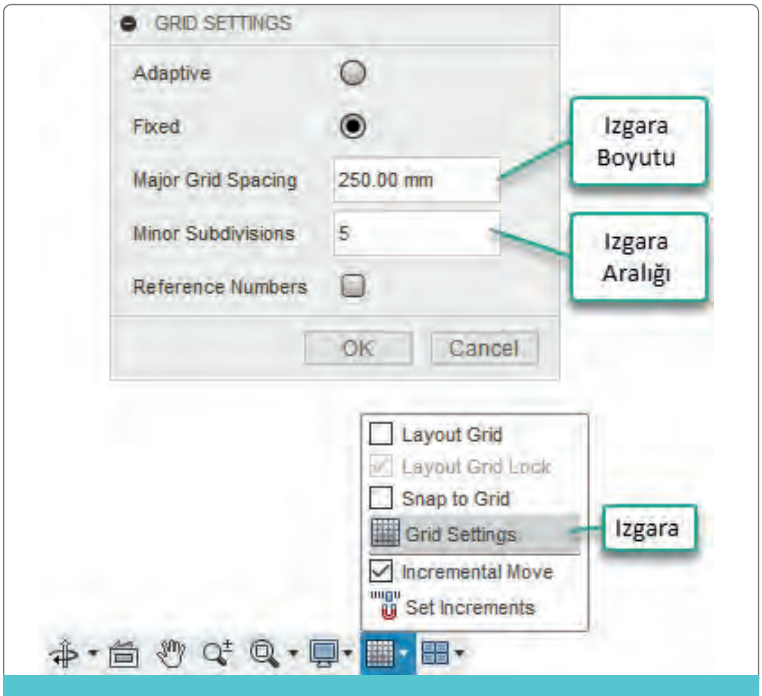
Izgara (Grid) Ayarları

Çizim sırasında kolaylık sağlamak için ekran kare ya da noktalara bölünerek ızgaralar oluşturulur. Izgara aralığı ve boyutu standart olarak gelir, istenirse bunlar değiştirilebilir. Izgara ayarlarına ekran alt orta kısmında bulunan **Grid and Snaps (Gırid end Sineps)** sembolünden ulaşılır (Görsel 1.8). Bu kısımdan ızgara aralığı ve imleç zıplama aralığı ayarlanır.



Görsel 1.8: Izgara ayarları

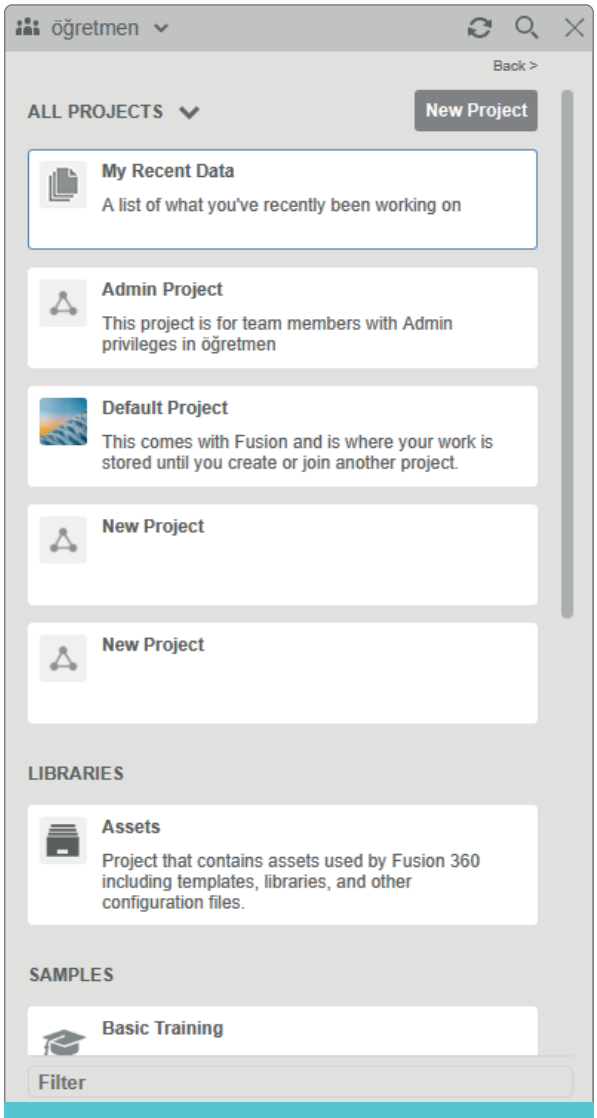
Izgara aralığı 5 mm ve ızgara boyutu 250 mm olarak görülür. **Adaptive (Adaptif)** seçeneğinde resme yaklaşıp uzaklaştıkça ızgara aralıkları da büyür ve küçülür. **Fixed (Fikst)** seçeneği seçildiğinde ızgara aralığı yaklaşıp uzaklaştıkça değişmez. **Layout Grid (Leyo Gırid)** kutucuğu işaretlenirse ızgaralar gözükür, işaret kaldırılırsa ızgaralar gizlenir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Izgara ayarları

Proje ve Dosya Yönetimi

CAD programında **DATA PANEL (Penıl)** içerisinde **New Project (Niv Pracekt)** butonuna basılarak yeni bir tasarım projesi oluşturulur. Oluşturulan proje içerisinde istenildiği kadar alt klasör oluşturularak tasarım farklı bölümlere ayrılabilir (Görsel 1.10).



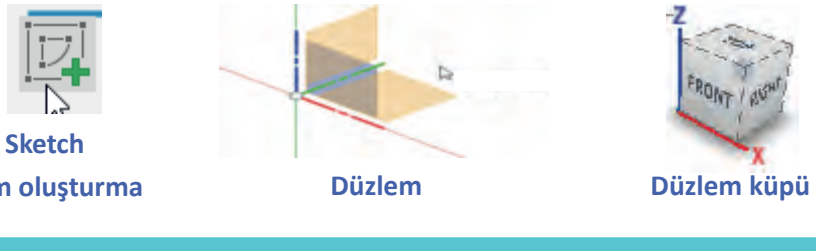
Görsel 1.10: Data panel ekranı

SIRA SİZDE

Programı bilgisayara kurmak için ilgili siteye üye olunuz.
Çizim ayarlarını yapınız.
Kayıtlı bir model açarak model görünüm seçeneklerini inceleyiniz.
Modeli hareket ettirerek yakınlaştırıp uzaklaştırınız.
Görsel ikon araç çubuğuna ikon ekleme ve çıkartması yapınız.
Izgara ayarlarını yapınız.

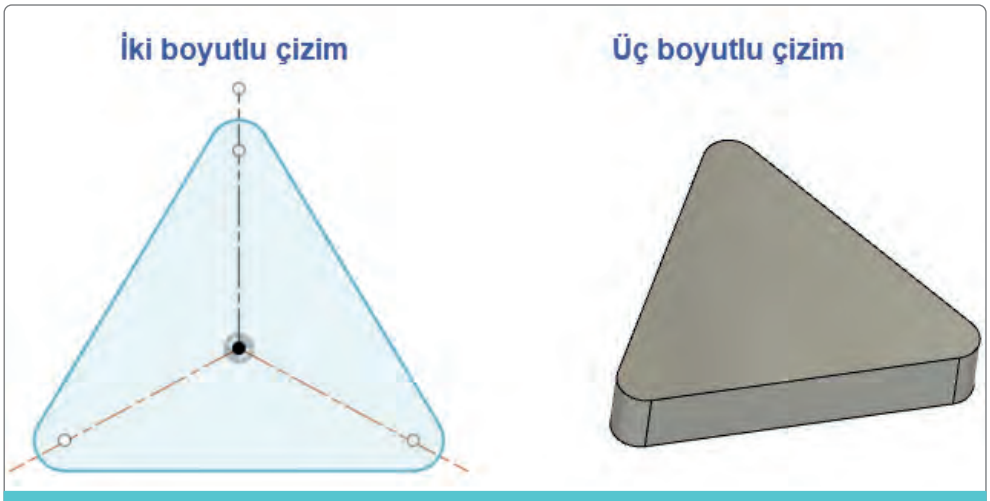
1.1.3. İki Boyutlu Çizim Komutları

Katı modeli oluşturmadan önce iki boyutlu çizim yapılır. **Create sketch [(Sikec) Çizim]** komutuna basılır, çizim yapılacak **düzlem seçilir** ve ekranın sağ üst köşesindeki düzlem küpünden uygun yüzey **çift tıklanarak** çizim düzlemine **dik bakış** sağlanır. Açılan düzleme çizim yapılır. Düzlem küpünde bakış yönü Front [(Fıront) Ön], Right [(Rayt) Sağ], Top [(Tap) Üst] ve bunların karşılıkları olmak üzere altı yüzey vardır (Görsel 1.11).



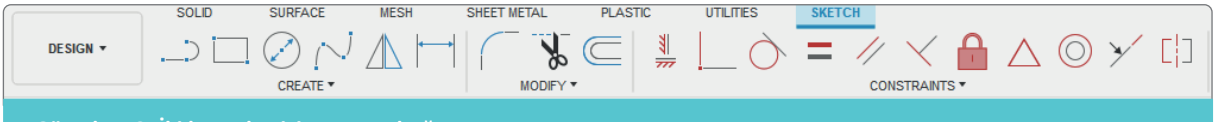
Görsel 1.11: İki boyutlu çizim oluşturma

İki boyutlu çizilen nesneler üç boyut komutları kullanılarak üç boyuta dönüştürülür (Görsel 1.12).



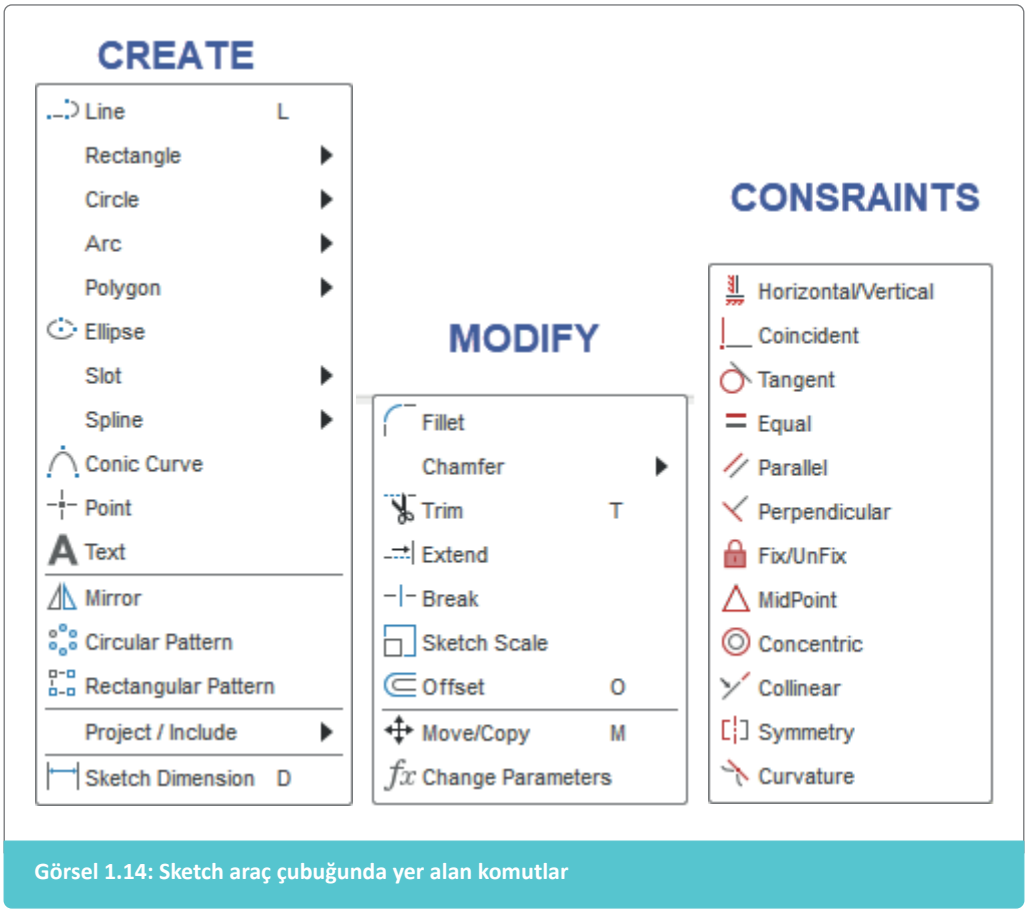
Görsel 1.12: İki boyutlu çizimden üç boyutlu katı model oluşturma

İki boyutlu çizim açıldığında Görsel 1.13'teki araç çubuğu çıkar. Bu araç çubuğu; CREATE, MODIFY ve CONSTRAINTS olmak üzere üç bölümden oluşur.



Görsel 1.13: İki boyutlu çizim araç çubuğu

CONSTRAINTS altında çizim ilişkilendirme unsurları, **CREATE** altında çizim unsurları, **MODIFY** altında çizim düzenleme araçları bulunur (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Sketch araç çubuğunda yer alan komutlar

Çizim Unsurları (Create) Komutları

İki boyutlu çizimleri oluşturmak için hazır komutlar kullanılır. Bu komutlar araç çubuğundan fare yardımı ile alınıp kullanılır. Çizim unsurları komutları Tablo 1.1'deki komutlardır.

Tablo 1.1: 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 istenilen satır ve sütun sayısın-ca çoğaltmak için kullanılır.
	Project / Inc-lude	P	Herhangi bir çizim nesnesinin kenar çizgisini veya başka bir çizim taslağındaki çizimin izdüşümünü çizim olarak kullanmaya yarar.
	Sketch Dimen-sion	D	Çizim nesnelerinin ölçülendirilmesinde kullanılır.

İki Boyutlu Çizim Komutları İşlevi

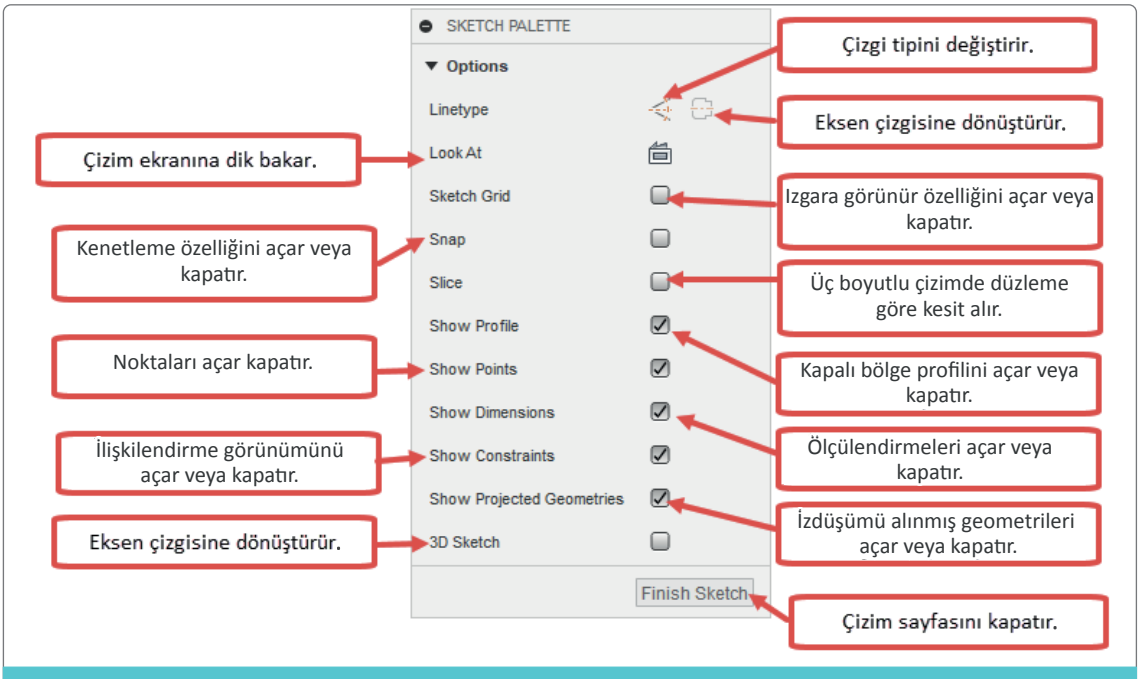
İki boyutlu çizime başlarken takip edilecek işlemler sırasıyla şunlardır:

» Çizim oluşturma (Create Sketch) komutuna basılır.

» Çizim düzlemi seçilir.

» İlgili komut alınarak çizim yapılır.

Çizim oluşturma komutuna basıldığında **SKETCH PALETTE (Palit)** menüsü çıkar (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Sketch palette menüsü

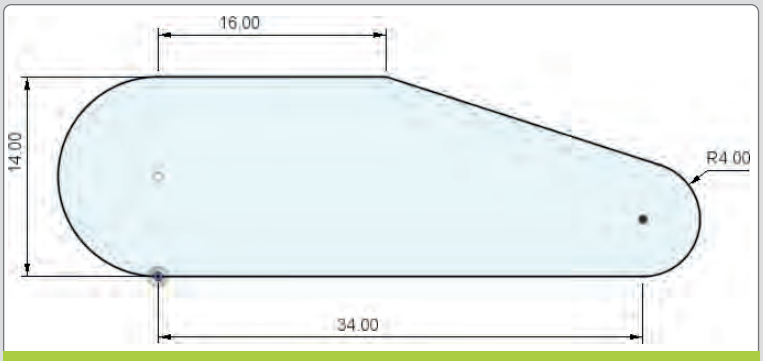
Line [(Layn) Çizgi] Komutu

Çizgi komutu, doğrusal çizimlerin hatlarını oluşturmak için kullanılır. Çizgi komutuna araç çubuğundan veya klavyeden **L** harfine basılarak ulaşılır. Çizgi başlangıç ve **bitiş noktası** seçilerek çizilir. Komut çizgi ile başlayıp yay ile devam edebilir. Çizgi bitiş noktasına tıkladıktan sonra bitiş noktası üzerinde **sol tuşa** basılırsa yay olarak devam eder. Komuttan çıkmak için sağ tuş **OK** komutuna veya klavyeden **Esc** tuşuna basılır. Numaralar sıraya göre takip edilerek çizilir (Görsel 1.16). CAD programı parametrik bir program olduğu için oluşturulan çizgiler ölçülendirilerek boyutları istenen değerlere getirilebilir.

Görsel 1.16: Çizgi komutunun kullanımı

1.1. UYGULAMA

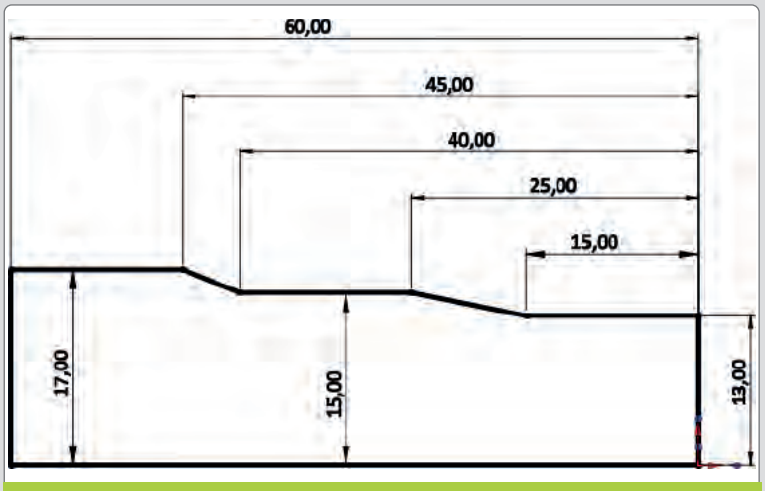
Görsel 1.17'de verilen mors kamasını çizgi komutunu kullanarak çiziniz.



Görsel 1.17: Mors kaması

1.2. UYGULAMA

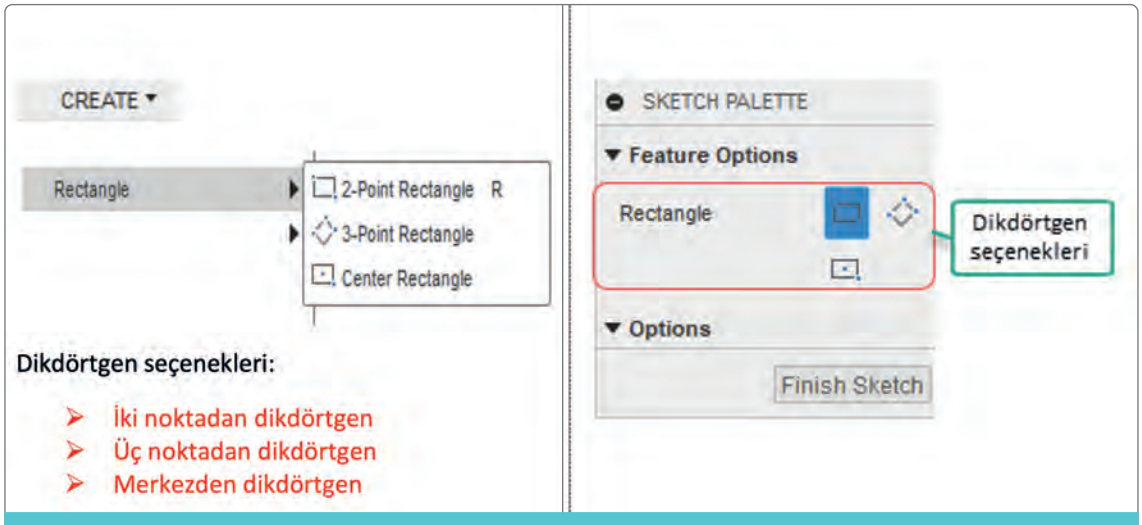
Görsel 1.18'de verilen kademeli mil resmini çizgi komutunu kullanarak çiziniz.



Görsel 1.18: Kademeli mil

Recgtangle [(Regtangıl) Dikdörtgen] Komutu

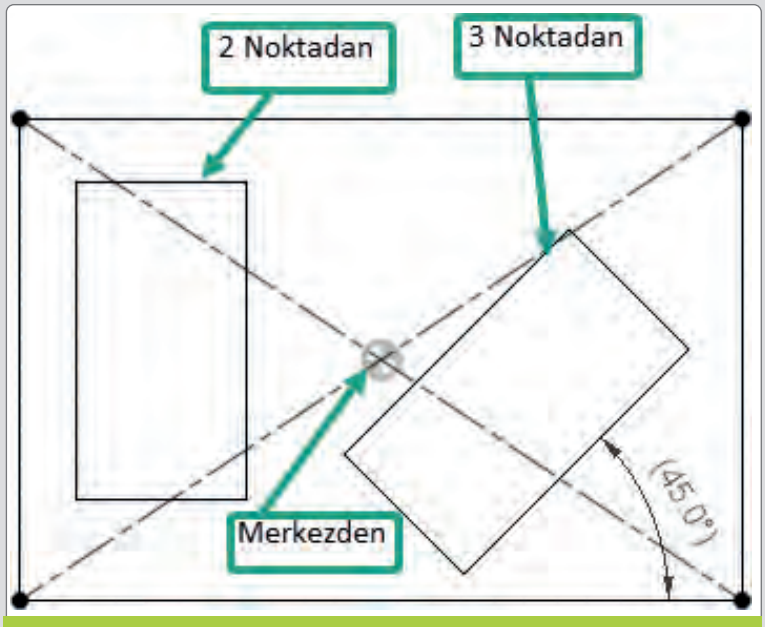
Rectangle komutu ile geometrisi dikdörtgen, kare gibi şekiller çizilir. Dikdörtgen komutuna klavyeden **R harfine** basarak veya araç çubuğundan veya **CREATE (Kıreyt)** menüsü altından ulaşılır. **İki noktadan** dikdörtgen, **üç noktadan** dikdörtgen ve **merkezden** dikdörtgen olmak üzere üç farklı seçeneği vardır. Dikdörtgen komutu çalıştırıldığında ekranın sağında **SKETCH PALETTE** çıkar. Seçenekler arası hızlı geçiş buradan sağlanabilir (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Dikdörtgen komutu

1.3. UYGULAMA

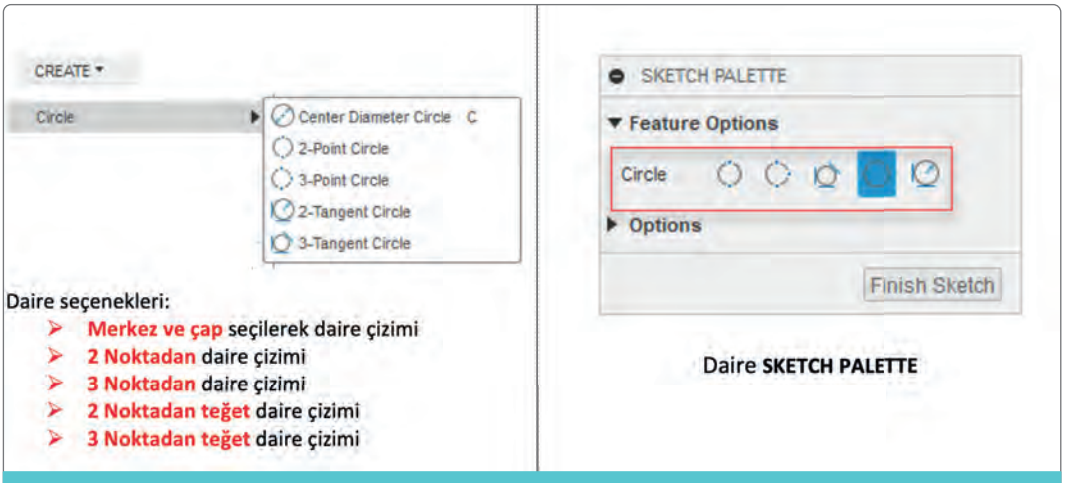
Görsel 1.20'de verilen mors kamasını çizgi komutunu kullanarak çiziniz.



Görsel 1.20: Dikdörtgen plaka

Circle [(Sörkıl) Daire] Komutu

Daire komutu, dairesel geometrileri çizmek için kullanılır. Daire komutuna araç çubuğu kısayoldan, **CREATE menüsü** altından veya klavyeden **C** tuşuna **basılarak** ulaşılır. Daire komutu çalıştırıldığında ekranın sağında **SKETCH PALETTE** çıkar. Daire çizmenin beş farklı yöntemi vardır. Bu seçenekler arası geçiş **SKETCH PANELL**'den kolaylıkla sağlanır (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Çizgi komutunun kullanımı

1.4. UYGULAMA

Görsel 1.22'de verilen noktalara daire çizimlerini yapınız.

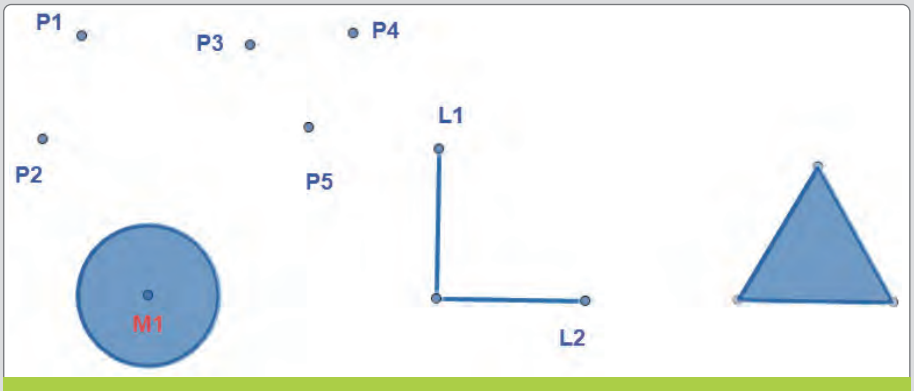
P1 ve **P2** noktasından geçen daire çiziniz.

P3 ,**P4** ve **P5** noktasından geçen daire çiziniz.

L1 ve **L2** çizgisine teğet daire çiziniz.

M1 merkezli daire çiziniz.

Üçgen içerisine daire çiziniz.

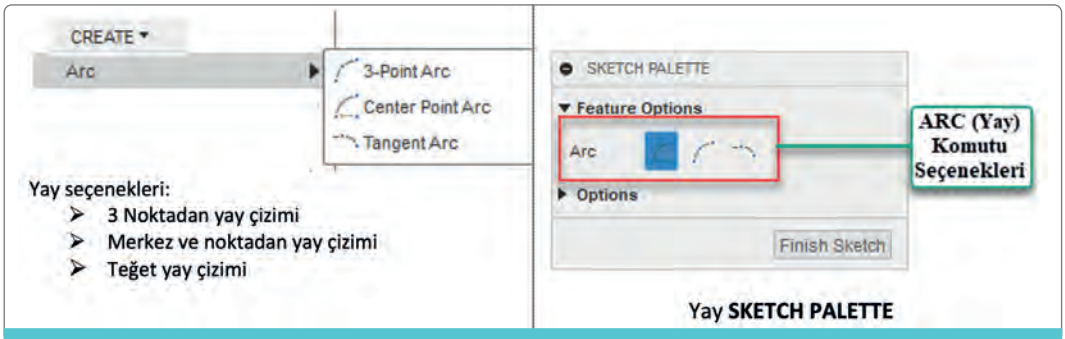


Görsel 1.22: Daire uygulama seçenekleri

Arc [(Ark) Yay] Çizimi

Arc komutu; çizgileri, daireleri ve eğrileri birbirlerine yay ile bağlamaya yarar. Yay komutuna komut ikon çubuğundan veya **CREATE** menüsü altından ulaşılır. Komut çalıştırıldığında **SKETCH PALETTE** menüsü görüntülenir. Yay seçenekleri bu bölümden değiştirilebilir (Görsel 1.23).

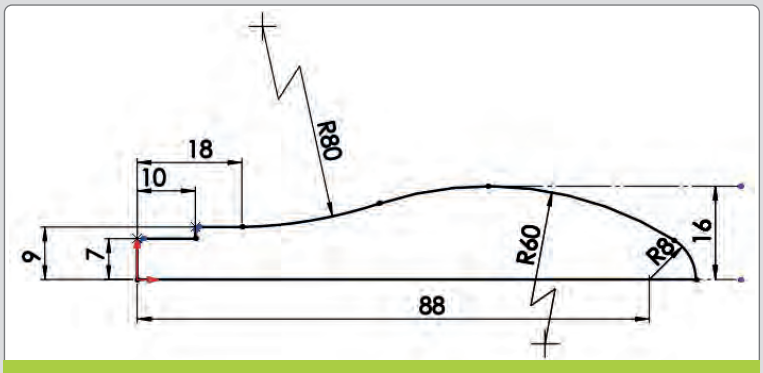
Yay komutuyla yapılan çizimler daire komutuyla da çizilebilir. Daire çizip budadıktan sonra yaya dönüşür.



Görsel 1.23: Yay komutu seçenekleri

1.5. UYGULAMA

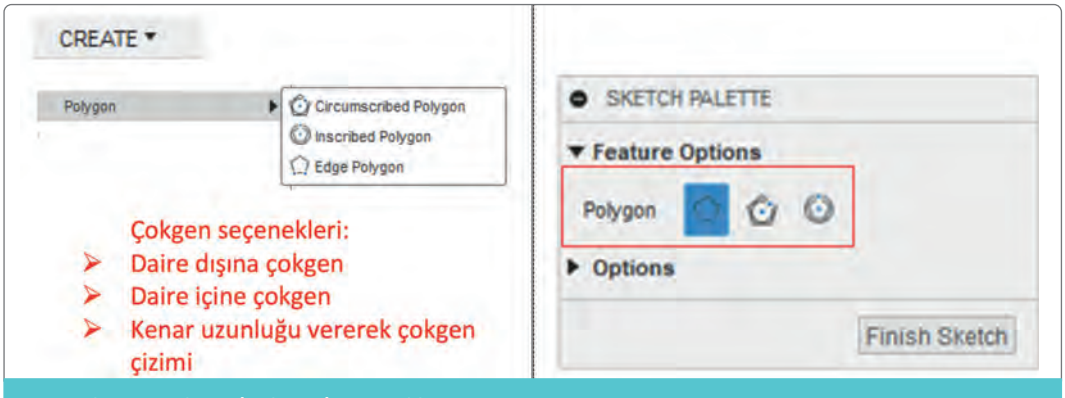
Görsel 1.24'te verilen tornavida sap parçasını çiziniz.



Görsel 1.24: Tornavida sapı

Polygon [(Paligon) Çokgen] Çizimi

Eşkenar çokgenler çizmek için kullanılan komuttur. Kenar sayısı arttıkça çokgen daireye dönüşür. "En az üçgen çizilebilir". Komuta CREATE menüsü altından ulaşılır. Cıvata, kare ve eşkenar üçgen çiziminde tercih edilir. Komut çalıştırıldığında **SKETCH PALETTE** ve çokgen seçenekleri çıkar. Kenar sayısı ve yarıçapı istenilen boyutta çokgen oluşturulur. Cıvata, somun ve kare parça çizimlerini kolaylaştırır. Üç tip çizim yöntemi vardır (Görsel 1.25).



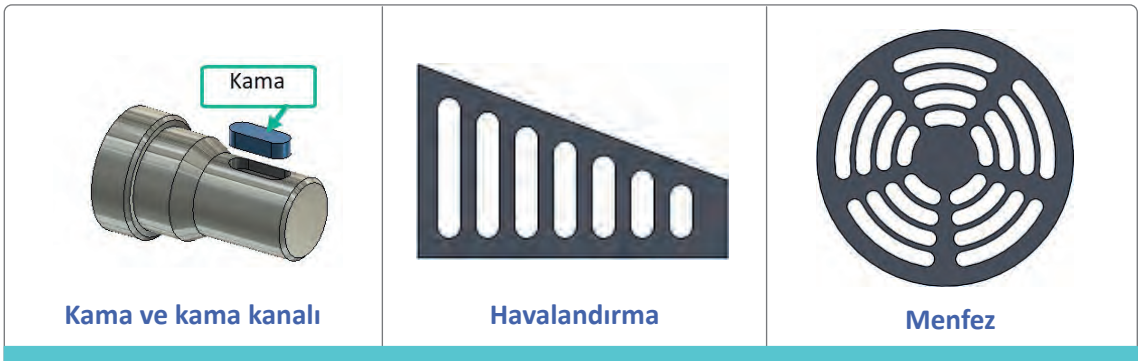
Görsel 1.25: Çokgen (Polygon) seçenekleri

1.6. UYGULAMA

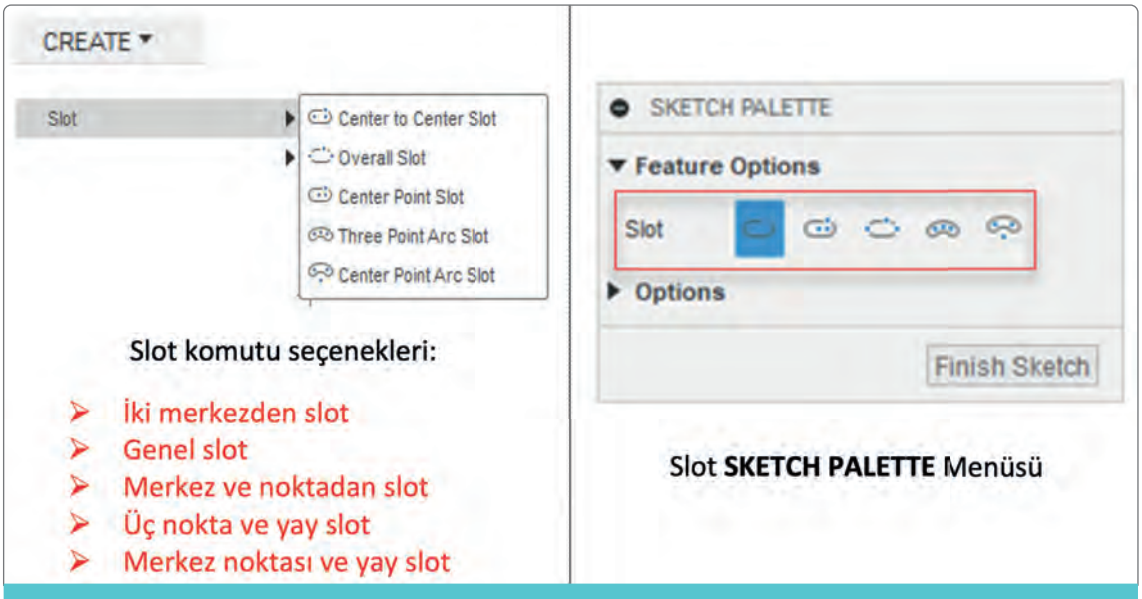
Çokgen komutunu kullanarak üçgen, kare, beşgen, altıgen, yedigen ve sekizgen çiziniz.

Slot [(Sılot) Yuva] Komutu

Slot komutu iki yay, iki çizginin veya dört yayın birleşiminden oluşan bir komuttur. Bu komut; kama çizimi, kama kanalı çizimini, sac parçalar üzerine hava kanalları açma işlemini, çeşitli yay ve çizgilerin birleşimini kolaylaştırır (Görsel 1.26). Beş seçeneği mevcuttur. Komuta CREATE menüsü altından ulaşılabilir. Görselde görüldüğü gibi komut seçenekleri menüdeki tercihler seçilerek oluşturulur (Görsel 1.27).



Görsel 1.26: Yuva komu kullanılarak çizilen modeller



Görsel 1.27: Yuva komutu seçenekleri

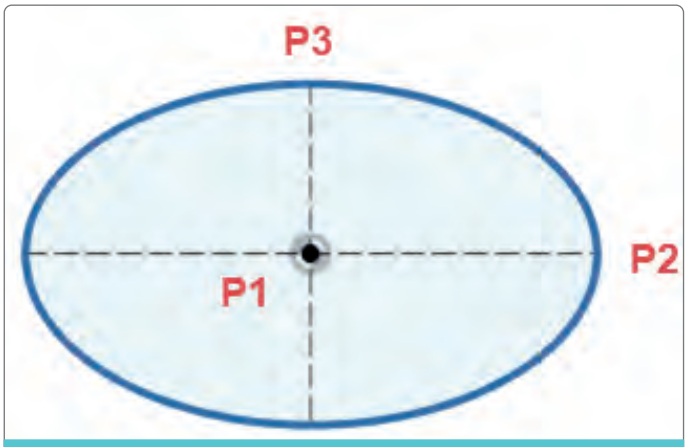
1.7. UYGULAMA

Serbest ölçü kullanarak Görsel 1.28'de verilen şekillerin benzerini çiziniz.

Görsel 1.28: Yuva uygulama parçaları

Ellipse [(Elıps) Elips] Komutu

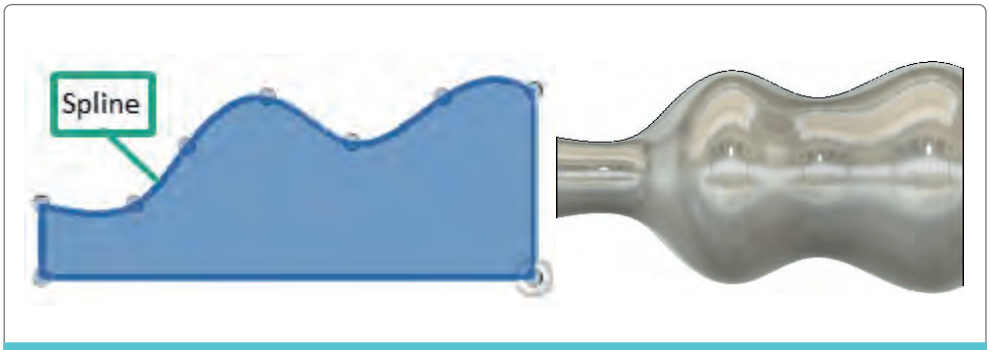
Elips, üç nokta seçilerek oluşturulur. Dairenin yayvan hâline benzer komut araç çubuğundan alınır, sırası ile P1,P2 ve P3 noktaları seçilerek elips çizilir (Görsel 1.29).



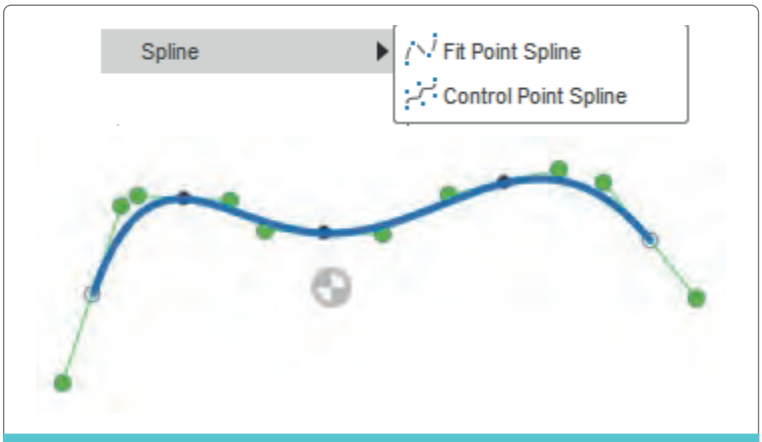
Görsel 1.29: Elips çizimi

Spline [Spline (Eğri) Komutu

Eğri komutu, farklı noktalar ya da doğrulardan geçen birleşik eğriler çizmek için kullanılır. Serbest çizgi olarak çizim yapmaya ve kuralsız geometriler oluşturmaya yarar. Çizgi belirli noktalardan çekiştirilerek istenilen geometri oluşturulabilir. Görsel aksesuar, oyuncak, parfüm şişesi gibi ölçü hassasiyeti gerektirmeyen tasarımlarda tercih edilir. Araç çubuğundan veya **CREATE** menüsü altından ulaşılır. Noktalar tıklanarak oluşturulur (Görsel 1.30). Oluşan noktalardan çekiştirilerek istenilen şekil elde edilebilir (Görsel 1.31).



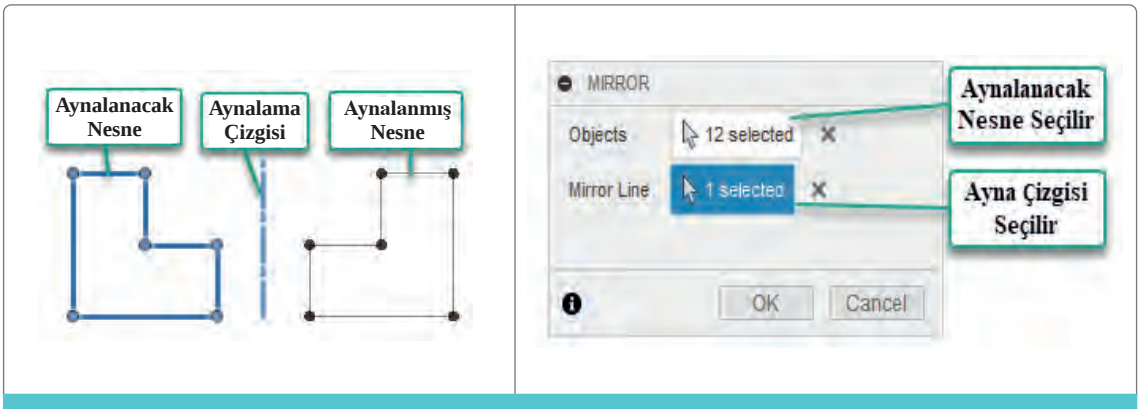
Görsel 1.30: Eğri (Spline) komutu ile oluşturulan model



Görsel 1.31: Eğri

Mirror [(Mırır) Aynalama] Komutu

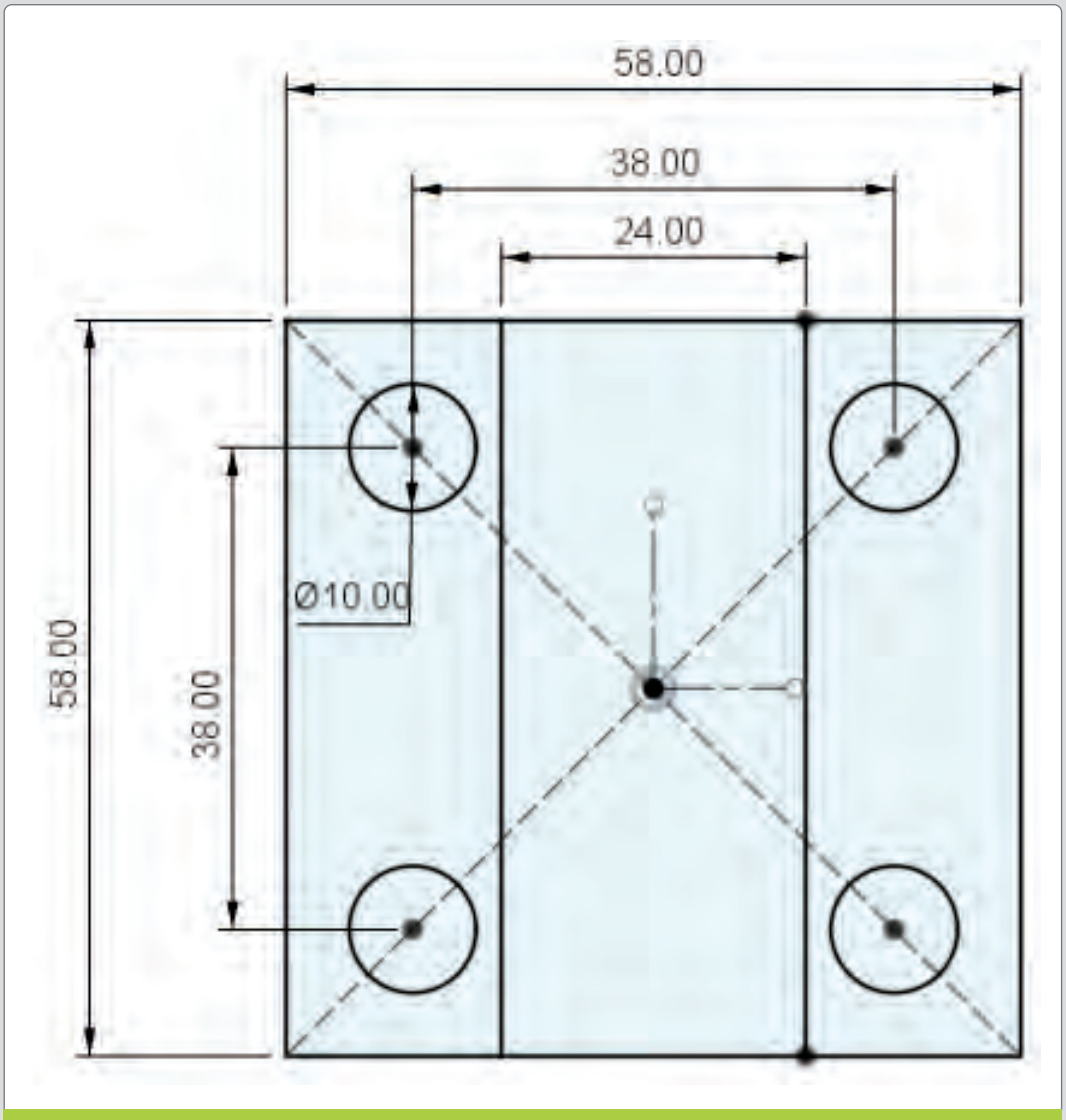
Çizilen nesnelerin bir eksene göre yansıtılmış görüntüsünü oluşturur. Yansıtılan nesne diğerinin tersi olur. Komutu kullanabilmek için bir simetri gereklidir. Komuta araç çubuğundan ulaşıldığı gibi **CREATE** menüsü altından da ulaşılır (Görsel 1.32) Aynalama komutu simetrik çalışmak için çok önemlidir.



Görsel 1.32: Aynalama (Mirror) komutu

1.8. UYGULAMA

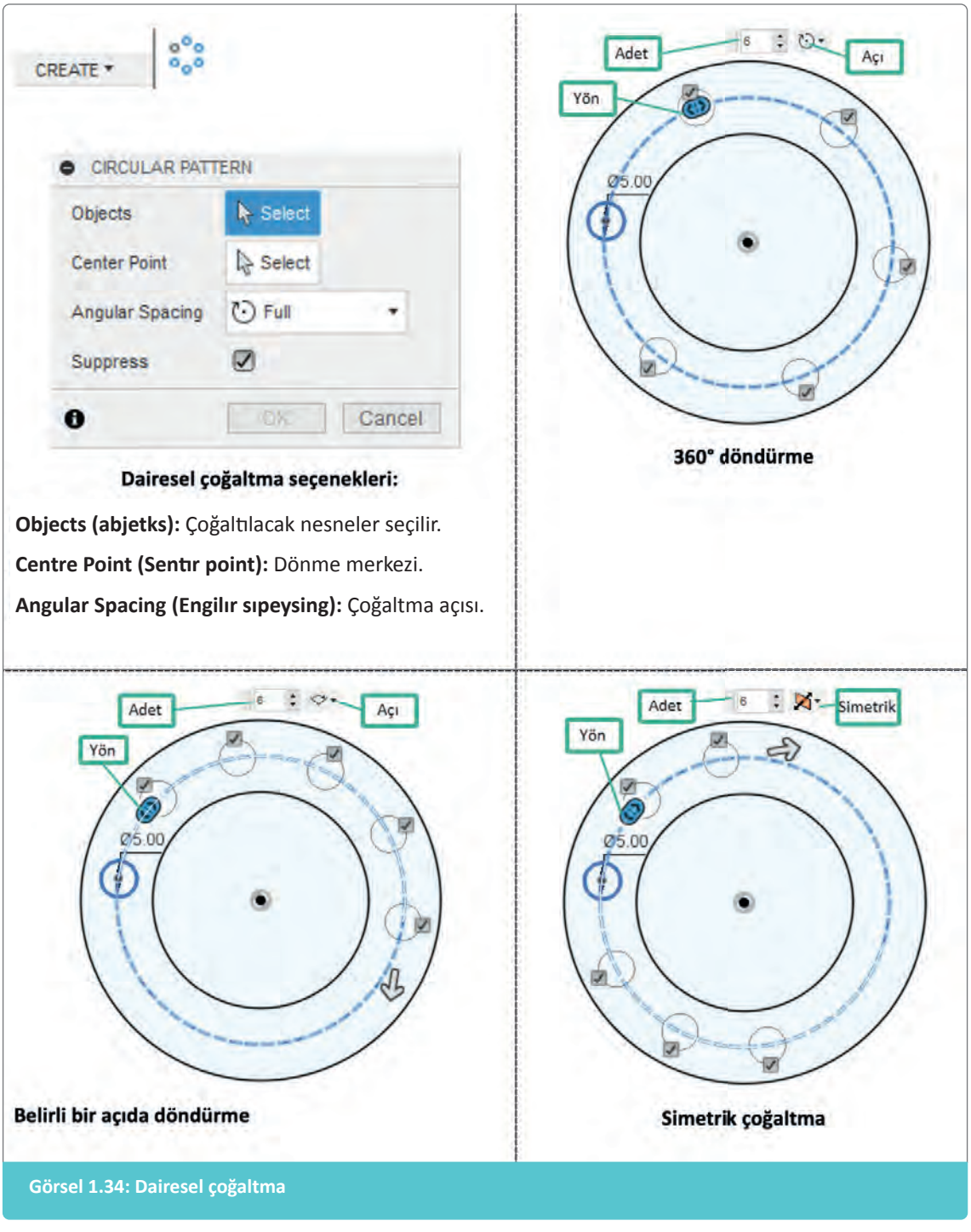
Görsel 1.33'te verilen kalıp plakasını çiziniz.



Görsel 1.33: Kalıp plakası

Circular Pattern [(Pedırn) Dairesel Çoğaltma] Komutu

İki boyutlu nesneleri dairesel olarak çoğaltır. Flanş etrafındaki dairesel delikleri, rulman bilyeleri, pervane kanatları ve benzeri çizimleri dairesel çoğaltmak için kullanılır. Komuta **CREATE** menüsü altından ulaşılır. Bir nesne 360°, belirli bir açı aralığında ve simetrik olarak çoğaltılabilir (Görsel 1.34).



Dairesel çoğaltma seçenekleri:

Objects (abjetks): Çoğaltılacak nesneler seçilir.

Centre Point (Sentır point): Dönme merkezi.

Angular Spacing (Engilır sıpeysing): Çoğaltma açısı.

360° döndürme

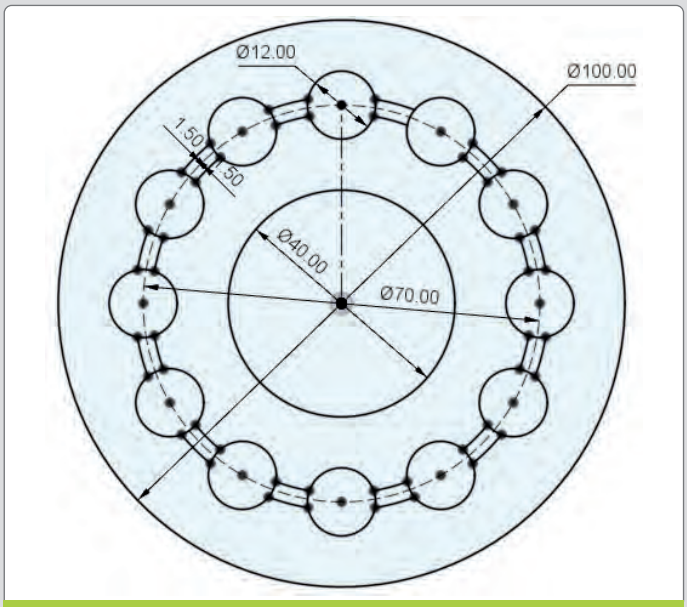
Belirli bir açıda döndürme

Simetrik çoğaltma

Görsel 1.34: Dairesel çoğaltma

1.9. UYGULAMA

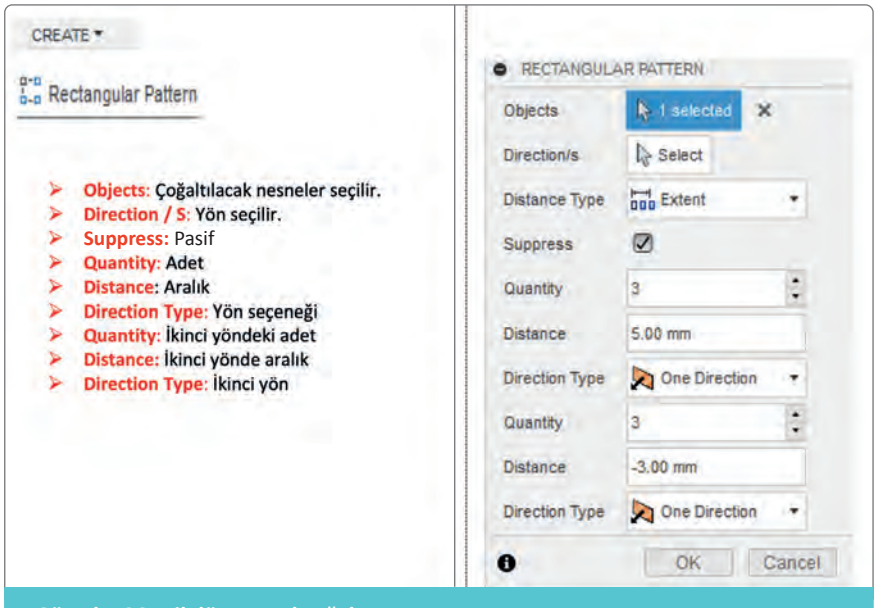
Görsel 1.35'te verilen rulman şeklini çiziniz.



Görsel 1.35: Rulman

Rectangular Pattern [Rektangıl Pedırn (Dikdörtgensel veya Doğrusal Çoğaltma)] Komutu

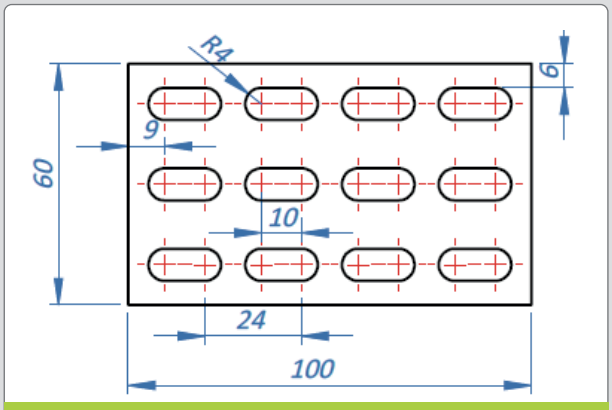
Doğrusal çoğaltma, iki boyutlu nesneleri doğrusal olarak çoğaltır. Bir plaka üzerinde çok sayıda bulunan deliklerin bir tanesi çizilip diğerlerinin aralarındaki mesafeler girilerek doğrusal çoğaltma kolaylıkla elde edilir. Komuta araç çubuğundan **CREATE** menüsü altından ulaşılır. Komut çalıştırıldığında doğrusal çoğaltma menüsü çıkar (Görsel 1.36).



Görsel 1.36: Dikdörtgensel çoğaltma

1.10. UYGULAMA

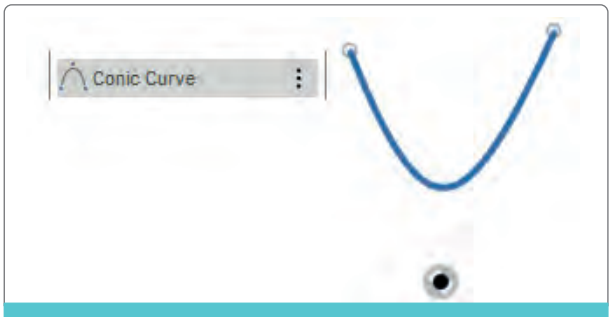
Görsel 1.37'de verilen şekli çiziniz.



Görsel 1.37: Dikdörtgensel çoğaltma

Conic Curve [(Kanik Körv) Konik Eğri] Komutu

Conik Curve komutu başlangıç noktası, bitiş noktası ve tepe noktası belirlenen üç nokta arasında 0,01 ile 0,99 arasında eğri katsayısı belirlenerek konik eğri çizmeye yarar (Görsel 1.38). Komut araç çubuğundan alınır, üç nokta seçilir ve eğri parametresi girilerek oluşturulur.



Görsel 1.38: Eğri

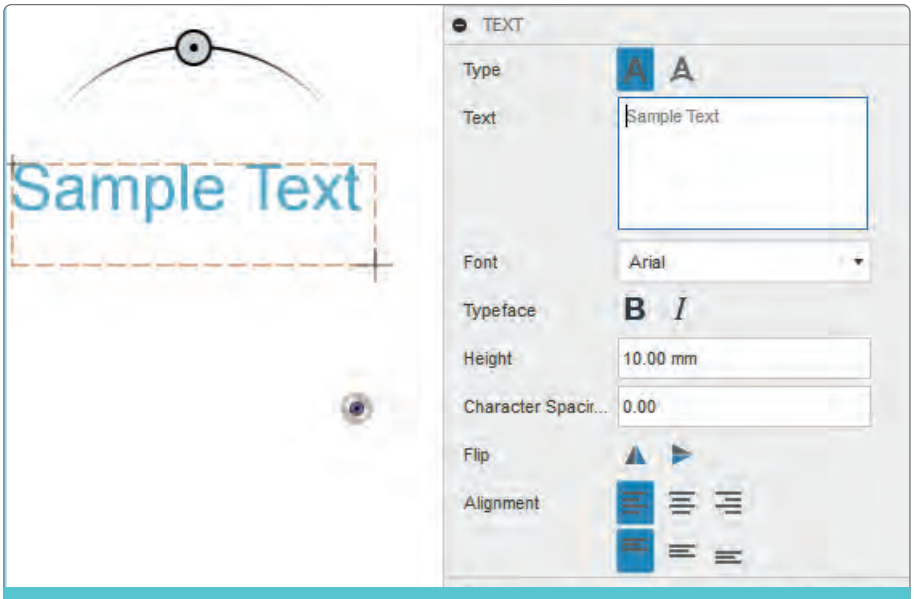
Point [(Point (Nokta)] Komutu

Çizim içerisinde istenen yerlere nokta oluşturur. Ölçü hassasiyeti gerektirmeyen yerlere nokta konularak yaklaşık çizimler sağlanır. Genellikle üç boyutlu çizimlerde konum belirlemek için tercih edilir (Görsel 1.39).

Görsel 1.39: Eğri

Text [(Tekst) Yazı] Komutu

Yazı yazmak için kullanılır. İki boyutlu veya üç boyutlu olarak yazılabilir. Yazılar CAM programı kullanılarak üretilen model üzerine yazılabilir. Yazı karakterleri ve punto ayarları isteğe göre düzenlenebilir (Görsel 1.40).



Görsel 1.40: Yazı (Text) komutu

Project/Include [(Inkluud) Yansıtma/Dönüştürme] Komutu

Project komutu bir eğri, çizgi, yay ve benzeri geometriyi bir katı veya yüzey üzerine yansıtır. Komuta CREATE menüsü altından ulaşılır (Görsel 1.41).

Görsel 1.41: Yansıtma / dönüştürme komutu

Komut seçenekleri (Görsel 1.42) şöyledir:

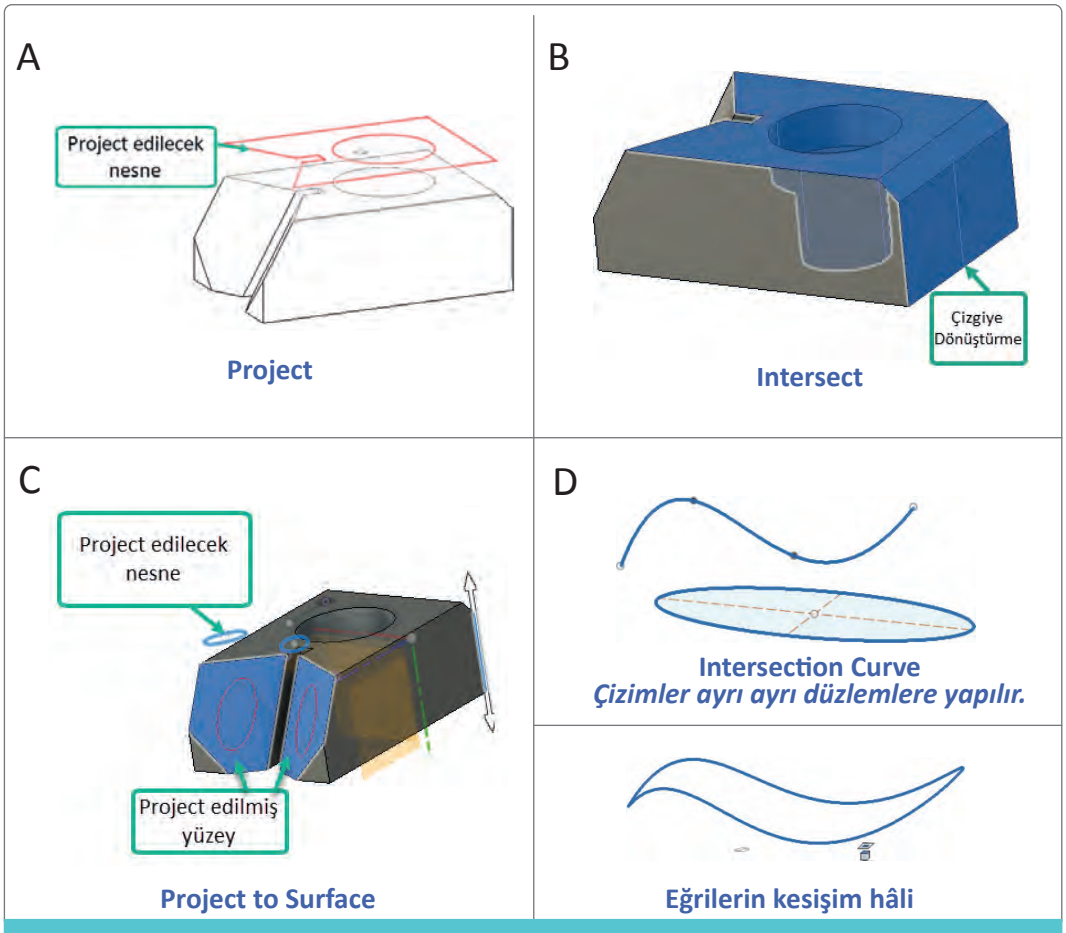
» **Project (Procekd):** Katı veya yüzey üzerinde bulunan geometrileri bir düzleme yansıtır (A).

» **Intersect (İntırsekt):** Bir katı veya yüzeyin bir düzlemde kesişimlerini verir (B).

» **Include 3D Geometry (Inkulud tiri di Ciometri):** 3D tarayıcıdan gelen dataları düzenler. Katı veya yüzey bir objenin üzerindeki bir kenarı 3D çizim olarak bir yüzeye yansıtma oluşturmak için kullanılır.

» **Intersection curve (İntırsekşın körv):** İki eğrinin kesişimini verir (D).

» **Project to surface (Project to sörfis):** Bir geometrinin yüzey üzerine yansıtılmasını sağlar (C).



Görsel 1.42: Yansıtma / Dönüştürme komutu

Sketch Dimension [(Dimenşın) Çizim Ölçülendirme] Komutu

Yapılan çizimlerin istenilen boyuta gelmesini sağlar. Ölçülendirme işlemi iki nokta, çizgi, yay veya daire seçilerek yapılır. Komuta araç çubuğu kısayoldan veya CREATE menüsü altından ulaşılır. Ölçülendirmenin gizlenmesi için SKETCH PALETTE'den Show Dimensions kutucuğundaki işaret kaldırılır (Görsel 1.43).

Görsel 1.43: Çizim ölçülendirme komutu

1.1.4. Çizim Düzenleme (Sketch Modify) Komutları

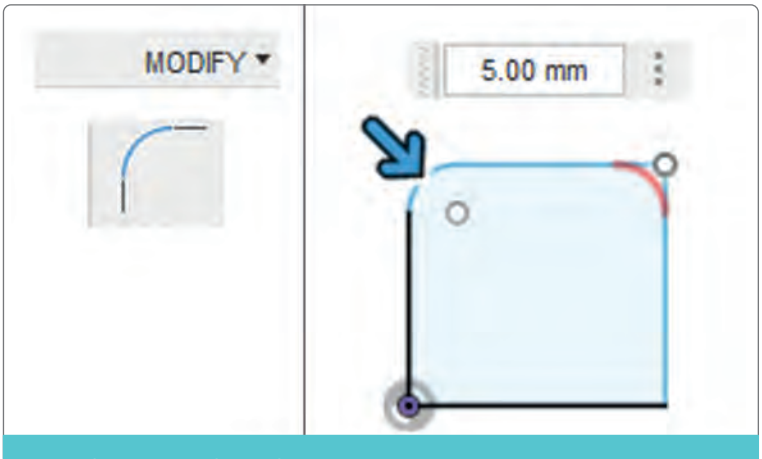
Tasarım aşamasında budama, öteleme, uzatma gibi komutlar kullanılır. Çizim düzenleme komutları Tablo 1.2'deki komutlardır.

Tablo 1.2: Çizim Düzenleme 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 budama yapmak 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 nesnelerini herhangi bir nokta referans alınarak 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.

Fillet [(Filıt) Yuvarlatma/Kavis/Radüs] Komutu

Yuvarlatma komutu, keskin köşeleri yuvarlatmaya yarar. İki çizgi ve eğrilerin köşe noktalarını yuvarlatır. Yay komutunun daha pratik olarak kullanımını sağlar. Komut çalıştırılır, iki çizgi veya köşe seçilir, çıkan pencerede yarıçap girilir ve onaylanır. Araç çubuğuna kısayoldan veya **MODIFY** menüsü altından ulaşılır (Görsel 1.44).



Görsel 1.44: Yuvarlatma komutu

Chamfer [(Çemfir) Pah Kırma] Komutu

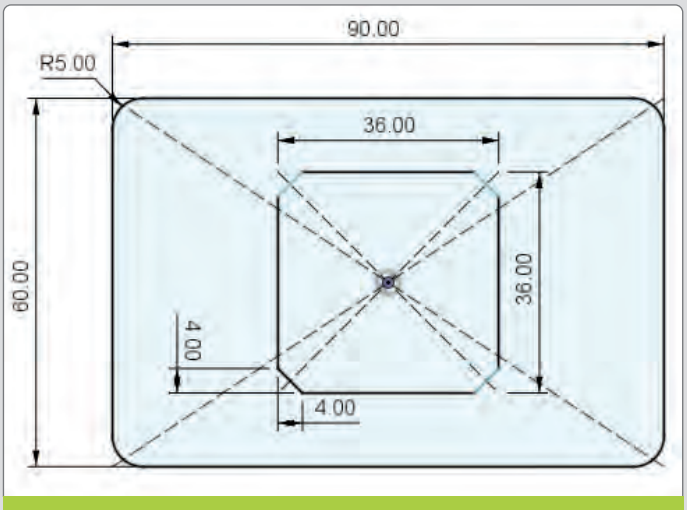
Chamfer komutu, keskin köşelere belirli açı ve ölçüde pah oluşturur. Komuta **CREATE** menüsü altından ulaşılır.

Eşit kenarlı, kenar ve açı, iki kenardan farklı ölçüler vererek üç farklı şekilde oluşturulabilir (Görsel 1.45).

Görsel 1.45: Pah komutu

1.11. UYGULAMA

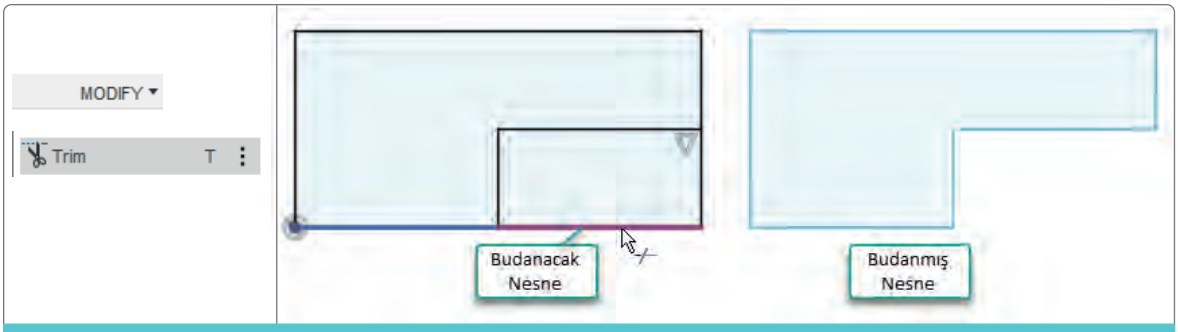
Görsel 1.46'da verilen parçada pah ve radüsleri çiziniz.



Görsel 1.46: Pah ve radüs uygulaması

Trim [(Tirim) Budama] Komutu

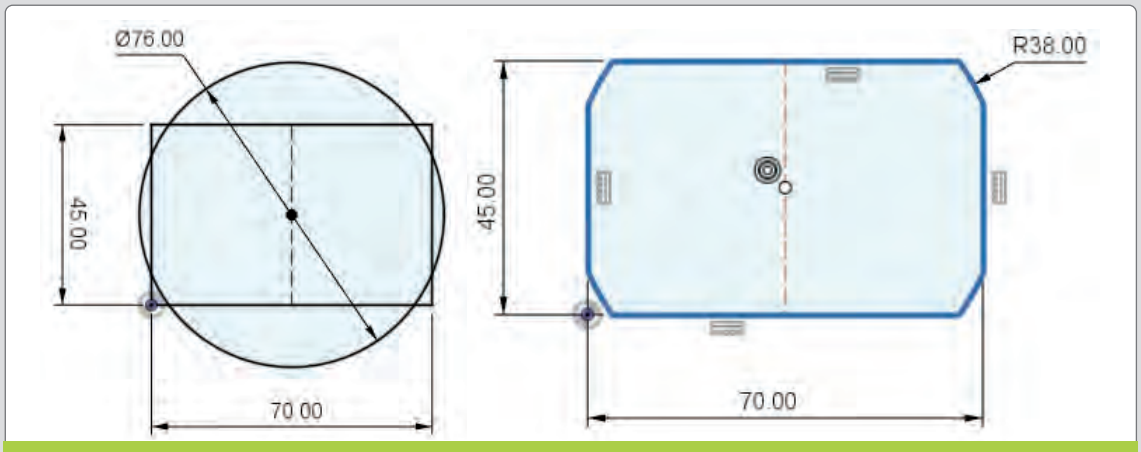
Geometriden istenilmeyen yerleri budama işlemini yapar. Budama komutunun sembolü makas şeklindedir. Budama yapılabilmesi için çakışan en az iki çizgi olması gerekir. Araç çubuğunda kısayol sembolü makas şeklindedir. Budama komutu alınır, budanacak çizgiler seçilir ve farenin sol tuşuna basılarak budanır. Hızlı budama işlemi için fare sol tuşa basılı tutup sürükleyerek budanacak nesnelere değildiğinde budandıkları görülür. Budanacak kısım mor renk olur (Görsel 1.47).



Görsel 1.47: Budama komutu

1.12. UYGULAMA

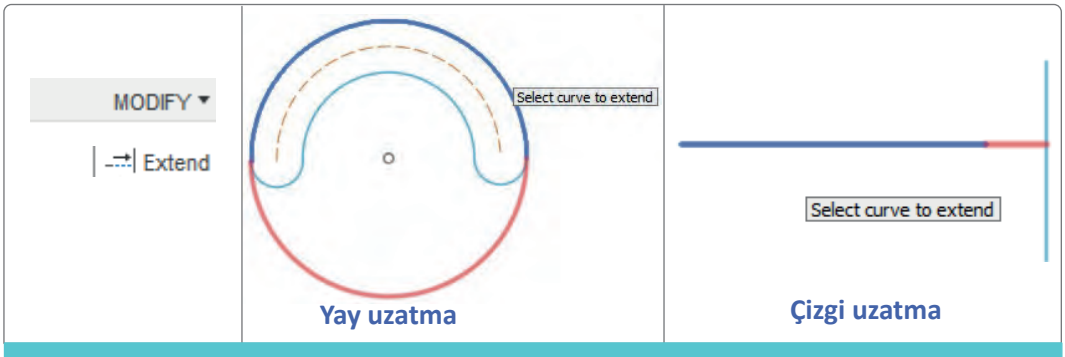
Görsel 1.48'de verilen budama uygulamasını yapınız.



Görsel 1.48: Budama uygulaması

Extend [(Ekstend) Uzatma] Komutu

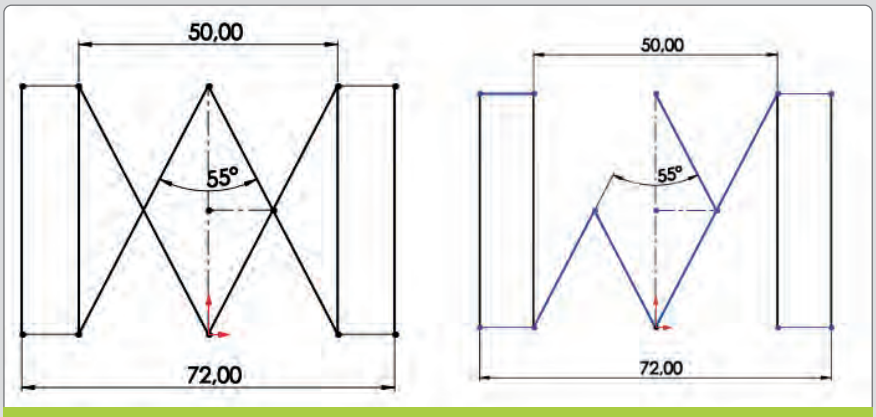
Uzatma komutu; çizgi, yay ve eğri gibi geometrileri istenilen mesafeye kadar uzatır. Nesnelerin uzantısının kesişmesi gerekir. Komuta MODIFY menüsü altından ulaşılır. Uzatılmak istenen nesne seçilir, geometrinin uzayacak kısmı pembe renge dönüşür. İşlem onaylandığında çizgi uzatılmış olur (Görsel 1.49).



Görsel 1.49: Uzatma komutu

1.13. UYGULAMA

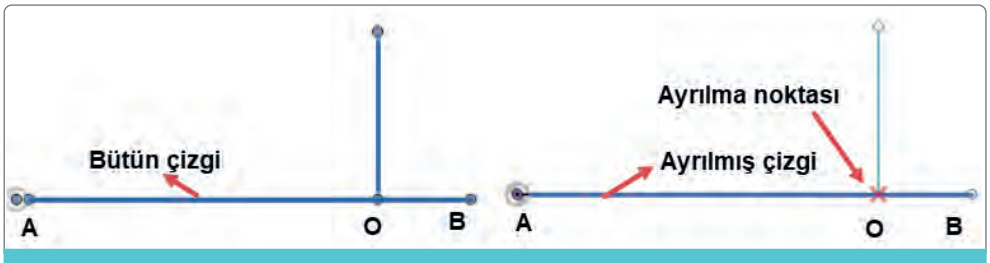
Görsel 1.50'de verilen resimde kısa çizgileri uzatınız.



Görsel 1.50: Uzatma uygulaması

Break [(Bırek) Parça Ayırma] Komutu

Seçilecek objelerin istenilen yerden parçalara ayrılmasını sağlayan komuttur. Nesneleri ayırabilmek için başka bir nesne ile kesişmiş olması gerekir. Parçalara ayrılmak istenilen objenin üzerine gelinip farenin sol tuşuna basıldığında referans doğrultuya göre obje parçalara ayrılır. Görsel 1.51'de verilen A-B çizgisi O noktasından ayrılır.

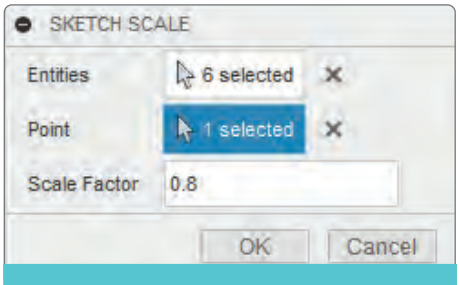


Görsel 1.51: Çizgi ayırma

Scale [(Sıkeyl) Çizim Ölçekleme] Komutu

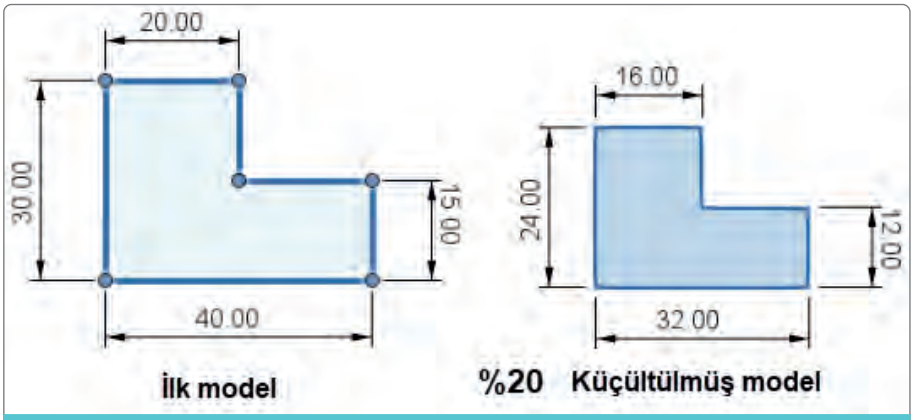
Objeleri istenilen ölçekte büyültüp küçültme işlemi yapar. Komut araç çubuğundan seçilir.

Komut çalıştığında **SKETCH SCALE** penceresi çıkar (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Nesne ölçekleme

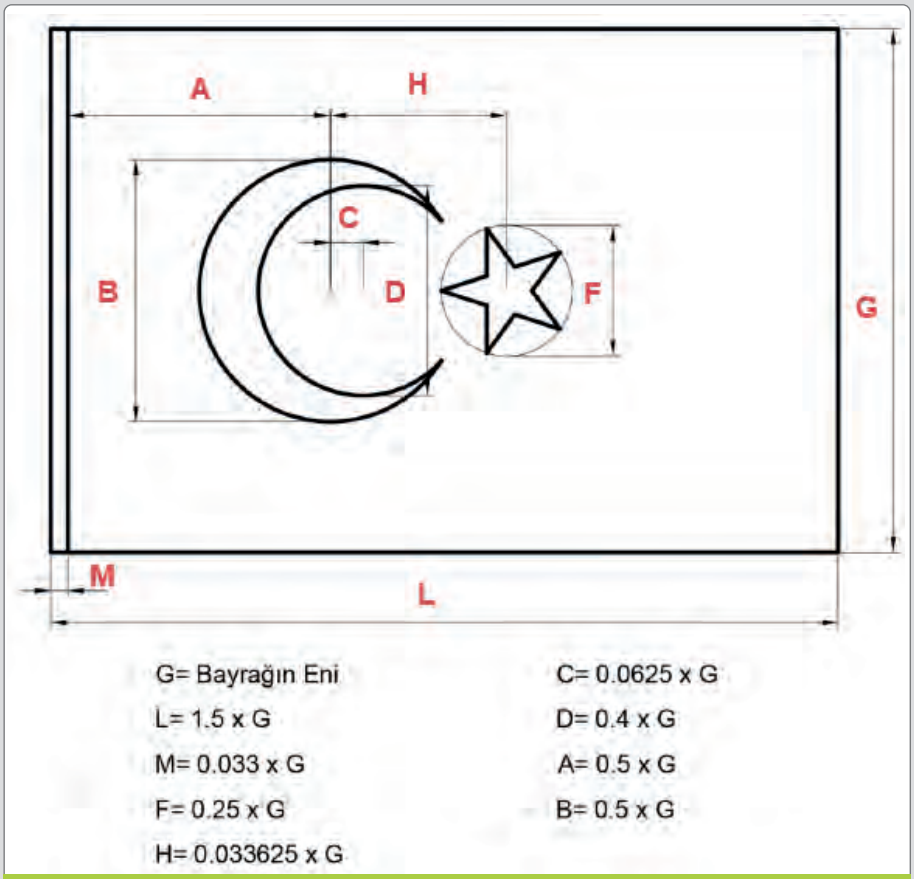
Enstities'den ölçeklenecek nesne seçilir, pointten sabit nokta seçilir ve **SCALE FACTOR** bölümünden istenilen oranda büyültülür veya küçültülür. Parçanın ilk hâli 1 olarak kabul edilir. %20 oranında küçültmek için **SCALE FACTOR** kısmına 0.8 yazılır. Böylece 1-0.8=0.2 elde edilir (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Ölçekleme

1.14. UYGULAMA

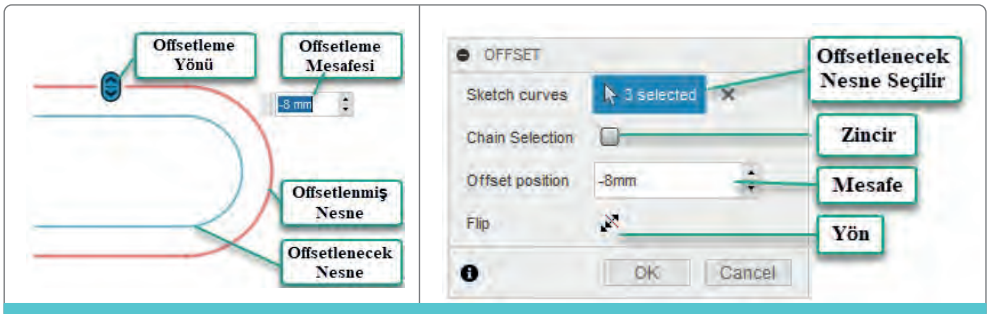
Görsel 1.54'te verilen Türk bayrağını %40 oranında büyütünüz.



Görsel 1.54: Türk bayrağı ölçüleri

Offset [(Offset) Öteleme] Komutu

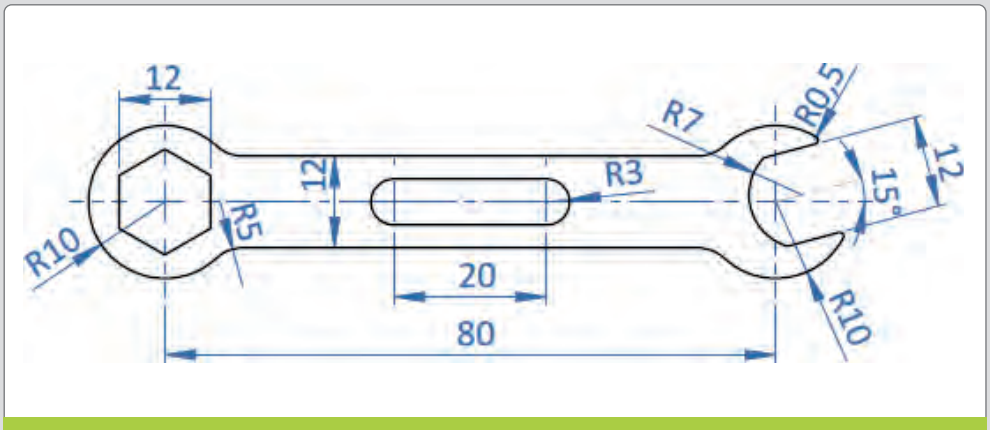
Öteleme; çizgileri, kenarları, eğrileri ve profilleri belirli bir mesafede öteleyerek nesnenin aynısını yapma işlemidir. Komuta araç çubuğu kısayoldan, klavyeden O harfine basılarak veya **MODIFY** menüsü altından ulaşılabilir. Komut çalıştırıldığında çıkan pencerede ötelenecek nesne seçilir, aradaki mesafe girilir, yön belirtilir ve onaylanır (Görsel 1.55).



Görsel 1.55: Öteleme komutu

1.15. UYGULAMA

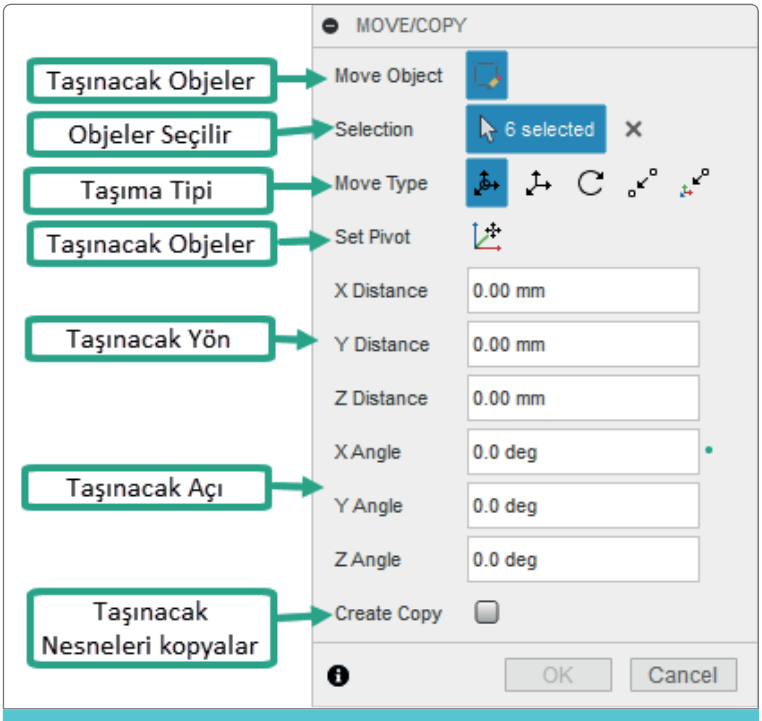
Görsel 1.56'da verilen anahtarı çizip ölçülendiriniz.



Görsel 1.56: Anahtar

Move/Copy) [(Move/Copy) Taşıma/Kopyalama] Komutu

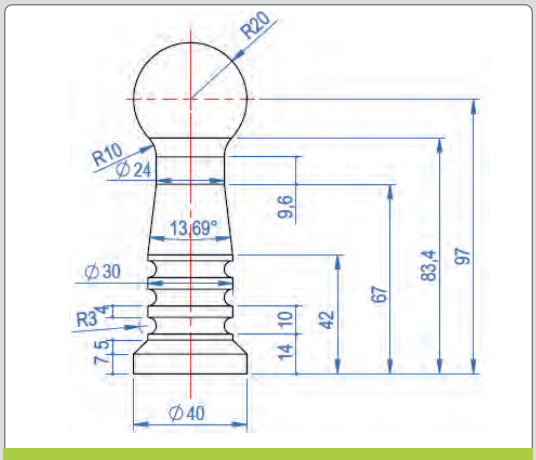
Seçilen nesneyi istenilen yere taşır veya istenilen adette kopyalar. Komut çalıştırıldığında Move/Copy menüsü çıkar (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Taşıma/kopyalama komutu

1.16. UYGULAMA

Görsel 1.58'de verilen piyonu çizip 7 adet kopyalayınız.



Görsel 1.58: Piyon

Çizim İlişkilendirme Komutları

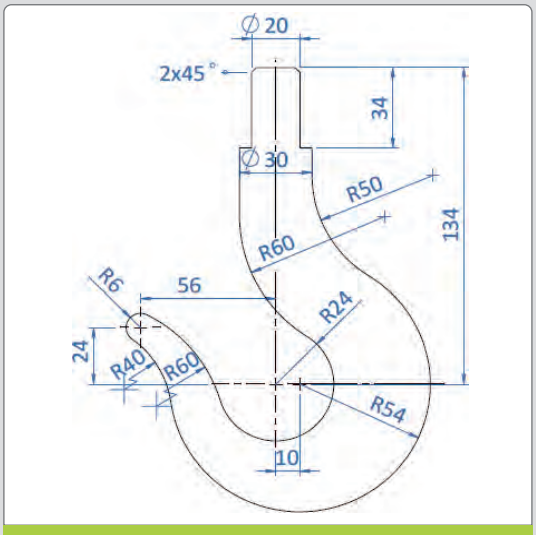
İki boyutlu çizim yapılırken nesneler birbirleri ile ilişkilendirilir. Böylece çizim yapmak kolaylaşır ve daha hızlı çizim yapılmasına yardımcı olur. Çizgilerin ve eğrilerin teğetlik, diklik , paralellik ve eşitlik gibi ilişkileri oluşturulur (Tablo1.3). Nesneleri ilişkilendirme komutları **CONSTRAINTS** [(Kontstreyns) Sınırlandırmalar] menüsü altında bulunur.

Tablo 1.3: Objeleri İlişkilendirme Komutları

Sembol	Komut	Kısayol
	Horizontal/Vertical	Çizginin, yatay (horizantal) 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.

1.17. UYGULAMA

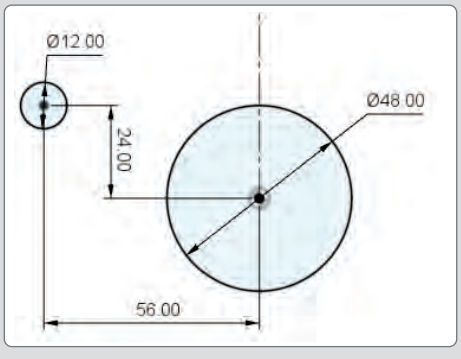
Görsel 1.59'da verilen kancayı çiziniz.



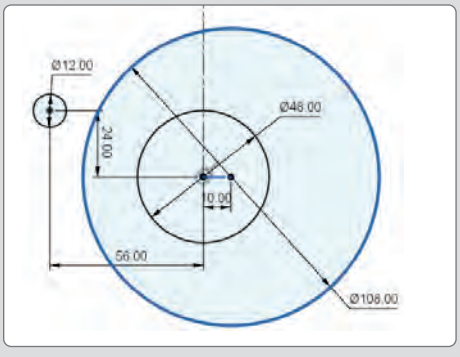
Görsel 1.59: Kanca çizimi

İŞLEM BASAMAKLARI

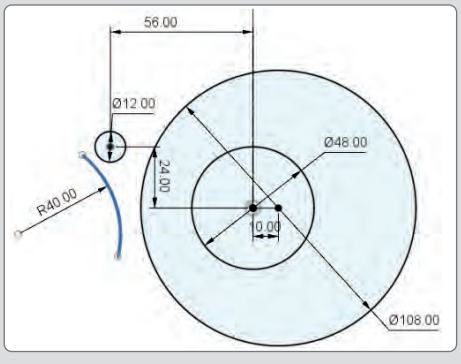
R24 ve R6 daireler çizilir.



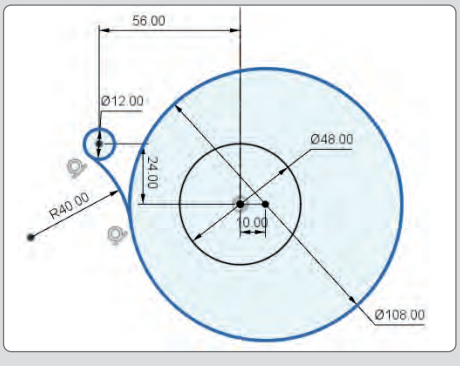
Merkezden 10 mm sağa eksen ve R54 daire çizilir.



Üç noktadan geçen R40 yay çizilir.

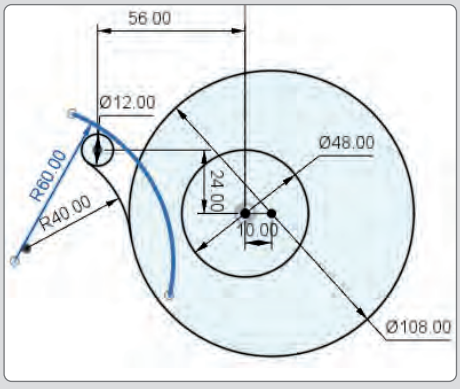


R40 yay ,D12 ve D108 dairelerin teğetlik ilişkisi verilir ve fazlalıklar budanır.

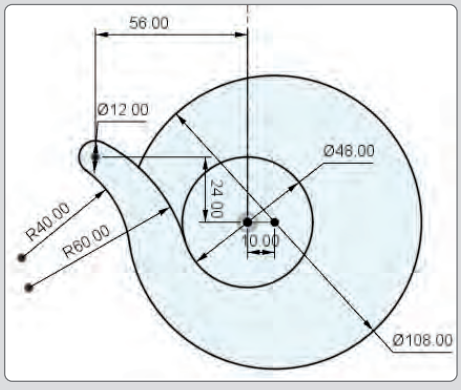


1.17. UYGULAMANIN DEVAMI

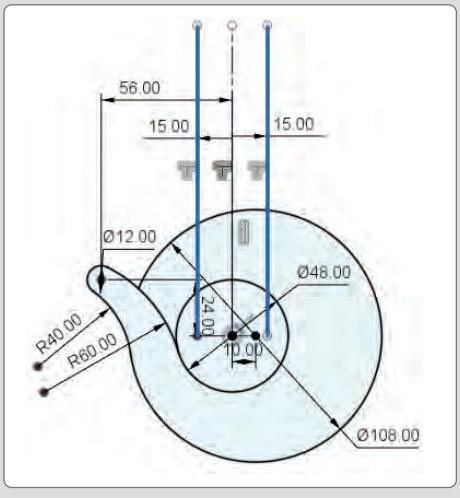
Üç noktadan geçen R60 yay çizilir.



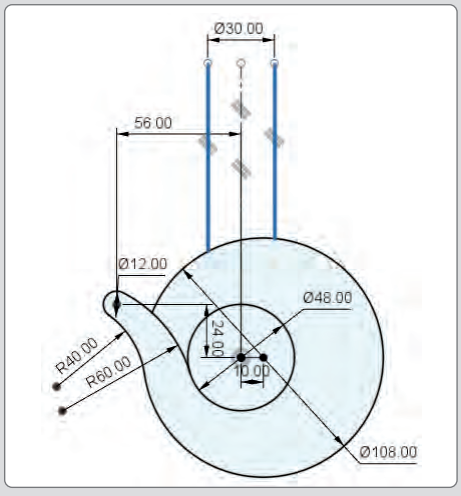
R60 yay ,D12 ve D108 daireler teğetlik ilişkisi verilir ve fazlalıklar budanır.



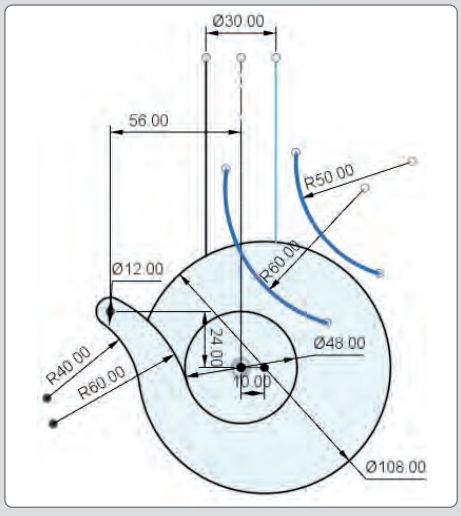
Merkez çizgi iki yönlü olarak 15 mm ötelenir.



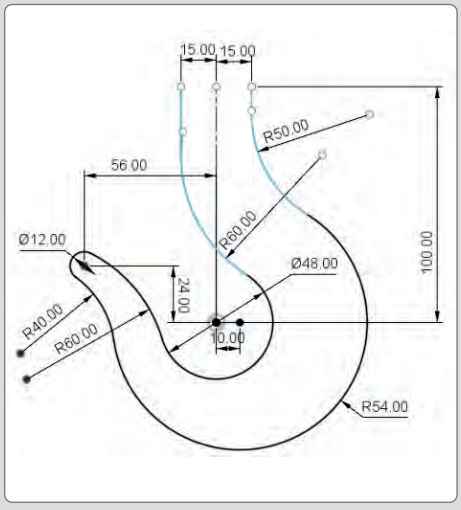
Fazla çizgiler budanır.



R50 ve R60 yayları çizilir. Teğetlik ilişkisi verilir.

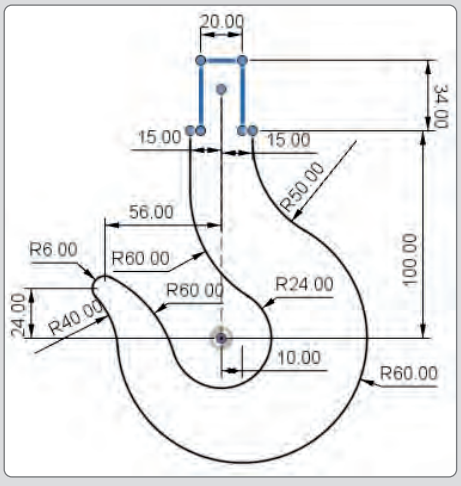


Fazla çizgiler budanır.

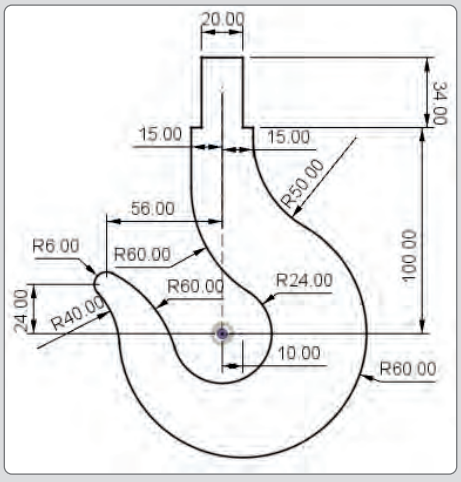


1.17. UYGULAMANIN DEVAMI

D20 çapı çizilir.

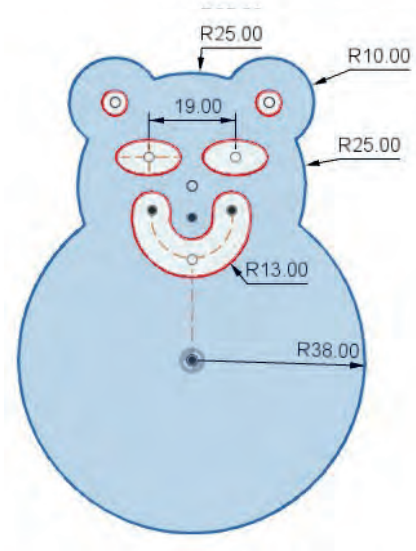


Çizimin son hâli oluşur.

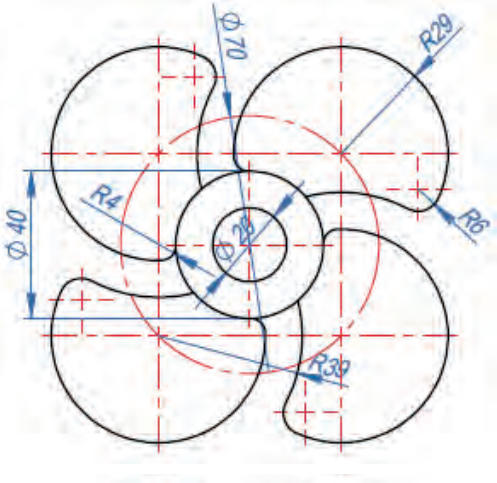


SIRA SİZDE

Aşağıda verilen parçaları iki boyut çizim komutlarını ve objeleri ilişkilendirme özelliklerini kullanarak çiziniz (Görsel 1.60).

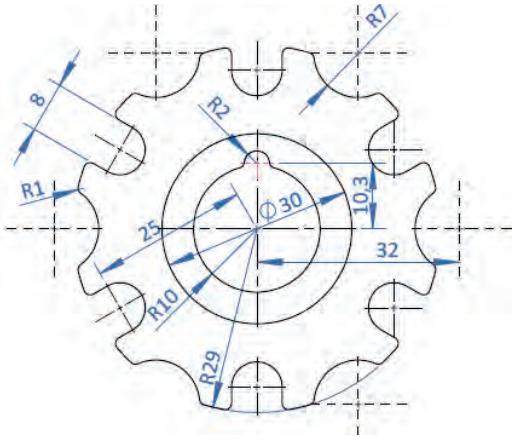


Ayıcık

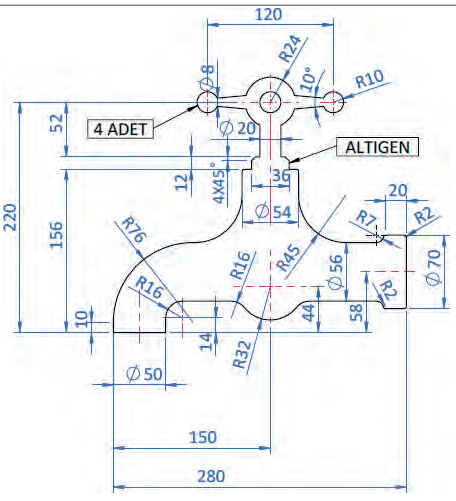


Pervane

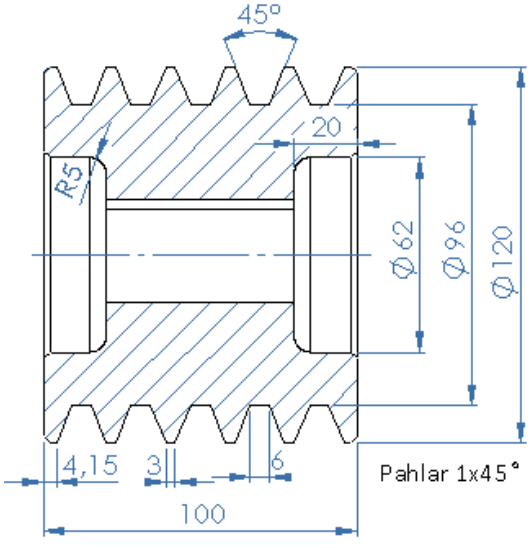
Görsel 1.60: Etkinlik parçaları

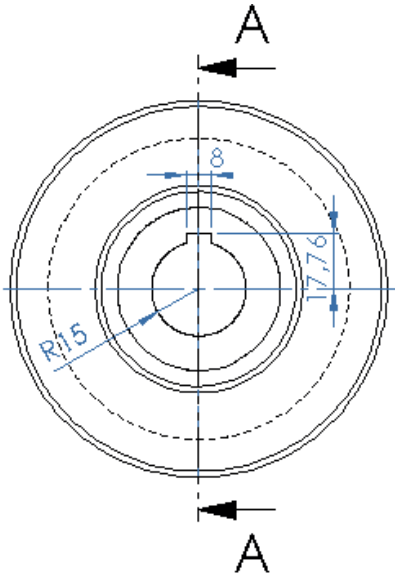


Ambalaj makine parçası



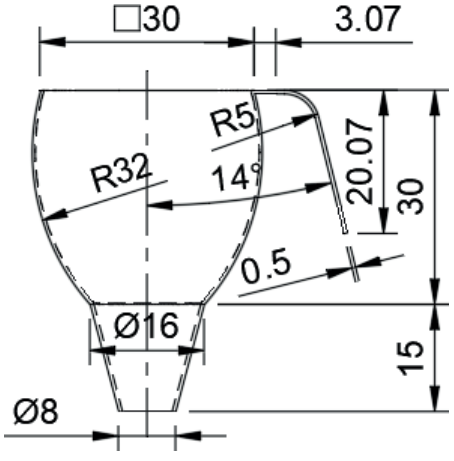
Musluk



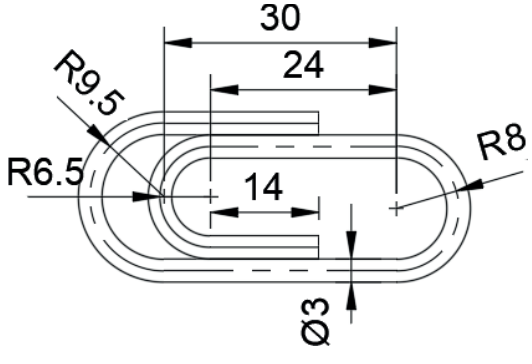


A-AKesiti

Kasnak

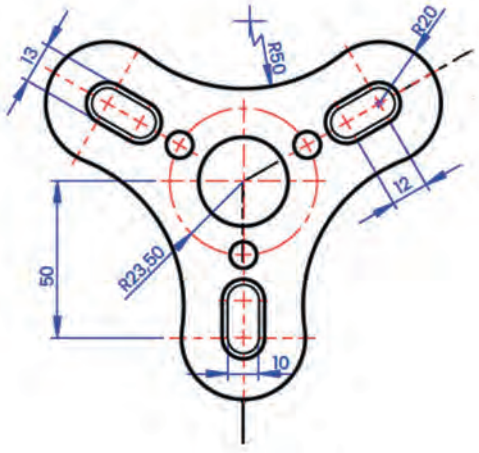


Huni

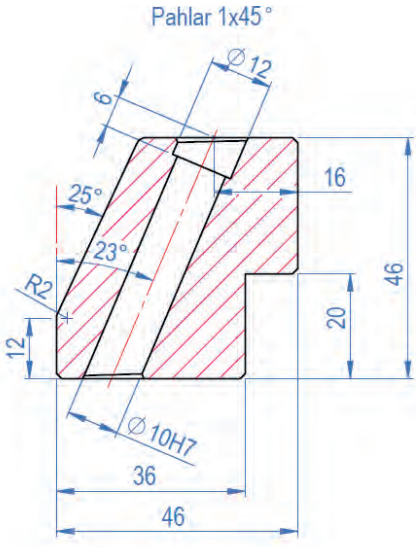


Ataş

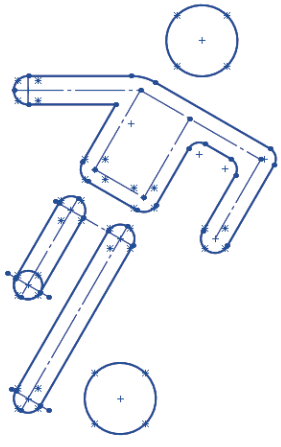
Görsel 1.60'ın devamı: Etkinlik parçaları



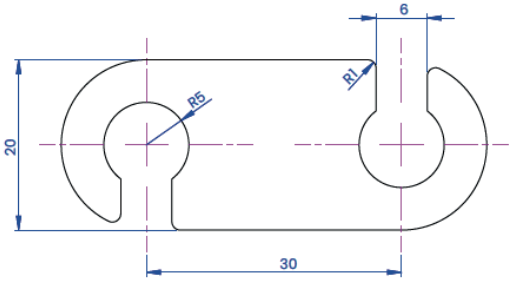
Tutucu parça



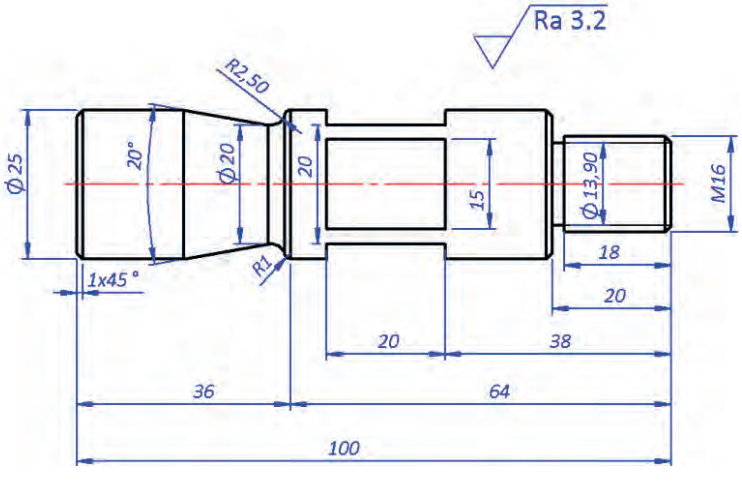
Kalıp maçası



Futbolcu



Sabitleme kancası



Kalıp bağlama sapı

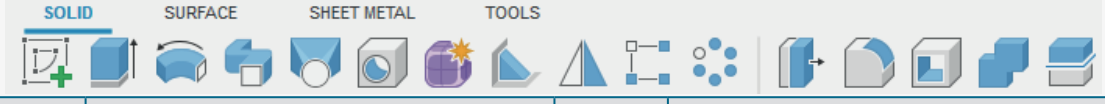
Görsel 1.60'ın devamı: Etkinlik parçaları

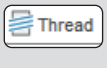
1.1-17 DAHİL UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	HAYIR
1.	CAD ve CAM programının kullanım amacını bildi.		
2.	Programı kurdu.		
3.	Çizim ayarlarını yaptı.		
4.	Yeni sayfa açtı.		
5.	İki boyutlu çizim komutlarını kullanarak çizimleri yaptı.		
6.	Çizim ilişkilendirme komutlarını kullandı.		
7.	Çizim düzenleme komutlarını kullandı.		
8.	Çizimi kaydetti.		
9.	Klavye ve fare kısayollarını bildi.		

1.2. KATI MODEL OLUŞTURMA

Katı modellemede oluşan model et kalınlığı veya tamamen dolu olarak oluşturulur. İki boyutlu yapılan çizime yükseklik ve derinlik verilerek katıya dönüştürülür. Katı komutlarına solid menüsünden ulaşılır (Tablo 1.4).

Tablo 1.4: Objeleri İlişkilendirme Komutları



	Extrude (Eksturud): Kalınlık vererek katı oluşturma işlemi yapar.		**Revolve (Rivolv):** Döndürerek katı oluşturma işlemi yapar.
	Sweep (Sivip): Süpürerek katı oluşturma işlemi yapar.		**Loft:** Profilleri birleştirerek katı model oluşturur.
	Shell (Şel): Kabuk veya et kalınlığı oluşturma işlemi yapar.		**Rib:** Kaburga destek (feder) oluşturur.
	Regtangular Pattern (Regtangıl Pettırn): Doğrusal çoğaltma işlemi yapar.		**Circular Pattern (Sörkılır Pettırn):** Dairesel çoğaltma işlemi yapar.
	Fillet (Radüs): Köşe yuvarlatma işlemi yapar.		**Chamfer (Çemfır):** Pah oluşturur.
	Mirror (Mırır): Aynalama işlemi yapar.		**Split (Siplit):** Ayırma işlemi yapar.
	Combine (Kombine): Birleştirme işlemi yapar.		**Press Pull (Pres Pul):** Yüz uzatma işlemi yapar.
	Hole (Delik): Delik delme işlemi yapar.		**Thread (Törd):** Diş açma işlemi yapar.

1.2.1. Extrude [(Eksturude) Kalınlık Vererek Katı Oluşturma] Komutu

Seçilen nesnelere kalınlık vererek katı model oluşturur. Operasyon seçeneklerinde kesme işlemi, iki gövdeyi birleşik veya ayrı çizme, iki gövdenin kesişimini alma özelliği vardır. Kapalı olmayan geometrilerden de extrude veya cutextrude yapılır. Type kısmında kırmızı çerçeveli **Thin extrude** seçilirse et kalınlığı verir. Komuta araç çubuğu kısayoldan ulaşılır (Görsel 1.61). Seçilen yüzeye kadar extrude edilerek yüzeyin formunda yeni gövde elde edilebilir. Bu yöntemle kalıp ayrımı yapılabilir. All seçeneği ile boydan boya keser veya karşılaştığı yüzeyin şeklini alır. Bu yöntemle de kalıp ayrımı yapılabilir. İnter section seçeneğinde iki gövdenin kesişimini alır.

Extrude Komutu

Type: Extrude tipi, kırmızı çerçeveli kısım et kalınlığı vererek katı oluşturma.

Profiles: Profil

Start: Başlangıç noktası

Direction: Yön

Extance Type: [(Extenşın tayp) Uzatma tipi]

Distance Ölçü vererek uzatma

To Object Objeye kadar uzatma

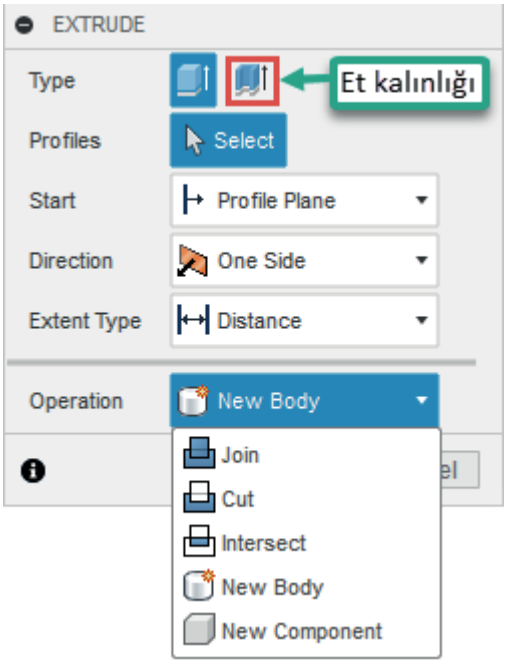
All Tümünden veya boydan boya uzatma

Distance (Distıns): Uzatma miktarı

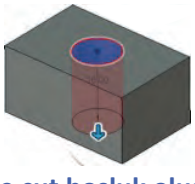
Taper Angle: Açı

Oparation: Operasyon şekli

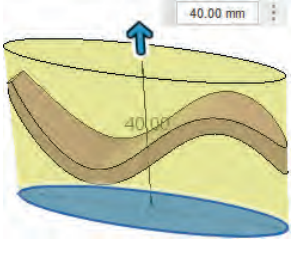
- **New body:** Yeni gövde
- **Join (Coin):** İki gövdeyi birleştirir.
- **Cut:** Katıdan keserek boşluk oluşturur.
- **Intersect (İntırsekt):** İki katının kesişimini alır.
- **New component:** Yeni parça oluşturur.

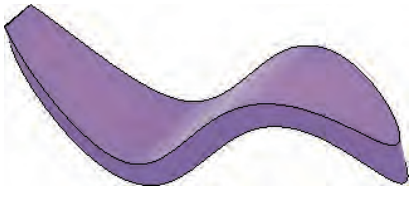


Extrude yeni gövde



Extrude cut boşluk oluşturma

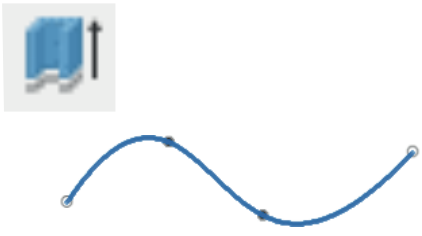




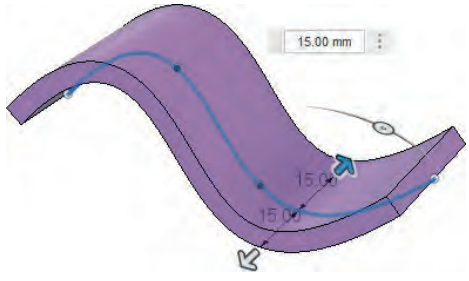
İntersec (Kesişim)

Görsel 1.61: Extrude seçenekleri

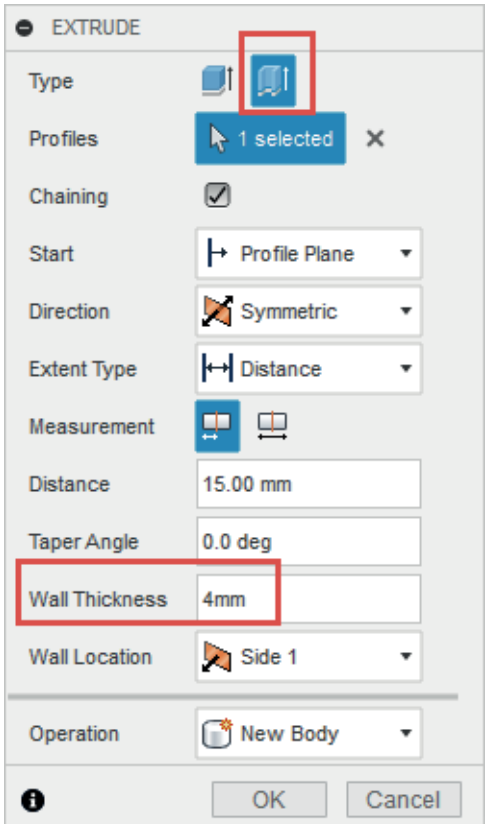
Çizim yapılırken sadece kapalı konturlar kullanılmaz. Açık konturlar da çizimde kullanılır. Sadece bir çizgi, yay, eğri extrude komutu ile kalınlık vererek katı oluşturulabilir (Görsel 1.62).



Açık profil



Et kalınlığı vererek exturude yapma

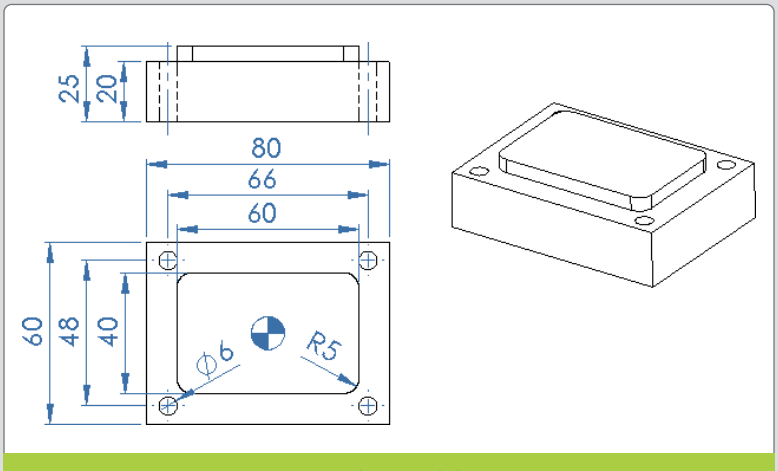


Wall Thickness: Duvar kalınlığı (Et kalınlığı)

Görsel 1.62: Açık konturdan katı oluşturma

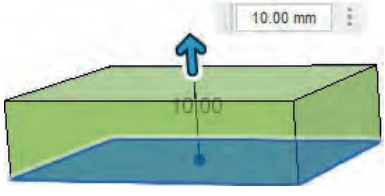
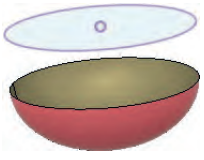
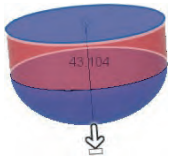
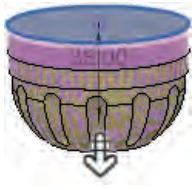
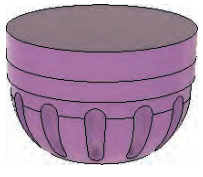
1.18. UYGULAMA

Görsel 1.63'te verilen plakayı çiziniz.



Görsel 1.63: Plaka

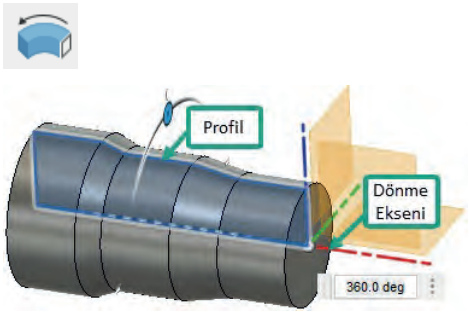
Yüzey komutları kullanılarak daha kolay tasarım yapılır. Karmaşık parça tasarımında önce yüzey oluşturulur daha sonra yüzeyin şekline göre exturde yapılarak model elde edilebilir (Görsel 1.64).

Extance Type: Uzatma tipi		
Distance **Ölçü vererek uzatma**	To Object **Objeye kadar uzatma**	All **Tümünden, boydan boya uzatma**
	  	  

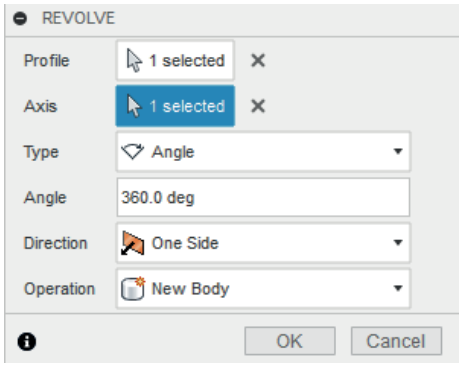
Görsel 1.64: Extrude seçenekleri

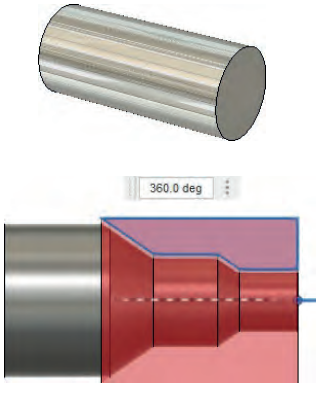
1.2.2. Revolve [(Rivolv) Döndürerek Katı Oluşturma] Komutu

Döndürerek katı oluşturma komutu, bir profili bir eksen etrafında belirli açıda döndürerek veya katı üzerinde bir profili keserek katı oluşturur (Görsel 1.65).



Döndürerek katı oluşturma





Döndürerek kesme

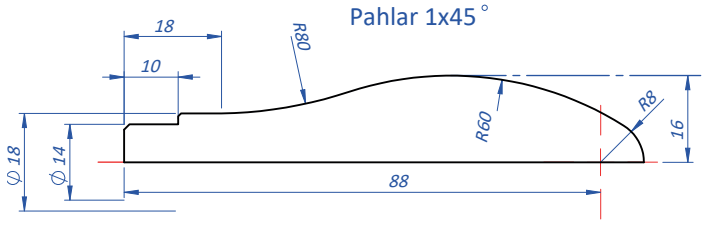
Profile: Profil
Axis: Dönme ekseni
Type: Döndürme tipi
Angle: Açı
Direction (Dırekşın): Yön
Operation (Opıreyşın): Operasyon şekli

- **New Body (Niv Badi):** Yeni gövde
- **Join (Coin):** İki gövdeyi birleştirme
- **Cut (Kat):** Katıdan keserek boşluk oluşturur.
- **Intersect (İntırsekt):** İki katını kesişimini alır.
- **New component (Niv Kompenent):** Yeni parça oluşturur. Operasyon seçenekleri exturde operasyonu ile aynıdır.

Görsel 1.65: Döndürerek katı oluşturma seçenekleri

1.19. UYGULAMA

Görsel 1.66'da verilen tornavida sapını çiziniz.



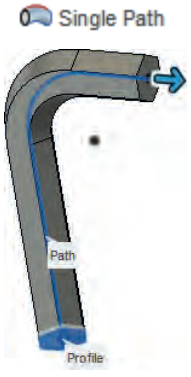
Geometri

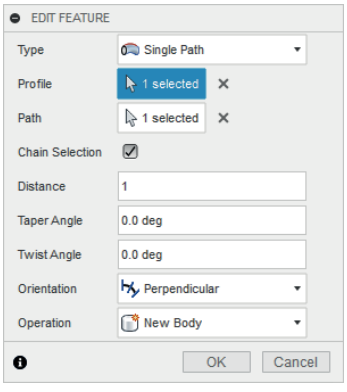
3D katı

Görsel 1.66: Tornavida sapı

1.2.3. Sweep [(Sivip) Süpürerek Katı Oluşturma] Komutu

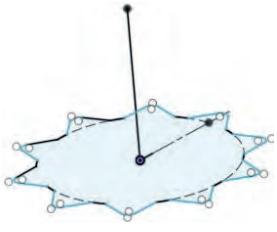
Süpürerek katı oluşturma komutu, kapalı bir profili bir yol boyunca süpürerek katı oluşturur. Yol ve profiller ayrı ayrı düzlemde çizilmelidir (Görsel 1.67). Komut çalıştırılır, yol ve profil seçilir, chain selection (çeyn sılekşın) kutucuğu işaretlenirse zincir seçilir ve distance kutucuğuna en fazla 1 yazılır. Buradaki 1, ölçünün %100'üne uygular ve 0.9 yazılırsa %90'lık uygular. Taper angle yazılan değer kadar şekli konikleştirir. Twist angle (Tıvist engıl) yazılan değer kadar büker.



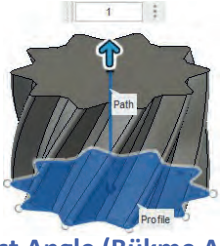


» **Type:** Sweep tipi
» **Profile:** Profil
» **Path (Peth):** Profilin takip edeceği yol seçilir.
» **Chain Selection:** Kutucuk işaretli ise zinciri seçer.
» **Distance:** Mesafe
» **Taper Angle:** Konik açı
» **Twist Angle:** Bükme açısı

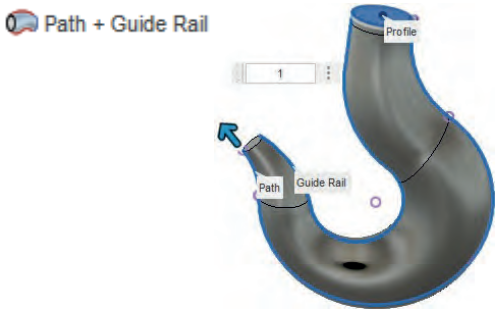
» **Orientation:** Profile dik veya paralel
New body: Yeni gövde
Join: İki gövdeyi birleştirme
Cut: Katıdan keserek boşluk oluşturur.
İntersec: İki katının kesişimini alır.
New component: Yeni parça oluşturur.



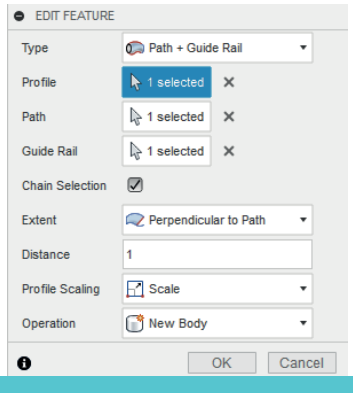
Bükerek profil oluşturma



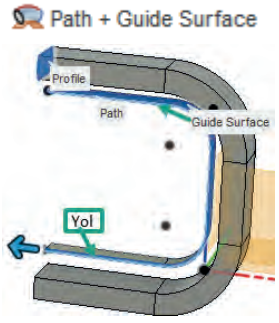
Twist Angle (Bükme Açısı)

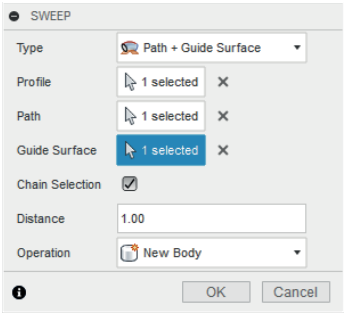


Profil ve kılavuz eğri



Görsel 1.67: Süpürerek katı oluşturma seçenekleri





Görsel 1.67'nin devamı: Extrude seçenekleri

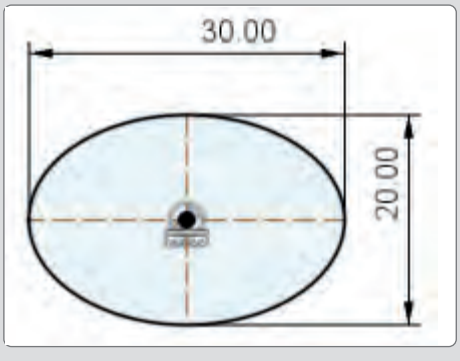
1.20. UYGULAMA

Görsel 1.68'de verilen şampuan şişesini 3D olarak çiziniz.

Görsel 1.68: Şampuan şişesi

İŞLEM BASAMAKLARI

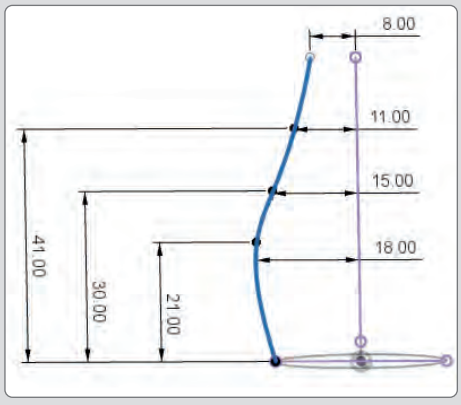
Üst düzlem



Ön düzlem

1.20. UYGULAMANIN DEVAMI

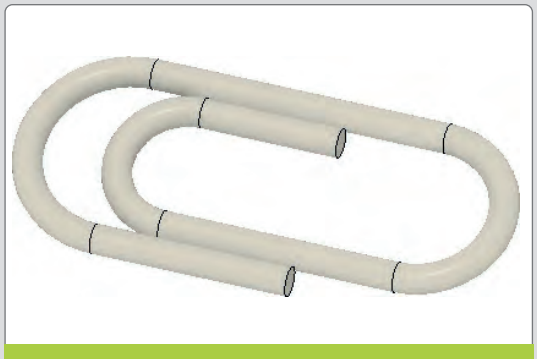
Yan düzlem



3D Katı model

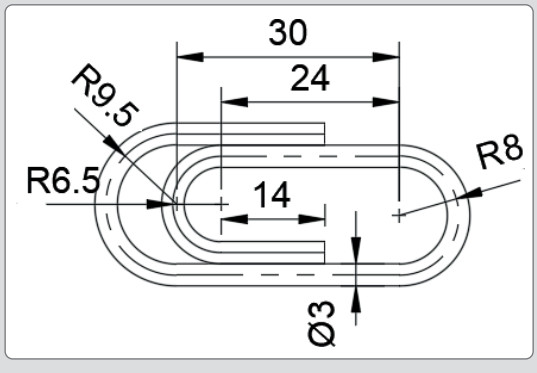
1.21. UYGULAMA

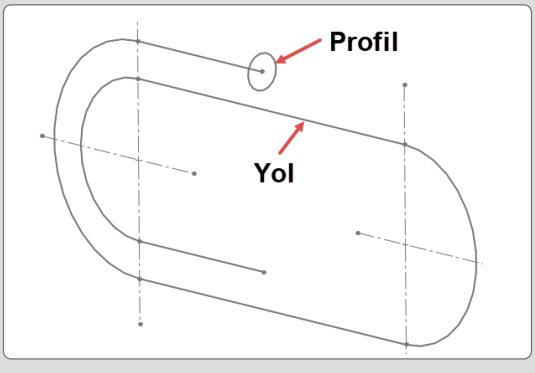
Görsel 1.69'da verilen ataşı çiziniz.



Görsel 1.69: Ataş

İŞLEM BASAMAKLARI





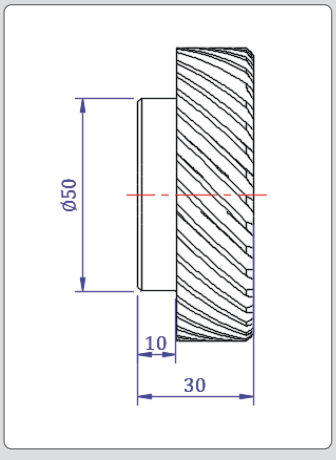
1.22. UYGULAMA

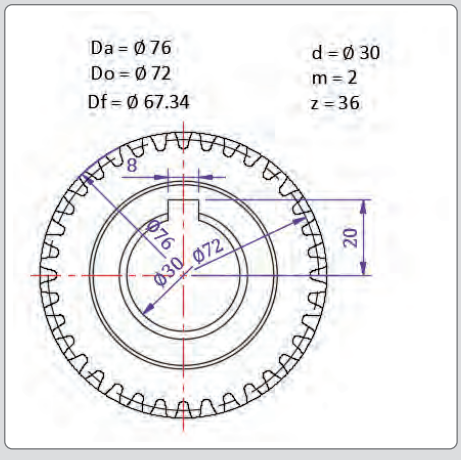
Görsel 1.70'te verilen helis dişli çarkı çiziniz (Profil yaklaşık alınabilir).

Görsel 1.70: Helis dişli çark

İŞLEM BASAMAKLARI

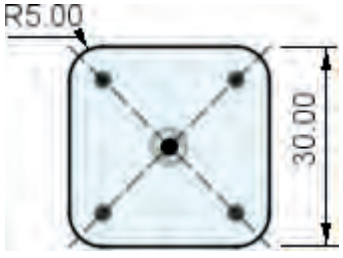
M=2, Z=36 diş, Pahlar 1x45°



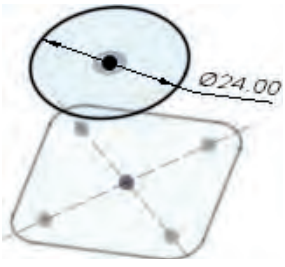


1.2.4. Loft [(Loft) Farklı Profilleri Birleştirerek Katı Oluşturma] Komutu

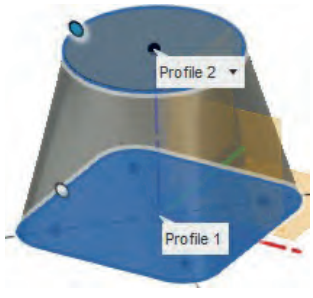
Loft komutu iki veya daha fazla profili, doğrudan veya bir yolu takip ederek birleştirip model oluşturur. Profillerin ayrı ayrı düzlemlerde ve kapalı olması gerekir (Görsel 1.71).



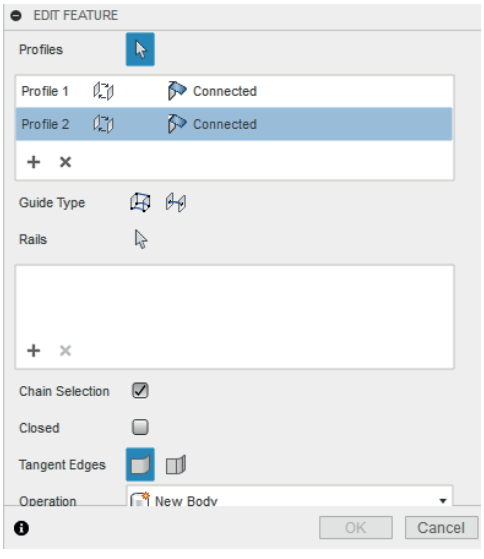
Top düzleme profil çizilir.



» Top düzleme paralel 25 mm uzaklıkta düzlem oluşturulur.
» Düzleme Ø24 daire çizilir.



Loft komutu ile iki profil birleştirilir.



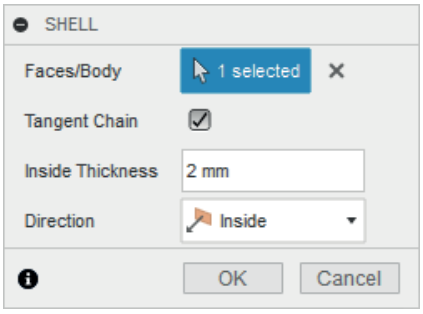
Profiles: Profil
Guide Type: Yol takip şekli
Rails: Kılavuz eğri

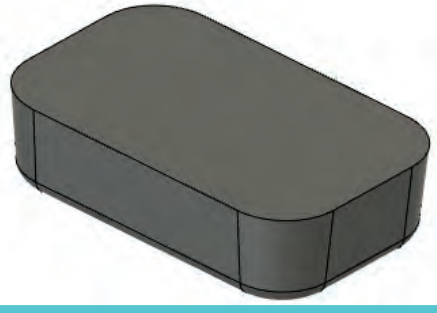
Görsel 1.71: Loft komutu seçenekleri

1.2.5. Shell [(Şel) Kabuk Oluşturma] Komutu

Shell komutu, oluşturulan katıların dış form paralelinde içerisini boşaltır. Seçilen yüzey açık kalır, diğer yüzeylerde et kalınlığı oluşur. Et kalınlığını tek yönde veya çift yönde verebilir. Şekilde verilen kutunun üst yüzeyi seçilir, et kalınlığı 2 mm girilir. Modelin her tarafında et kalınlığı 2 mm olur. Kalınlık dış tarafa verilir ise modelin hacmi artar (Görsel 1.72).

Faces/ Body: Yüzey veya gövde
Tangent Chain: Teğet zincir
İnside Thickness: İç kalınlık
Direction: Yön

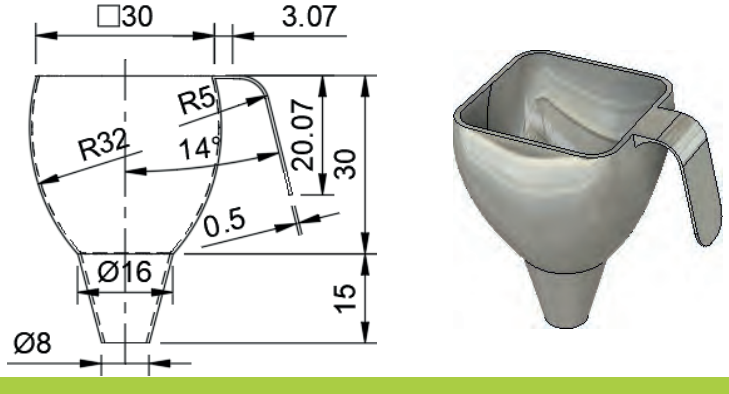




Görsel 1.72: Kabuk oluşturma seçenekleri

1.23. UYGULAMA

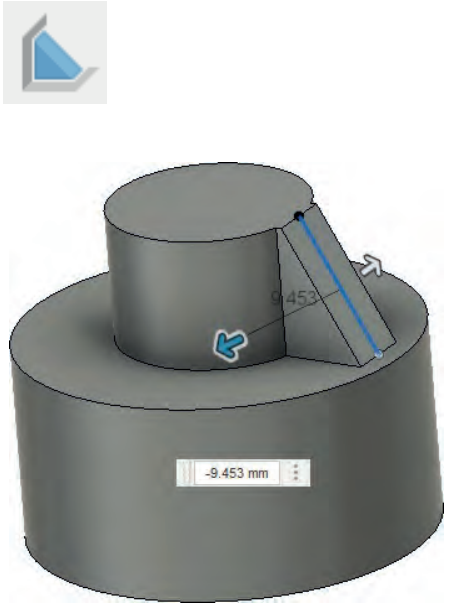
Görsel 1.73'te verilen huniyi loft ve shell komutu kullanarak çiziniz.

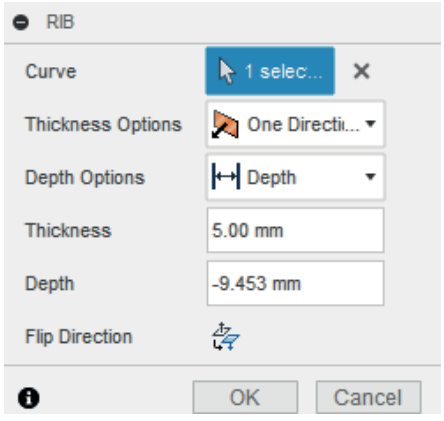


Görsel 1.73: Huni

1.2.6. Rib [Rib (Feder/Destek)] Komutu

Katı modelin mukavemetini artırmak için gerekli yerlere destek atmak amacıyla kullanılır. Destek kapalı veya açık çizim olabilir (Görsel 1.74). Silindiri ortadan kesen düzlem seçilir, eğik çizgi çizilir, rib komutu çalıştırılır, kalınlık verilir ve onaylanır.



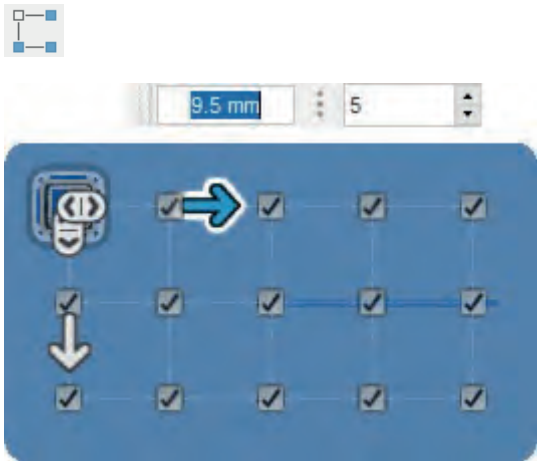


Curve: Eğri veya çizgi
Thickness Options: Kalınlık seçenekleri
Thickness: Kalınlık
Depth: Derinlik
Flip Direction: Yön

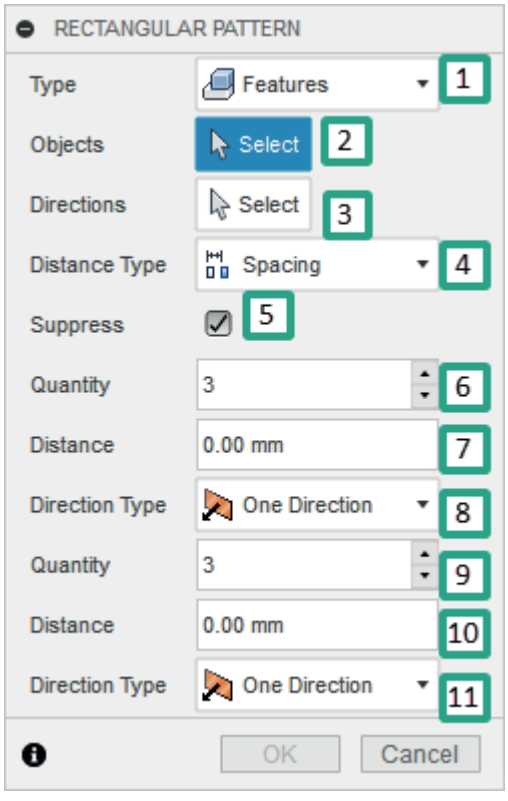
Görsel 1.74: Feder/ Destek komutu

1.2.7. Rectangular Pattern [(Rektengılır Pedırn) Doğrusal/ Dikdörtgensel Çoğaltma] Komutu

Doğrusal çoğaltma komutu katı gövde, yüzey veya çizim içerisindeki bir nesneyi bir yön doğrultusunda çoğaltmak için kullanılır. Kalıplarda göz sayısı veya çoklu nesnelerin çizimlerinde tercih edilir (Görsel 1.75).



Not: Atlatılacak nesnelerin kutucuğundaki işaret kaldırılırsa o nesne çoğaltılmaz.

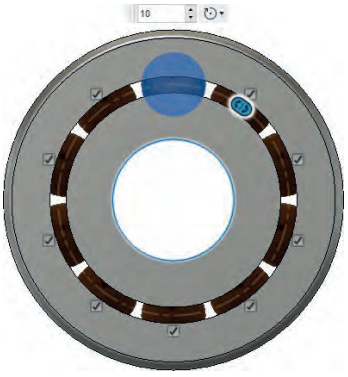


1. Type: Çoğaltma tipi
2. Objects: Çoğaltılacak nesneler
3. Directions: Yön
4. Distance Type: Nesnelerin yerleşim biçimi
5. Suppress: Atlatılacak nesneler
6. Quantity: Çoğaltma adedi
7. Distance: Çoğaltma uzunluğu
8. Direction Type: Simetrik veya tek yönde
9. Quantity: Çoğaltma adedi
10. Distance: Çoğaltma uzunluğu

Görsel 1.75: Doğrusal çoğaltma

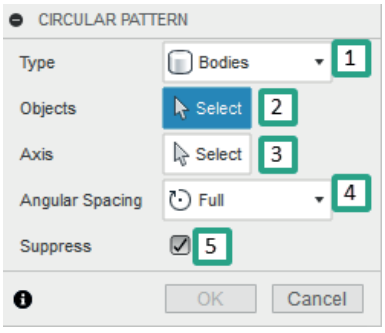
1.2.8. Circular Pattern [(Sörkılır) Dairesel Çoğaltma] Komutu

Dairesel çoğaltma komutu katı gövde, yüzey veya çizim içerisindeki bir nesneyi bir eksen etrafında istenilen açıda çoğaltmak için kullanılır. Kalıplarda göz sayısı, çoklu nesnelerin çizimlerinde veya rulman bilyelerinin çoğaltılmasında tercih edilir (Görsel 1.76).



Rulman

Not: Atlatılacak nesnelerin kutucuğundaki işaret kaldırılırsa o nesne çoğaltılmaz.



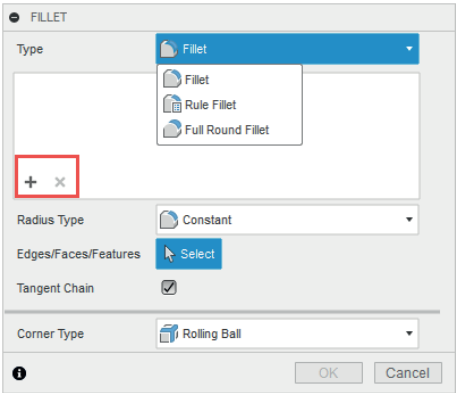
1. Type: Çoğaltma tipi
2. Objects: Çoğaltılacak nesneler
3. Axis: Dönme ekseni
4. Angular Spacing: Açı aralığı
5. Supress: Atlatılacak nesneler

Görsel 1.76: Dairesel çoğaltma komutu

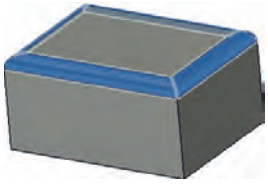
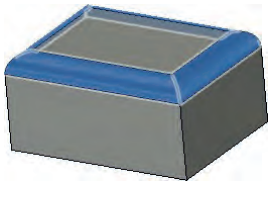
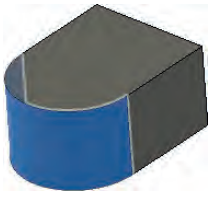
1.2.9. Fillet [(Filıt) Yuvarlatma/Radüs] Komutu

Yuvarlatma/radüs komutu ile katılarda keskin köşeler veya yüzeyler yuvarlatılır. Sabit, kurallı ve tam çaplı radüs olmak üzere üç seçeneği, köşe tipine göre iki seçeneği vardır (Görsel 1.77).

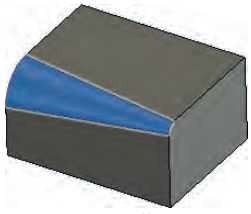
Type: Radüs seçenekleri
Radüs Type: Radüs tipi
Tangent Chain: Teğet zincir
Corner (Kornır) Type: Köşe tipi
Kenarları seçebilmek için + işaretine basılır.



Type Radüs Tipi

Fillet	Rule Fillet	Full Round Fillet
		
Sabit radüs R2	Sabit radüs R2	Tam çaplı radüs

Görsel 1.77: Radüs komutu

Corner Type **Köşe Tipi**	
Rolling Ball	Setback
	
Çoklu kenar değişken radüs	Tek kenar değişken radüs

Görsel 1.77'nın devamı: Radüs komutu

1.2.10. Chamfer [(Çemfir) Pah] Komutu

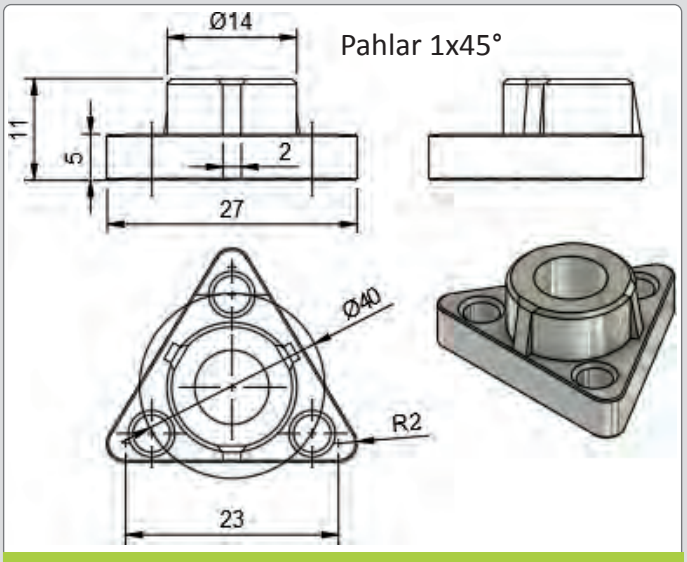
Pah komutu keskin kenarlara istenilen açı ve ölçüde pah kırmak için kullanılır (Görsel 1.78).

Equal Distance	Two Distance	Distance and Angle
Eşit kenar uzunluğu	Farklı kenar uzunluğu	Kenar ve açı

Görsel 1.78: Pah komutu

1.24. UYGULAMA

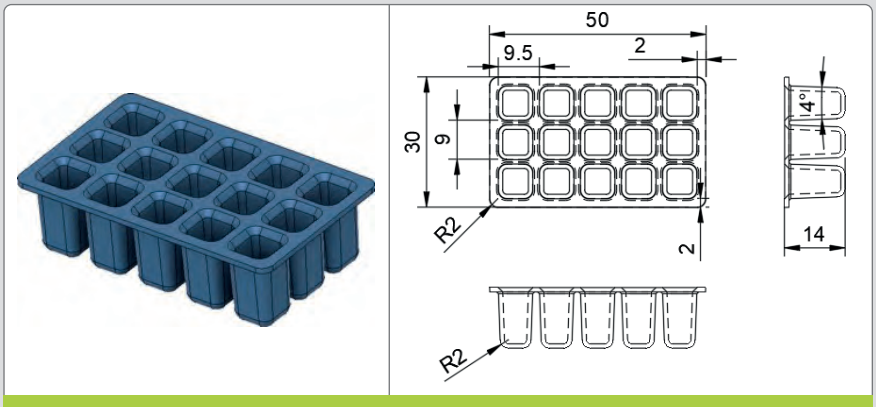
Görsel 1.79'da verilen parçayı çiziniz.



Görsel 1.79: Feder ve dairesel çoğaltma uygulaması

1.25. UYGULAMA

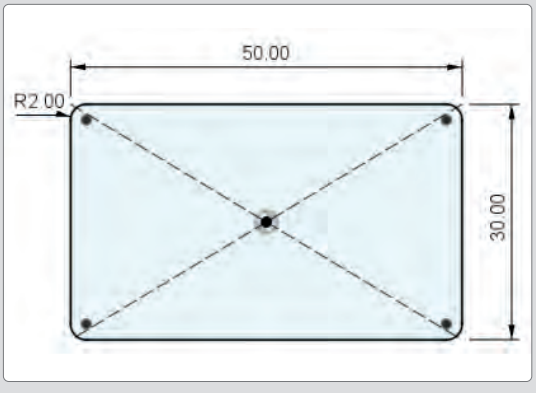
Görsel 1.80'de verilen buzluk parçasını tasarlayınız.



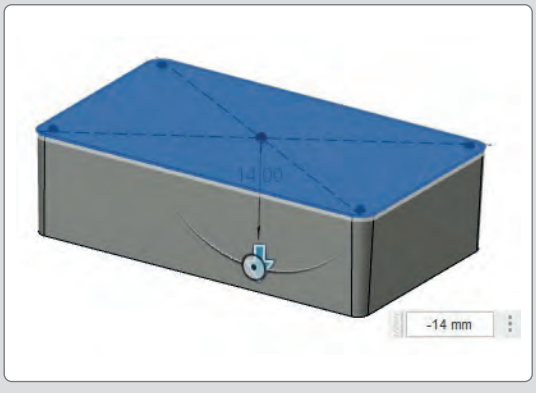
Görsel 1.80: Buzluk parçası

İŞLEM BASAMAKLARI

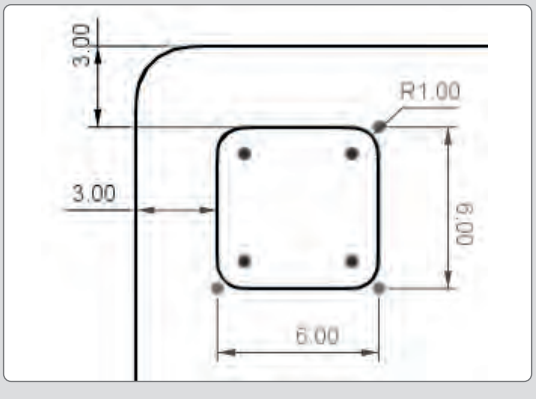
50x30x dikdörtgen ve R2 radüs çizilir.



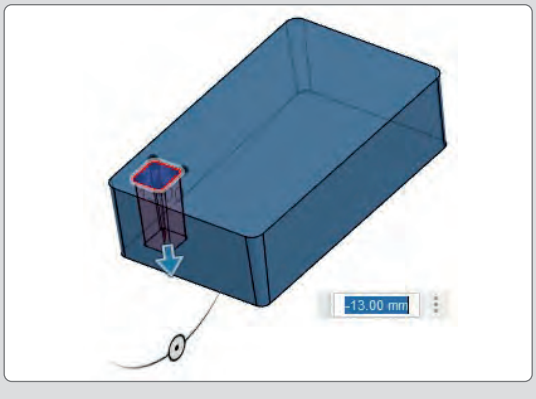
Extrude komutu ile 2° açı ve 14 mm kalınlık verilerek katı oluşturulur.



Parçanın üst yüzeyine çizim açılır ve sol üst köşesine, köşeleri yuvarlatılmış kare çizilir.

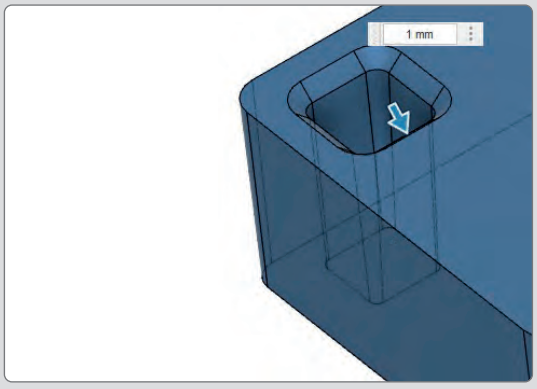


2° açı ile -13 mm cut extrude yapılır.

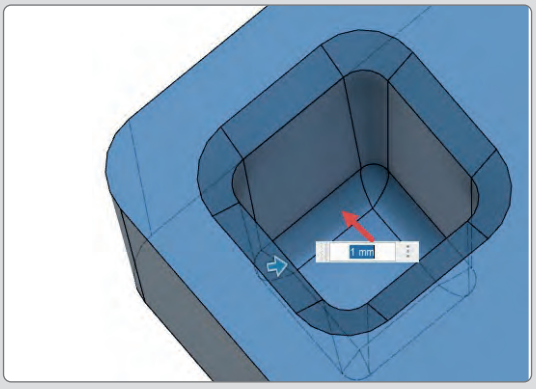


1.25. UYGULAMANIN DEVAMI

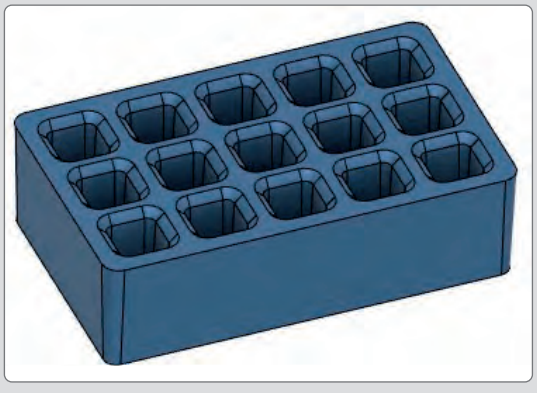
Kenarlara 1 mm pah kırılır.



Taban kenarlarına 2 mm radüs yapılır.



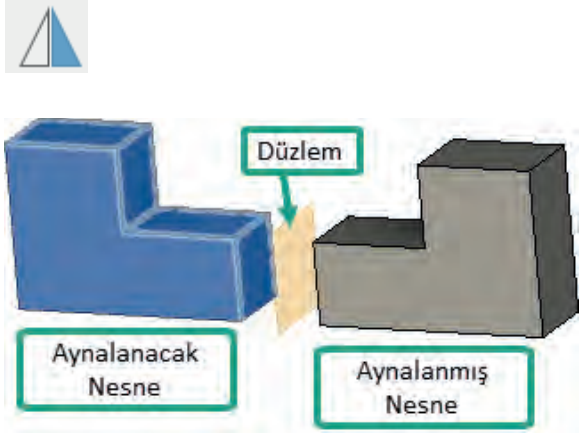
Doğrusal çoğaltma yapılır.

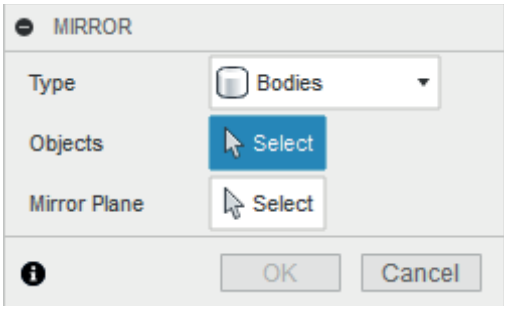


Parçanın taban ve yan yüzeyleri seçilerek kabuk oluşturulur.

1.2.11. Mirror [(Mirır) Aynalama] Komutu

Aynalama komutu bir katı gövde, yüzey gövde veya bir unsurun simetriğini bir düzleme göre ters olarak kopyalar (Görsel 1.81). Simetrik parçaların tasarımında tercih edilir.



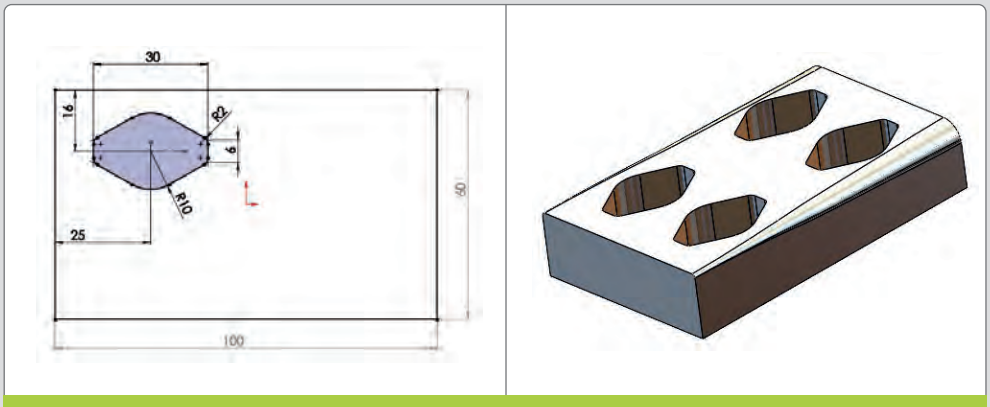


Type: Çoğaltılacak nesne türü
Objects: Çoğaltılacak nesne
Mirror Plane: Aynalama düzlemi

Görsel 1.81: Aynalama komutu

1.26. UYGULAMA

Görsel 1.82'de verilen modeli çiziniz. Katı model üzerinde değişken radüs ve formlu havuzu aynalayınız.



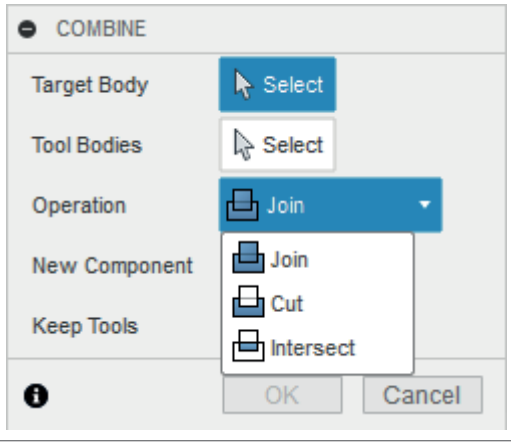
Görsel 1.82: Aynalama ve değişken radüs uygulaması

1.2.12. Combine [(Kombayın) Birleştirme)] Komutu

Birleştirme komutu, birden fazla gövdeleri birleştirip tek gövdeye dönüştürür. Tasarlanması zor olan gövdeler ayrı ayrı gövde olarak çizilir ve sonradan birleştirilir. Bir gövdeyi diğer gövdeden çıkartır veya iki gövdenin kesişimini alır (Görsel 1.83). Çatal çiziminde çatalın üstten ve önden fotoğraflarından faydalanılır.

Target Body: Çıkartılacak veya birleştirilecek gövde
Tool Bodies: Çıkacak veya birleşecek gövde
Oparation: Oparasyon türü
New Component: Yeni gövde
Keep Tools: Çıkan gövdeyi yok etmez.

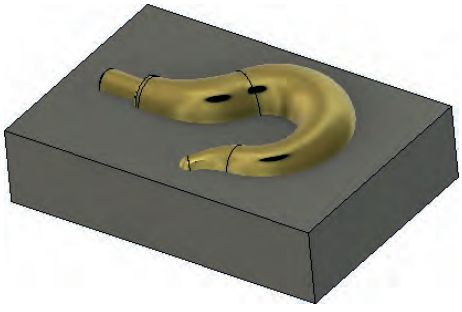
Join İki gövdeyi birleştirir.
Cut Bir gövdeyi diğerinden çıkartır.
Intersect İki gövdenin kesişimini alır.



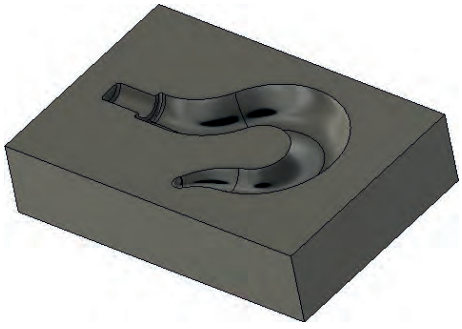
Birleştirme

Birleştirilmiş gövde

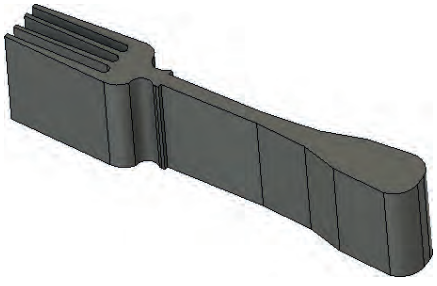
Görsel 1.83: Birleştirme komutu seçenekleri



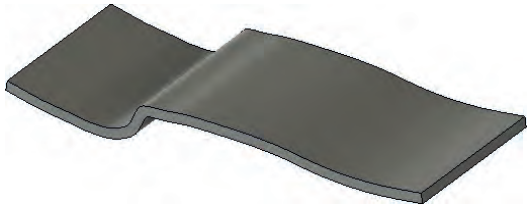
Cut **Çıkartma**



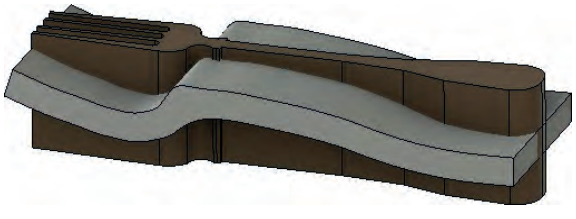
Çıkartılmış gövde
Kanca dövme kalıbı



Top düzleme çatalın üst görünüşü çizilir.



Front düzleme çatalın önden görünüşü ayrı gövde olarak çizilir.



Intersect

İki gövdenin kesişimini alma

Kesişimi alınmış ürün

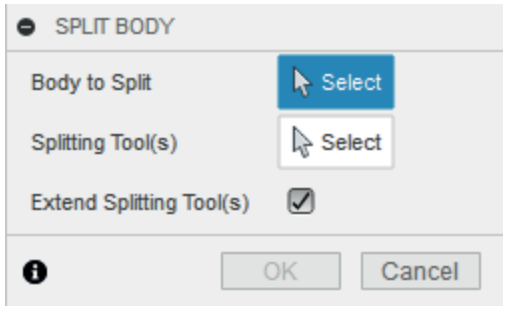
Görsel 1.83'ün devamı: Birleştirme komutu seçenekleri

1.2.13. Split [(Siplit) Ayırma] Komutu

Ayırma komutu; bir gövde veya yüzeyi çizgi, yay, eğri ve düzlem ile ayırır. Bütün olarak çizilen gövdeler ayrılarak gövdenin iki yarısı elde edilir. Böylece kalıplama işlemi kolaylaştırılır (Görsel 1.84).

Ayrılacak nesne

Ayrılmış nesne



Body to Split: Ayrılacak gövde

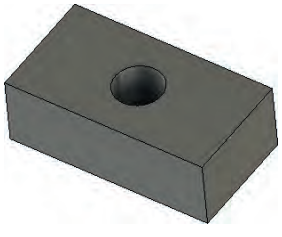
Settin Tool (s): Ayrım nesnesi

Extend Splittin Tool (s): Yüzeyi uzat

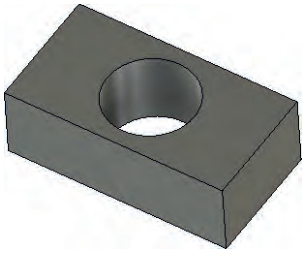
Görsel 1.84: Ayırma komutu

1.2.14. Pres Pull [(Pres Pul) Yüzey Uzatma)] Komutu

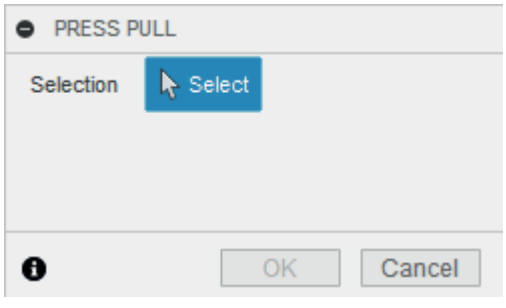
Yüzey uzatma komutu seçilen yüzeyi istenilen mesafe kadar uzatır. Uzatırken yüzeyin formunu korur (Görsel 1.85).



Yüzey uzatılacak nesne



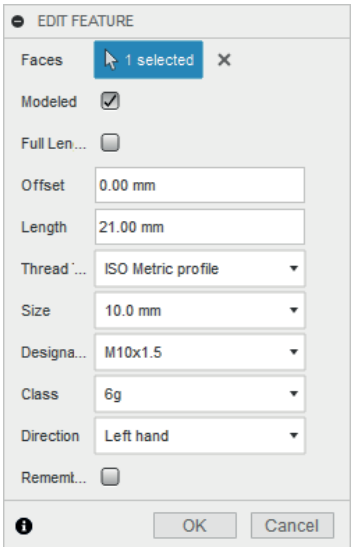
Yüzey uzatılmış nesne (Delik çapı büyür.)



Görsel 1.85: Ayırma komutu

1.2.15. Thread [(Törd) Diş Açma] Komutu

Diş açma komutu cıvata, somun veya diş açılacak parçalara 3D olarak diş açar (Görsel 1.86).



- **Faces:** Diş açılacak yüzey
- **Modeled:** Diş profili
- **Full Length:** Boydan boya
- **Offset:** Diş başlangıcı öteleme
- **Length:** Diş boyu
- **Thread:** Diş standardı
- **Size:** Anma çapı
- **Designa:** Diş tipi
- **Class:** Kavrama açısı
- **Direction:** Sağ veya sol diş

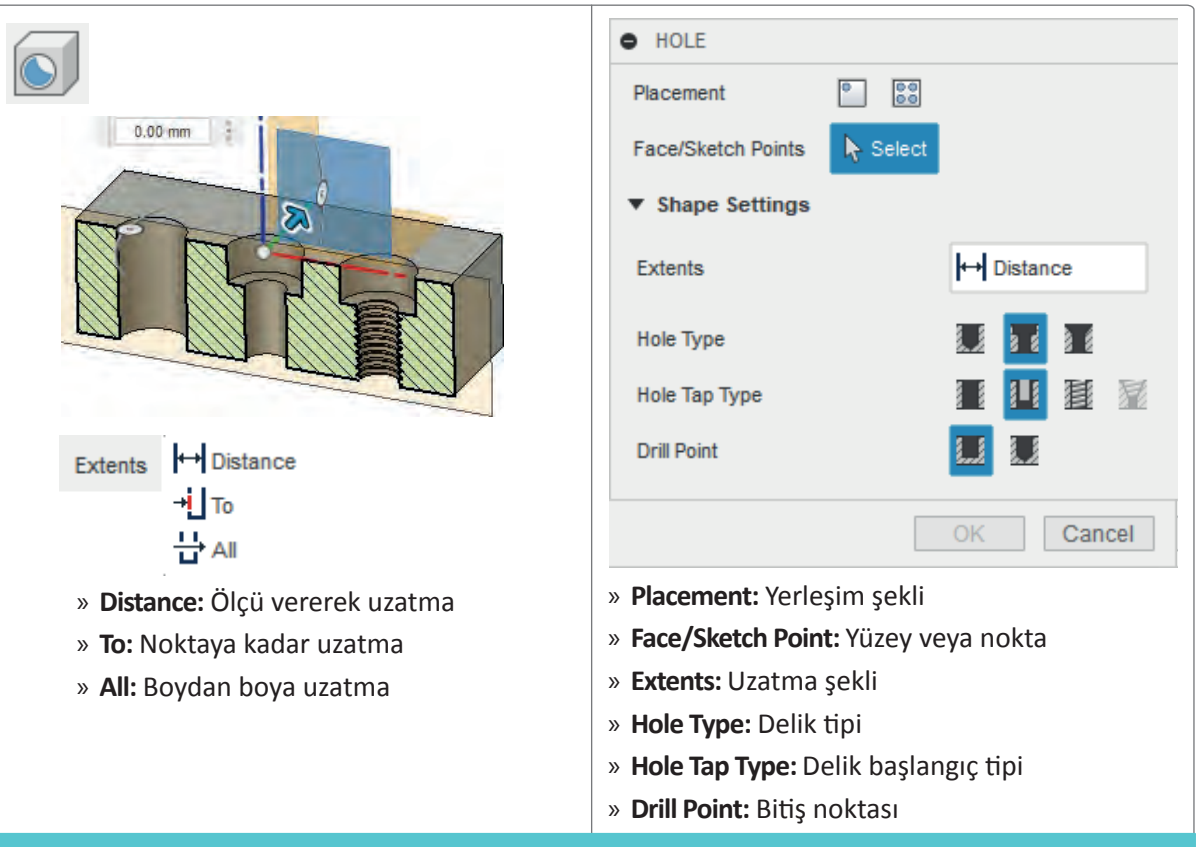
Görsel 1.86: Diş açma komutu

27. UYGULAMA

M10 cıvata çiziniz.

1.2.16. Hole [(Hol) Delik] Komutu

Delik komutuyla delik delme işlemi kolaylaşır. Cıvataların şapka yerleri, matkap uç açısı ve vida açılmış hâlde delikleri deler (Görsel 1.87).



» **Distance:** Ölçü vererek uzatma
» **To:** Noktaya kadar uzatma
» **All:** Boydan boya uzatma

» **Placement:** Yerleşim şekli
» **Face/Sketch Point:** Yüzey veya nokta
» **Extents:** Uzatma şekli
» **Hole Type:** Delik tipi
» **Hole Tap Type:** Delik başlangıç tipi
» **Drill Point:** Bitiş noktası

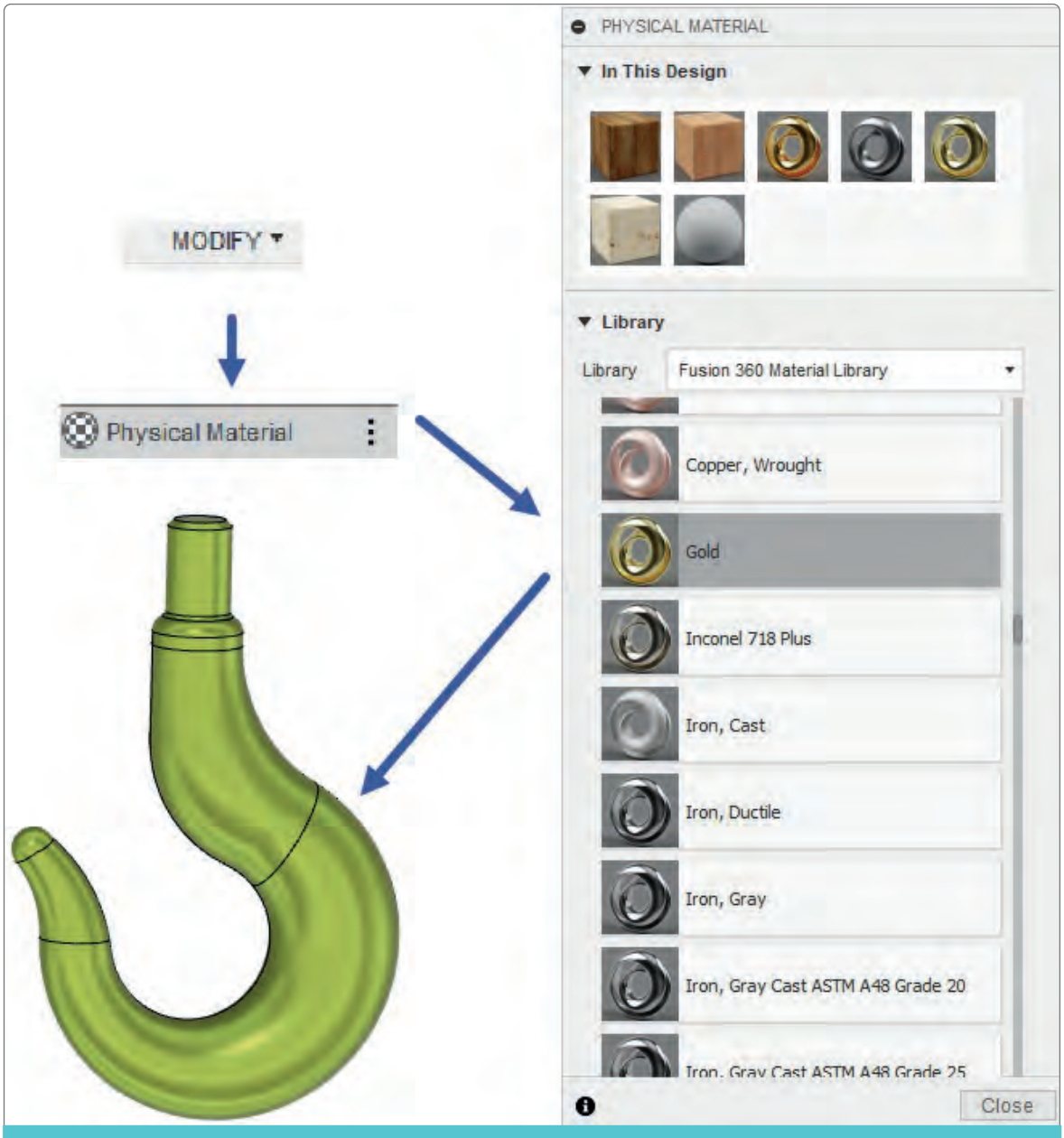
Görsel 1.87: Delik komutu

1.2.17. Katı Model Ağırlık Kütle ve Hacim Belirleme

Katı modele malzeme atanarak ağırlık, hacim ve yüzey alanı gibi teknik özellikler belirlenebilir. Bu bilgileri tespit etmek üretim maliyetlerini belirlemede çok önemlidir. Üretilen bir ürünün ağırlığı tespit edilerek ne kadar malzeme kullanılacağı, hacmi tespit edilerek içerisine ne kadar ürün konulacağı ve yüzey alanı tespit edilerek kaplamada ne kadar ürün kullanılacağı belirlenir.

» **Tasarlanan ürüne malzeme atama**

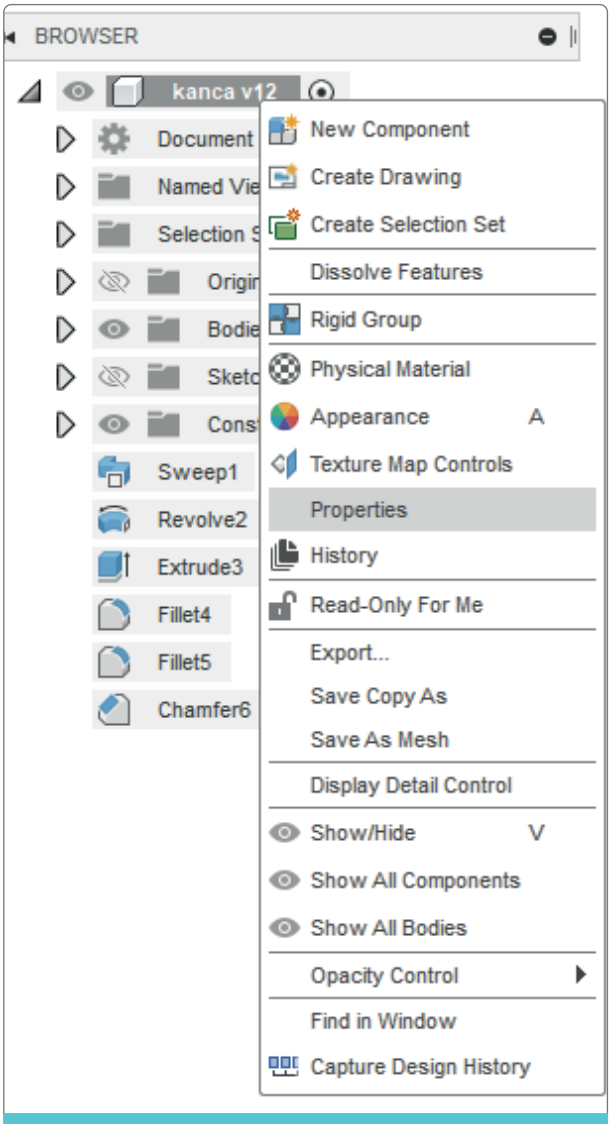
Modify (modifi) komutu altında physical material (fizikıl meteryıl) komutuna basıldığında malzeme kütüphanesine kayıtlı malzemelerden istenilen malzeme seçilir. Malzeme sürüklenip katı üzerine bırakıldığında o malzemenin özelliklerini alır (Görsel 1.88).



Görsel 1.88: Malzeme atama

» **Ürün ağırlık ve hacmini belirleme**

Ürün ağacında katı gövde üzerinde sağ tuşa basılır, çıkan pencerede properties seçilir (Görsel 1.89).



Görsel 1.89: Malzeme özellikleri belirleme

Çizim sayfasından katı model seçilir. Physical kısmında fiziksel özellikler çıkar (Görsel 1.90).

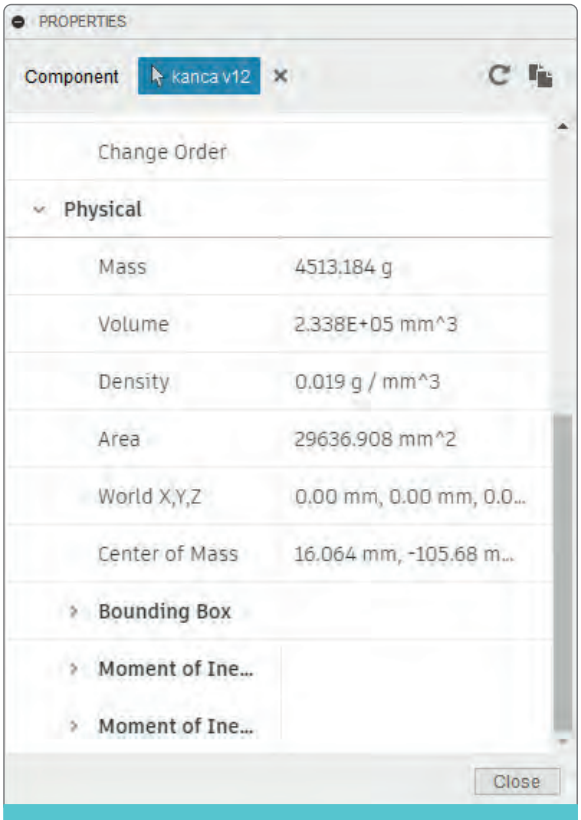
Mass: Ağırlık

Volume: Hacim

Area: Yüzey alanı

Density: Özgül ağırlık

Centry of mass: Ağırlık merkezi



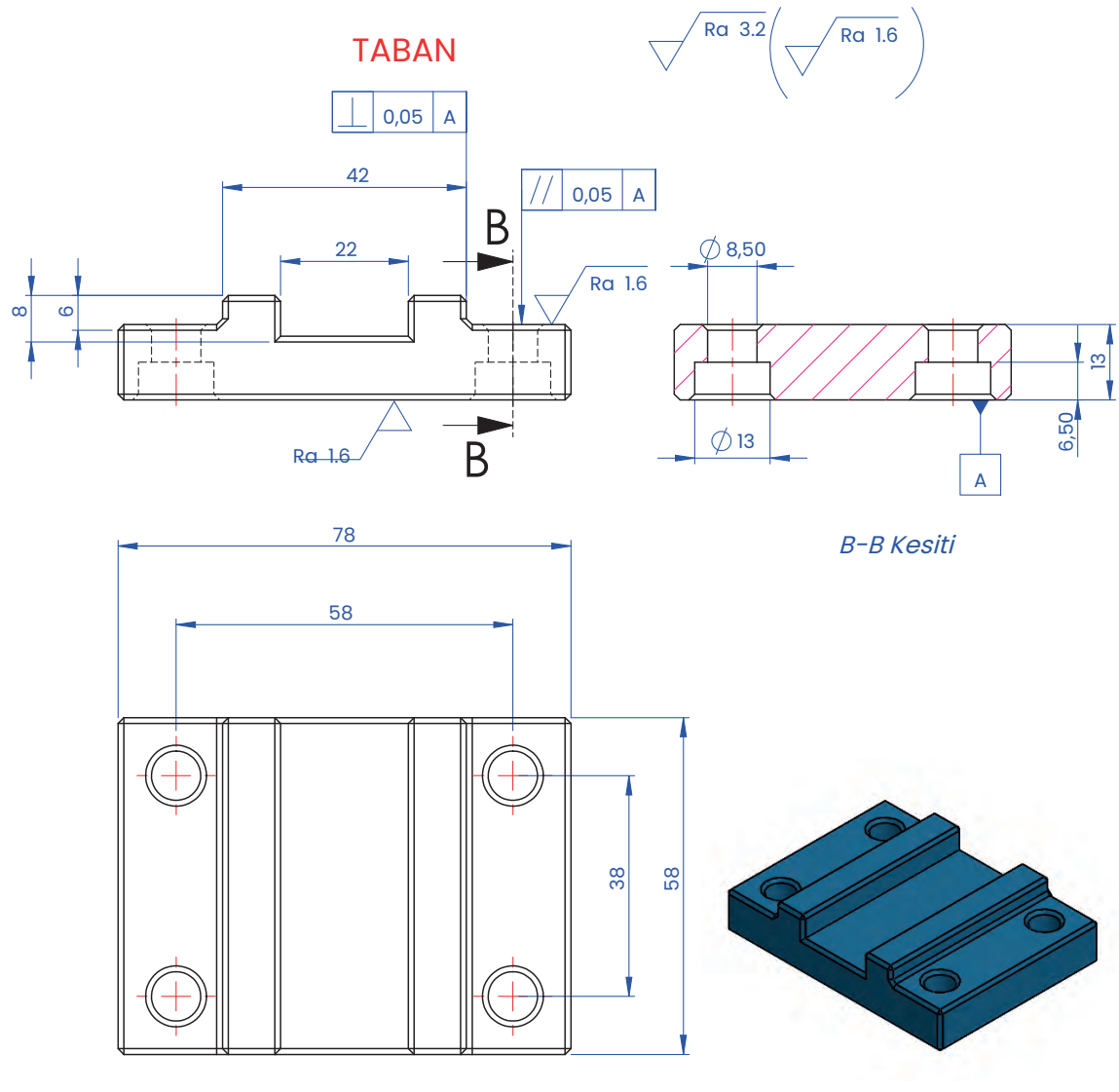
Görsel 1.90: Katı modelin fiziksel özellikleri

1.28. UYGULAMA

Oluşturduğunuz katı modele değişik malzemeler atayıp fiziksel özelliklerini karşılaştırınız.

1.29. UYGULAMA

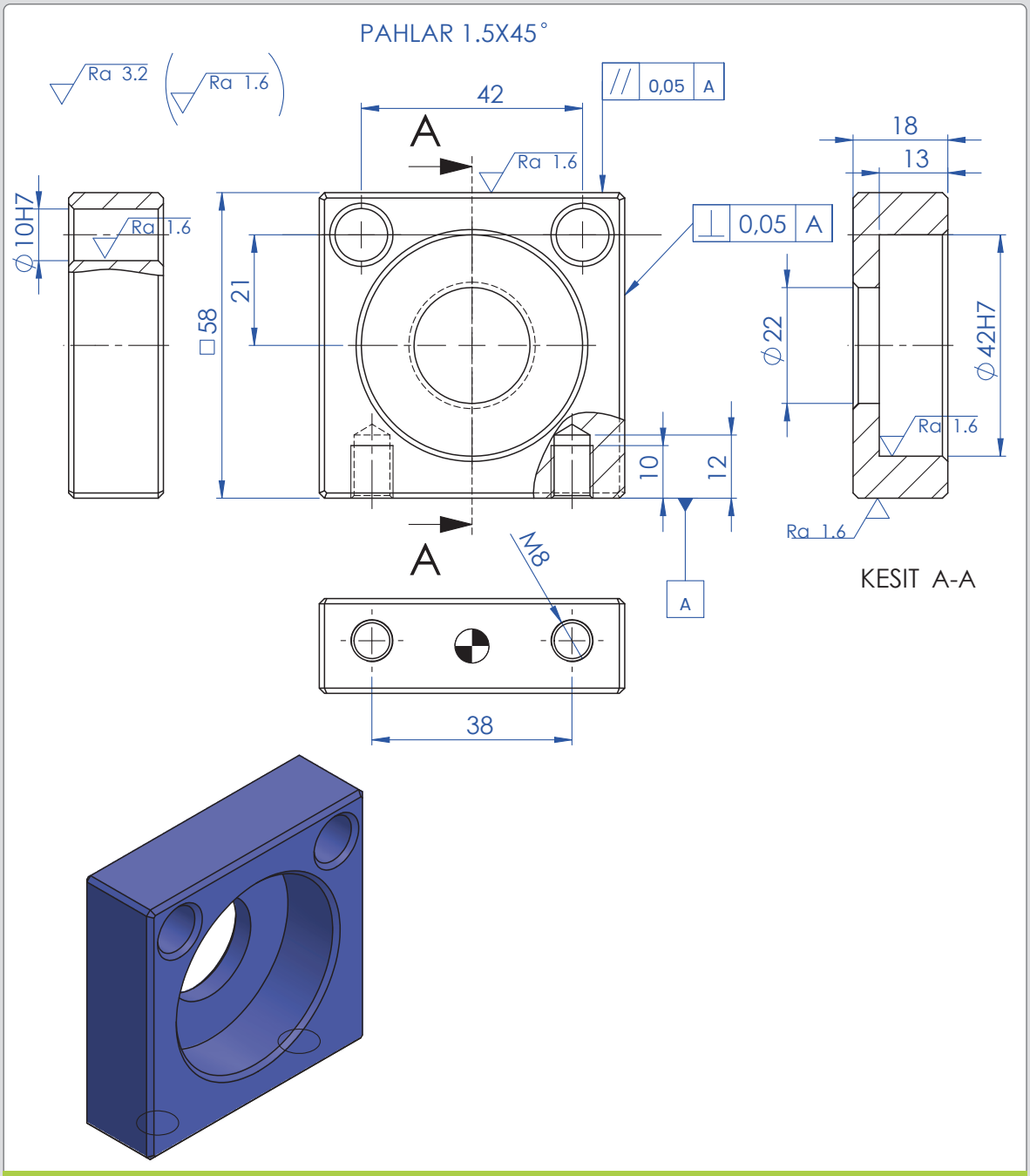
Görsel 1.91'de verilen mekanizmanın taban parçasını katı model olarak çiziniz.



Görsel 1.91: Mekanizma taban parçası

1.30. UYGULAMA

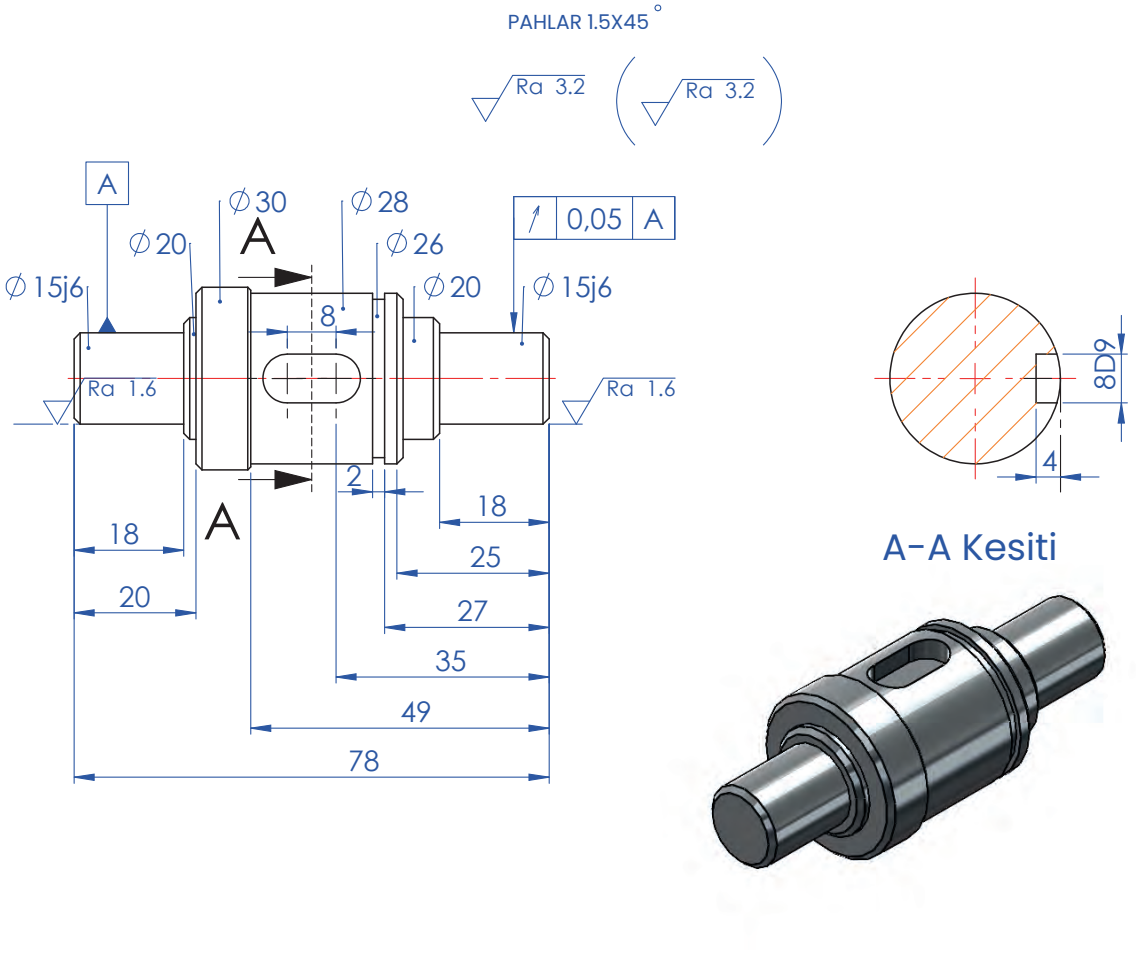
Görsel 1.92'de verilen mekanizmanın yan duvar parçasını katı model olarak çiziniz.



Görsel 1.92: Mekanizma yan duvar

1.31. UYGULAMA

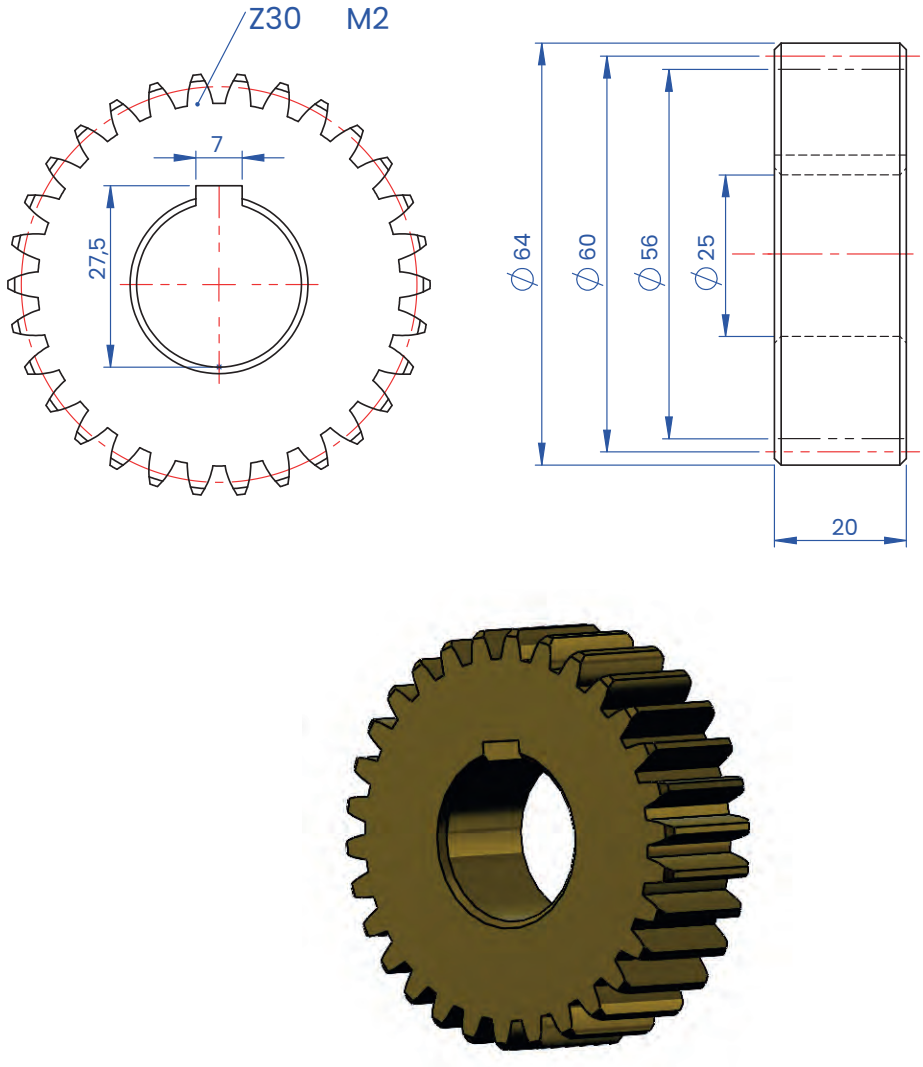
Görsel 1.93'de verilen mekanizmanın mil parçasını katı model olarak çiziniz.



Görsel 1.93: Mekanizma mil parçası

1.32. UYGULAMA

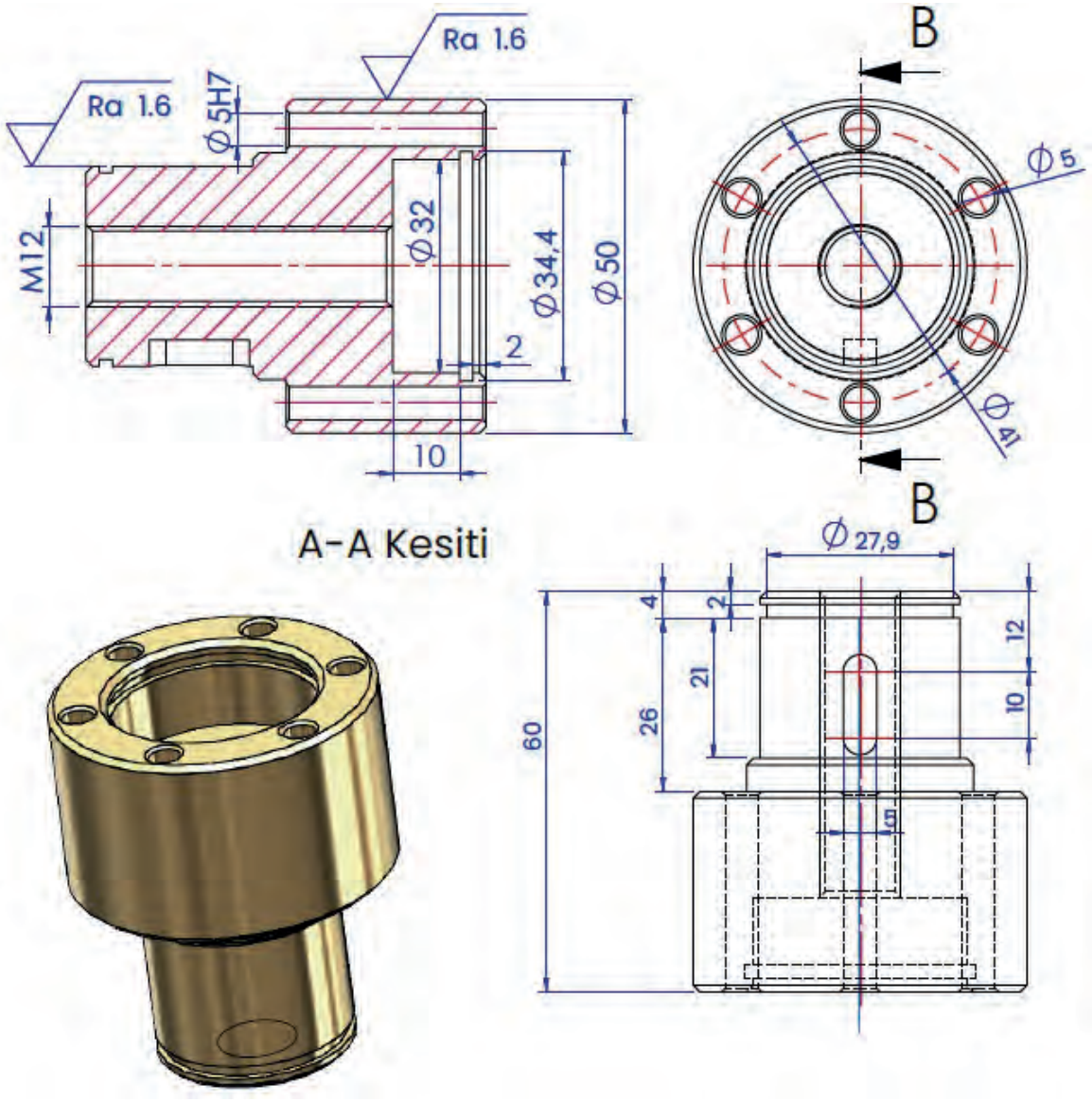
Görsel 1.94'te verilen mekanizmanın düz dişli çark parçasını katı model olarak çiziniz.



Görsel 1.94: Düz dişli çark

1.33. UYGULAMA

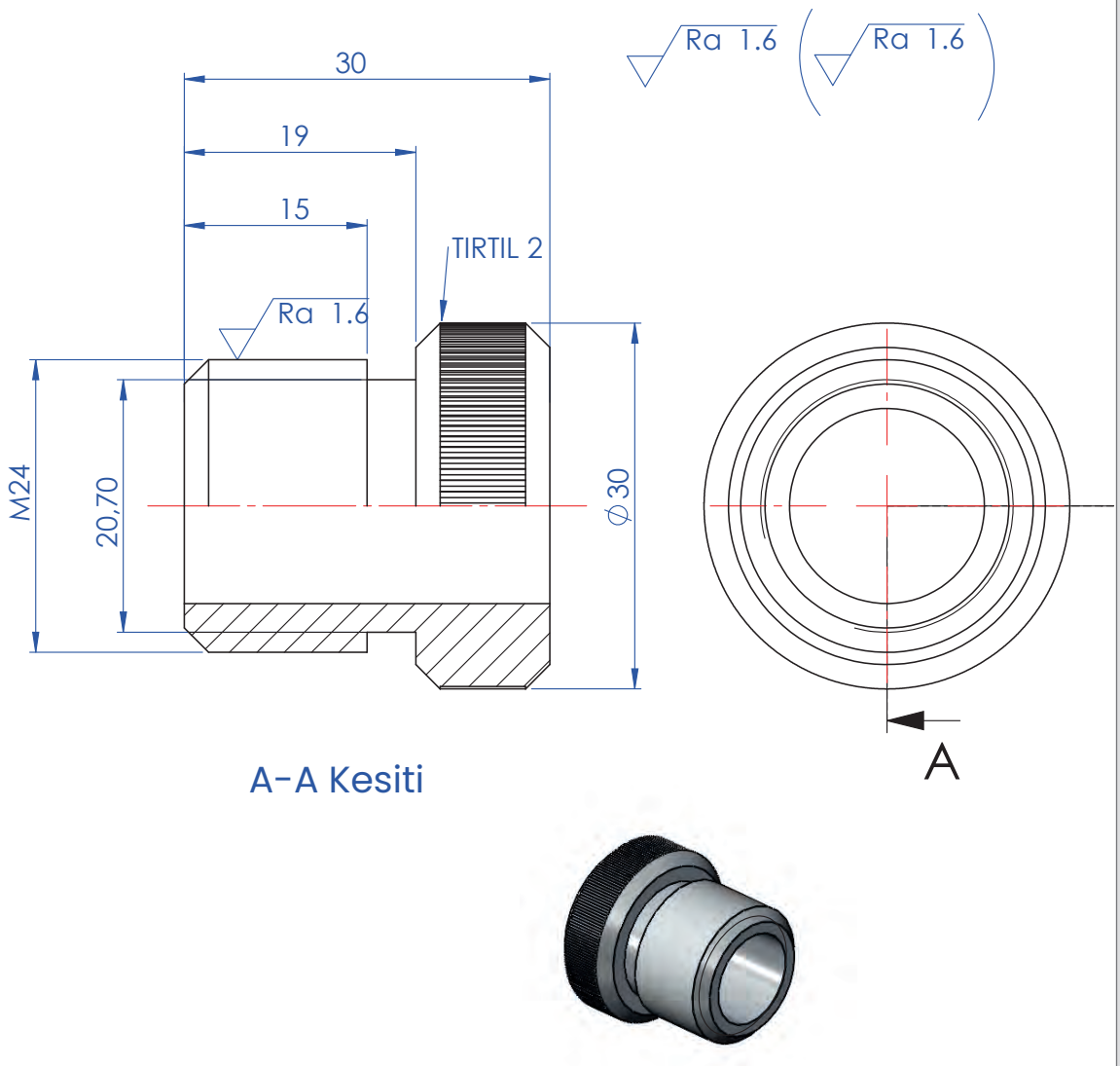
Görsel 1.95'te verilen flanş parçasını katı model olarak çiziniz.



Görsel 1.95: Flanş parçası

1.34. UYGULAMA

Görsel 1.96'da verilen yuvarlak cıvata parçasını katı model olarak çiziniz.



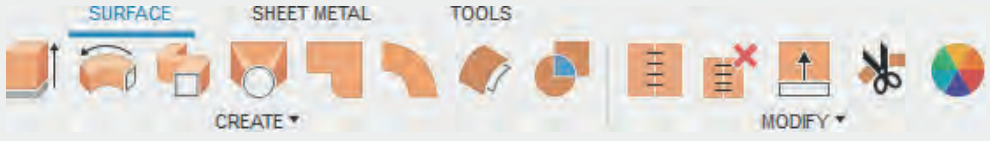
Görsel 1.96: Yuvarlak cıvata parçası

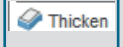
1.18-34 DAHİL UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	HAYIR
1.	Katı komutlarını bildi.		
2.	Extrude vererek katı oluşturdu.		
3.	Extrude komutunun alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
4.	Döndürerek katı oluşturdu.		
5.	Döndürerek katı oluşturmanın alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
6.	Süpürerek katı oluşturdu.		
7.	Süpürerek katı oluşturmanın alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
8.	Loft vererek katı oluşturdu.		
9.	Loft komutunun alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
10.	Katı modellere kabuk oluşturdu.		
11.	Katı modellere destek oluşturdu.		
12.	Katı modelleri dairesel ve doğrusal olarak çoğalttı.		
13.	Katı model üzerine radüs ve pah yaptı.		
14.	Katı gövde ve unsurları ayırdı.		
15.	Katı modelleri ve unsurları birleştirdi.		
16.	Birleştirme komutunun alt seçeneklerini kullandı.		
17.	Katı modeli ve unsurları uzatıp kısalttı.		
18.	Katı model üzerine diş açtı.		
19.	Hazır delik komutunu kullandı.		
20.	Katı modellere renk ve malzeme atadı.		
21.	Katı modelin fiziksel özelliklerini belirledi.		

1.3. ÜÇ BOYUTLU YÜZEY KOMUTLARINI KULLANARAK KATI MODEL OLUŞTURMA

Yüzey komutu ile yapılan bir çizimin kalınlığı sıfır mm kabul edilir. Tasarlanması zor olan parçalar yüzey komutları kullanılarak daha kolay tasarlanırken. Uçak parçaları, otomobil parçaları, oyuncak veya mutfak araçları tasarlanırken yüzey komutları tercih edilir. Yüzey komutları, katı komutlarına göre daha esnek olduğu için tasarımı kolaylaştırır. Yüzey komutlarına araç çubuğundan surface seçilerek giriş yapılır (Tablo 1.5).

Tablo 1.5: Yüzey Komutları



	Yükseklik vererek yüzey uzatma		Yüzey öteleme
	Döndürerek yüzey oluşturma		Yüzey dikme
	Süpürerek yüzey oluşturma		Yüzeyleri ayırma
	Porofilleri birleştirerek yüzey oluştur-ma		Yüzeyleri budama
	Yüzey kapatma /yama		Yüzeyleri uzatma
	Kurallı yüzey		Yüzeyleri katıya çevirme
	Yüzeylerin kesişimini alma		Renk ve malzeme atama

1.3.1. Extrude Surface [(Eksturd Sörfeys) Yükseklik Vererek Yüzey Oluşturma)] Komutu

Herhangi bir geometriyi uzatarak model oluşturulur. Komut çalıştırılır; çıkan pencerede profil, yön seçilir; ölçü verilir ve geometri uzatılırak (Görsel 1.97).

» **Profiles:** Profil

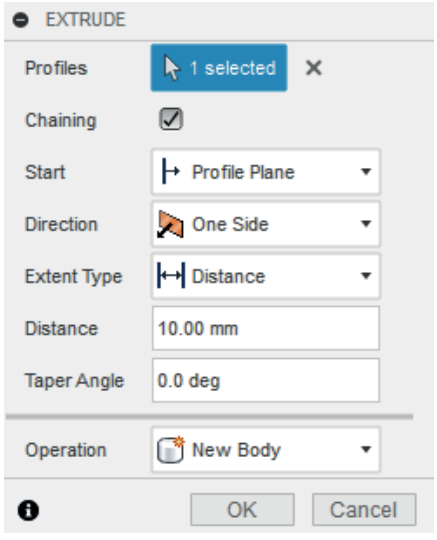
» **Start:** Başlangıç

» **Direction:** Yön

» **Dictance:** Ölçü/Mesafe

» **Taper Angle:** Açı

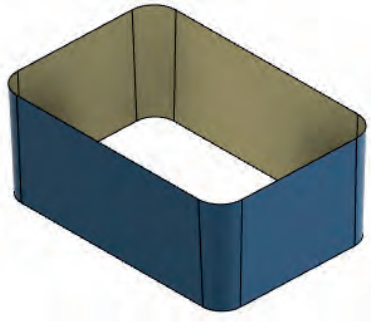
» **Oparation:** Operasyon



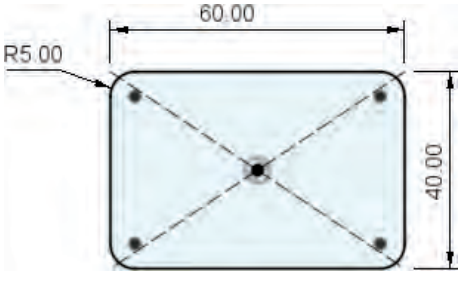
Görsel 1.97: Yükseklik vererek yüzey oluşturma

1.35. UYGULAMA

Görsel 1.98'de verilen hoparlör kapak parçasını çiziniz.



Yükseklik 25mm -2° açı dışa doğru

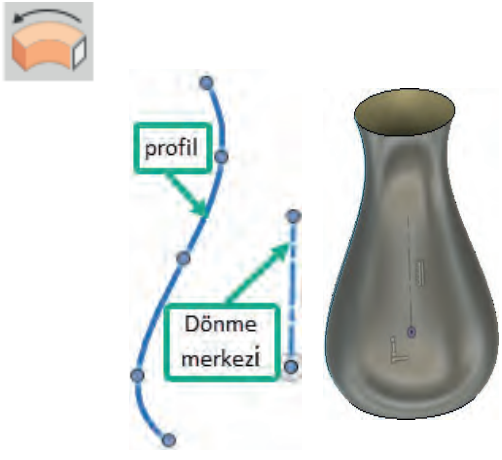


Görsel 1.98: Hoparlör kapak parçası

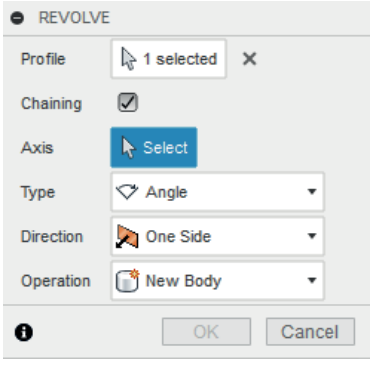
1.3.2. Revolve Surface [(Rivolv Sörfeys) Döndürerek Yüzey Oluşturma Komutu

Bir profil ekseni etrafında belirli açıda döndürülerek yüzey modeli oluşturulur (Görsel 1.99). Döndürerek yüzey oluşturma komutu çalıştırılır. Çıkan pencerede yapılacak işlemler şunlardır:

» Profil seçilir.
» Döndürme ekseni seçilir.
» Açı ve yön seçilir onaylanır.



Vazo Profili

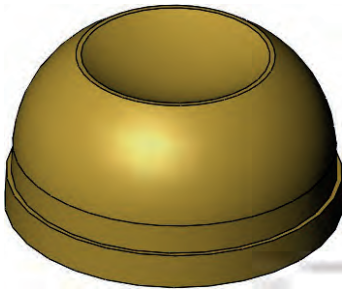


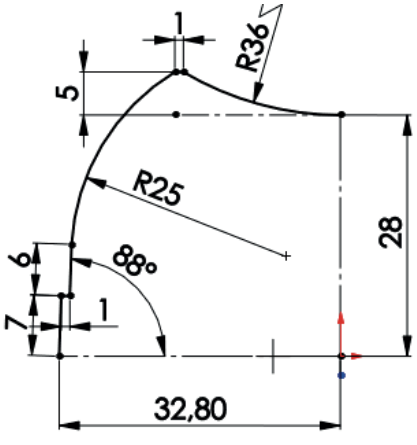
» **Profile:** Profil
» **Chaining:** Zincir
» **Start:** Başlangıç
» **Direction:** Yön
» **Dictance:** Ölçü
» **Taper Angle:** Açı
» **Oparation:** Operasyon

Görsel 1.99: Döndürerek yüzey oluşturma

1.36. UYGULAMA

Görsel 1.100'de verilen kapı kolunu çiziniz.



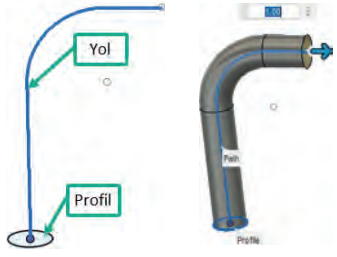


Görsel 1.100: Kapı kolu

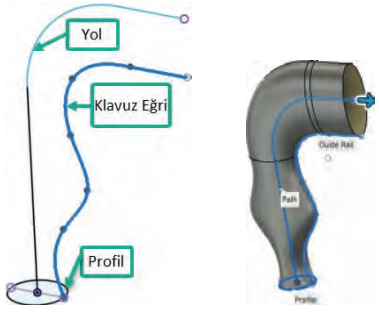
1.3.3. Sweep Surface [(Svip Sörfeys) Süpürerek Yüzey Oluşturma] Komutu

Süpürerek yüzey oluşturma komutu ile açık bir profili yol boyunca süpürerek yüzey model oluşturur (Görsel 1.101). Yol ve profil ayrı ayrı düzlemlerde oluşturulmalıdır. Oluşan modele kalınlık verilerek veya açık yüzeyler kapatılarak katıya dönüştürülebilir. Komuta araç çubuğu kısayoldan veya CREATE menüsü altından ulaşılır. Allen anahtarı, şişe profilleri, formlu kanca gibi modelleri oluşturulurken sweep komutu kullanılır.

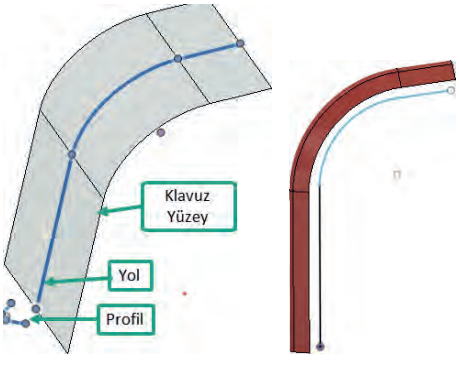
» **Single Path:** Tek yol boyunca



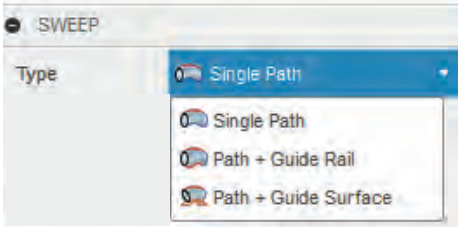
» **Path+ Guide Rail:** Yol+Kılavuz yol



» **Path+ Guide surface:** Yol+Kılavuz yüzey



» **Type:** Sweep tipi
» **Profile:** Profil
» **Path:** Yol
» **Chain Selection:** Zincir
» **Distance:** Ölçü
» **Taper Angle:** Konik açı
» **Twist Angle:** Bükme açısı
» **Oriantation:** Profile dik veya paralel
» **Oparation:** Yeni gövde

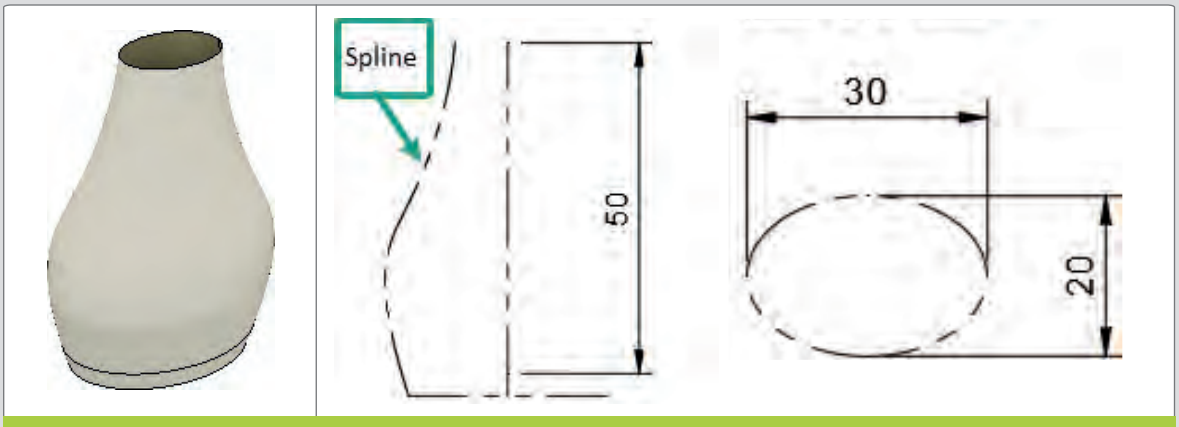


» **Single Path:** Tek yol boyunca
» **Path+Guide Rail:** Yol+Kılavuz yol
» **Path+Guide surface:** Yol+Kılavuz yüzey

Görsel 1.101: Süpürerek yüzey oluşturma

1.37. UYGULAMA

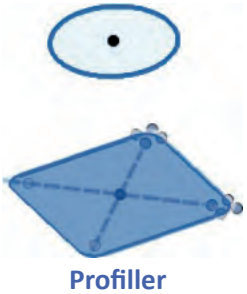
Görsel 1.102'de verilen şampuan şişesini çiziniz.



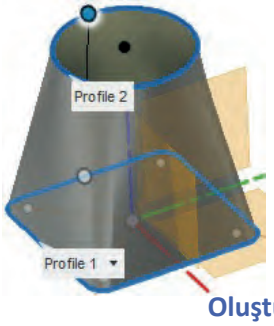
Görsel 1.102: Şampuan şişesi

1.3.4. Loft Komutunu Kullanarak Yüzey Oluşturma

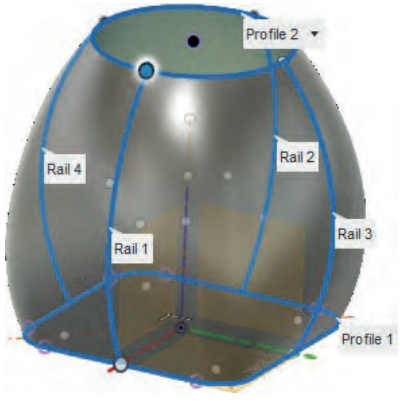
Loft komutu iki veya daha fazla farklı profili bir yol boyunca veya doğrudan birleştirerek model oluşturmak için kullanılır. Oluşturulan geometriler ayrı ayrı sketchte çizilmelidir. Komut çalıştırılır, çıkan pencerede sırası ile profiller seçilir, yol ve varsa kılavuz eğriler seçilir, onaylanır (Görsel 1.103).



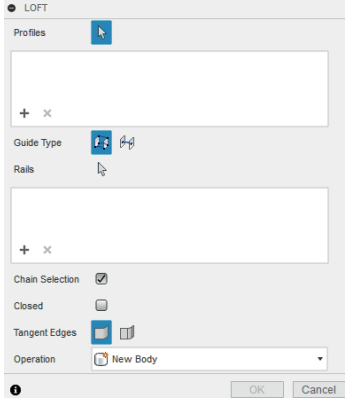
Profiller



Oluşturulan model



Kılavuz eğrilerle loft oluşturma



Loft penceresi

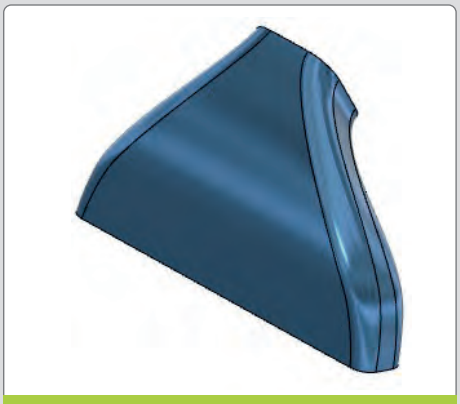
Profiles: Profil seçimi yapılır

Guide Type /rails: Kılavuz eğriler seçilir.

Görsel 1.103: Birleştirme komutu seçenekleri

1.38. UYGULAMA

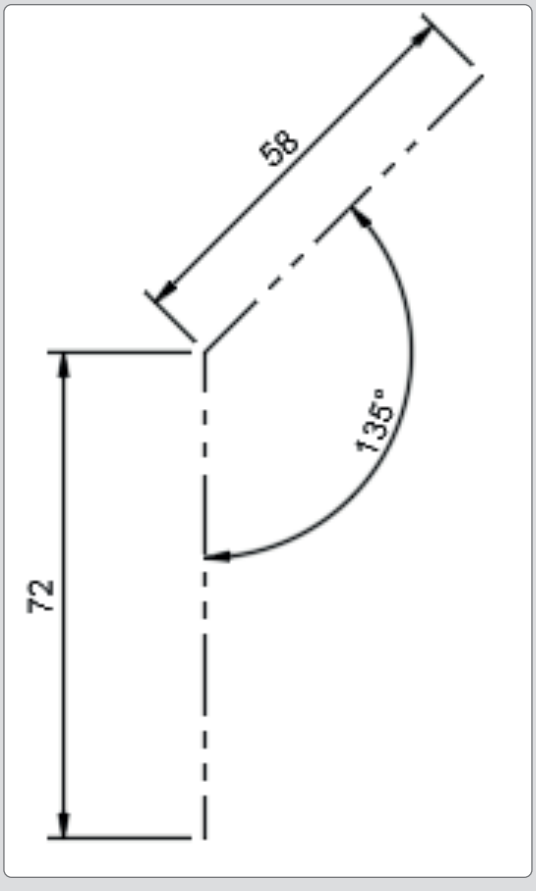
Görsel 1.104'te verilen elektrik süpürgesi ucunu çiziniz.



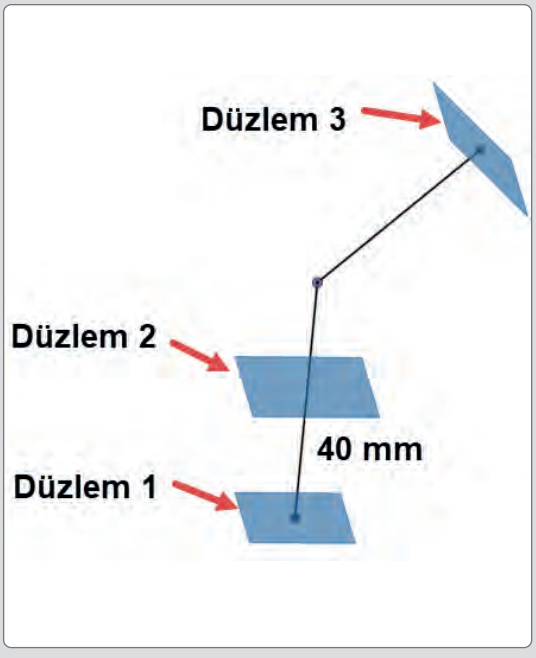
Görsel 1.104: Elektrik süpürgesi ucu

İŞLEM BASAMAKLARI

Ön düzleme çizim yapılır.

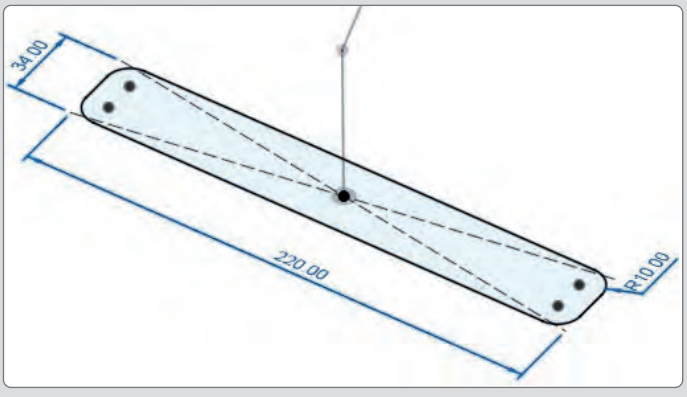


Belirtilen noktalara düzlemler atılır.

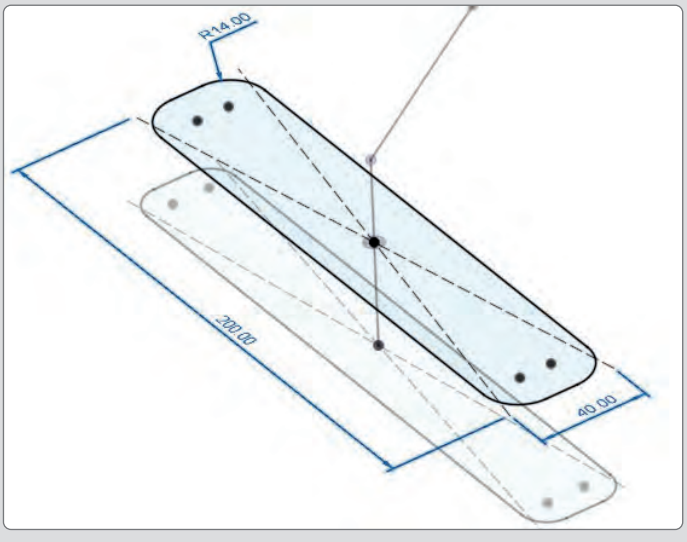


1.38. UYGULAMANIN DEVAMI

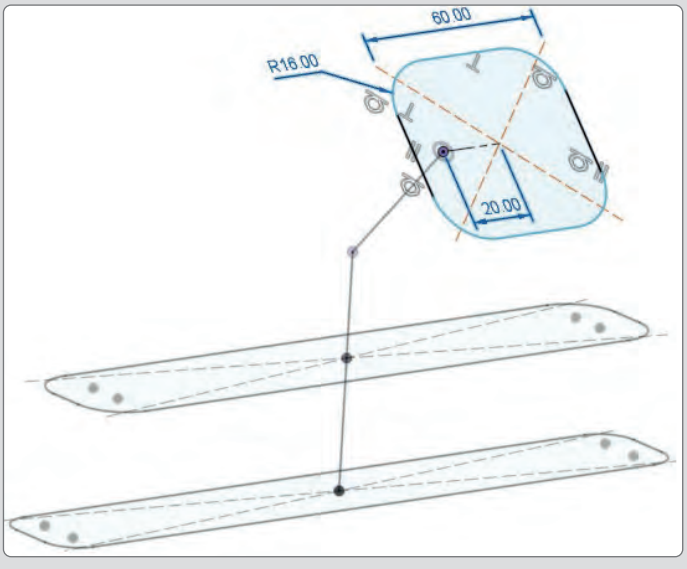
Düzlem 1'e 220x34 ve R10 çizilir.



Düzlem 2'ye 200x20 ve R14 çizilir.

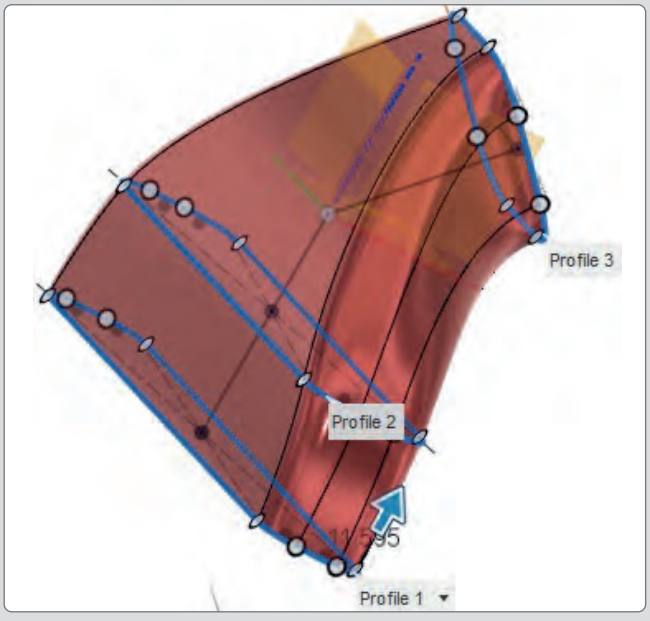


Düzlem 3'e 60x60, merkezden 20 mm kaçıklık ve R16 çizilir.

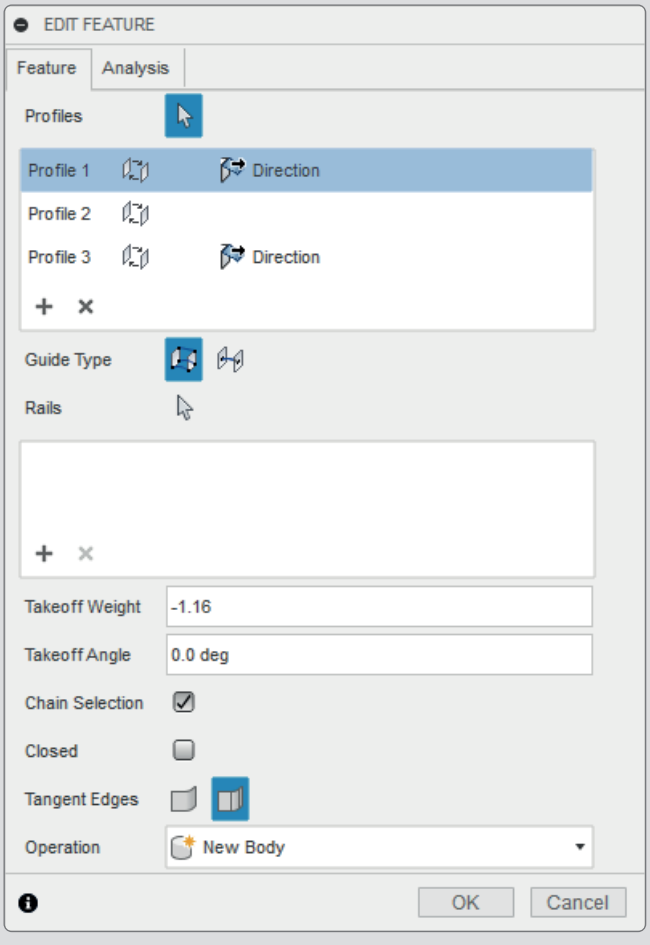


1.38. UYGULAMANIN DEVAMI

Surface loft komutu çalıştırılır. Sıra ile profiller seçilir.

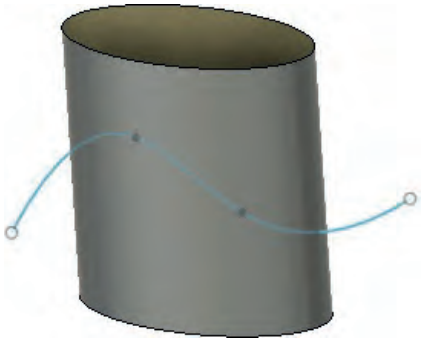


Profil 1, profil 2 ve profil 3 ve yön belirtilir.

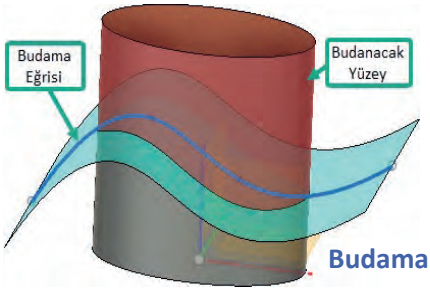


1.3.5. Trim Surface [(Tirim Sörfeyz) Yüzeyle Budama] Komutu

Yüzey budama komutu yüzeyleri çizgi, düzlem veya başka bir yüzeyle budama işlemi yapar. Budama işlevi oluşturabilmek için nesnelerin kesişmesi gerekir (Görsel 1.105). Komut, yüzey araç çubuğunda makas şeklindedir.

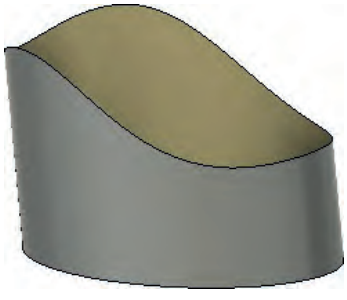


Budanacak nesne

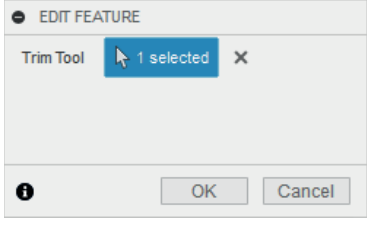


Budama işlemi

- Mavi yüzey kesişim yüzeyi
- Kırmızı budanacak yüzey
- Gri kalacak yüzey



Budanmış Yüzey



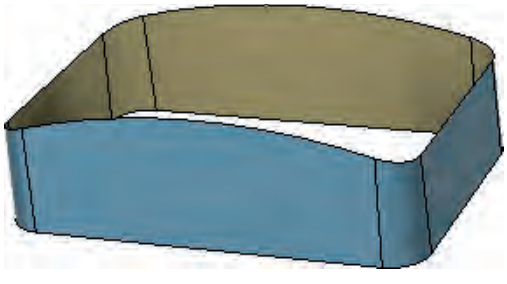
Budama penceresi

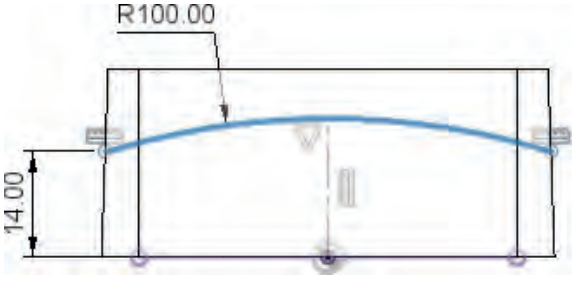
- Komut çalıştırılır.
- Kesişim eğrisi seçilir.
- Budanacak yüzey seçilir ve onaylanır.

Görsel 1.105: Yüzey budama

1.39. UYGULAMA

Görsel 1.106'da verilen hoparlör kapak parçasını budayınız.

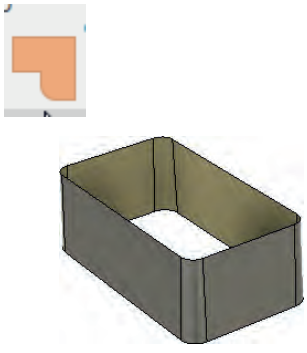




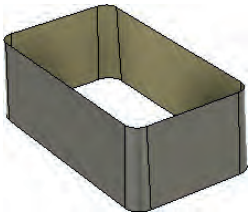
Görsel 1.106: Hoparlör kapak parçası

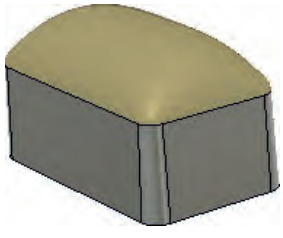
1.3.6. Surface Paht [(Sörfeyz Pat) Yüzey Kapatma/Yama] Komutu

Yüzey kapatma komutu, oluşturulan geometrileri birbirleri ile ilişkilendirerek yeni bir geometri oluşturur veya bir geometriyi yüzeyle kapatır. Görsel 1.108'de modeller patch komutu kullanılarak oluşturulur. Patch komutu çalıştırılır, çıkan pencerede sınır ve kılavuz eğri veya sadece sınır seçilerek model oluşturulur (Görsel 1.107).

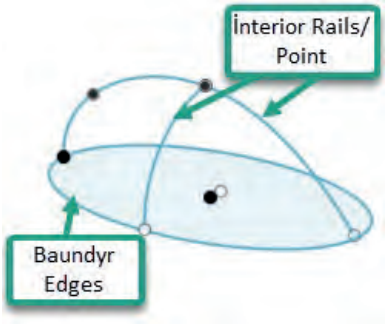


Düz kapatma
Connected

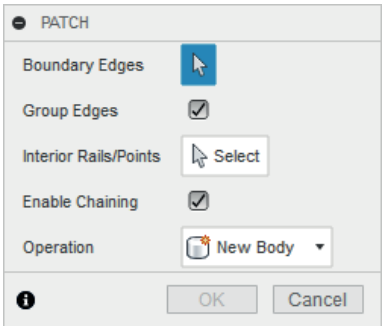




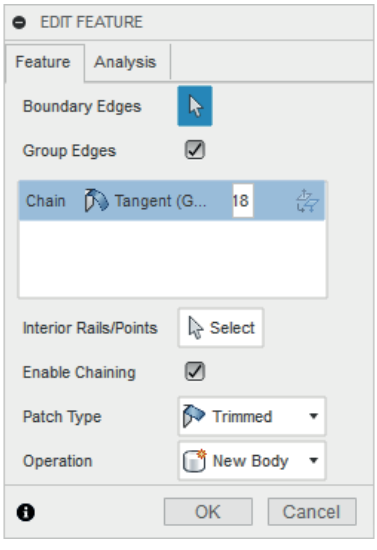
18 Formlu kapatma
Tangent



Curvature

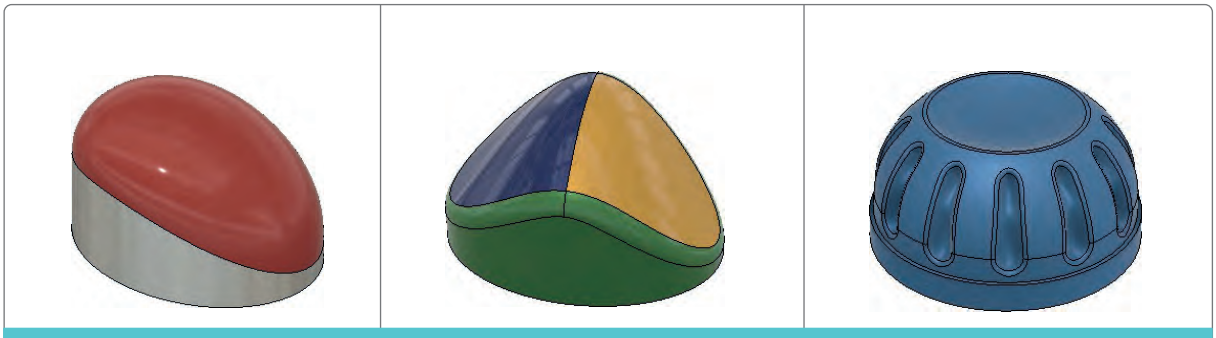


- **Baundary Edges:** Sınır çizgisi
- **Group Edges:** Grup kenarları
- **İnterior Rail / point:** Kılavuz eğri ve noktalar
- **Enable Chaning:** Zinciri etkinleştir



- **Connected:** Sınır çizgisine bağlı
- **Tangent:** Sınır çizgisine teğet
- **Curvature:** Eğrilere bağlı

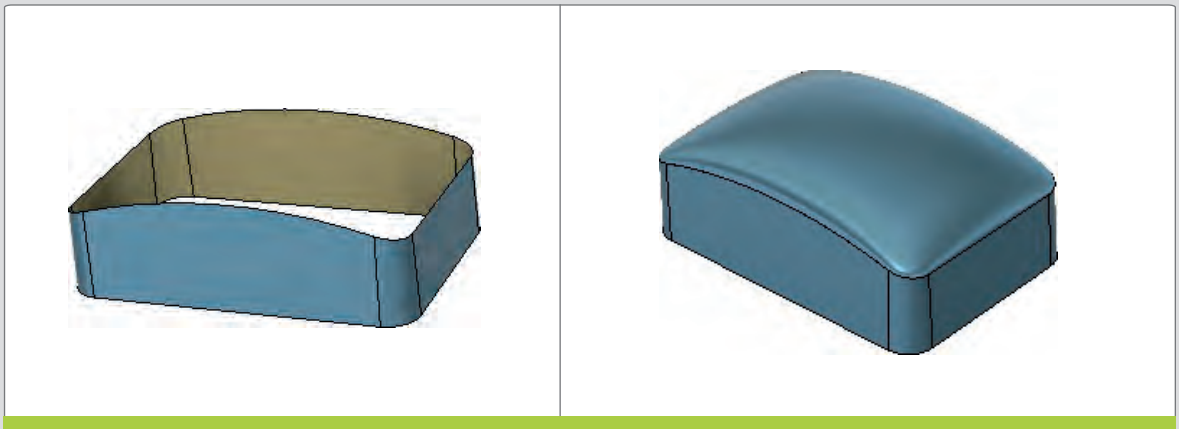
Görsel 1.107: Yüzey kapatma



Görsel 1.108: Paht komutu kullanılarak oluşturulan modeller

1.40. UYGULAMA

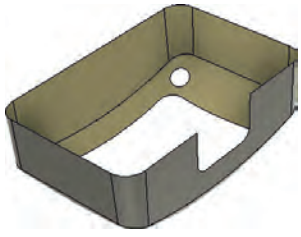
Görsel 1.109'da verilen hoparlör kapak parçasının yüzeyini kapatınız.



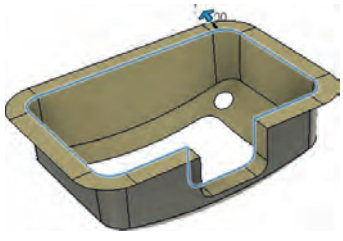
Görsel 1.109: Hoparlör kapak parçası

1.3.7. Ruled [(Rul) Kurallı Yüzey] Komutu

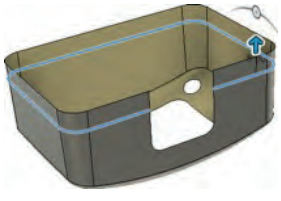
Bir kenarı veya yüzeyi seçilen yönde ve açıda uzatmaya yarar. Genellikle kalıp ayrım yüzeyleri oluşturulurken tercih edilir. Seçilen yüzeyin normaline dik olarak uzatır (Görsel 1.110).



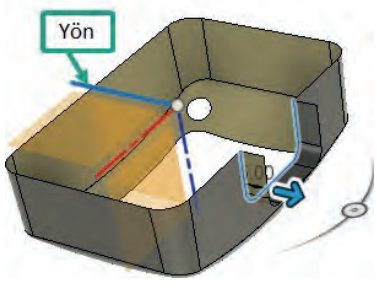
Uzatılacak model



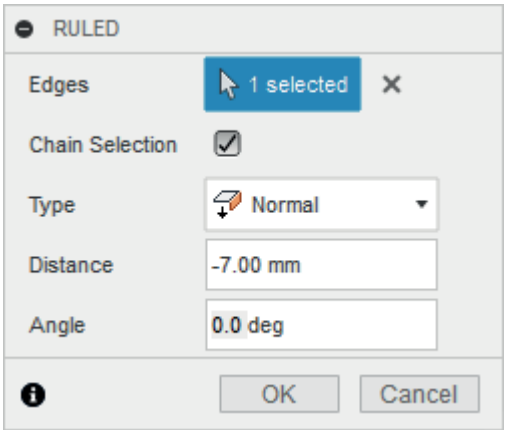
Normal



Tangent



Direction



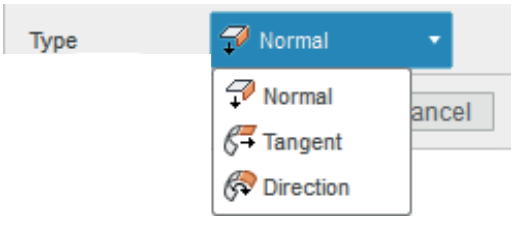
» **Edges:** Uzatılacak kenar

» **Type:** Uzatma tipi

» **Distance:** Uzatma ölçüsü

» **Angle:** Açı

Uzatma Tipi



» **Normal:** Yüzey normaline istenilen açıda

» **Tangent:** Yüzeye teğet

» **Direction:** Bir yön doğrultusunda

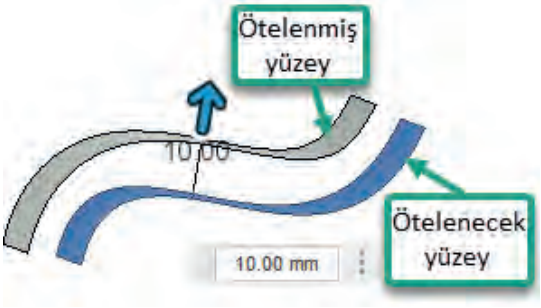
Görsel 1.110: Kurallı yüzey komutu seçenekleri

1.41. UYGULAMA

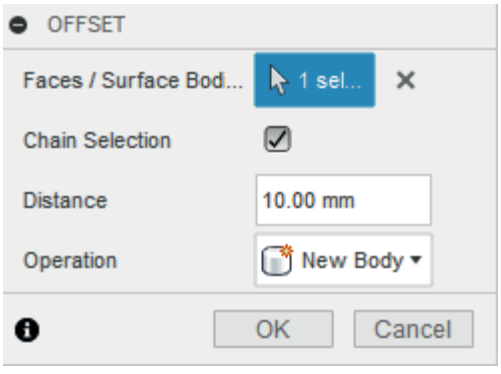
Hoparlör kapak parçasının kenar yüzeylerini uzatınız.

1.3.8. Offset [(Ofset) Yüzey Öteleme] Komutu

Seçilen yüzeyi, yüzey formuna paralel belirli bir mesafede kopyalanarak yeni bir yüzey oluşturulur (Görsel 1.111). Komut çalıştırılır, ötelenecek yüzey seçilir, ölçü verilir ve onaylanır.



» **Profiles:** Profil
» **Chaining:** Zincir
» **Start:** Başlangıç
» **Direction:** Yön

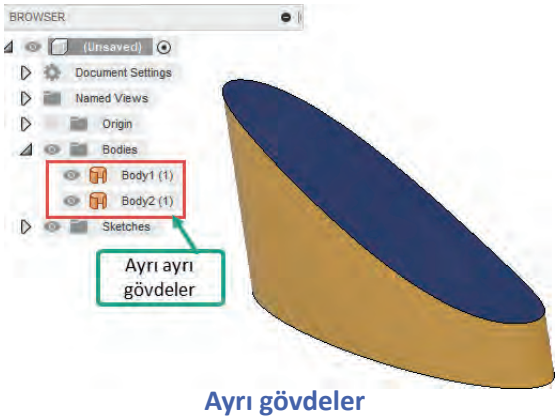


» **Face / Surface bodies:** Ötelenecek yüzey veya gövde
» **Distance:** Öteleme uzaklığı

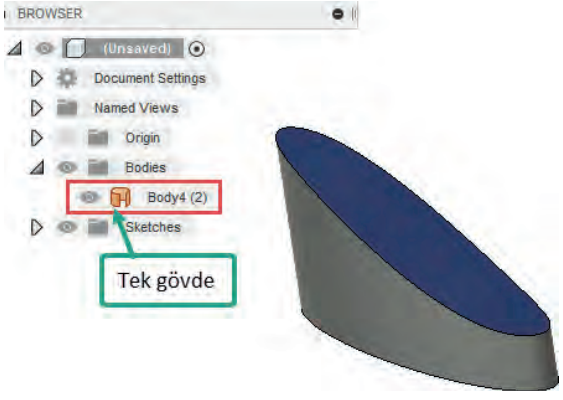
Görsel 1.111: Yüzey öteleme

1.3.9. Stitch [(Sitiç) Yüzey Dikme] Komutu

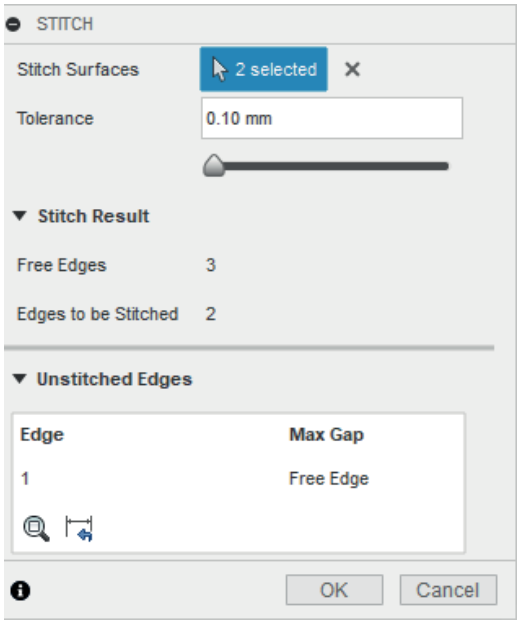
Yüzey dikme komutu, iki veya daha fazla yüzeyi diker; tek bir yüzey hâline getirir. Yüzey dikme komutu kullanılabilmesi için yüzeylerin kesişmesi veya temas etmesi gerekir (Görsel 1.112). Kapatılmış yüzeyler dikildiğinde katıya dönüştürülebilir.



Ayrı gövdeler



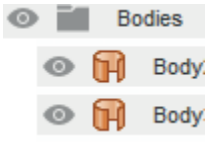
Tek gövde



Görsel 1.112: Yüzeyleri dikme komutu

1.42. UYGULAMA

Görsel 1.113'te verilen hoparlör kapak parçasının gövdelerini tek parça hâline getiriniz.

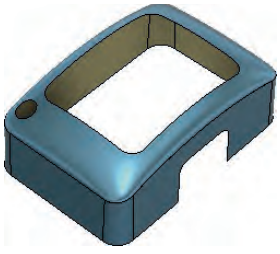


Görsel 1.113: Gövdeleri dikme

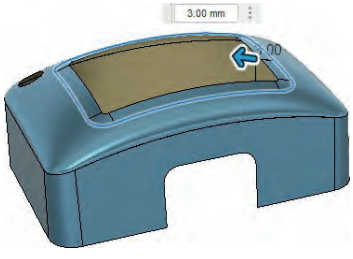
1.3.10. Extend [(Ekstend) Yüzey Uzatma] Komutu

Bir yüzeyin kenarlarını belirlenen uzatma tipine göre verilen mesafe kadar uzatmak için kullanılır. Yüzey formu takip edilerek istenilen miktarda uzatılır veya kısaltılır (Görsel 1.114).

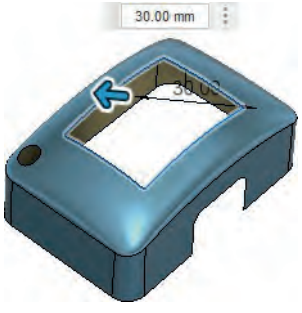
Yüzey uzatma komutu



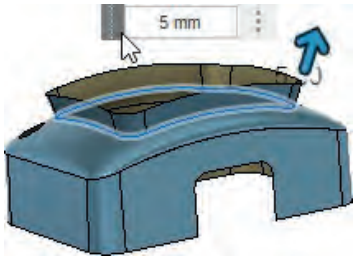
Yüzey uzatılacak model



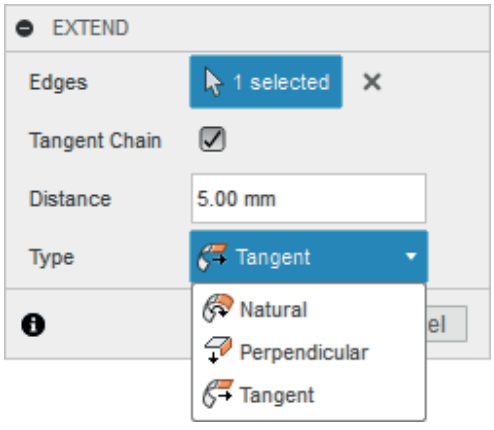
Tangent



Naturel



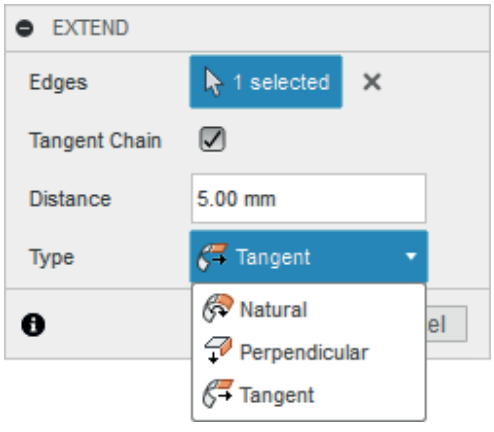
Perpendicilar



» **Tangent:** Yüzeye teğet

» **Naturel:** Yüzeye parelel

» **Perpendicular:** Yüzeye dik



» **Edges:** Uzatılacak kenarlar

» **Tangent chain:** Teğet zincir

» **Type:** Uzatma tipi

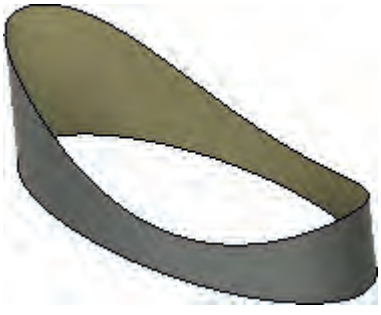
Görsel 1.114: Kurallı yüzey komutu seçenekleri

1.43. UYGULAMA

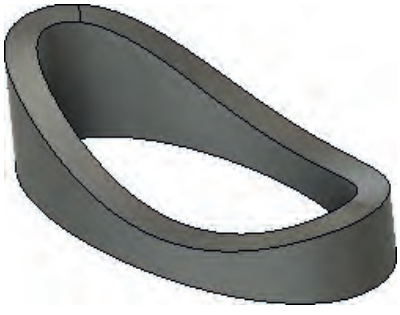
Hoparlör kapak parçasının kenarlarını extend komutu ile uzatınız.

1.3.11. Thicken [(Tikın) Yüzeye Et Kalınlığı Verme] Komutu

Yüzeylere et kalınlığı verme komutu, yüzey olarak tasarlanan modelleri katıya dönüştürür. Komut çalıştırılır, yüzey seçilir ve kalınlık verilir (Görsel 1.115).



Yüzey model

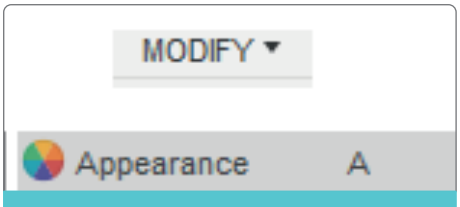


Katı model

Görsel 1.115: Yüzey öteleme

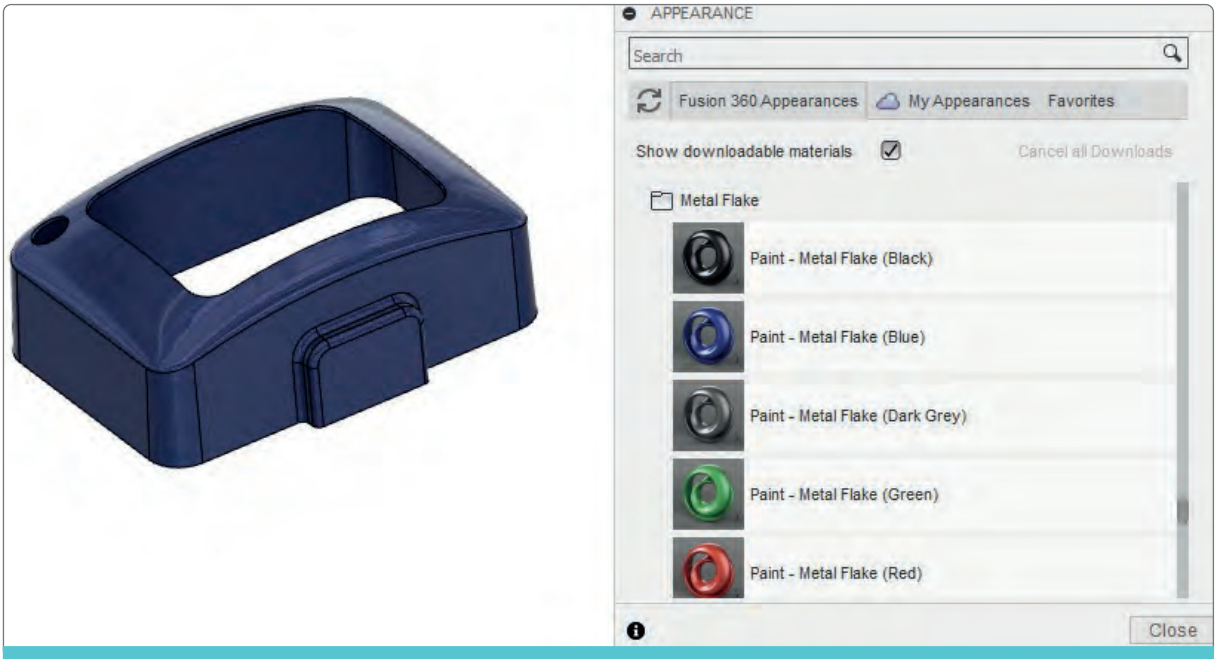
1.3.12. Malzeme Kaplama Ayarları Komutu

Oluşturulan modele istenilen renk ve istenilen malzeme görünümü eklenebilir. Komuta MODIFY komutu altından Apparence'ten ulaşılır (Görsel 1.116).



Görsel 1.116: Malzeme kaplama ayarı

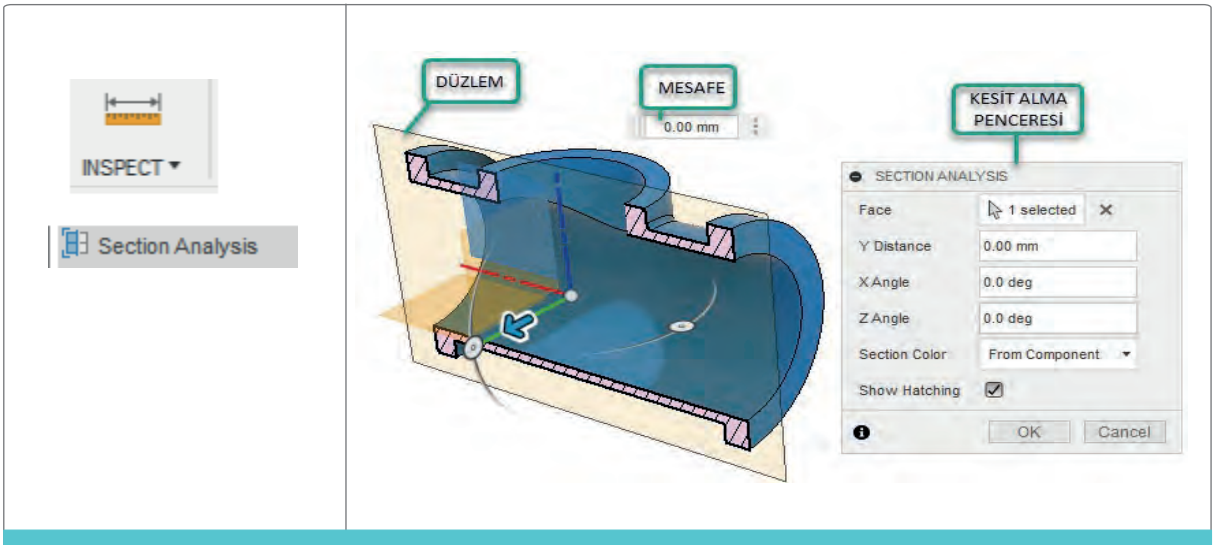
Komut seçilip, istenilen malzeme veya renk seçilerek model üzerine sürüklenerek istenilen görünüm elde edilir (Görsel 1.117).



Görsel 1.117: Malzeme kaplama ayarı

1.3.13. Model Kesit Görünüş Bakma Komutu

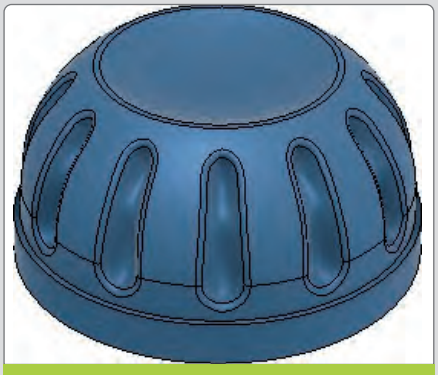
Katı ve yüzey modellerin iç ayrıntılarını görmek için kesit görünüşten bakılır. Komuta İntersec altından ulaşılır (Görsel 1.118).



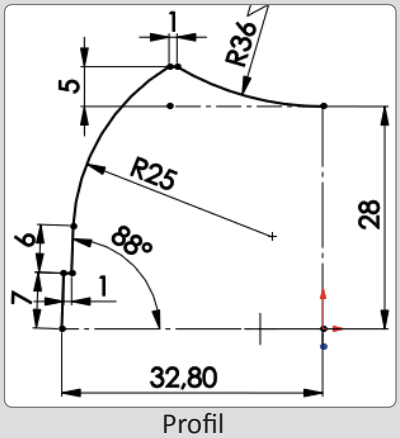
Görsel 1.118: Model kesit alma

1.44. UYGULAMA

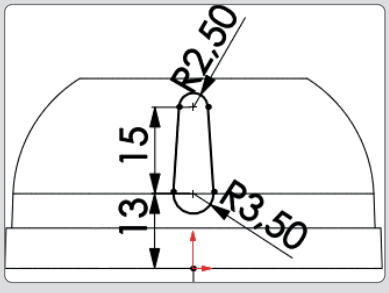
Görsel 1.119'da verilen kapı kolunu tamamlayınız.



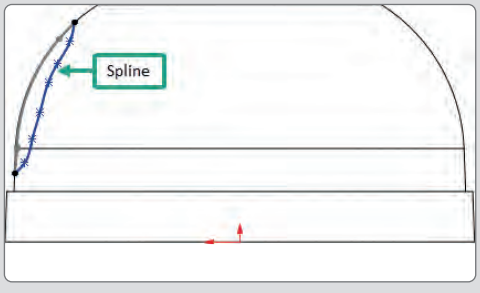
Görsel 1.119: Kapı kolu



Profil



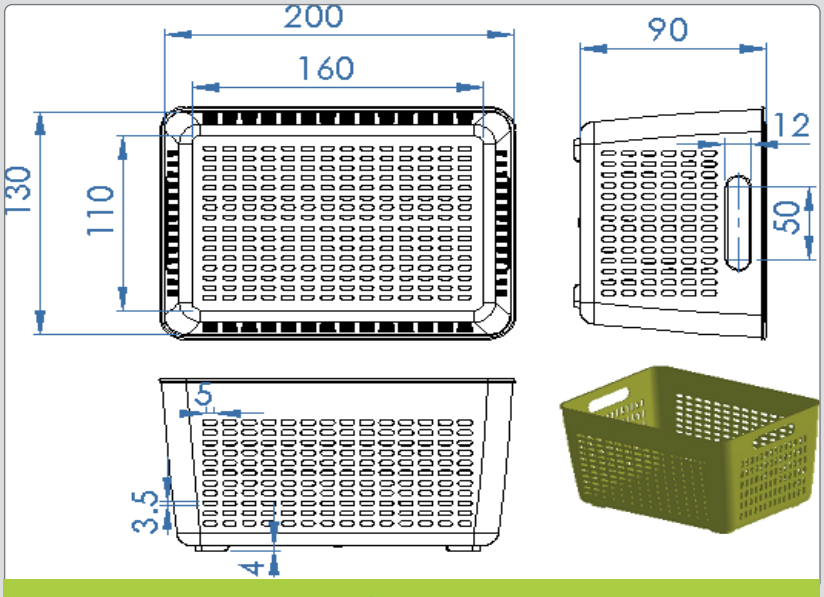
Form önden görünüş



Form yandan görünüş

1.45. UYGULAMA

Görsel 1.120'de verilen süzgeci verilen ölçülerden faydalanarak yaklaşık olarak çiziniz.



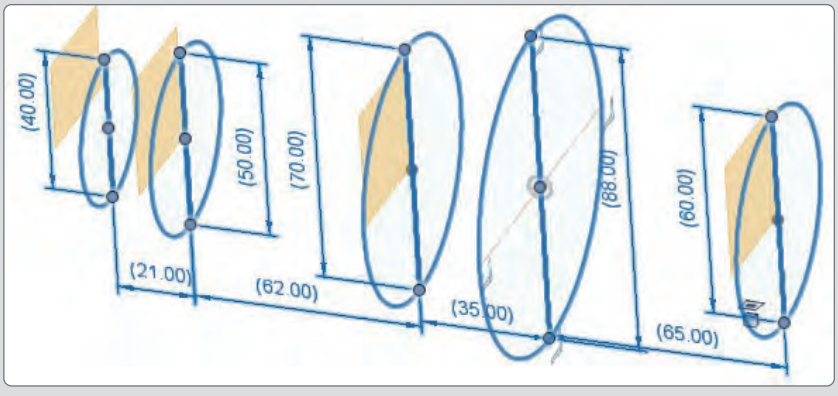
Görsel 1.120: Süzgeç

1.46. UYGULAMA

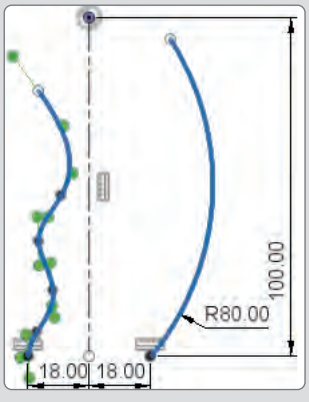
Görsel 1.121'de verilen saç kurutma makinesini çiziniz. Verilmeyen ölçüleri yaklaşık alınız.

Görsel 1.121: Saç kurutma makinesi

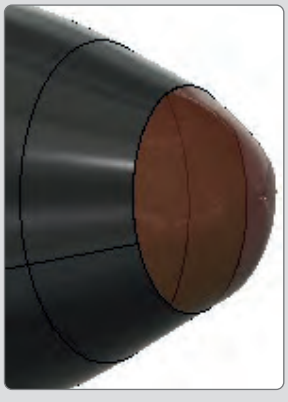
Uç kısım



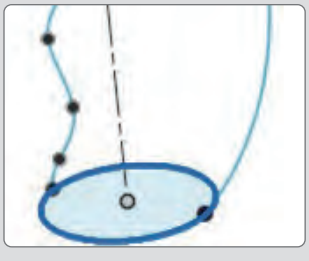
Profiller



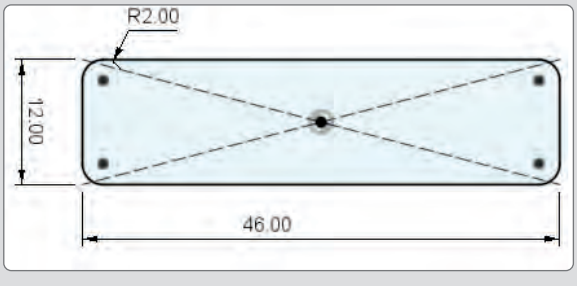
Tutacak



Arka kısım



Tutacak profil

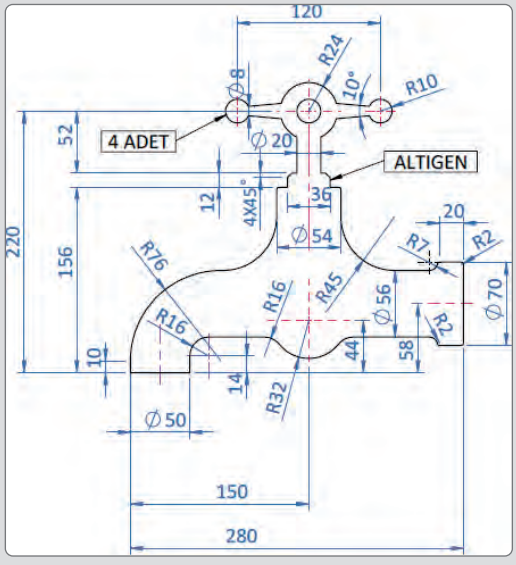


Uç profil

1.47. UYGULAMA

Görsel 1.122'de verilen musluğu 3D katı olarak çiziniz.

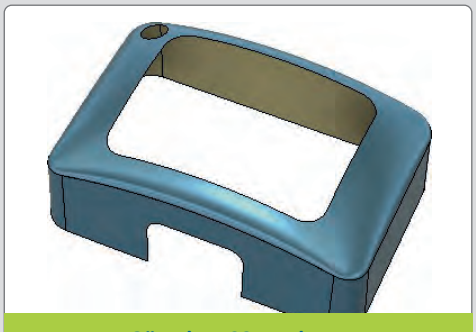
Görsel 1.122: Musluk 3D



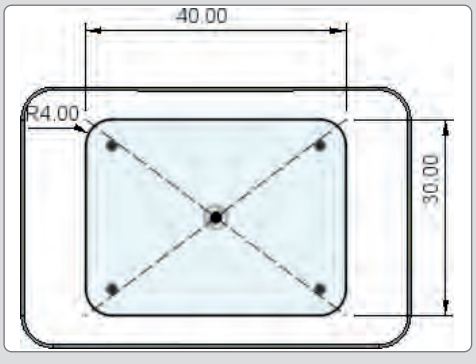
Musluk 2D

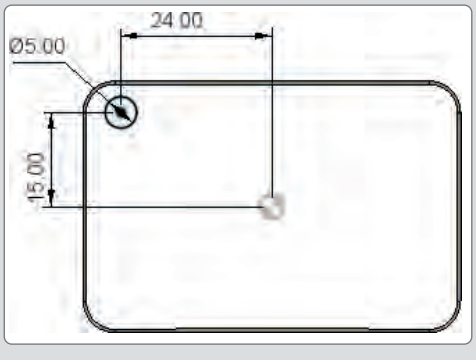
1.48. UYGULAMA

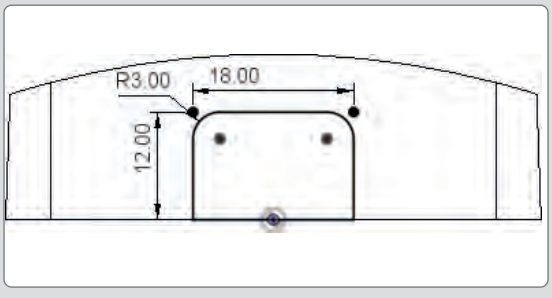
Hoparlör kapak parçasının uygulama resimleri Görsel 1.123'ten alınacaktır.



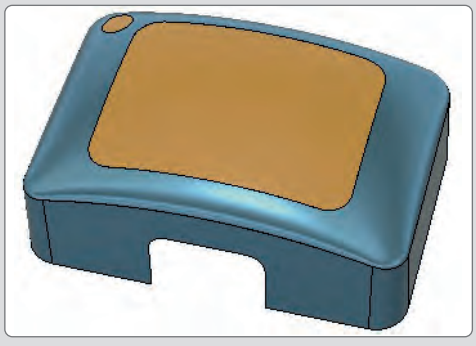
Görsel 1.123: Budama



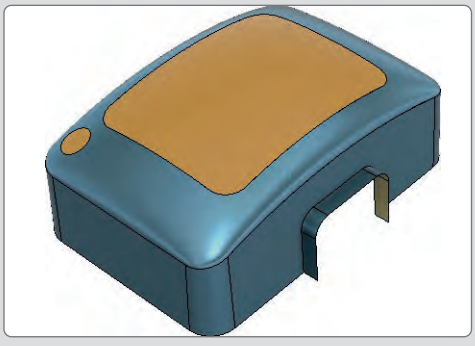




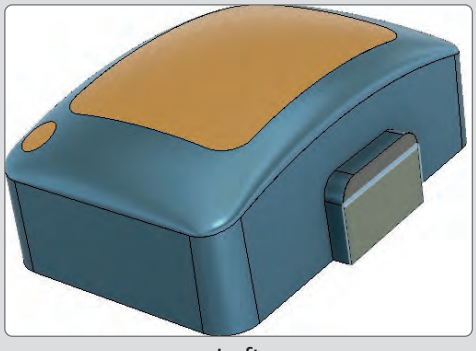
1.48. UYGULAMANIN DEVAMI



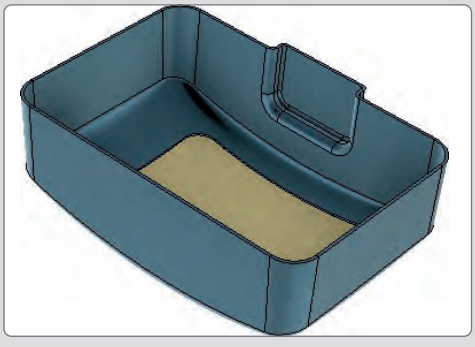
Yüzey kapatma



Yüzey uzatma



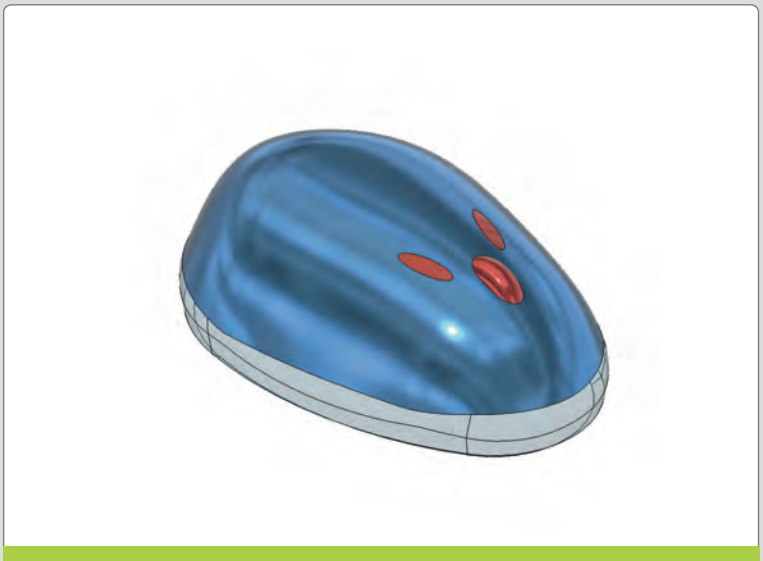
Loft



Radüs ve Kalınlık

1.49. UYGULAMA

Görsel 1.124'te verilen fareyi çiziniz.

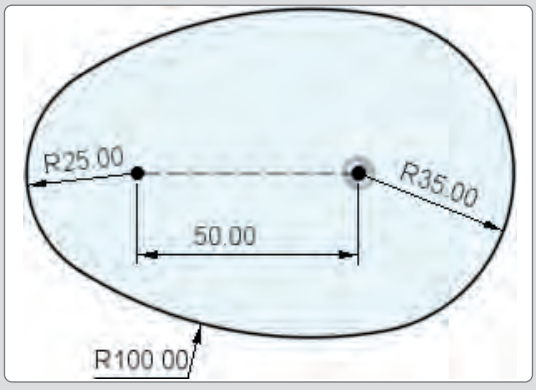


Görsel 1.124: Fare çizimi

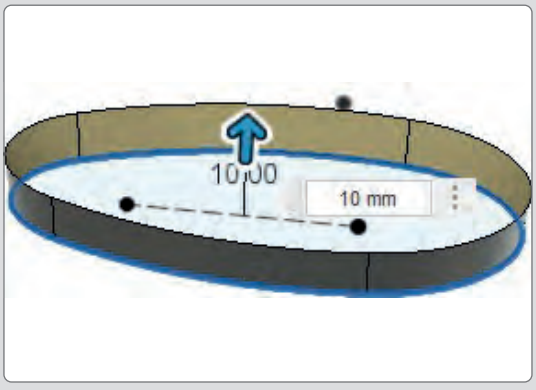
1.49. UYGULAMANIN DEVAMI

İŞLEM BASAMAKLARI

» Üst düzleme geometri çizilir.

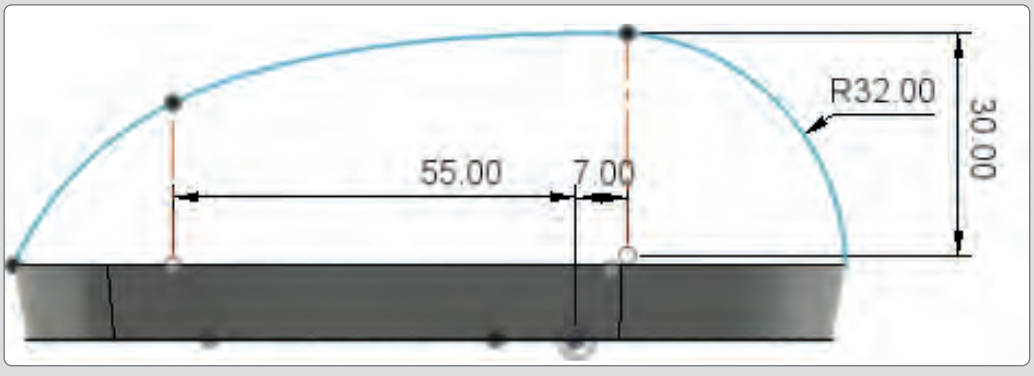


» Yüzey exrude yapılır.



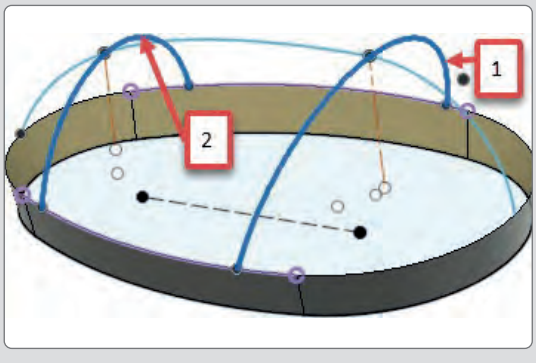
» Ön düzleme çizim açılır.

» Yaylar çizilir.

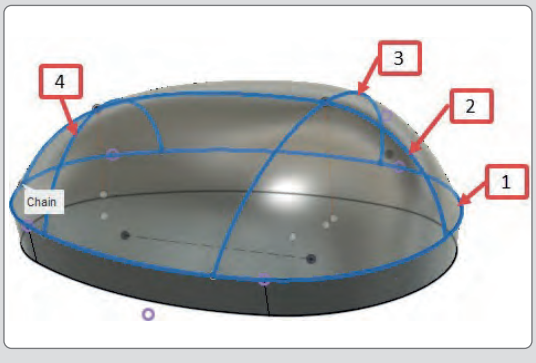


» Yan düzleme paralel düzlemler atılır.

» Düzlemlere sırası ile 1 ve 2 numaralı yaylar çizilir.



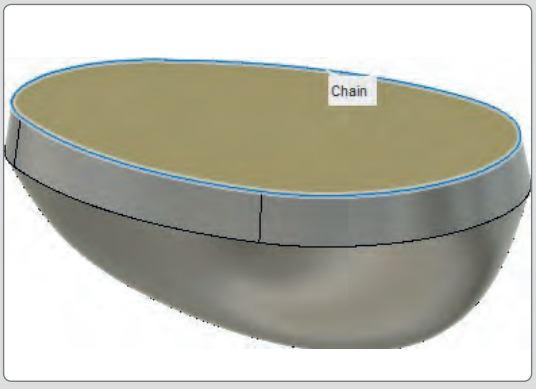
» Paht komutu ile yaylar bağlanır.



1.49. UYGULAMANIN DEVAMI

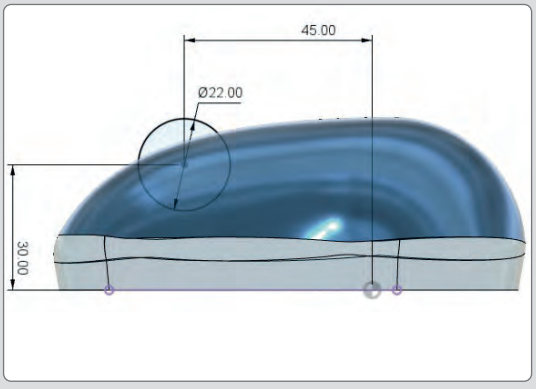
İŞLEM BASAMAKLARI

» Alt yüzey kapatılır.

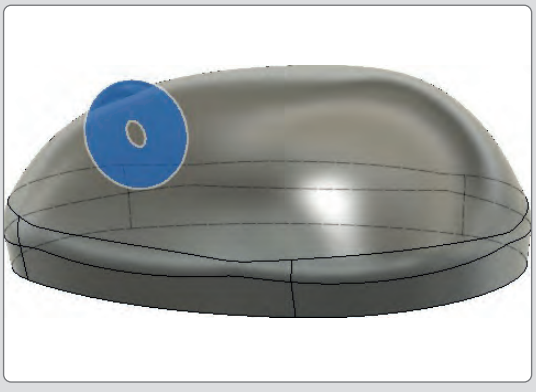


» Ön düzleme çizim açılır.

» Fare makarası çizilir.



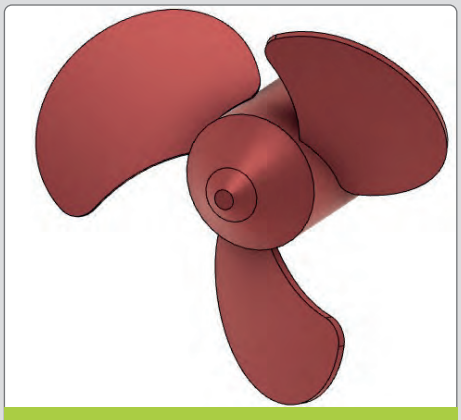
» Yapılan çizim döndürülerek makara çizilir.



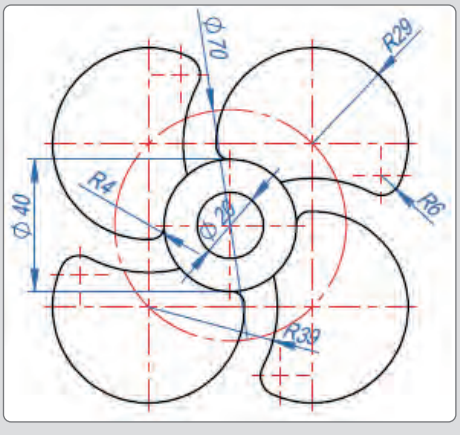
» Gövdeler birleştirilir.

1.50. UYGULAMA

Görsel 1 125'de verilen pervaneyi 3D olarak çiziniz.



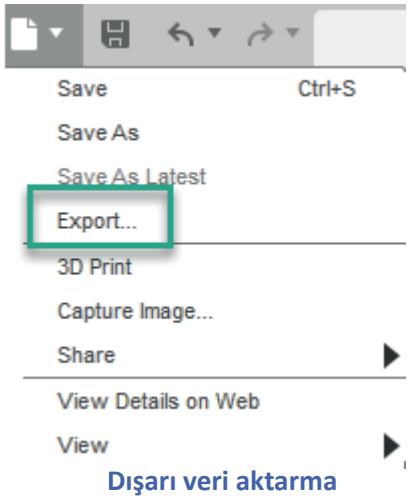
Görsel 1.125: 3D pervane



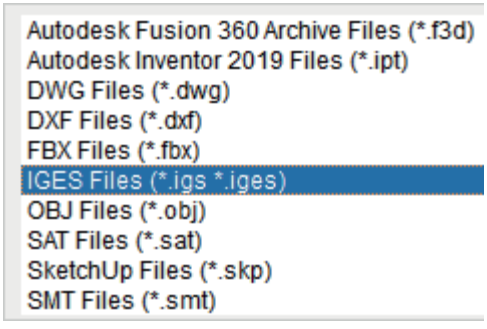
2D pervane

1.3.14. CAD ve CAM Programları Arası Veri Dönüşümü

Oluşturulan çizimi bir başka CAD programına aktarmak için kullanılır. Programlar arası veri dönüştürme stl., iges, parasolid ,dxf formatlarında kaydedilerek aktarılır. Başka programlara veri aktarmak için file menüsünden export yapılarak kaydedilir. Veri dönüşümü, programların birbirleri ile haberleştikleri ortak dildir (Görsel 1.126).



Dışarı veri aktarma



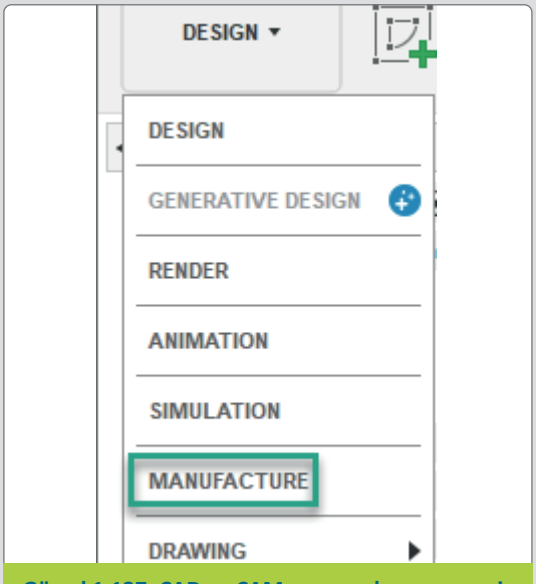
Dosya uzantıları

Görsel 1.126: Veri dönüşümü

1.51. UYGULAMA

Oluşturduğunuz modelleri faklı formatta kayıt yapıp yeniden açınız.

CAD programında çizilen bir parçayı CAM ortamına aktarmak için DESING MANUFACTURE kısmından geçiş yapılır (Görsel 1.127).



Görsel 1.127: CAD ve CAM programları arası geçiş

1.35-51 DAHİL UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	HAYIR
1.	Yüzey ve katı arasındaki farkı söyler.		
2.	Yüzey komutunun kullanım amacını söyler.		
3.	Extrude surface komutunu kullanarak model oluşturdu.		
4.	Extrude surface komutunun alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
5.	Döndürerek yüzey oluşturma komutunu kullanarak model oluşturdu.		
6.	Döndürerek yüzey oluşturmanın alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
7.	Süpürerek yüzey oluşturdu.		
8.	Süpürerek yüzey oluşturmanın alt seçeneklerini kullanarak model oluşturdu.		
9.	Loft vererek yüzey oluşturdu.		
10.	Loft komutunun alt seçeneklerini kullanarak yüzey model oluşturdu.		
11.	Yüzeyleri budadı.		
12.	Yüzeyleri kapattı.		
13.	Yüzeyleri istenilen açıda ve yönde uzattı.		
14.	Yüzeyleri öteledi.		
15.	Yüzeyleri dikti.		
16.	Yüzeyleri uzattı.		
17.	Yüzeylere et kalınlığı vererek katı modele dönüştürdü.		
18.	Yüzey ve katılara renk vererek istenilen renge boyadı.		
19.	Yüzey ve katılara malzeme atadı ve fiziksel özelliklerini belirledi.		
20.	Modellere kesit görünüşle baktı, iç ayrıntıları gördü.		
21.	CAD ve CAM programları arasında veri dönüşümünü sağladı.		
22.	Oluşturduğu modeli CAM programına aktardı.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) CAD kısaltmasının açılımı Compiter Aidet Desing (Bilgisayar Destekli Çizim)'dir.
2. (.....) Katı model çizmekteki amaçlardan bir tanesi de CAM (Kem) programına atıp takım yolu oluşturmaktır.
3. (.....) Regtangle (rektangıl) komutu ile daire çizilir.
4. (.....) Mirror (mrır) komutu ile aynalama yapılır.
5. (.....) Circular pattern (sörkılır pedırn) komutu ile doğrusal çoğaltma yapılır.
6. (.....) Extrude (eksturud) komutu ile kalınlık verilerek katı oluşturulur.
7. (.....) Bir katıyı parçalara ayırmak için Pull (Pul) komutu kullanılır.
8. (.....) Sweep (sivip) komutu ile bir profil bir yol boyunca katı oluşturur.
9. (.....) Mutfak davlumbazı loft komutu kullanılarak çizilebilir.
10. (.....) Fillet komutu ile köşeler yuvarlatılır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. **İki boyutlu çizime başlamak için aşağıdaki komutlardan hangisi kullanılır?**
   - **A)** Arc
   - **B)** Circle
   - **C)** Line
   - **D)** Plane
   - **E)** Sketch

2. **Serbest çizgi aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** Spline
   - **B)** Center line
   - **C)** Circle
   - **D)** Line
   - **E)** Arc

3. **Aşağıdakilerden hangisi çizim ilişkilendirme komutudur?**
   - **A)** Break
   - **B)** Constrain
   - **C)** Create
   - **D)** Modify
   - **E)** Spline

4. **Aşağıdaki komutlardan hangisi iki boyutlu çizimleri sabitler?**
   - **A)** Collinear
   - **B)** Consident
   - **C)** Equel
   - **D)** Fix
   - **E)** Mid point

5. **I.** Üretim hızı artmış ürünlere daha kolay erişim sağlanmıştır.
   II. Özdeş ve hatasız ürün üretilmesi sağlanmıştır.
   III. Üretim maliyeti düşmüştür.

   CAD-CAM programlarının hayatımıza girmesi ile yukarıdaki değişimlerden hangileri olmuştur?
   - **A)** Yalnız I
   - **B)** Yalnız II
   - **C)** I, II, III
   - **D)** I ve III
   - **E)** II ve III

6. Döndürerek katı oluşturan komutu aşağıdakilerden hangisidir?

A) Revolve
B) Loft
C) Move
D) Sweep
E) Extrude

7. Aşağıdakilerden hangisi katılara kabuk oluşturur?

A) Circular pattern
B) Hole
C) Mirror
D) Pres pull
E) Shell

8. İki katı gövdenin kesişimini alan komut hangisidir?

A) Cut
B) Intersect
C) Join
D) New body
E) New companet

9. Bir çizimi katı modelin şeklini aldırarak katıya dönüştüren komut hangisidir?

A) Bady
B) Dictance
C) Dimension
D) Perpendicular
E) To object

10. Aşağıdakilerden hangisi feder oluşturma komutudur?

A) Rib
B) Fillet
C) Polygon
D) Rectangle
E) Chamfer

11. Aşağıdakilerden hangisi yüzey uzatma komutudur?

A) Split
B) Press pull
C) Shell
D) Combine
E) Join

12. Aşağıdakilerden hangisi diş açma komutudur?

A) Hole
B) Move
C) Offset
D) Rotate
E) Thread

13. Aşağıdakilerden hangisi katı modelin ağırlığını verir?

A) Centere off mass
B) Densit
C) Mass
D) Remove
E) Volume

14. Aşağıda verilen yüzey komutlarından hangisi iki farklı formu birleştirir?

A)

B)

C)

D)

E)

15. Bir CAD programında aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılamaz?

A) Hareketli bir nesnenin hızı

B) Çizilen katı modelin hacmi

C) Çizilen katı modelin yüzey alanı

D) Bir modelin gerçek görünümü

E) Katı modelin ağırlığı

16. Herhangi bir çizimi katı model üzerine yansıtan komut hangisidir?

A) Dimension

B) Elips

C) Point

D) Project

E) Slot

17. Aşağıda verilen yüzey komutlarından hangisi iki farklı yüzeyi diker?

A)

B)

C)

D)

E)

18. Combine komutu ile aşağıdakilerden hangisi yapılamaz?

A) İki katı modelin birleştirilmesi

B) İki katı modelin kesişimi

C) Bir katı modelin diğer katı modelden çıkartılması

D) Katı modelin ağılık tespiti

E) Kalıp tasarımında tercih edilmesi

19. Aşağıda verilen dosya uzantılarından hangisi CAD-CAM programları arasında veri aktarımında kullanılmaz?

A) Dwg

B) Dxf.

C) Iges

D) Png

E) Sat

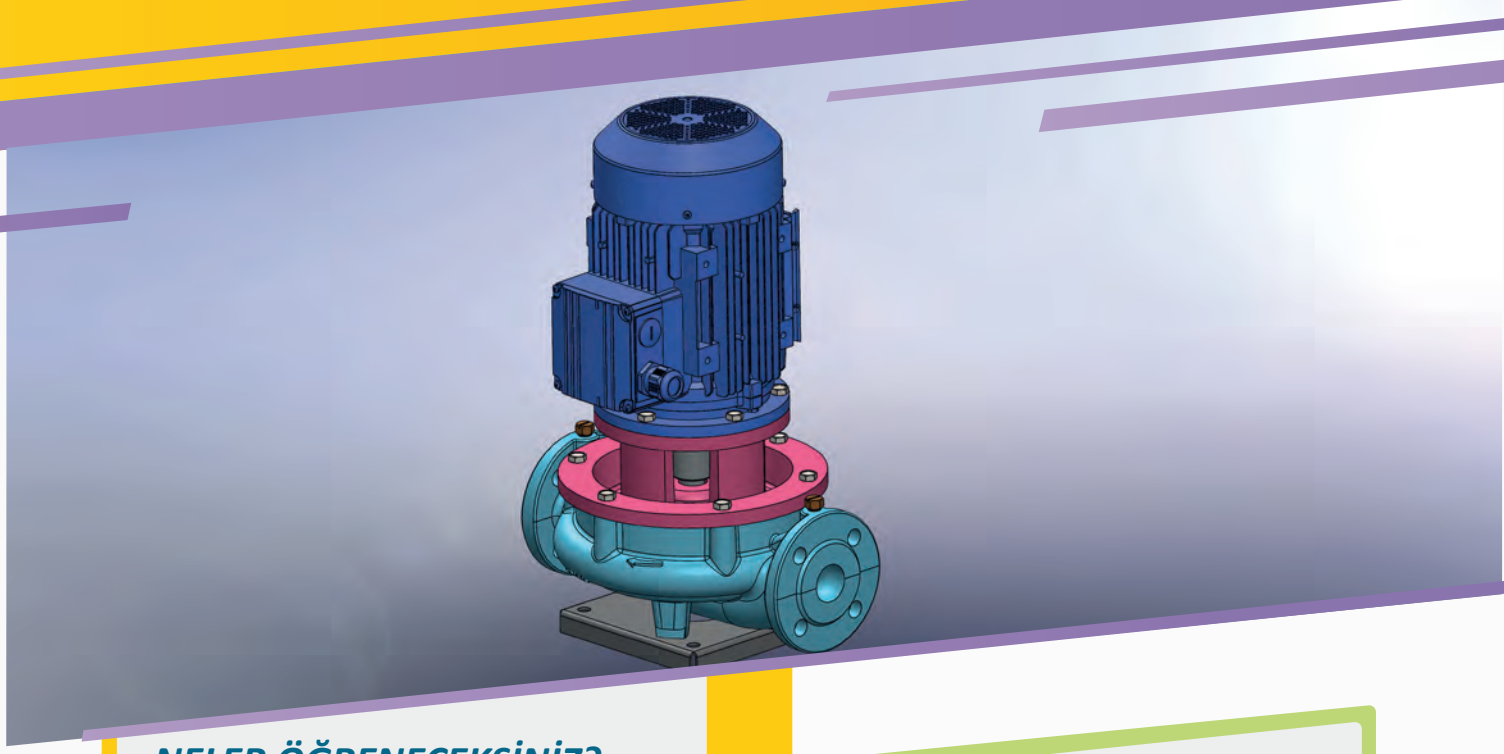
2. KATILARIN MONTAJINI YAPMA

KONULAR

2.1. MONTAJ SAYFASINA PARÇA VE İLİŞKİ EKLEME

TEMEL KAVRAMLAR

patlatılmış montaj, ilişkilendirme, simülasyon, revolved



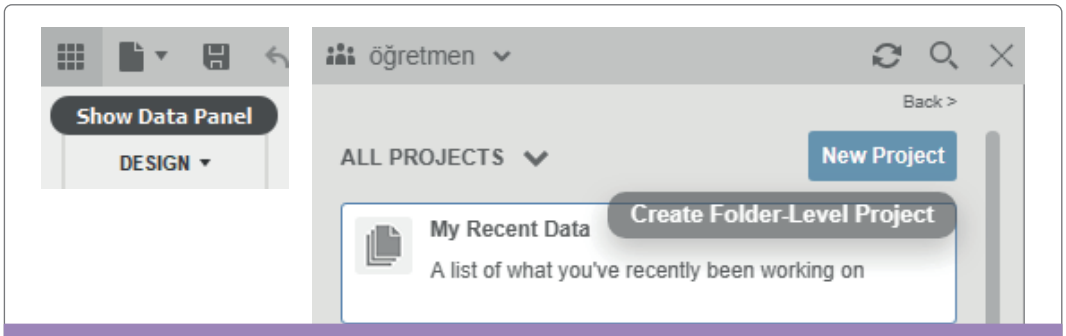
NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- 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

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

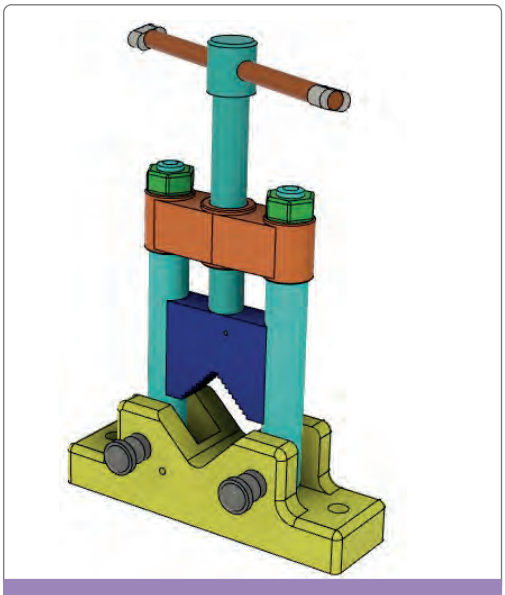
1. Evinize yeni aldığınız mobilya veya elektronik eşyaların kullanım kılavuzunu inceleyerek bu eşyaların nasıl monte edileceğini öğreniniz.
2. Montaj parçalarını animasyon yapmanın avantajları nelerdir?

Bir mekanizmanın parçaları tek tek veya montaj ortamında tasarlanarak elde edilebilir. Bir projenin karmaşık olmaması için bulut ortamında klasör açılıp parçalar tek tek kaydedilir (Görsel 2.1). Tasarımı yapılan katı modeller montaj ortamına aktarılır, simülasyon yaparak kaydedilir nasıl hareket ediyorsa aynısı elde edilebilir.

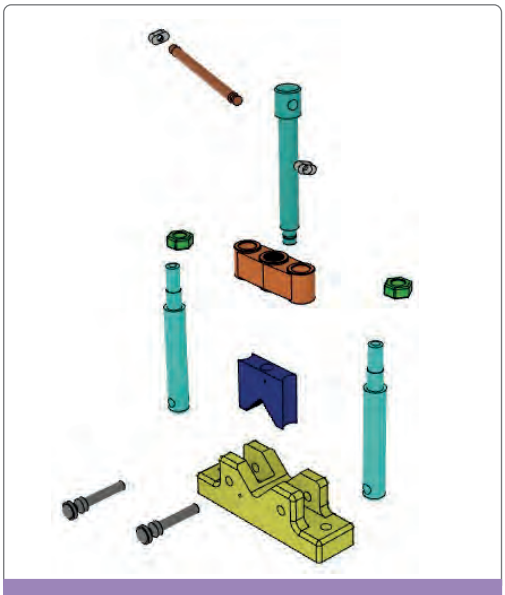


Görsel 2.1: Yeni proje oluşturma

Makina, kalıp veya bir mekanizma çiziminde parçalar tek tek çizilir ve gerçek montaja engel bir durum varsa bu giderilir (Görsel 2.2). Böylece hatasız imalatlar yapılır. Üretimi yapılan bir mekanizmanın patlatılmış resimleri oluşturularak kolayca montaj yapılması sağlanır (Görsel 2.3). Üretim aşamasında ön görülemeyen durumlar montaj sırasında ortaya çıkar. Bunlar ölçü hataları, iç içe geçen gövdeler, eksen kaçıklıkları gibi durumlar gerçek montajın yapılmasını engeller. Bu hatalar çizim ortamında tespit edilir ve giderilir.



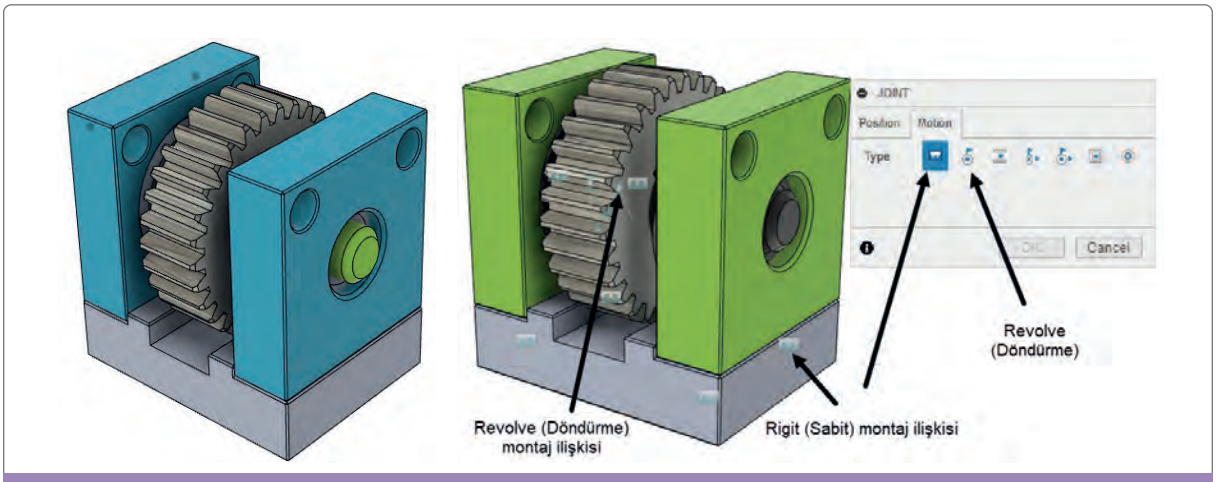
Görsel 2.2: Boru mengenesi montajı



Görsel 2.3: Boru mengenesi patlatılmış montaj

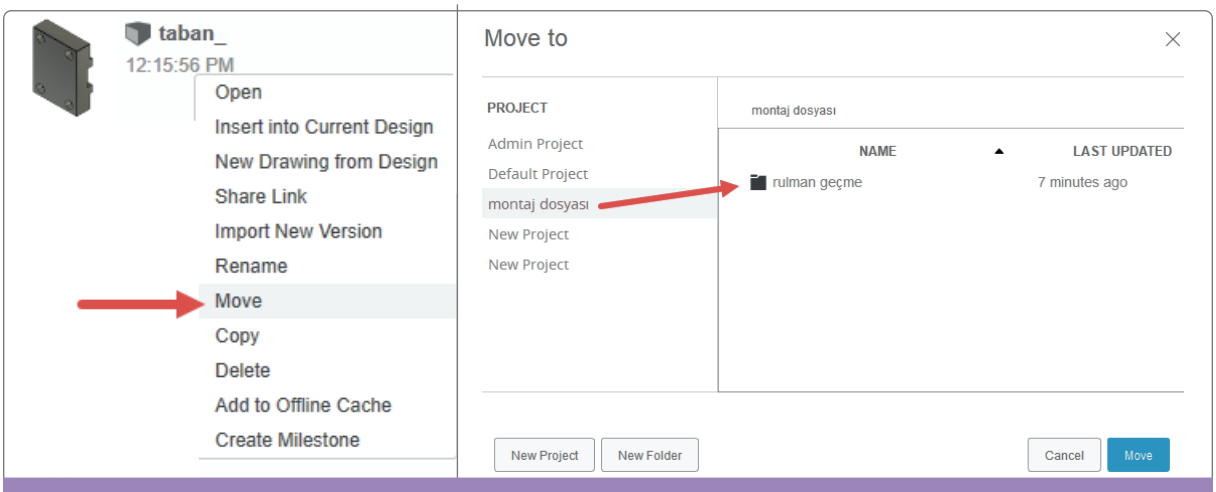
2.1. MONTAJ SAYFASINA PARÇA VE İLİŞKİ EKLEME

CAD programında oluşturulan katılar gerçekte nasıl montaj yapılıyorsa bilgisayar ortamında da aynı mantıkla montaj yapılır. Ancak bilgisayar ortamında montaj sırasında parçalar birbirlerinin içinden geçebilir. Aynı eksende çalışan, kenarların veya yüzeylerin paralel olması, vida hareketi, dişli çark hareketi gibi ilişkiler eklenir (Görsel 2.4).



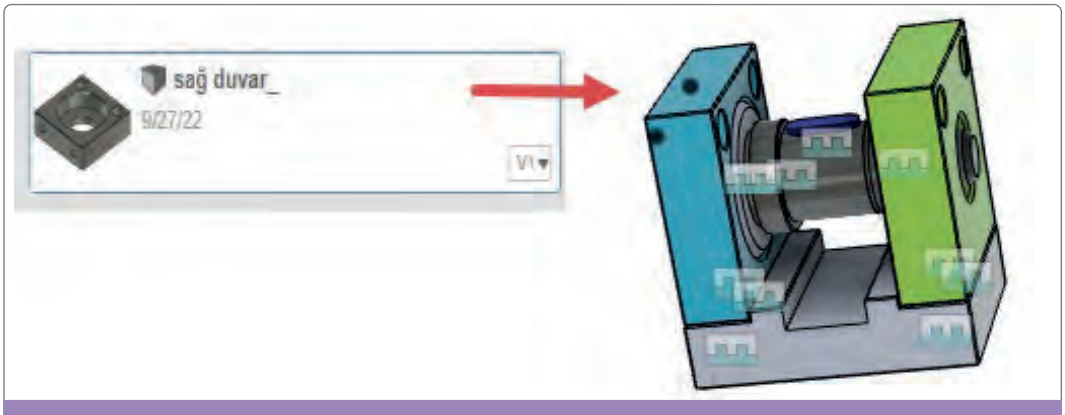
Görsel 2.4: Montaj ilişkisi

Önceden tasarlanan modelleri montaj klasörüne taşıma için ürün ağacından katı gövde üzerinde sağ tuşa basılır, move komutu seçilir ve taşınacak klasör gösterilir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Katı gövdeyi montaj klasör dosyasına taşıma

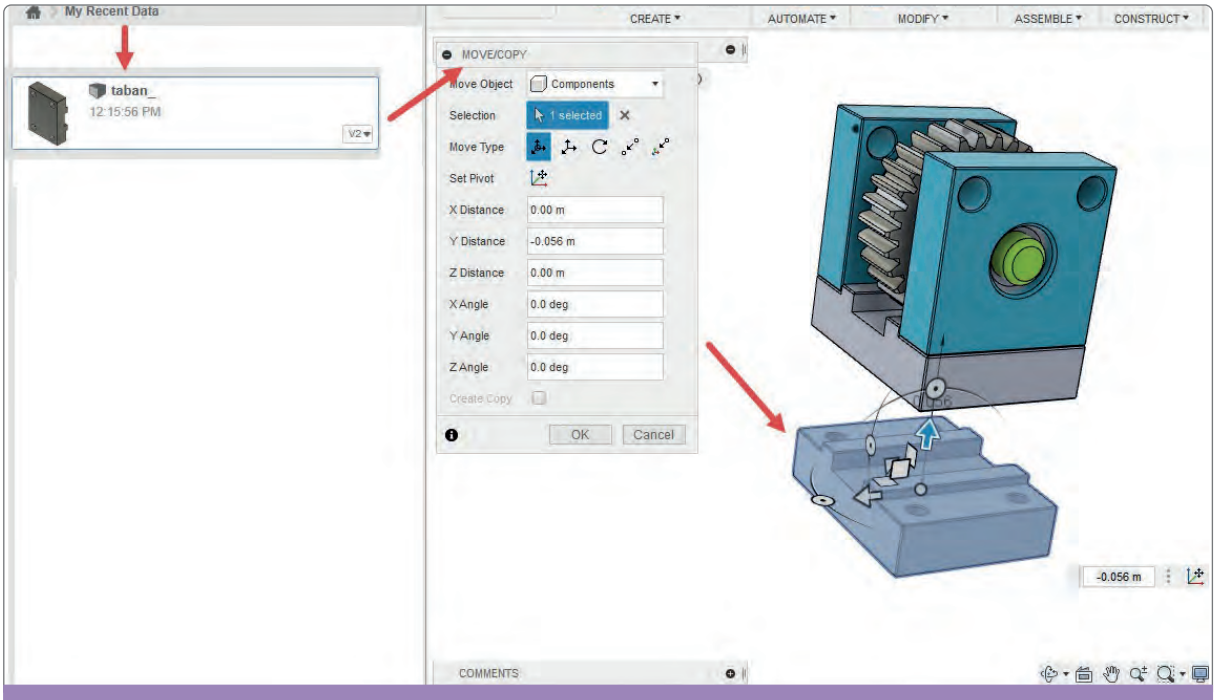
Önceden tasarlanmış modeller sürüklenip montaj sayfasına bırakılarak montaja aktarılabilir (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Montaj sayfasına dosya alma

Montaj sayfasına dosya aktarmak için şu işlem sırası takip edilir:

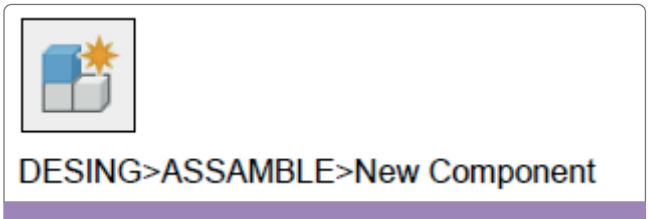
Data Paneldeki **taban** parçası seçilir. Açılan klasör içine çizilip kaydedilen ya da taşınan **montaj** parça dosyasına, farenin sol tuşu ile basılı tutulup sürüklenerek program ekranına bırakılır (Görsel 2.7). Böylece katı model montaj sayfasına aktarılmış olur.



Görsel 2.7: Katı gövdeyi montaj sayfasına taşıma

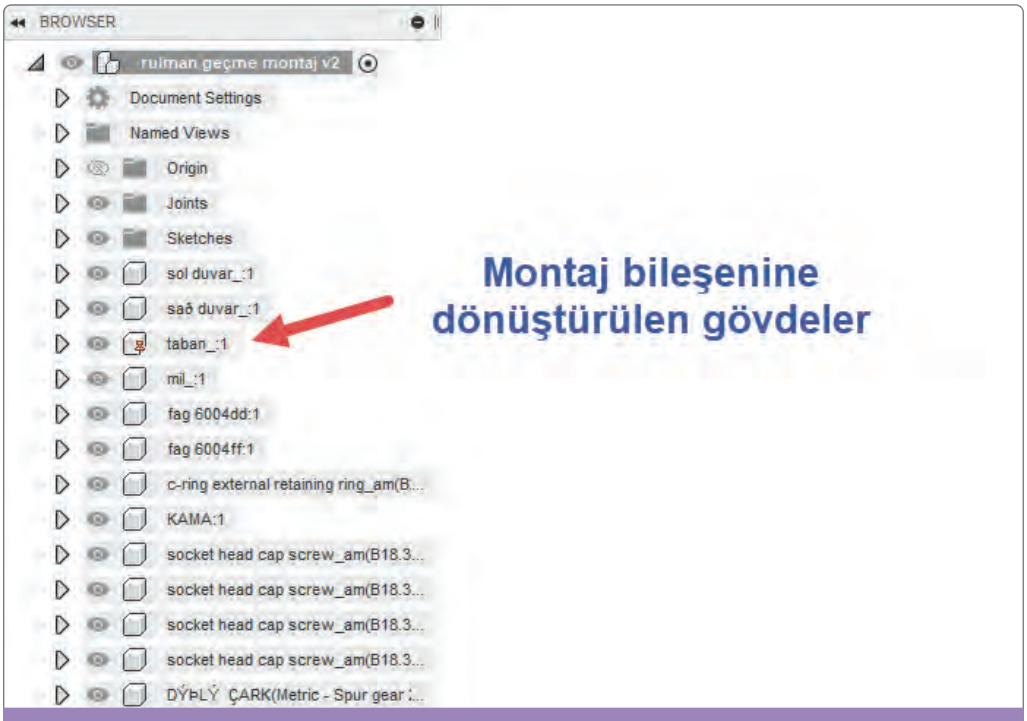
2.1.1. New Component [(Niv Kompenent) Yeni Montaj] Komutu

Üç boyutlu çizilen katı gövdenin direkt montajda kullanılabilmesi için montaj bileşeninin Component'e dönüştürülmesi gerekir (Görsel 2.8). Montaj ortamında katıların hareket ettirebilmesi için bu özellik eklenmelidir.



Görsel 2.8: Katı modeli montaja uygun hâle getirme komutu

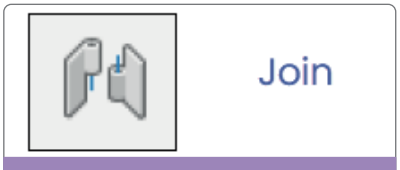
Görsel 2.9'da verilen mekanizma elemanı ürün ağacı incelendiğinde elemanların montaj bileşenine dönüştüğü görülür. Ürün ağacında oluşturulan gövde üzerinde sağ tuşa basılarak bileşene dönüştürülür.



Görsel 2.9: Rulman geçme mekanizması ürün ağacı

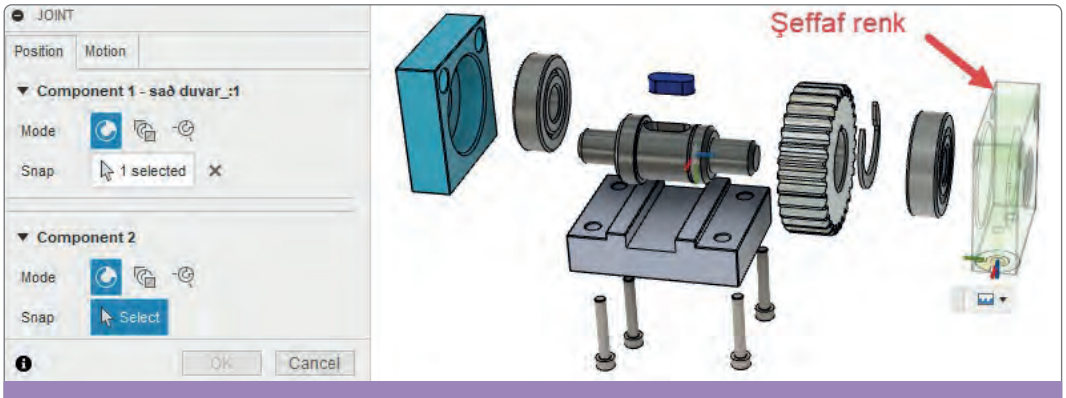
2.1.2. Join [(Coin) Standart Montaj İlişkileri] Komutu

Seçilen montaj parçalarını birbirlerine göre konumlandırmak için montaj ilişkileri kullanılır. Montaj ilişkisi join komutu kullanarak verilir (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Join komutu simgesi

Komut kullanılarak parçalar arasında, eş merkezlilik, paralellik ve kenar hizalama gibi ilişkiler verilerek montaj yapılması sağlanır. Join komutu çalıştırıldığında seçimi yapılan parça şeffaf renk alır (Görsel 2.11).



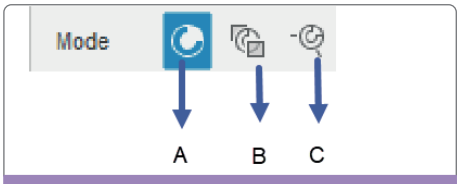
Görsel 2.11: Montaj ilişkisi verme

Join komutunun iki seçeneği mevcuttur. Bunlar Position ve Motion'dur.

» **Position:** Parçalara ilişki verilerek istenilen konuma getirilmesi sağlanır.

Mode seçenekleri ilişkilendirme işlemlerini sağlar (Görsel 2.12). **Simple** eş merkezlilik ilişkisi sağlar (A).

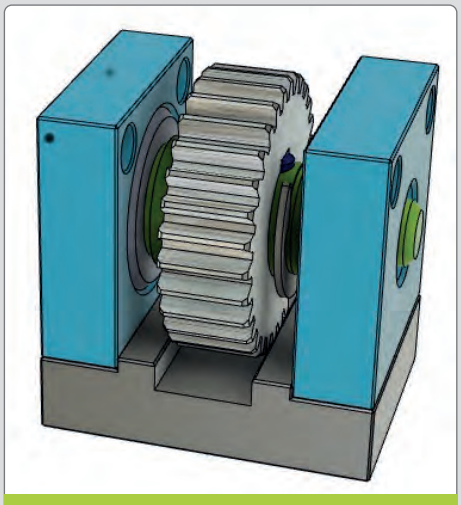
Between Two Face iki yüzey arasında ilişkisi sağlanır (B). **Two Edge Intersaction** iki kenar kesişimini sağlar (C).



Görsel 2.12: Mode seçenekleri

2.1. UYGULAMA

Görsel 2.13'te verilen rulman geçme parçasının montajını yapınız. Parçaların yapım resimlerine bakılarak tek tek çizilip kayıt yapılacaktır ve standart parçalar kütüphaneden alınacaktır.



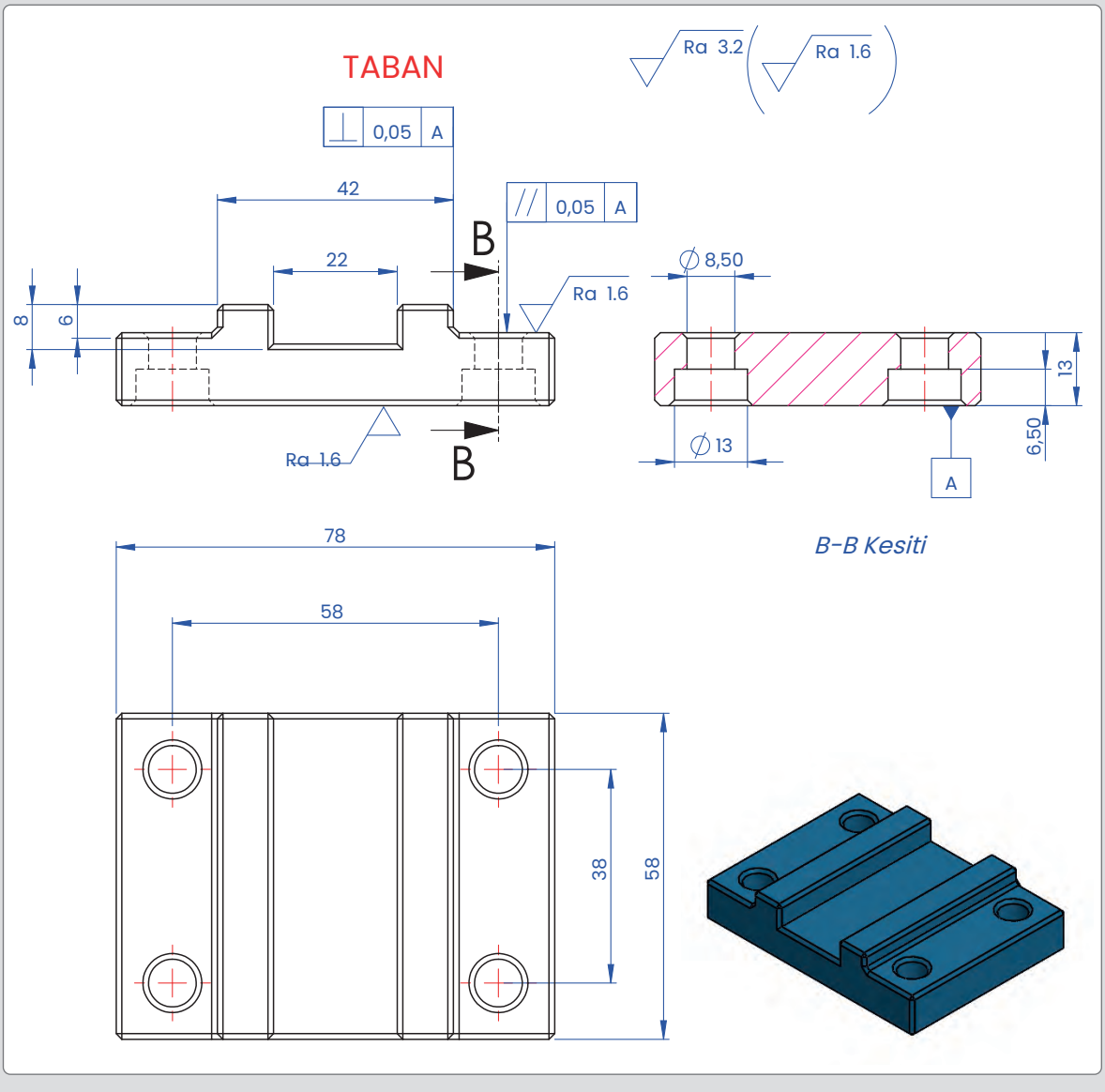
Görsel 2.13: Rulman geçme parçası

İŞLEM BASAMAKLARI

Bilgisayar ortamında yapılan montajda, gerçek yapılan montajdan farklı olarak parçalar birbirinin içerisinden geçer. Gerçekte duvarlar monte edildiğinde dişli çark ve mil takılamaz. Bilgisayar ortamında yapılan montajda bu sırayı takip etmek gerekmez. Montaj sayfasında parçaların iç içe geçip geçmediği, eksenlerin aynı olup olmadığının kontrolü ve çalışma simülasyonu yapılır. Parçaların çalışmasına ve gerçek montaja engel bir durum varsa giderilir. Böylece imalatta oluşacak hataların önüne geçilmiş olur. Montaj iki farklı yöntemle yapılabilir: Birinci yöntemde parçalar çizim sayfasında tek tek çizilir ve montaj ilişkisi verilir. İkinci yöntemde ise parçalar ayrı ayrı çizilip kaydedilir ve tek tek montaj sayfasına alınır.

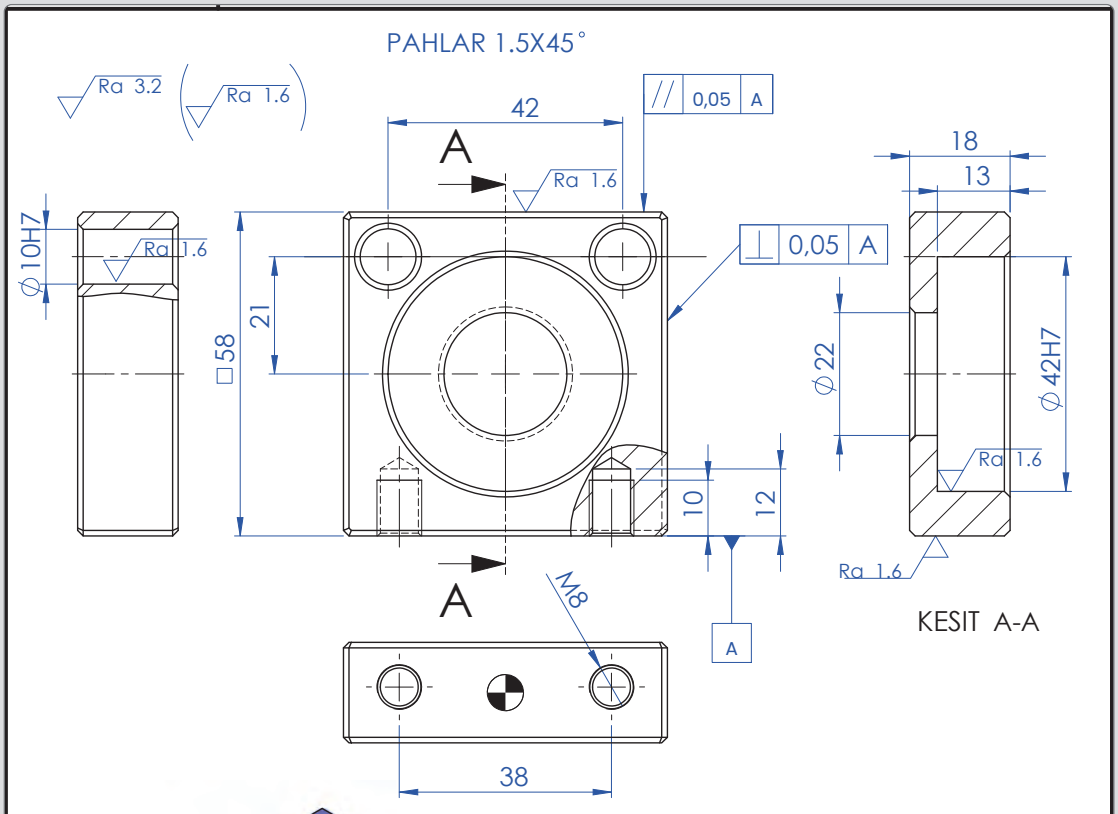
2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

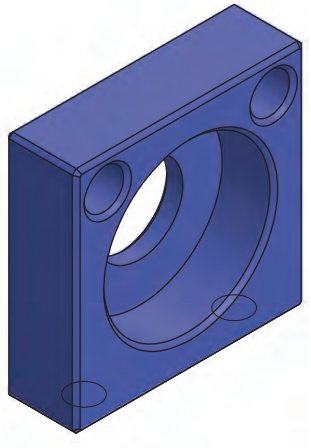
» Taban parçası çizilir.



2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Yan duvar parçası çizilir.

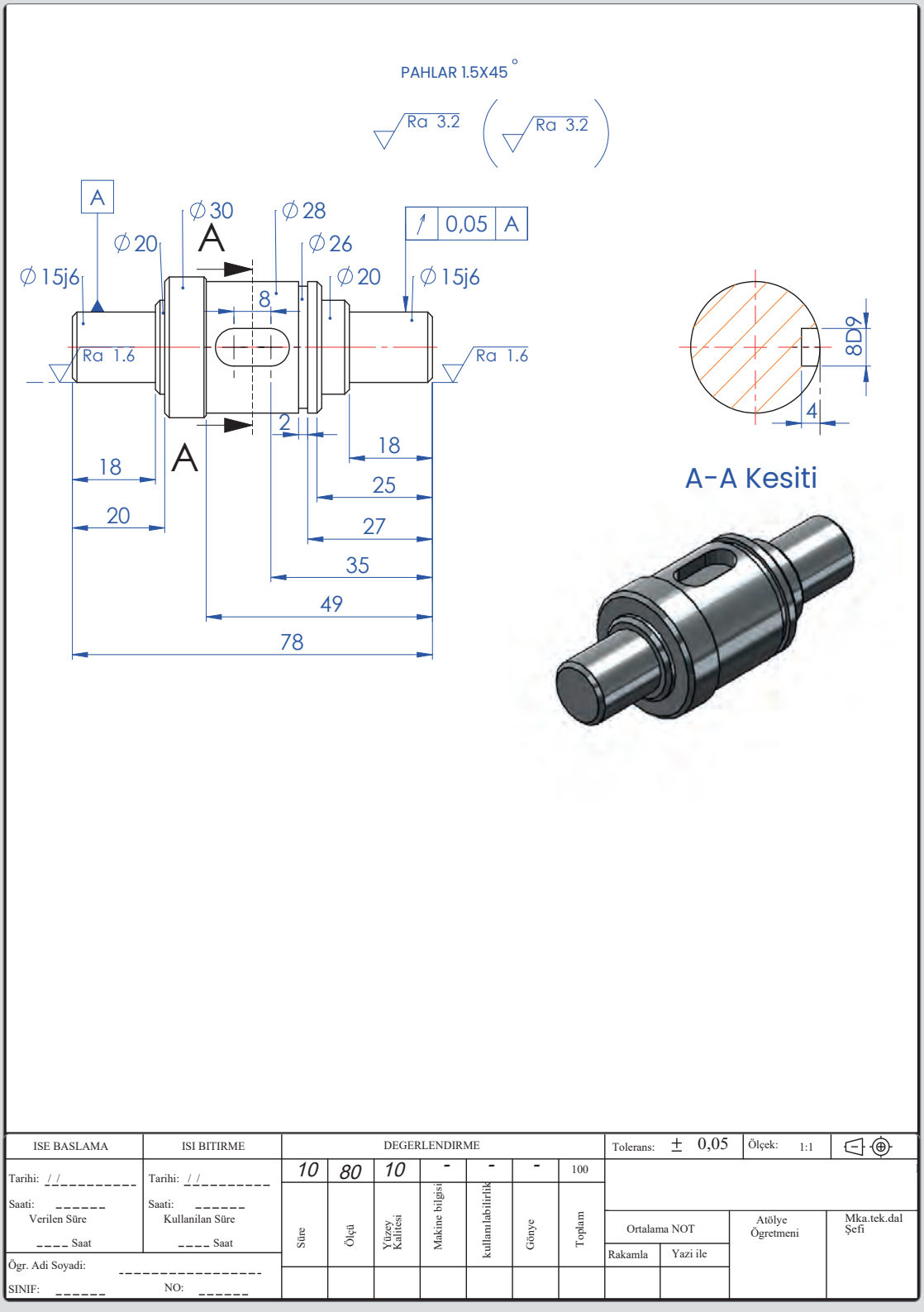




ISE BASLAMA	ISI BITIRME	DEGERLENDIRME							Tolerans: ± 0,05	Ölçek: 1:1	
Tarihi: / /	Tarihi: / /	10	70	10	-	-	10	100			
Saati: Verilen Süre ____ Saat	Saati: Kullanilan Süre ____ Saat	Süre	Ölçü	Yüzey Kalitesi	Makine bilgisi	kullanılabilirlik	Görüye	Toplam	Ortalama NOT: Rakamla / Yazi ile	Atölye Ögretmeni	Mka.tek.dal Şefi
Ögr. Adi Soyadi: _____ SINIF: _____ NO: _____											

2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

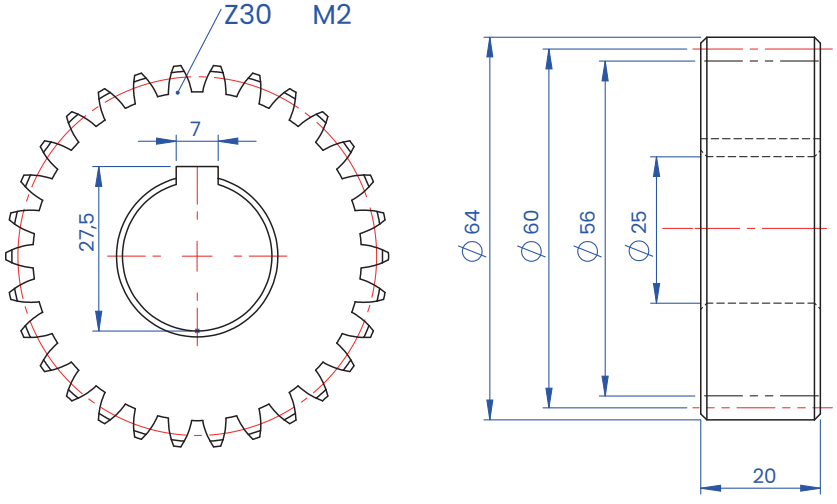
» Mil parçası çizilir.



ISE BASLAMA	ISI BITIRME	DEGERLENDIRME							Tolerans: ± 0,05	Ölçek: 1:1	
Tarihi: / /	Tarihi: / /	10	80	10	-	-	-	100			
Saati: Verilen Süre ____ Saat	Saati: Kullanilan Süre ____ Saat	Süre	Ölçü	Yüzey Kalitesi	Makine bilgisi	kullanılabilirlik	Gönye	Toplam	Ortalama NOT: Rakamla / Yazi ile	Atölye Ögretmeni	Mka.tek.dal Şefi
Ögr. Adi Soyadi: ____ SINIF: ____ NO: ____											

2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Dişli çark parçası çizilir.

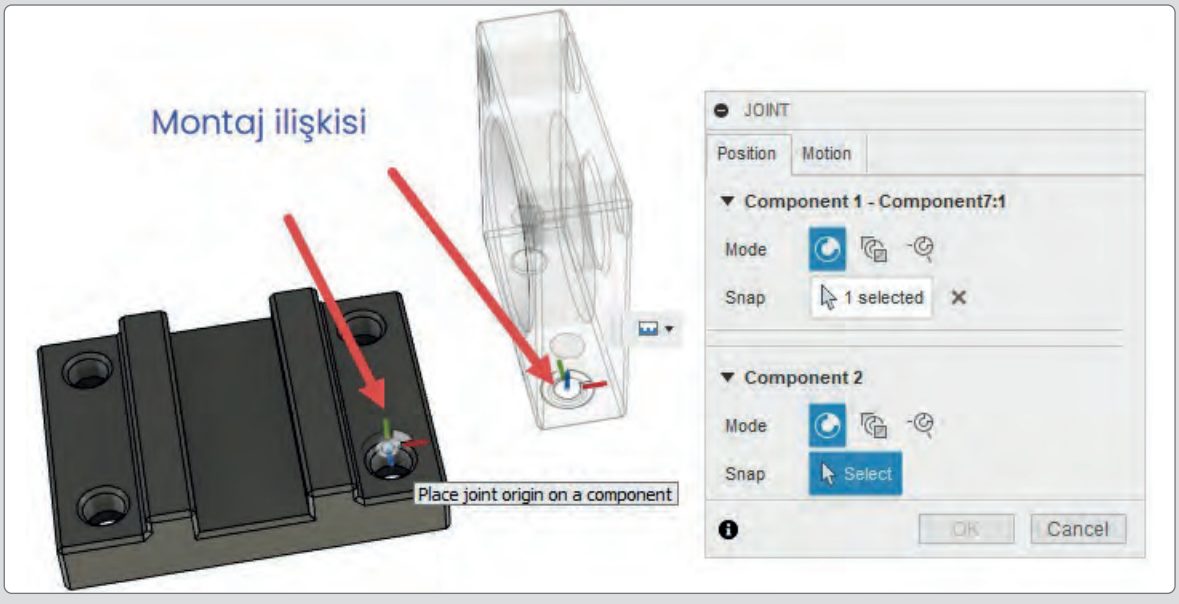


İşe Başlama	İşi Bitirme	Değerlendirme							Tolerans: ±	Ölçek: 1:1	
Tarihi: _/_/_____	Tarihi: _/_/_____	...	...	...	...	...	...	100	..... Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi		
Saati: _____	Saati: _____	Ölçü	Görünüş	Yüzey Kalitesi	İş Güvenliği	Süre	Kullanılabilirlik	Toplam			
Verilen Süre ____ saat	Kullanılan Süre ____ saat								Aldığı Not		Atölye Öğretmeni
Öğrencinin Adı ve Soyadı: _____									Rakamla	Yazıyla	Adı ve Soyadı / İmza
Sınıfı: _____	No.: _____										

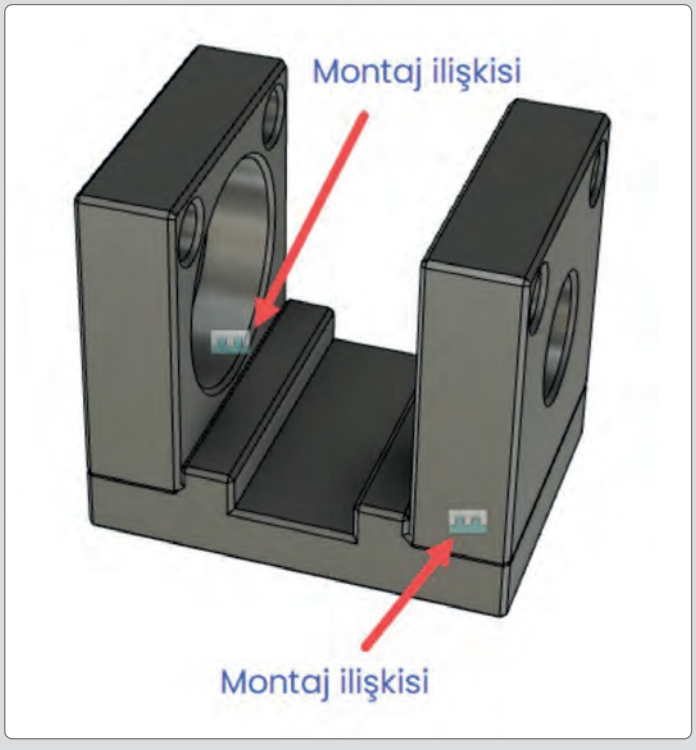
2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Parçalar birleşik olarak çizilebileceği gibi ayrı ayrı çizilip montaj yapılabilir. Bu uygulamada birleşik olarak çizilir. Daha sonra montaj bileşenine dönüştürülür. Bu uygulamada diş profilleri yaklaşık olarak alınacaktır.

» Yan duvar ve taban montajı yapılır.

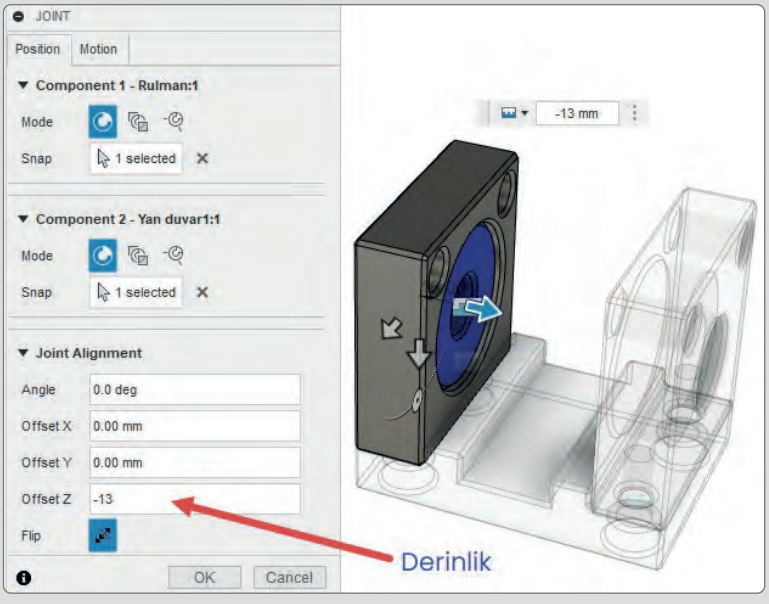


» Aynı işlem diğer duvar için yapılır.



2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Rulman montajları yapılır. Join komutuna basılır. Sırası ile rulman çapı ve duvar daire çapı seçilir, derinlik -13 mm verilerek montaj yapılır.

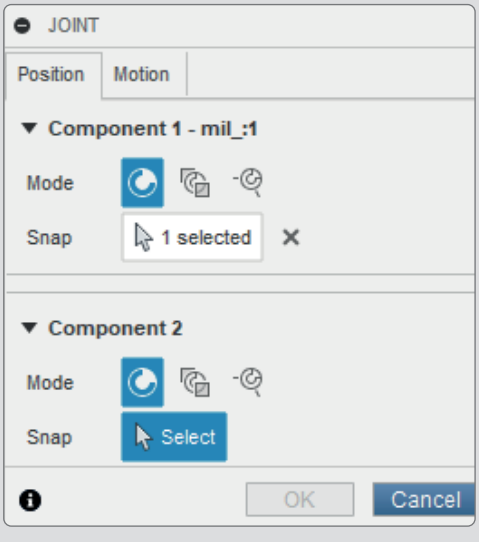


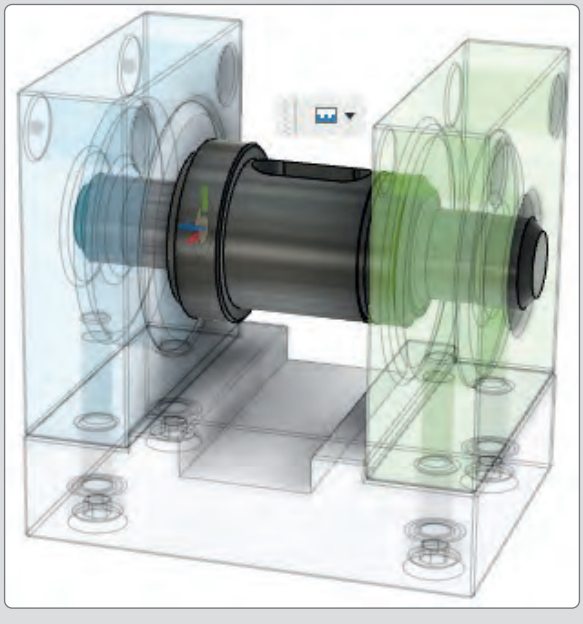
» Aynı işlem diğer rulman için yapılır.

» Mil montajı yapılır.

» Join komutuna basılır. Mil ve rulman seçilir. Montaj ilişkisi seçilir ve onaylanır.

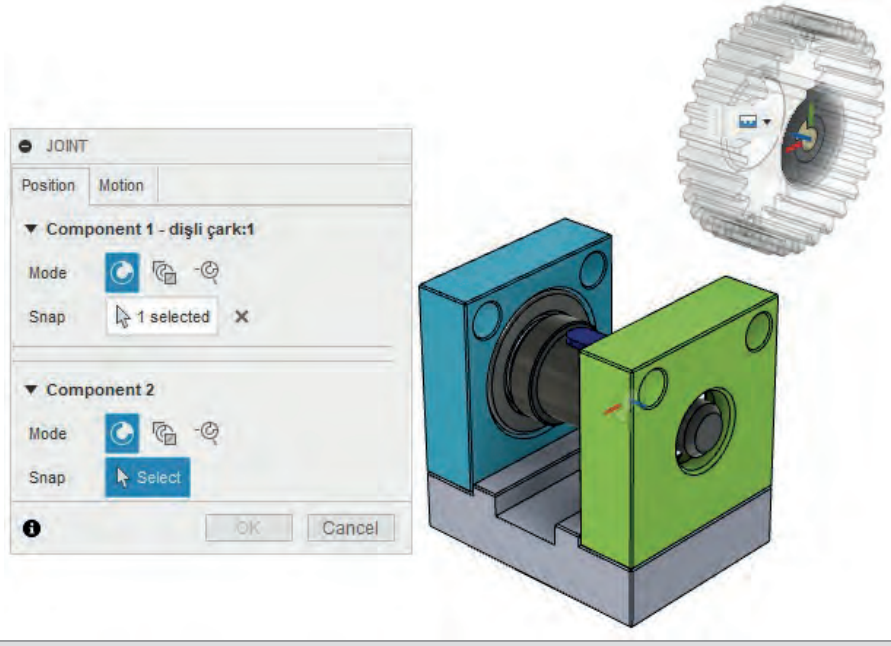
» Milin yan yüzeyi ile rulman yüzeyi ilişkilendirilir.



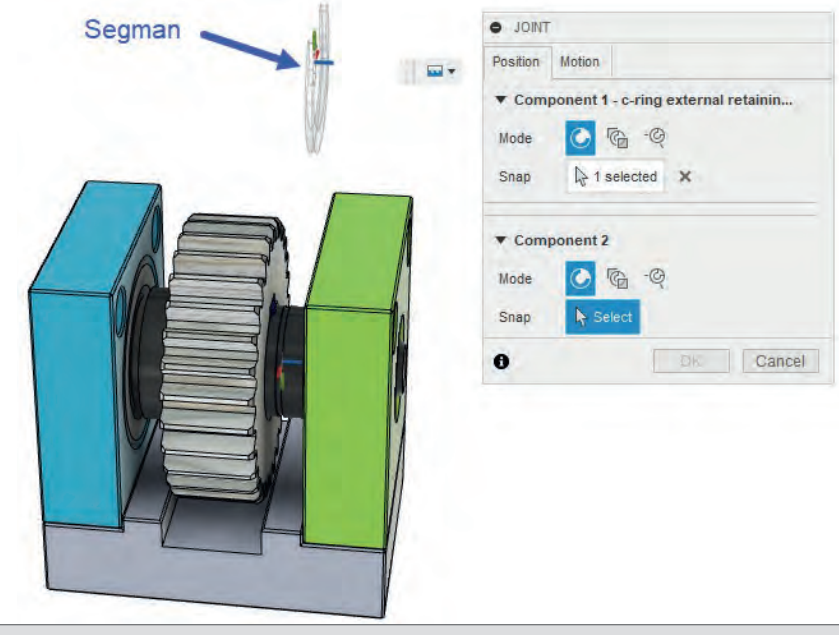


2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Dişli çark montajı yapılır.

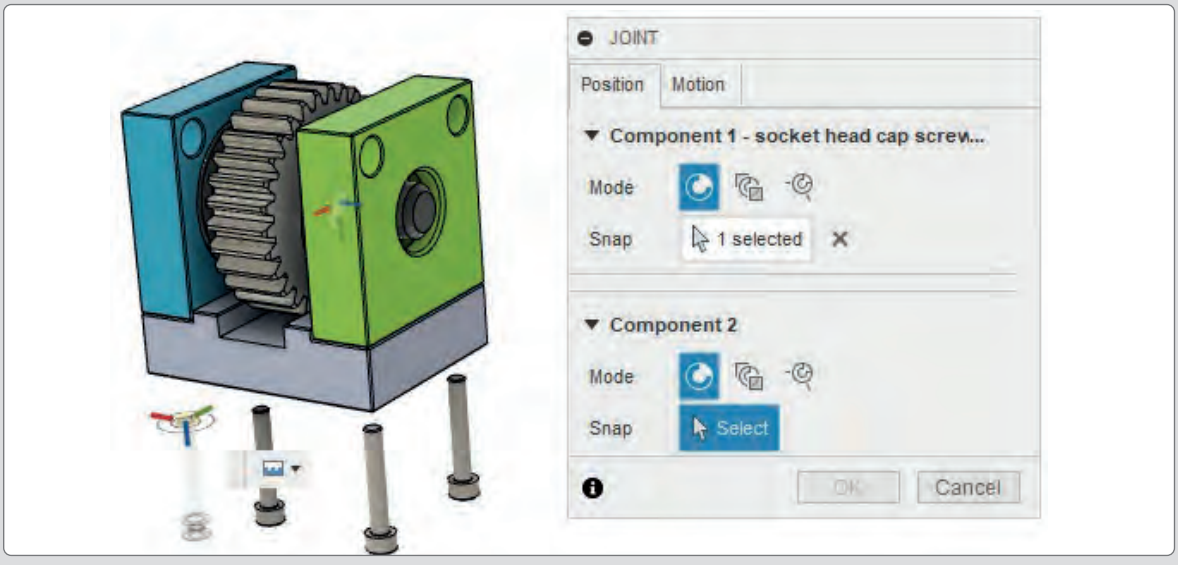


» Segman montajı yapılır.

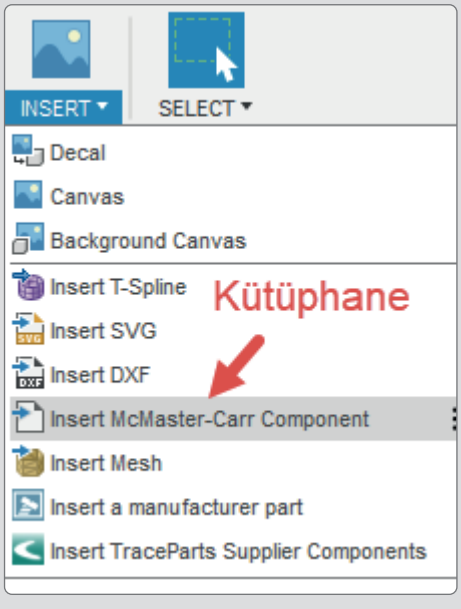


2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

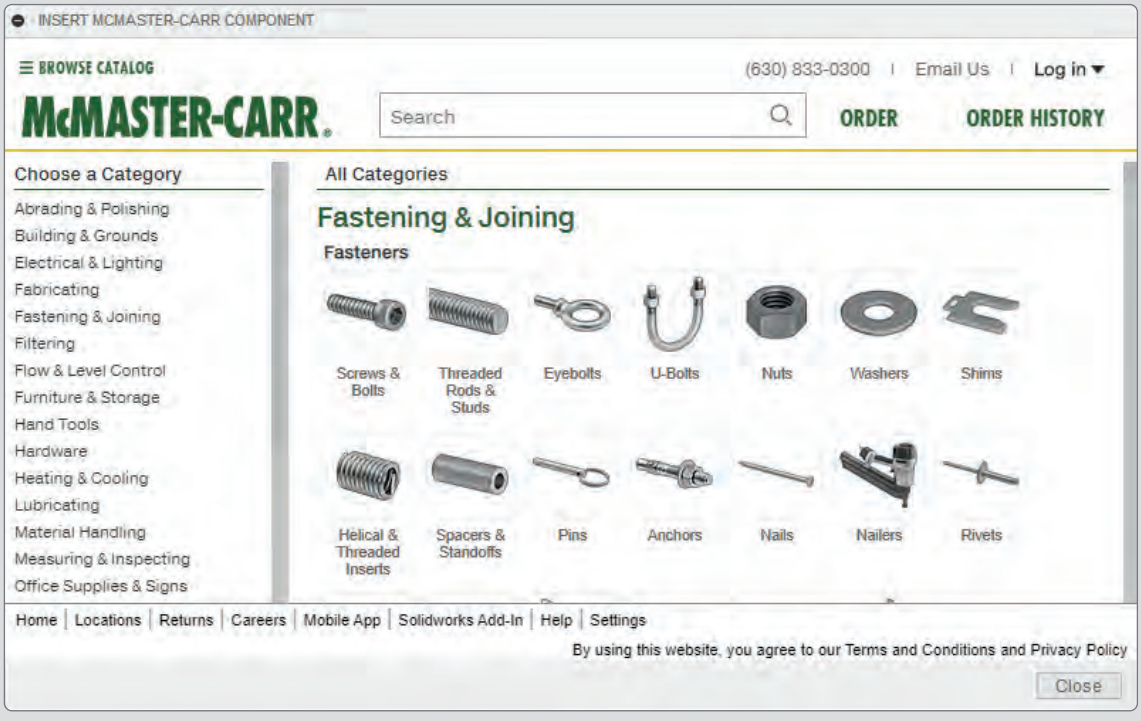
» Bağlantı cıvatası montajları yapılır. Bağlantı cıvataları kütüphaneden alınır veya ayrıca çizilerek montaj sayfasına taşınır.



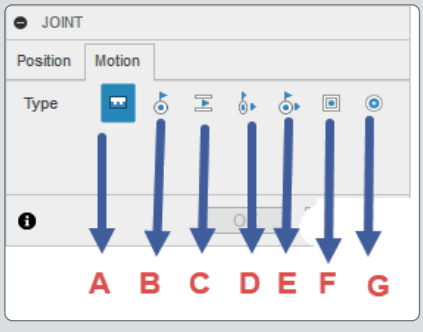
» Kütüphaneden standart parçalar alınır. Kütüphane dosyalarına **Insert McMaster-Carr Component** menüsünden ulaşılır. Cıvata, somun, segman, rulman, pim, oring, kama gibi standart parçalar parçalar kütüphaneden hazır olarak alınır.



2.1. UYGULAMANIN DEVAMI



» **Motion:** Montaj yapılan parçaların simülasyon yapılmasını sağlar.



A Rigit(Rijid): Sabit montaj ilişkisi verir. Hareketsiz parçaların paralellik, yüzeylerin ve kenarların temas ettirilmesi, dairesel parçaların eş merkezli olarak kesişmesini sağlar. 1. Uygulama'da yan duvarlar ile taban bağlantısında kullanılır.

B Revolute (Revılıd): Parçalar arasında dönme ilişkisi verir. 1. Uygulama'da dişli çark ve mil arasında dönme ilişkisi verilir.

C Slider (Sılaydır): Bir parçanın doğrusal hareket etmesini sağlar.

D Cylindrical (Silidikıl): Bir parçanın silindir üzerinde hem dairesel hem de doğrusal hareketini sağlar. Bir somunun mil üzerinde dönme hareketi bu komutla sağlanır.

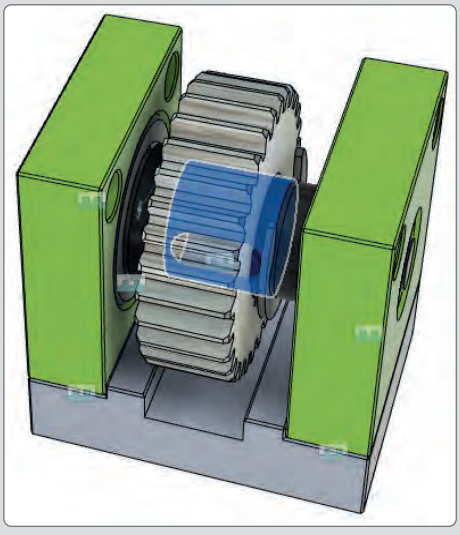
E Pin-Slot (Pin-Sılot): Pim ve yuvasında doğrusal ve dairesel hareket sağlar.

F Planar (Pileynır): Bir parçanın bir sınır içerisinde hareket etmesini sağlar.

G Ball (Bol): Mafsal veya muylu hareketi verir.

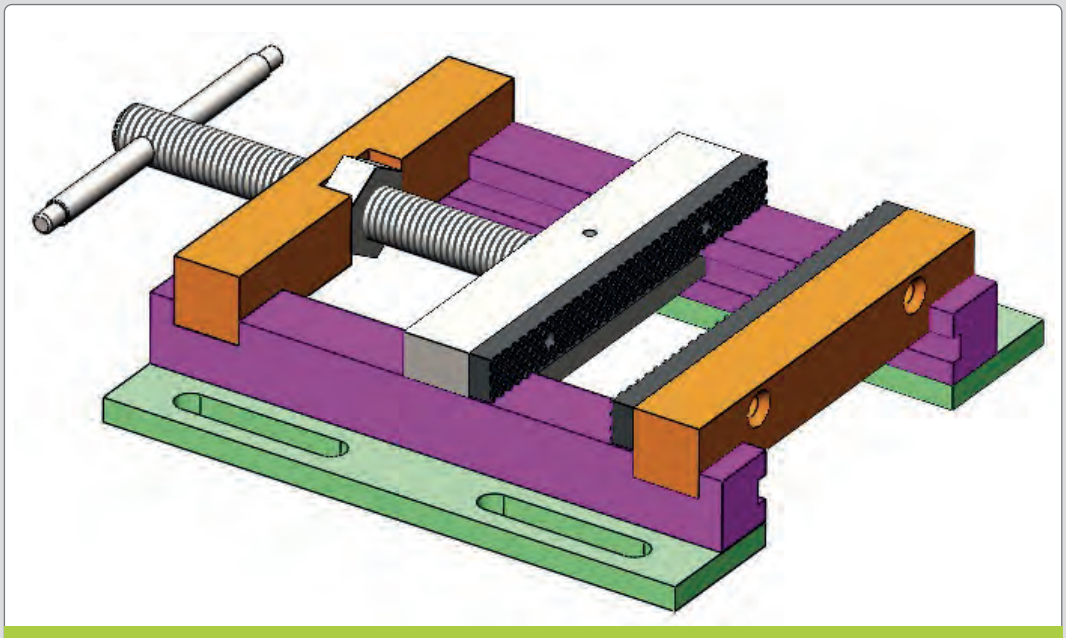
2.1. UYGULAMANIN DEVAMI

Rulman geçme parçasının montaj ilişkileri tamamlanır. Mil üzerinden mausun sol tuşu ile tutularak çevrilir. Mil, dişli çark ve kamanın dönme hareketi yaptığı görülür.



2.2. UYGULAMA

Görsel 2.14'te verilen matkap mengenesinin montajını ve simülasyonunu yapınız.



Görsel 2.14: Matkap mengenesi

2.1 VE 2 UYGULAMA DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	HAYIR
1.	Katı modelleri resme uygun çizdi.		
2.	Montaj oluşturulacak ilk parçayı componente dönüştürdü.		
3.	Kayıt yaptığı parçaları montaj sayfasına aldı.		
4.	Parçalar arasında montaj ilişkisi oluşturdu.		
5.	Montaj yapılan parçaların simülasyonunu yaptı.		
6.	Patlatılmış montaj elde etti.		
7.	Montajın kesit görünümlerini elde etti.		
8.	Montaj parçalarına malzeme atadı.		
9.	Parçaları renklendirdi.		
10.	Gerçek montaja engel oluşturacak durumları tespit etti.		
11.	Montaj projesini kaydetti.		
12.	Montaj malzeme listesi oluşturdu.		
13.	Montaj parçalarının hareket simülasyonunu yaptı.		
14.	Montaj parçalarına mekanik ilişki verdi.		
15.	Montajı yapılan mekanizmaların toplam ağırlığını tespit etti.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Parçaların montajı ASSEMBLY (Essembiliy) kısmında yapılır.

2. (.....) Parçalara montaj ilişkisi JOIN (Join) komutu ile yapılır.

3. (.....) Yeni bir montaj bileşeni oluşturmak için New body kullanılır.

4. (.....) Montaj parçalarının animasyonunu yapmak için Motion seçeneği kullanılır.

5. (.....) Standart parçalar, kütüphaneden hazır olarak alınıp kullanılır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi katıların montaj yapma amacı değildir?

A) Montaj sırasını belirlemek
B) Gerçek montaja engel durumları ortadan kaldırmak
C) Montaj teknik resmini elde etmek
D) Montajın çalışma simülasyonunu yapmak
E) Güzel görüntüler elde etmek

2. Aşağıdaki komutlardan hangisi parçalara malzeme atama işlemi yapar?

A) Appearence
B) Automate
C) Create
D) Insert
E) Modify

3. Aşağıdaki verilen seçeneklerden hangisi MOTION komutu değildir?

A) Merge
B) Revolute
C) Rigid
D) Slinder
E) Cylindrical

4. Aşağıdaki komutlardan hangisi taşıma işlemi yapar?

A) Combine
B) Mass
C) Move
D) Rotate
E) Scale

5. Aşağıdaki verilen seçeneklerden hangisi montaj ilişkisi değildir?

A) Yüzeyleri kesiştirme
B) Kenarları kesiştirme
C) Eksenler kesiştirme
D) Yüzeyleri paralel yapma
E) Yüzeyleri döndürme

6. Üretimi yapılan bir mekanizmanın montajı için aşağıdaki işlemlerden hangisini yapmak en doğru işlemdir?

A) Parçaların fotoğrafı çekilir.
B) Parçaların birer numuneleri alınır.
C) Patlatılmış montaj resmi oluşturulur.
D) Arkadaşlardan yardım alınır.
E) Ustadan yardım alınır.

7. Ürün ağacında montaj ilişkisi aşağıdaki hangi klasör altında bulunur?

A) Badies
B) Join
C) Document settings
D) Nound views
E) Origin

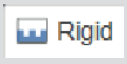
8. Katı model üzerinden ölçü almaya yarayan komut aşağıdakilerden hangisidir ?

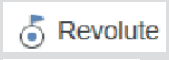
A) Draft Analysis
B) İnter farence
C) Measure
D) Valdate
E) Zebra Analysis

9. Katı modellerin kesit görünümünü alan komut aşağıdakilerden hangisidir?

A) Construct
B) Create
C) Select
D) Selection Analysis
E) Solid

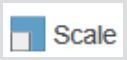
10. Aşağıda verilen sembollerden hangisi montaj sayfasında hareket veren komutlardan değildir?

A) 

B) 

C)

D)

E) 

11. Aşağıdaki parçalardan hangisi parça kütüphanesinde bulunmaz?

A) Cıvata
B) Anahtar
C) Somun
D) Segman
E) E. Rulman

12. Montaj sayfasında hangi işlem yapılamaz?

A) Parça dengelenmesi yapıla bilir.
B) Patlatılmış montaj yapıla bilir.
C) Parça malzeme ataması yapıla bilir.
D) Simülasyon yapıla bilir.
E) Ortak parçalar çoğaltıla bilir.

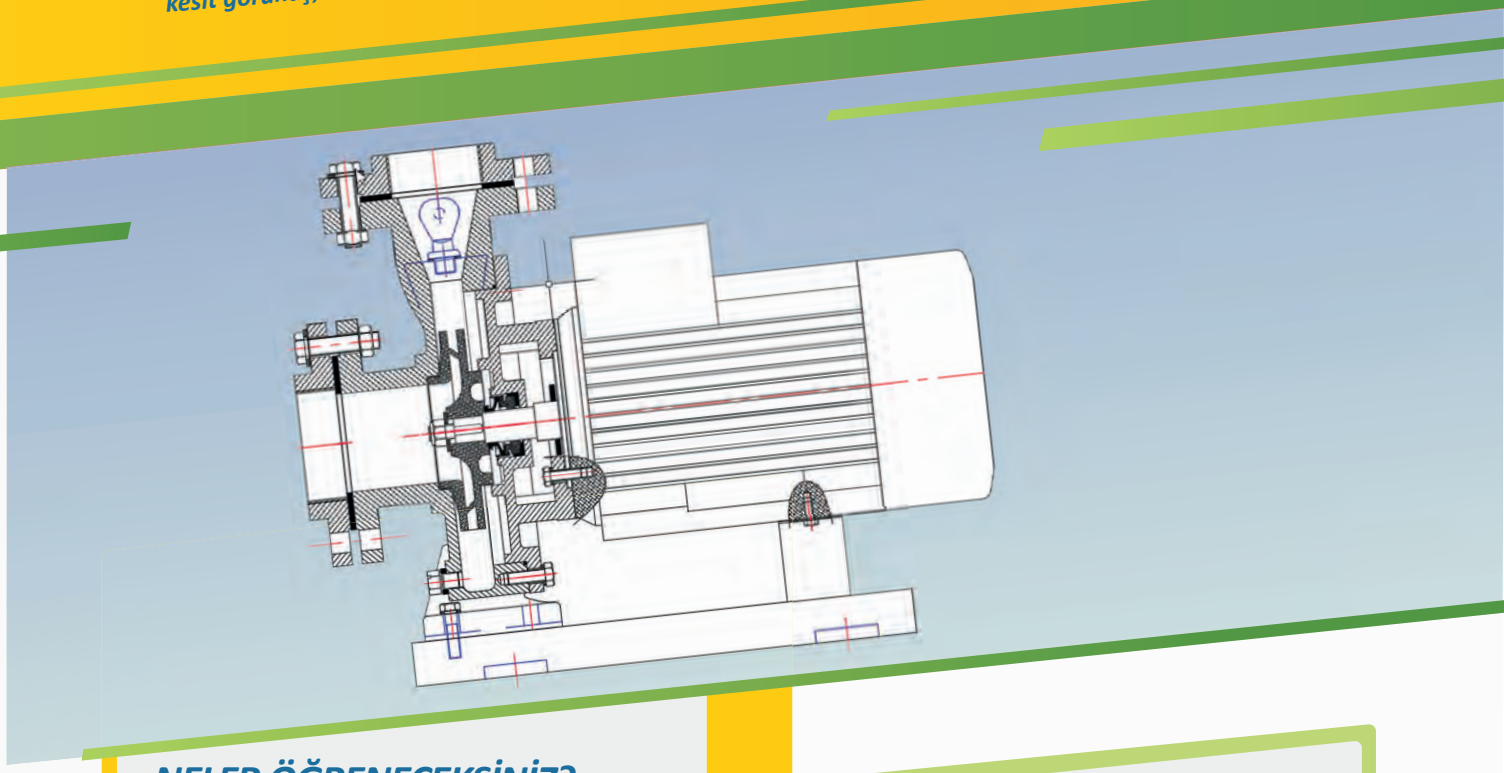
3. KATILARIN TEKNİK RESMİNİ ALMA

KONULAR

3.1. CAD PROGRAMLARINDA KATI MODELLERİN GÖRÜNÜŞLERİNİ ÇIKARTMA

TEMEL KAVRAMLAR

kesit görünüş, antaed, yüzey işleme işareti, tolerans, tarama, dwg kayıt, pdf kayıt



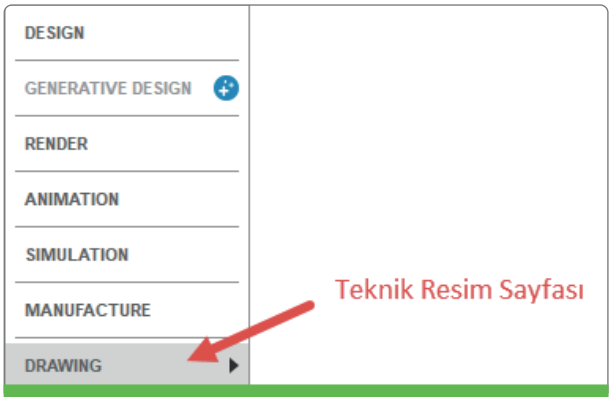
NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Katı ve montaj dosyalarını teknik resim sayfasına aktarma ve teknik resimlerini çıkartma
- Katı ve montajların üç görünüşlerini çıkartma
- Teknik resim üzerinde istenilen kesitleri alma
- Yüzey işleme işaretleri ve toleransları ekleme
- Teknik resmin çıktısını almayı ve çeşitli formatta kayıt yapma

HAZIRLIK ÇALIŞMASI

Teknik resimleri, bilgisayarda oluşturmanın avantajlarıyla ilgili düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

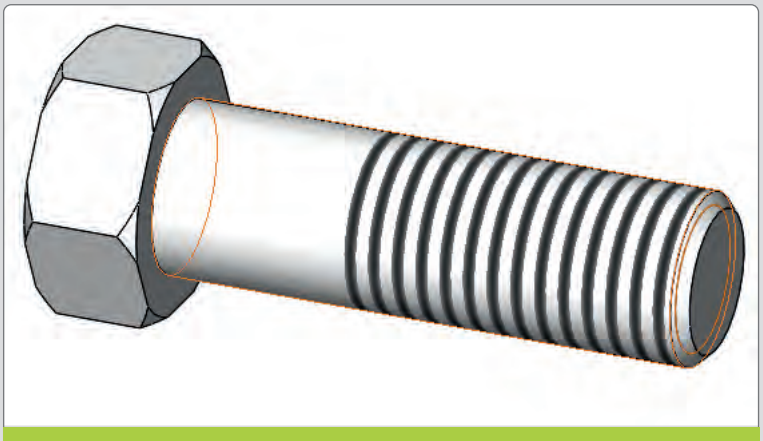
Katı modellerin imalatını yapabilmek için teknik resimlerine ihtiyaç duyulur. Teknik resmin yeterince anlaşılabilmesi için birden fazla görünüş gereklidir. CAD ortamında istenilen kadar görünüş rahatlıkla elde edilebilir. Bir ürünün üretilebilmesi için gerekli bütün bilgiler yapım resmine eklenir. Pergel, cetvel, t cetveli kullanılarak çizilen projeler günler boyu sürerken CAD ortamında çok kısa sürede bitmektedir. Teknik resim sayfasına geçmek için tasarım (Desing) menüsünden teknik resim (Drawing) komutu kullanılır (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Teknik resim sayfası

3.1. UYGULAMA

Görsel 3.2'de verilen M10 cıvatayı teknik resim sayfasına aktarınız.



Görsel 3.2: M10 cıvata

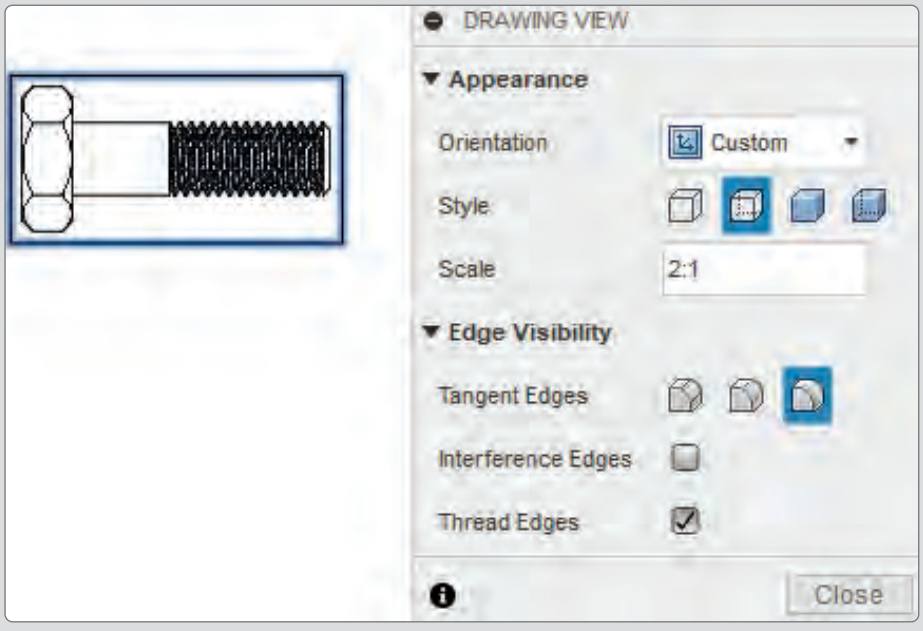
İŞLEM BASAMAKLARI

» Katı model DESING bölümünde çizilir, kaydedilir.

» DRAWING sayfasına aktarılır. From Desing komutu seçilir ve açılan diyalog kutusunun Sheet Size bölümünden A4 (210 mm x 297 mm) kâğıt boyutu seçilir, onaylanır.

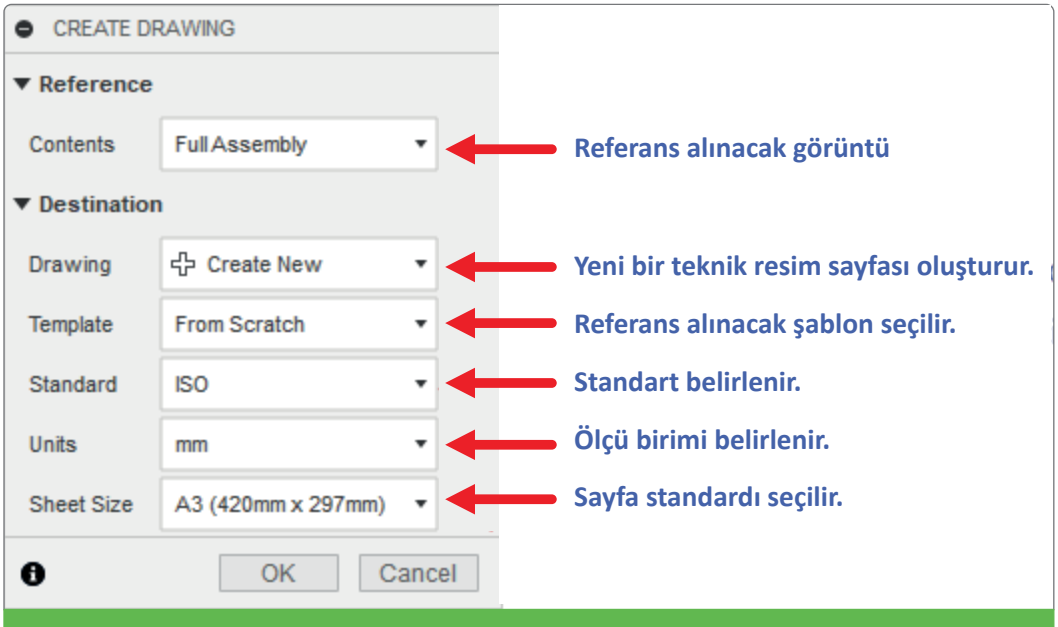
3.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Uygun görünüş seçilir ve sürüklenip bırakılır.



3.1. CAD PROGRAMINDA KATI MODELLERİN GÖRÜNÜŞLERİNİ ÇIKARTMA

Oluşturulan katı modeller ve montajlar teknik resim sayfasına aktarılır. Drawing komutuna basıldığında Görsel 3.3' teki diyalog kutusu çıkar. Katı model ekrana sürüklenip bırakıldığında otomatik olarak üç görünüş elde edilir.



Görsel 3.3: Teknik resim diyalog kutusu

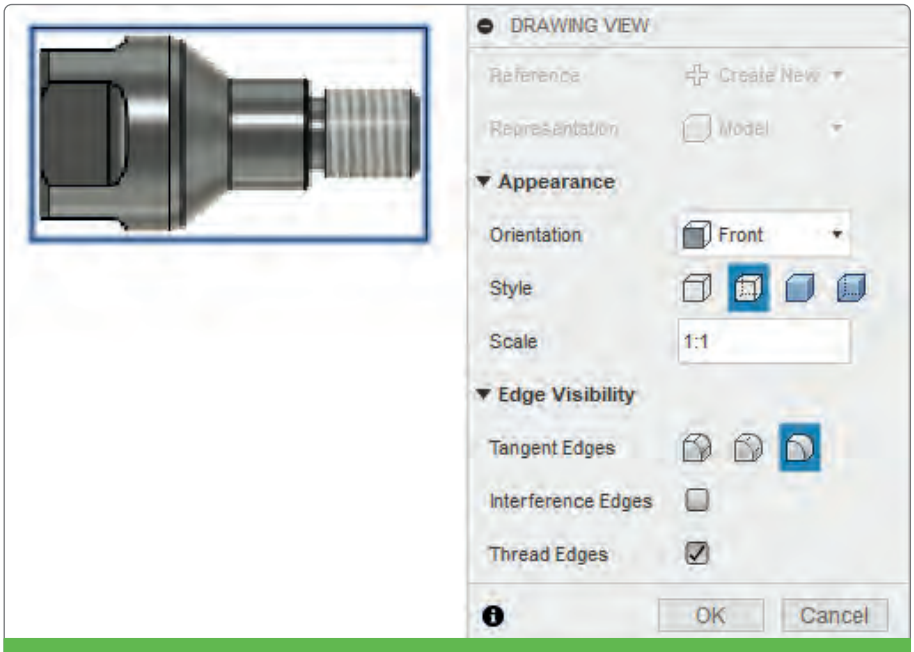
Referans seçenekleri

» **Full Assembly:** Ekranda bulunan bütün tasarımlar seçilir.

» **Visible Only:** Sadece görünen tasarımlar seçilir.

» **Select:** Sadece istenilen parça/parçalar seçilir.

Teknik resim sayfasına geçildiğinde Görsel 3.4'teki diyalog penceresi çıkar.



Görsel 3.4: Teknik resim diyalog penceresi

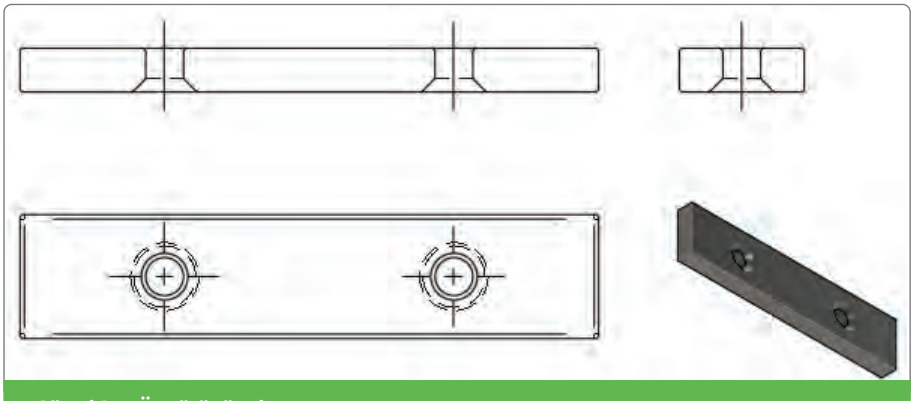
Appearance: Görünüş seçenekleri

Orientation: Hangi görünüşün seçileceği belirlenir.

Edge Visibility: Görünürlük seçenekleri belirlenir.

Style: Görüş stili belirlenir.

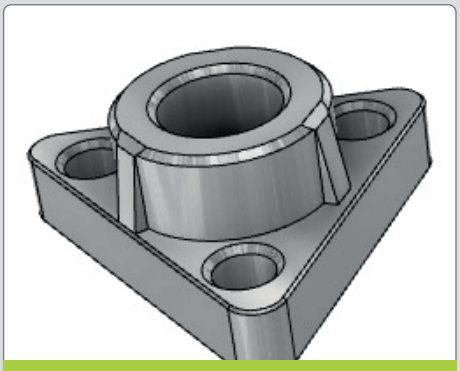
Sayfaya atılan katı model sağa, sola, aşağı, yukarı sürüklenerek diğer görünüş seçenekleri elde edilir (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: Üç görünüş alma

3.2. UYGULAMA

Görsel 3.6'da verilen yatak parçasının serbest ölçü kullanarak üç görünüşünü çıkartınız.



Görsel 3.6: Yatak

İŞLEM BASAMAKLARI

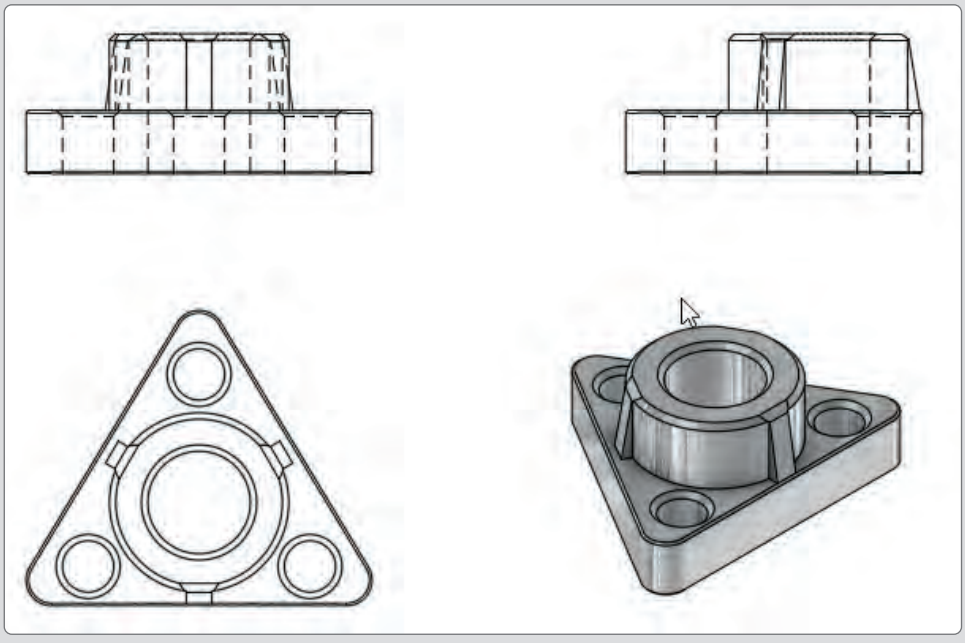
» Katı model DESING sayfasında çizilir ve kayıt yapılır.

» DRAWING sayfasına aktarılır.

» Temel görünüm komutu kullanılarak istenilen görünüş teknik resim sayfasına aktarılır.

» Diğer görünüm komutu kullanılarak yan ve üstten görünüş elde edilir.

» Temel görünüm komutu kullanılarak izometrik görünüş sayfaya alınır.



3.1.1. Teknik Resim Sayfasında Kullanılan Komutlar

Teknik resim komutları dokuz menü altında toplanır (Görsel 3.7). Bu menüler şöyledir:

CREATE (Oluşturmak)

MODIFY (Düzenleme)

GEOMETRY (Geometri)

DIMENSIONS (Ölçülendirme)

TEXT (Yazı)

SYMBOLS (Semboller)

INSERT (Dışarıdan veri alma)

TABLES (Tablo oluşturma)

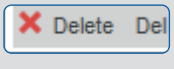
EXPORT (Veriyi dışarı aktarma)

Görsel 3.7: Teknik resim komutları

» **CREATE** (Oluşturmak)

Görünüş seçenekleri bu bölümde bulunur. Tek, birden fazla, kesit, eğik, detay ve kırpılmış görünüş ile çizim yapma özellikleri bulunur (Tablo 3.1).

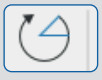
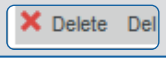
Tablo 3.1: Create Komutu Seçenekleri

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
		Temel görünüm	Seçilen modelin iki boyutlu görünüşünü alır.
	P	Diğer görünümler	Ön,yan ,üst ve alt görünüşleri alır.
		Açılı görümler	Eğik düzlemlerdeki görünümleri alır.
		Kesit görünüm	Kesit alma işlemini yapar.
		Detay görünüm	Küçük olan yerlerde ve ayrıntı belirtilmesi gereken yerlerde detay belirtir.
		Görünüm kesme	Çok uzun parçaları sayfaya sığdırmak için keser.
		Çizim yapma	Teknik resim sayfasında çizim yapılmasını sağlar.
	M	Taşıma	
		Döndürme	
	Del		

» **MODIFY** (Düzenleme)

Taşıma, döndürme ve silme özellikleri bu bölümde bulunur (Tablo 3.2).

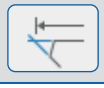
Tablo 3.2: Modify Komutu Seçenekleri

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
	M	Taşıma	Taşıma yapar.
		Döndürme	Döndürme yapar.
	Del	Silme	Seçilen nesneleri siler.

» **GEOMETRY** (Geometri)

Teknik resim içerisine eksende bulunan dairesel ve silindirik parça eksen çizgileri, parçaların ortak merkezlerini ve ölçülendirme işlemlerinin yapımını sağlar. Komut aktif edilir, daire ve silindirik parçalar seçilerek merkez ve eksen çizgileri oluşturulur (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Geometry Komutu Seçenekleri

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
		Silindirik parçaya eksen oluşturma	Silindirik parçaya eksen oluşturur.
	C	Dairesel parçaya eksen oluşturma	Dairesel parçaya eksen oluşturur.
		Ortak merkez belirleme	Ortak merkez belirler.
		Kenar uzatma	Seçilen kenarları uzatır.

» **DIMENSIONS** (Ölçülendirme)

Ölçülendirme seçenekleri bu bölümde bulunur (Tablo 3.4).

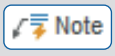
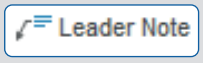
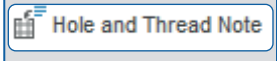
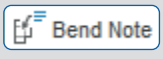
Tablo 3.4: Ölçülendirme Komutları

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
	D	Ölçülendirme	Ölçülendirme işlemi yapar.
		Yatay veya dikey ölçülendirme	Yatay veya dikey olarak ölçülendirir.
		Doğrusal ölçülendirme	Doğrusal ölçülendirme yapar.
		Hizalanmış ölçülendirme	Çok amaçlı ölçülendirme yapar.
		Açısal ölçülendirme	Açıları ölçülendirir.
		Yay ve yarıçap ölçülendirme	Yay ve yarıçapları ölçülendirir.
		Çap ölçülendirme	Çapları ölçülendirir.
		Merkezi uzak olan yay ölçülendirme	Merkezi uzak olan yayları ölçülendirir.
		Yay uzunluğu ölçülendirme	Yay uzunluğunu ölçülendirir.
		Başlangıç noktasına göre ölçülendirme	Başlangıç noktasına göre ölçülendirir.
		Zincirleme ölçülendirme	Zincirleme ölçülendirme yapar.
		Ölçüler arası mesafeyi ayarlama	Ölçüler arası mesafe ayarını yapar.
		Koparılmış ölçü	Uzun ölçüleri kopartır.

» **TEXT (Yazı)**

Yazı yazma işlemi bu bölümde yapılır. Resim içerisine eklenecek açıklamalar düzenlenir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Sembol Komutları

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
	T	Yazı	Yazı yazma işlemi yapar.
	N	Not	Not ve açıklama ekler.
		Çoklu not	Birden fazla kenar ve yüzeye not ekler.
		Delik ve diş	Delik ve dişlerin ölçülendirilmesini sağlar.
		Sac açılımını ölçülendirme	Sac açılımını ölçülendirme işlemi yapar.

» **INSERT** (Dışarıdan veri alma)

Program dışında oluşturulan jipeg, png, tif uzantılı dosyaları sayfa içerisine alır (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Dışarıdan Veri Alma

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
		Dışarıdan resim alma	Dışarıdan resim alma işlemini yapar.

» **TABLES** (Tablo oluşturma)

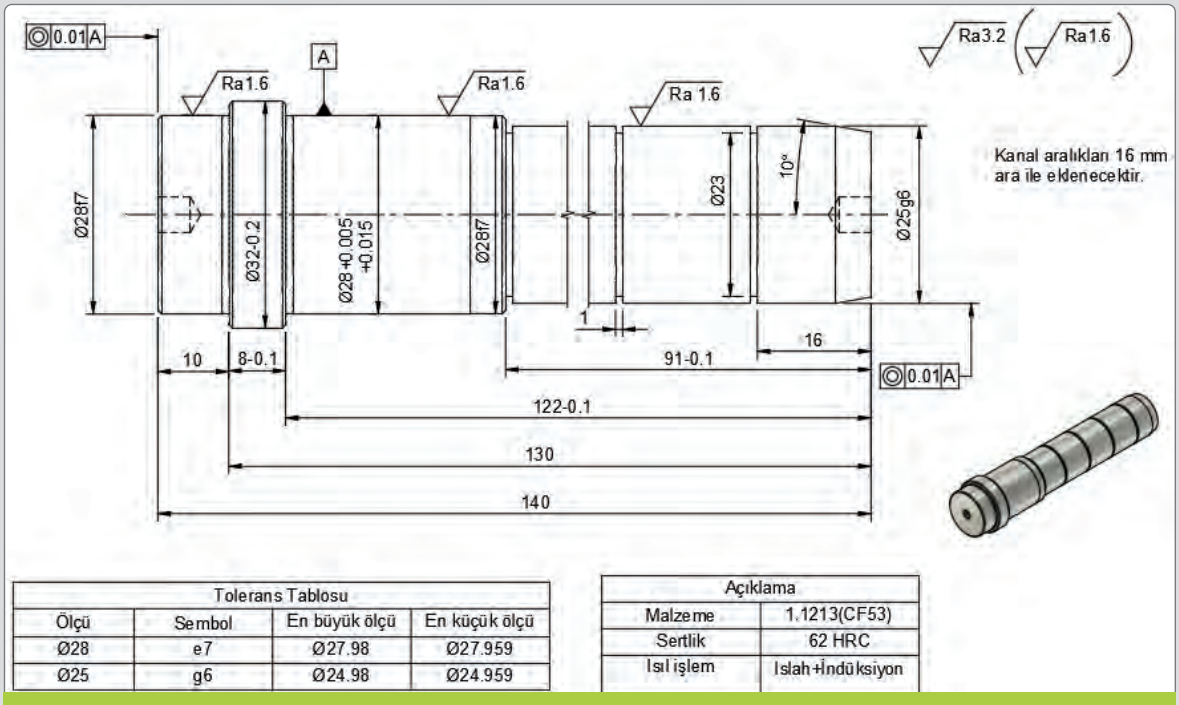
Sayfa içerisinde tablo oluşturma işlemini sağlar. Sayfa içerisinde montaj listesi, delik tablosu, patlatılmış montaj listesi veya parça listesi gibi işlemlerin yapılmasını sağlar (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Tablo Oluşturma

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
Table		Tablo	Otomatik tablo oluşturur.
Custom Table		Kullanıcı tanımlı tablo	Kullanıcı tanımlı tablo oluşturur.
Parts List		Parça listesi	Parça listesini oluşturur.
Balloon	B	Balon	Parça numaralarını balon oluşturur.
Bend Table		Büküm tablosu	Sac parçaların büküm tablosunu oluşturur.
Bend Identifier		Büküm noktalarını tanım-lama	Büküm noktalarını tanımlar.
Hole Table		Delik tablosu	Delik koordinatlarını veren tablo oluşturur.
Revision History		Revizyon geçmişi	Yapılan revizyonları gösterir.
Revision Marker		Revizyon işaretleyici	Revizyonları işaretler.
Revision Cloud		Revizyon bulutu	Revizyonu bulut olarak açıklama oluşturur.
Renumber		Aynı grup numaraları	Aynı grup numaralarını gösterir.
Align Balloons		Balon ve numaralar	Balon ve numaraları birlikte gösterir.

3.3. UYGULAMA

Görsel 3.8'de verilen şapkalı kuyruklu kolon yapım resmini çiziniz.



Tolerans Tablosu			
Ölçü	Sembol	En büyük ölçü	En küçük ölçü
Ø28	e7	Ø27.98	Ø27.959
Ø25	g6	Ø24.98	Ø24.959

Açıklama	
Malzeme	1.1213(CF53)
Sertlik	62 HRC
Isıl işlem	Islah+İndüksiyon

Görsel 3.8: Şapkalı kuyruklu kolon

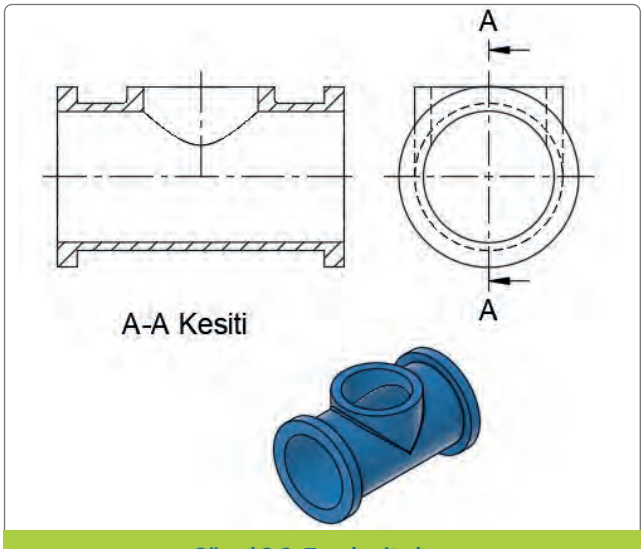
3.1.2. Section View [(Sekşın Viuv) Katı Modellerden Kesit Görünüş Elde Etme]

Parça içerisinde görünmeyen yerleri daha anlaşılır hâle getirmek için kesit görünüşler alınır. Create komutları içerisinde kesit görünüş komutu seçilir ( ). Kesit düzlemi ile en az iki nokta seçilir ve onaylanır.

Kesit görünüş alma çeşitleri; tam, yarım , kısmi ve kademeli kesit alma olarak sayılabilir.

Tam Kesit

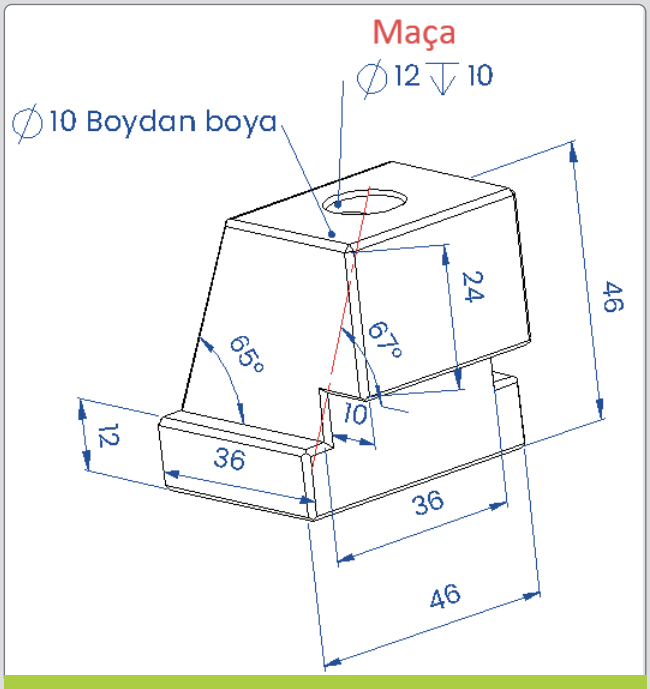
Parça ortadan ikiye kesilir. Görünmeyen kısımların daha iyi anlaşılmasını sağlar. Kesit alma komutu (Section view) çalıştırılır, teknik resim sayfasına atılan katı model üzerinde iki nokta seçilir ve onaylanır (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Tam kesit alma

3.4. UYGULAMA

Görsel 3.10'de verilen maça parçasının tam kesit alarak yapım resmini çiziniz.



Görsel 3.10: M10 cıvata

İŞLEM BASAMAKLARI

» Katı model DESING bölümünde çiziniz.

» Teknik resim sayfasına aktarınız.

» Üstten görünüş sayfaya aktarınız.

» Kesit görünüş elde ediniz.

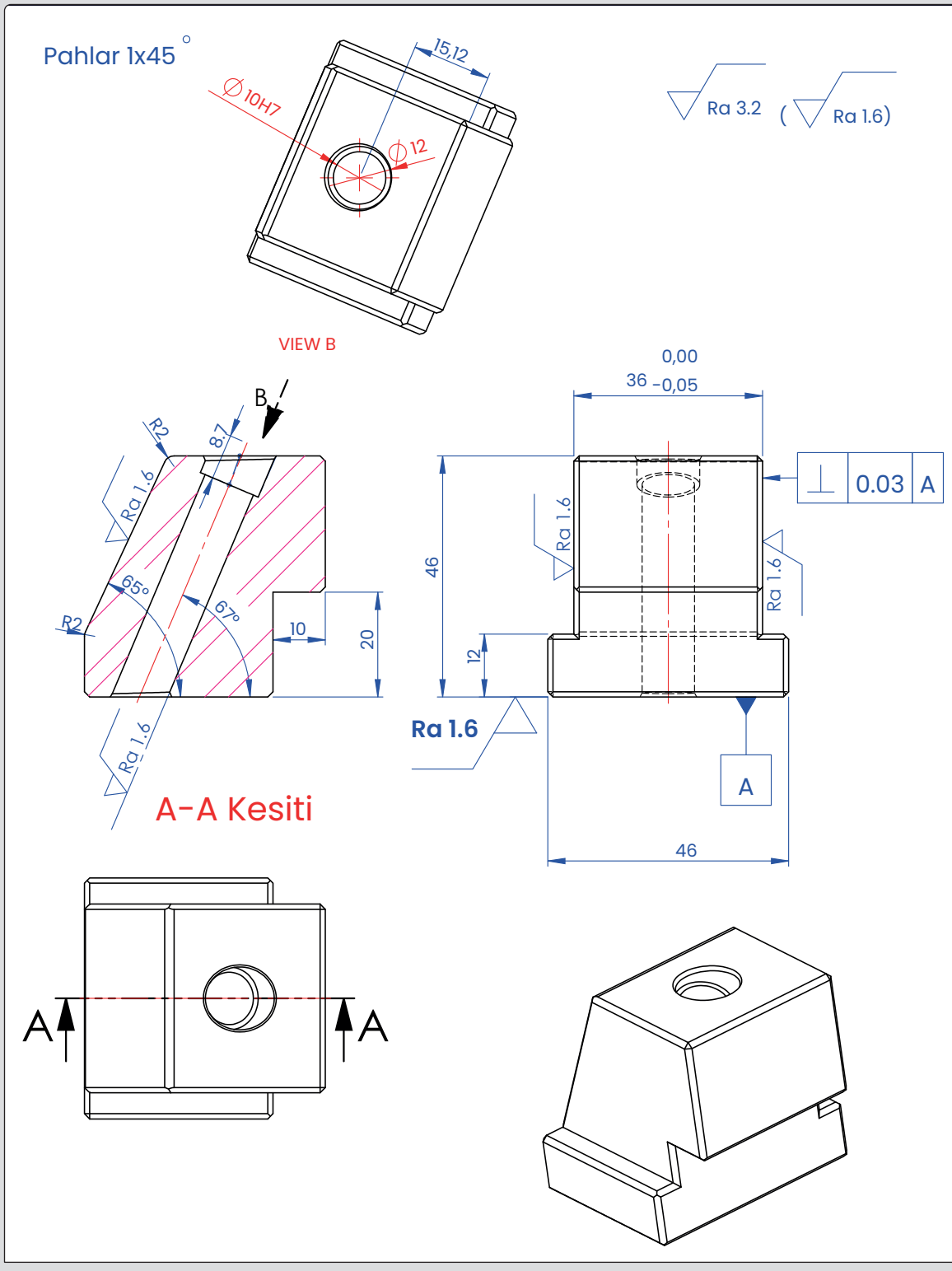
» Açılı görünüş ve izometrik görünüş ekleyiniz.

» Ölçülendirme yapınız.

» Şekil ve konum toleransları ekleyiniz.

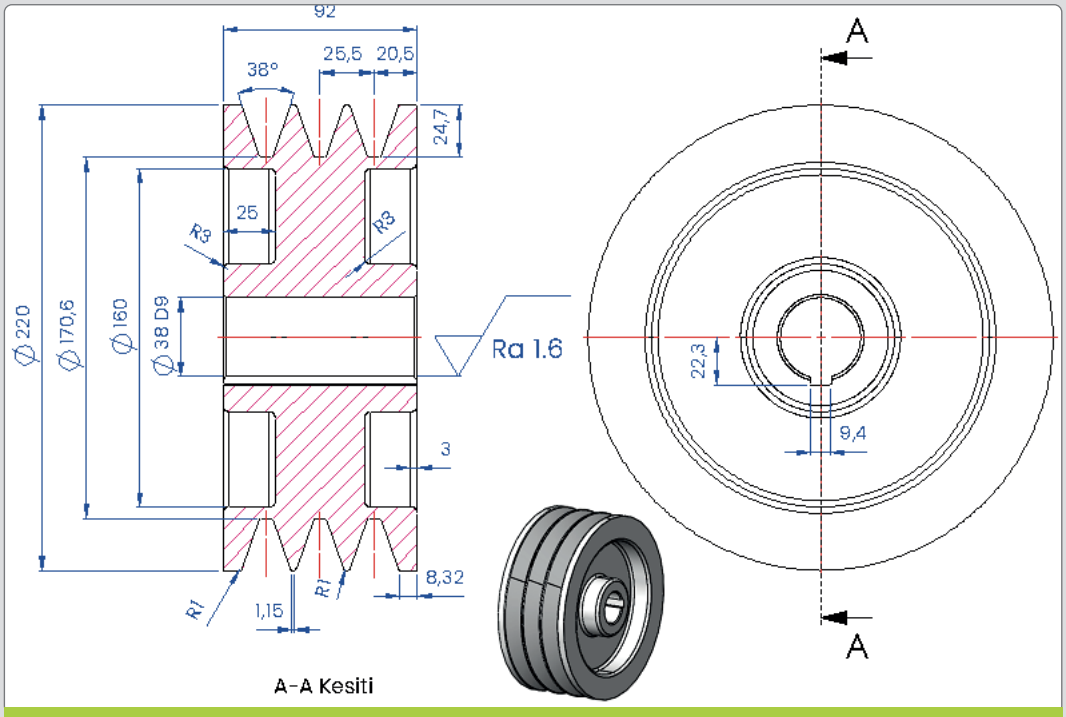
3.4. UYGULAMANIN DEVAMI

» Yüzey pürüzlülük değerleri eklenir.



3.5. UYGULAMA

Görsel 3.11'de verilen kasnak parçasının tam kesit alarak yapım resmini çiziniz.



Görsel 3.11: Kasnak

İŞLEM BASAMAKLARI

» Katı model DESING bölümünde çiziniz.

» Teknik resim sayfasına aktarınız.

» Yandan görünüş sayfaya aktarınız.

» Kesit görünüş elde ediniz.

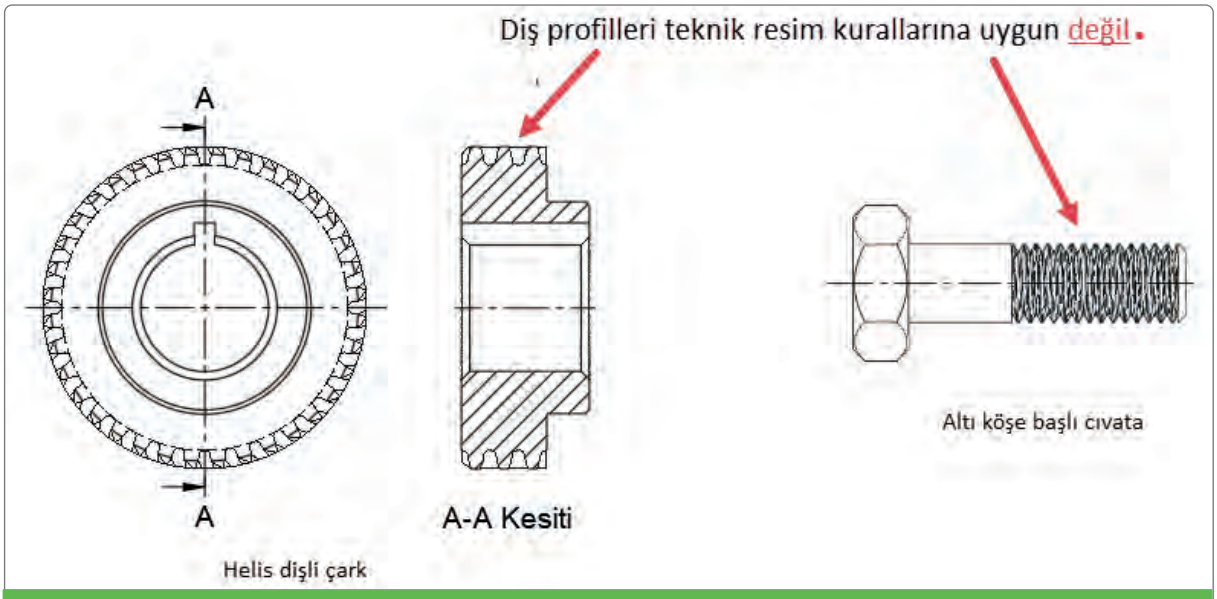
» İzometrik görünüş ekleyiniz.

» Ölçülendirme yapınız.

» Şekil ve konum toleransları ekleyiniz.

» Yüzey pürüzlülük değerleri ekleyiniz.

Bazı standart parçaların teknik resmi oluşturulurken program teknik resim kurallarını dikkate almaz. Bunlar vida şekilleri ve dişli çark profillerini gerçek görünüme göre çizer (Görsel 3.12). Teknik resimde diş ve vida profilleri sembolik olarak çizilir. Bu gibi durumlarda teknik resim sketch kısmından el ile çizilir. Parçanın katı hâli izometrik olarak resme eklenir.



Görsel 3.12: Helis dişli çark ve altı köşe başlı cıvata

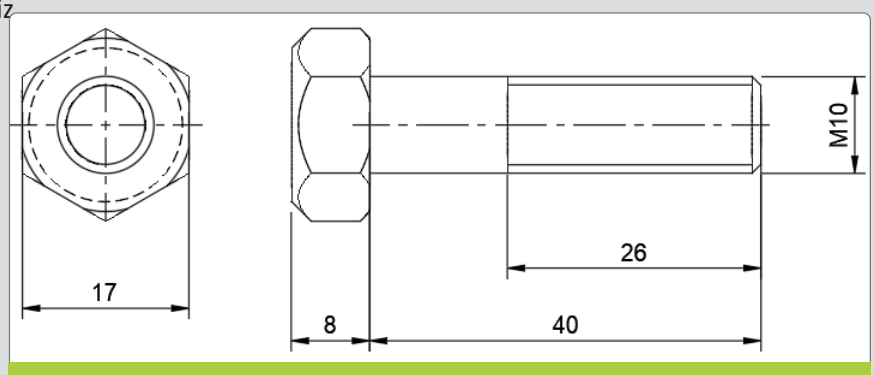
3.6. UYGULAMA

M10 Cıvatanın iki görünümünü çizip ölçülendirme yapınız.

İŞLEM BASAMAKLARI

» Katı model ölçülerine uygun olarak dizayn (DESING) kısmında çizilir. Diş profilleri gerçek diş profili olarak çizilmez. Sembolik diş çizme komutu Thread komutu kullanılarak çiziniz.

» Teknik resim sayfasına aktarıldığı zaman Görsel 3.13'teki gibi teknik resim kurallarına uygun olarak çiziniz.

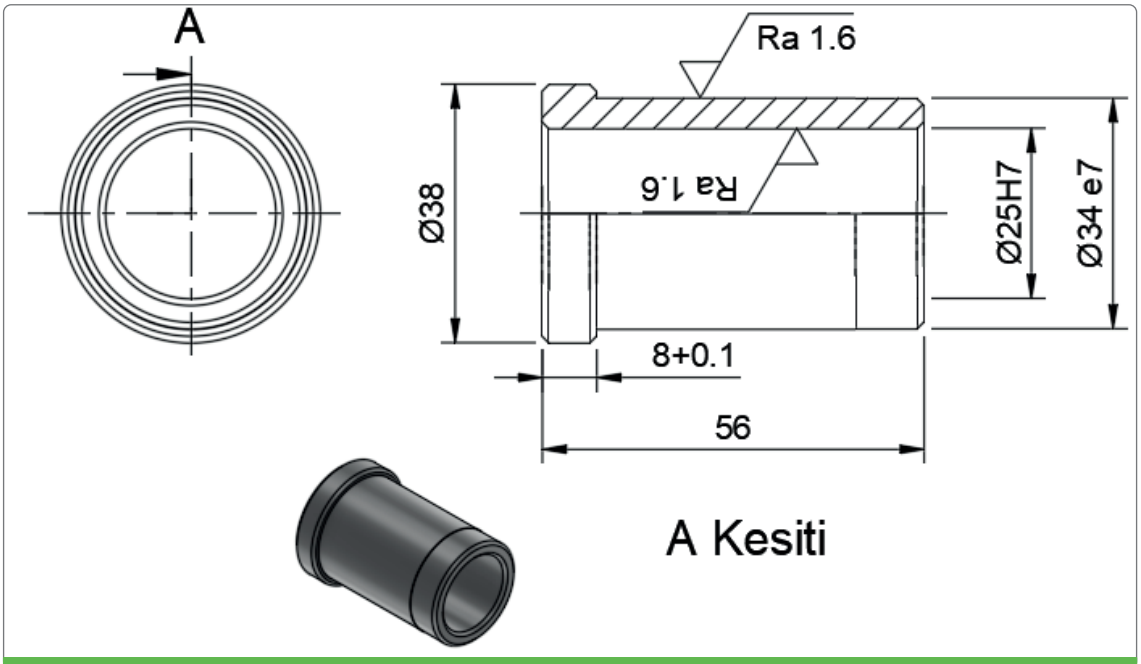


Görsel 3.13: M10 cıvata teknik resmi

» Ölçülendirme yapınız.

Yarım Kesit

Parçanın içinden çeyrek bir dilim kesilip çıkartılır ve geriye kalan kısım çizilir. Böylece parçanın görünmeyen kısımları ve görünen kısımları birlikte çizilir. Ölçülendirme yapılırken tam çap olarak ölçülendirilir (Görsel 3.14).

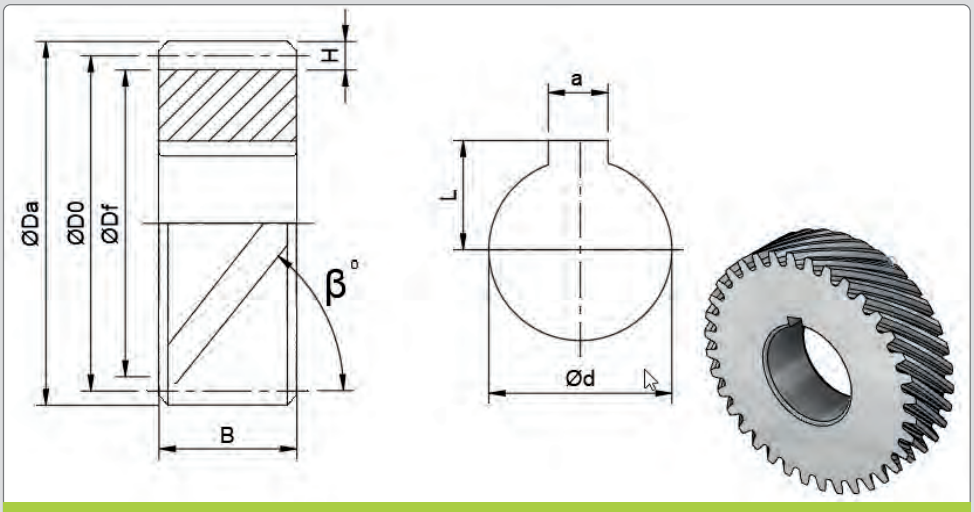


Görsel 3.14: Şapkalı burç

3.7. UYGULAMA

Görsel 3.15'te helis dişli yapımına uygun olarak elemanları verilen helis dişli çark yapım resmini çiziniz.

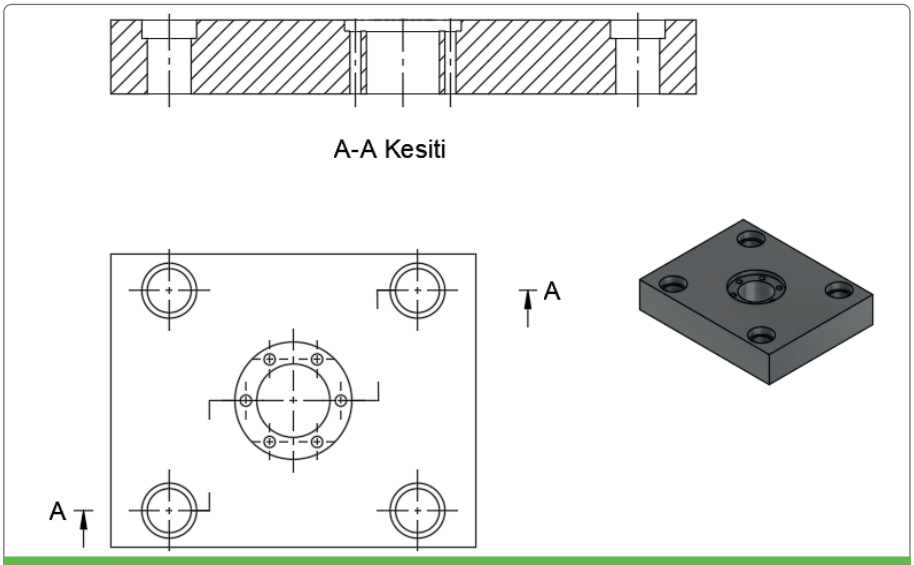
Diş üstü çapı Da Ø140.18, bölüm dairesi çapı Ø D0 133.98 ,diş dibi çapı ØDf 126,99, dişli genişliği B 30, normal modül Mn 3, helis açısı β 20° ve helis yönü sol olarak alınız.



Görsel 3.15: Helis dişli çark

Kademeli Kesit Alma

Simetrik olmayan parçaları tek görünüşte ifade edebilmek için kullanılır. Aynı doğrultuda olmayan deliklerin daha anlaşılır olmasını sağlar. Kademeli kesit alınacak parça seçilir, kesit düzleminin geçeceği eksenler sırası ile seçilir ve onaylanır. Kesit alınan parça büyütülerek oluşturulur (Görsel 3.16).



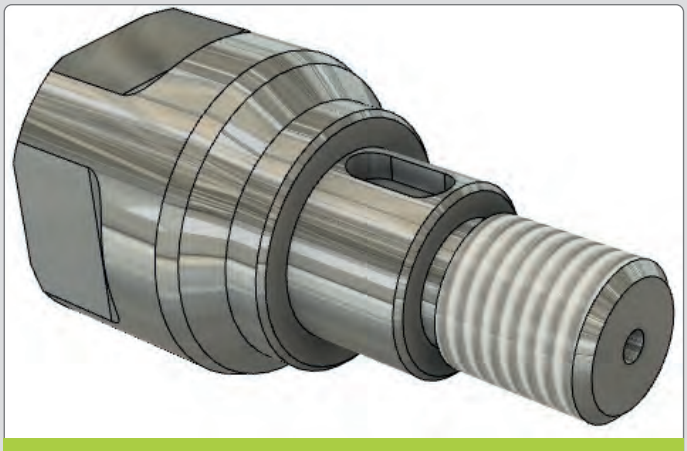
Görsel 3.16: Kademeli kesit

3.1.3. Görünüşlere Detay Bilgileri Ekleme

Resim içerisinde yeterince anlaşılmayan bölgeler büyütülerek detaylı bir şekilde gösterilir. Detaylı gösterme komutu Create komutu içerisinde detay komutu seçilir ( ). Detay alınacak bölge seçilir, büyüklük ayarlanır ve onaylanır.

3.8. UYGULAMA

Görsel 3.17'de verilen milin yapım resmini oluşturunuz.



Görsel 3.17: Mil

3.8. UYGULAMANIN DEVAMI

İŞLEM BASAMAKLARI

» Üç görünüşü çıkartınız.

» Ölçülendirme yapınız.

» Kesit görünüş alınız.

» Detay görüntüsü alınız.

» Eksen çizgilerini oluşturunuz.

» Açı ölçülendirmesi yapınız.

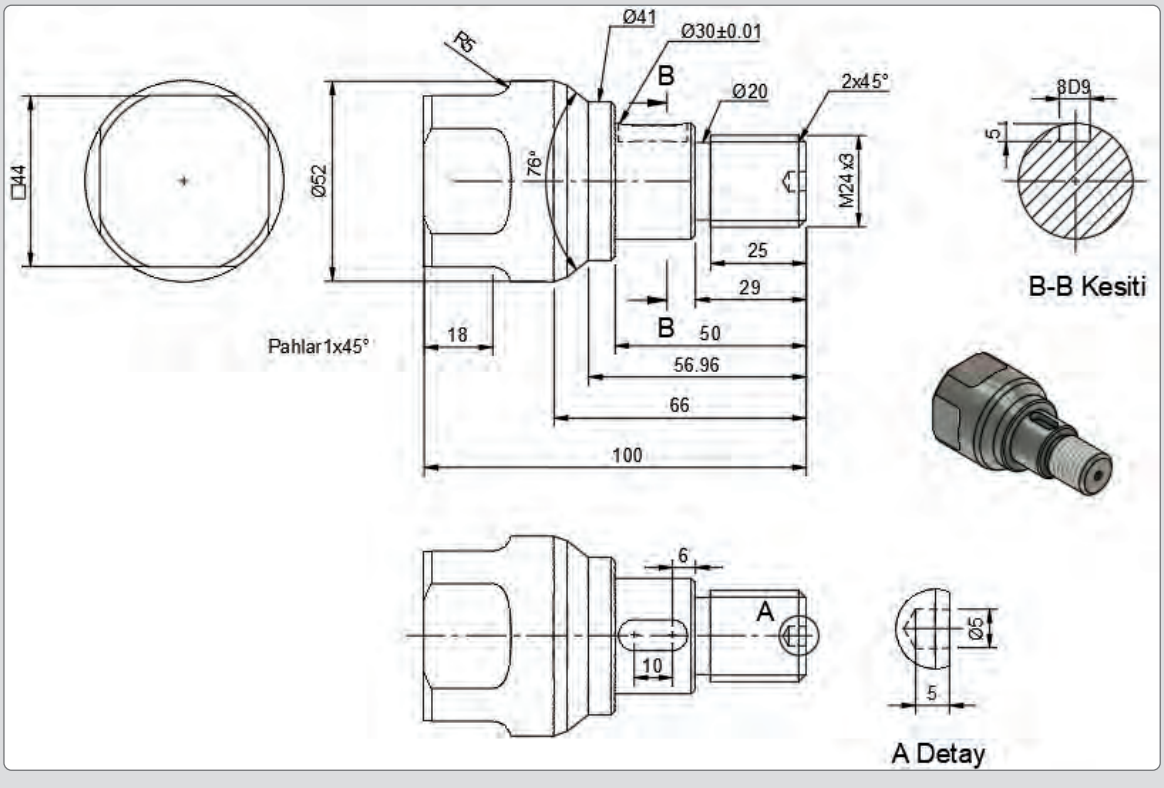
» Yay ölçülendirmesi yapınız.

» Vida ölçülendirmesi yapınız.

» Ölçü içerisine tolerans ölçülerini belirleyiniz.

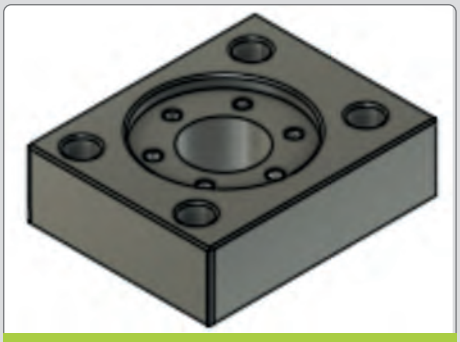
» Resim içerisine not ekleyiniz.

» Katı model teknik resim sayfasına aktarılır. Yukarıda istenen işlemler sırası ile uygulayınız.



3.9. UYGULAMA

Görsel 3.18'de verilen parçanın yapım resmini çiziniz.



Görsel 3.18: Uygulama parçası

İŞLEM BASAMAKLARI

» Üç görünüşü çıkartınız.

» Ölçülendirme yapınız.

» Kesit görünüş alınız.

» Detay görüntüsü alınız.

» Eksen çizgilerini oluşturunuz.

» Şekil konum toleranslarını ekleyiniz.

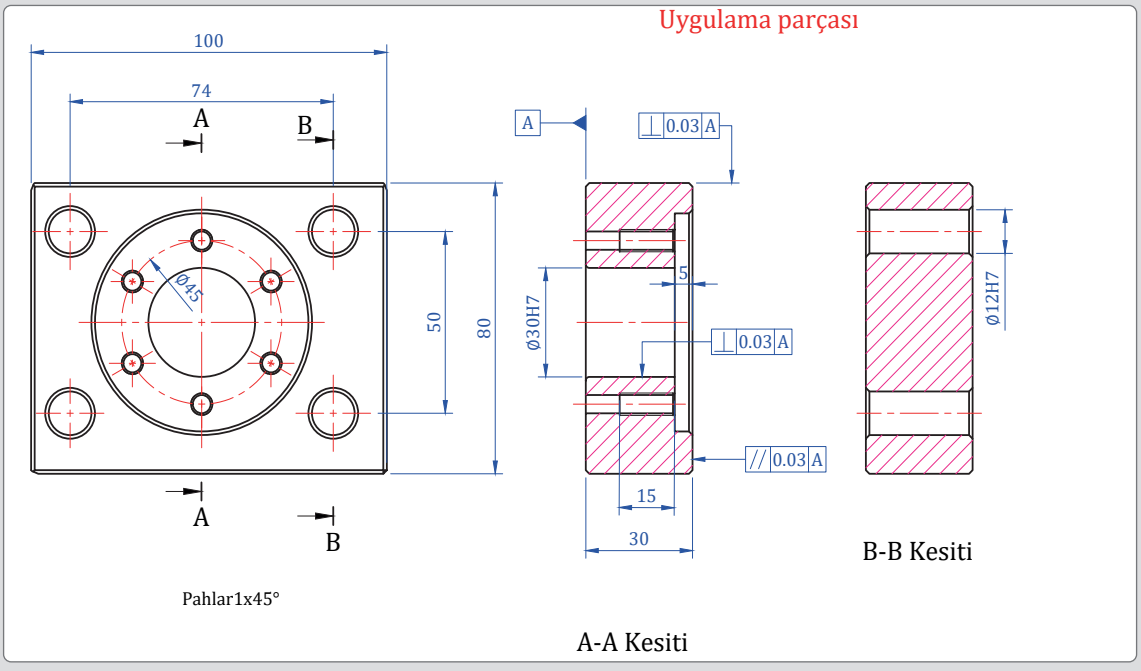
» Vida ölçülendirmesi yapınız.

» Ölçü içerisine tolerans ölçülerini belirleyiniz.

» Resim içerisine not ekleyiniz.

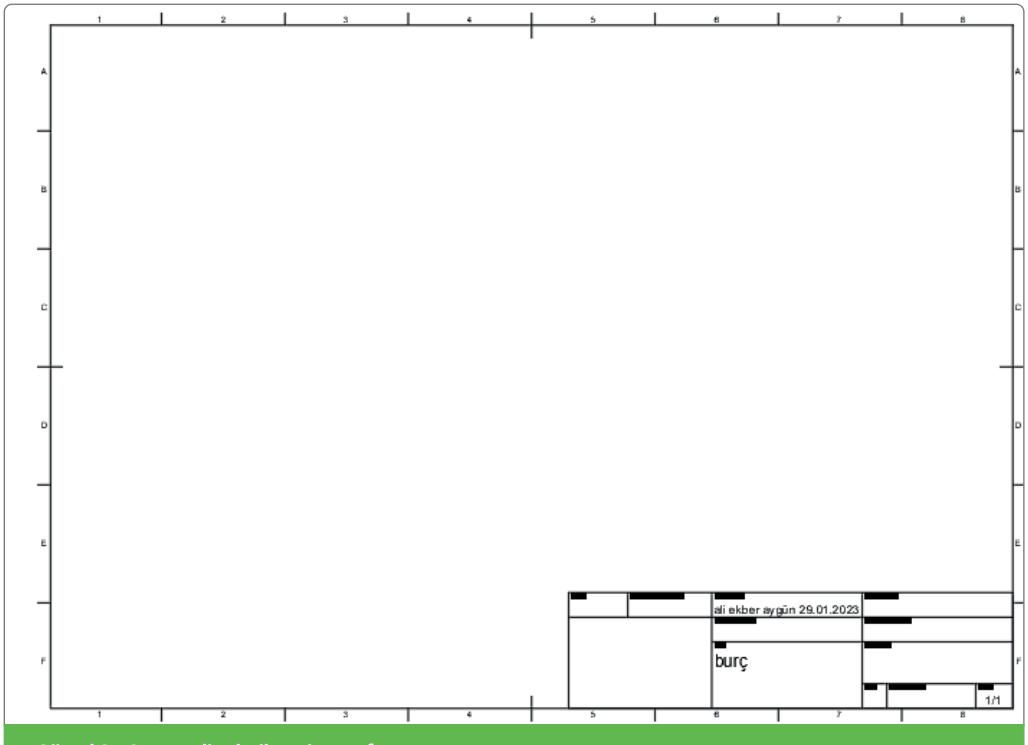
3.9. UYGULAMANIN DEVAMI

» Katı model teknik resim sayfasına aktarınız. Yukarıda istenen işlemler sırası ile uygulayınız.



3.1.4. Antet ve Parça Listesi Oluşturma

Oluşturulan katı model teknik resim sayfasına aktarılır. Teknik resim sayfasında standart antetli sayfa gelir (Görsel 3.19).



Görsel 3.19: Antetli teknik resim sayfası

Antet kısmı çift tıkanılarak istenildiği gibi düzenlenebilir (Görsel 3.20). Firma veya kurumlara özgü olarak düzenlenir.

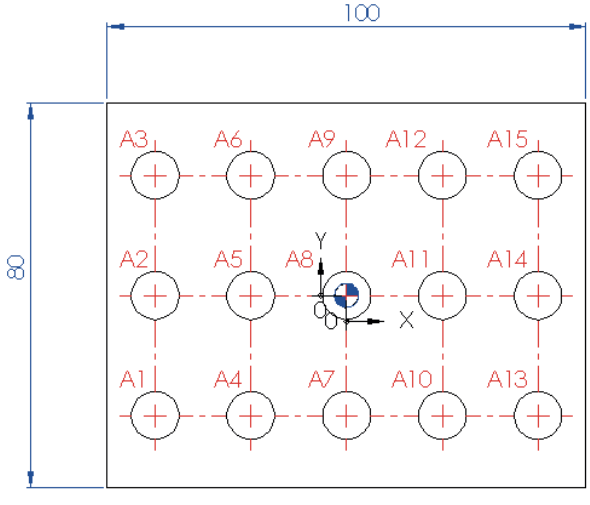
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
DEPT	TECHNICAL_REFERENCE	ali ekber aygün	APPROVED_BY APPROVED_DATE
		Document type: DOCUMENT_TYPE	Document status: DOCUMENT_STATUS
		Title: burç TITLE_2 TITLE_3	DWG No.: DRAWING_NUMBER
			Rev.: REV / Date of issue: DATE_OF_ISSUE / Sheet: 1/1

5 6 7 8

Görsel 3.20: Antet düzenleme

SIRA SİZDE

Okulunuzun antetli teknik resim sayfasını düzenleyiniz.
Görsel 3.21'de verilen plakanın delik tablosunu oluşturunuz.

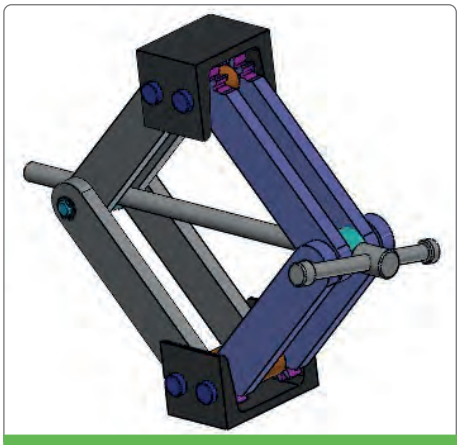


Delik	X	Y	Delik çapı ve derinlik
A1	-40	-25	∅10 Boydan boya
A2	-40	0	∅10 Boydan boya
A3	-40	25	∅10 Boydan boya
A4	-20	-25	∅10 Boydan boya
A5	-20	0	∅10 Boydan boya
A6	-20	25	∅10 Boydan boya
A7	0	-25	∅10 Boydan boya
A8	0	0	∅10 Boydan boya
A9	0	25	∅10 Boydan boya
A10	20	-25	∅10 Boydan boya
A11	20	0	∅10 Boydan boya
A12	20	25	∅10 Boydan boya
A13	40	-25	∅10 Boydan boya
A14	40	0	∅10 Boydan boya
A15	40	25	∅10 Boydan boya

Görsel 3.21: Delik tablosu

SIRA SİZDE

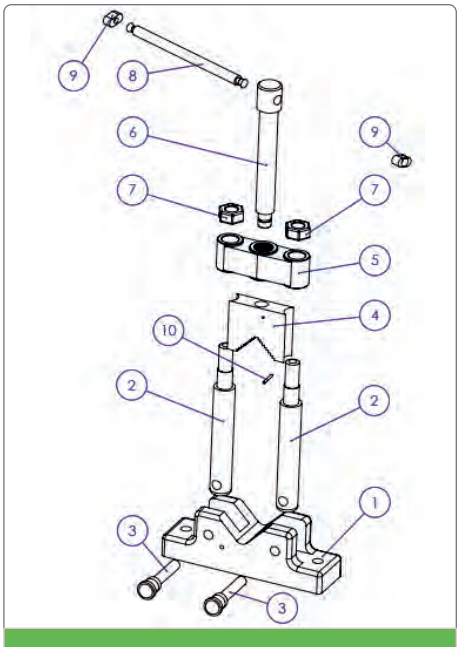
Görsel 3.22'de verilen krikonun patlatılmış montaj resmini ve montaj tablosunu oluşturunuz.



Görsel 3.22: Antetli teknik resim sayfası

SIRA SİZDE

Görsel 3.23'de verilen boru mengenesinin patlatılmış montaj resmini ve montaj tablosunu serbest ölçü kullanarak oluşturunuz.



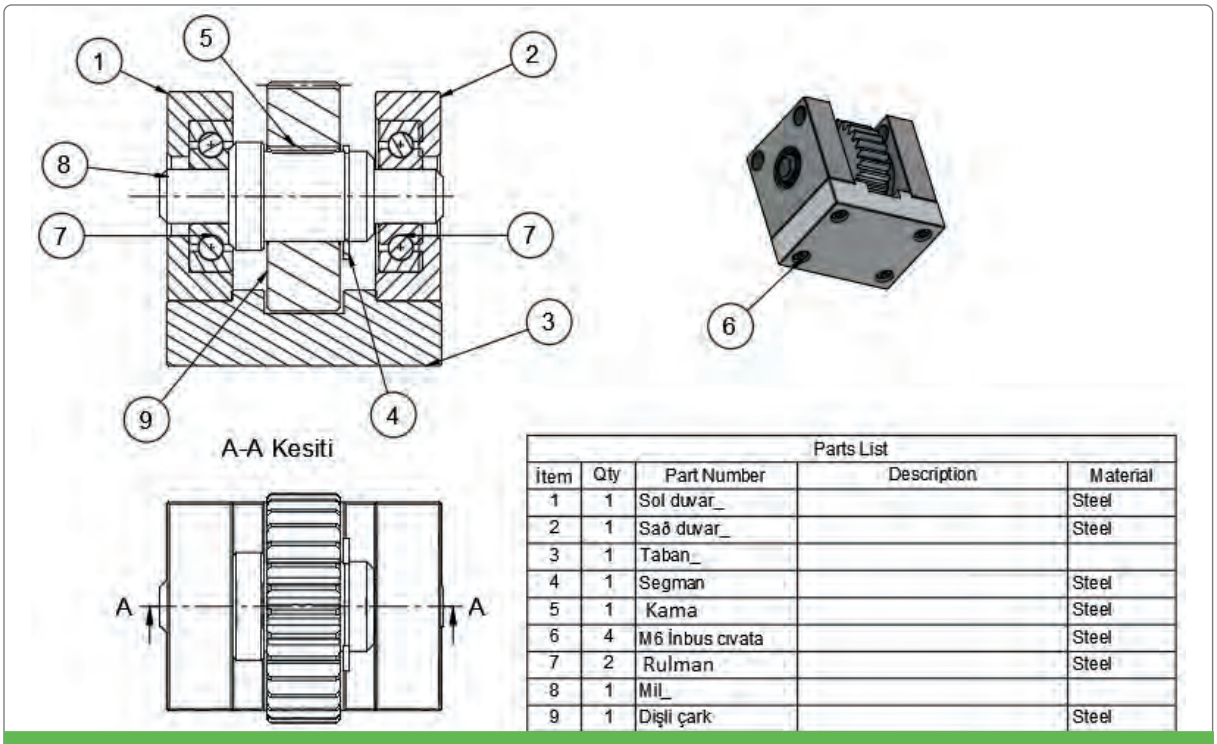
Görsel 3.23: Boru mengenesi

Tablo 3.8: Montaj Tablosu

SIRA NO	PARÇA ADI	AÇIKLAMA	ADET
1	Gövde		1
2	Yan kolon		2
3	Tırtıllı pim		2
4	Hareketli çene		1
5	Tutucu parça		1
6	Vidalı mil		1
7	Altıgen somun	Hazır	2
8	Çevirme kolu		1
9	Düğme		2
10	Pim		1

SIRA SİZDE

Görsel 3.24'te verilen rulman geçme parçasının tam kesit montaj resmini oluşturunuz.



Parts List				
İtem	Qty	Part Number	Description	Material
1	1	Sol duvar_		Steel
2	1	Sağ duvar_		Steel
3	1	Taban_		
4	1	Segman		Steel
5	1	Kama		Steel
6	4	M6 İnbus cıvata		Steel
7	2	Rulman		Steel
8	1	Mil_		
9	1	Dişli çark		Steel

Görsel 3.24: Rulman geçme montaj resmi

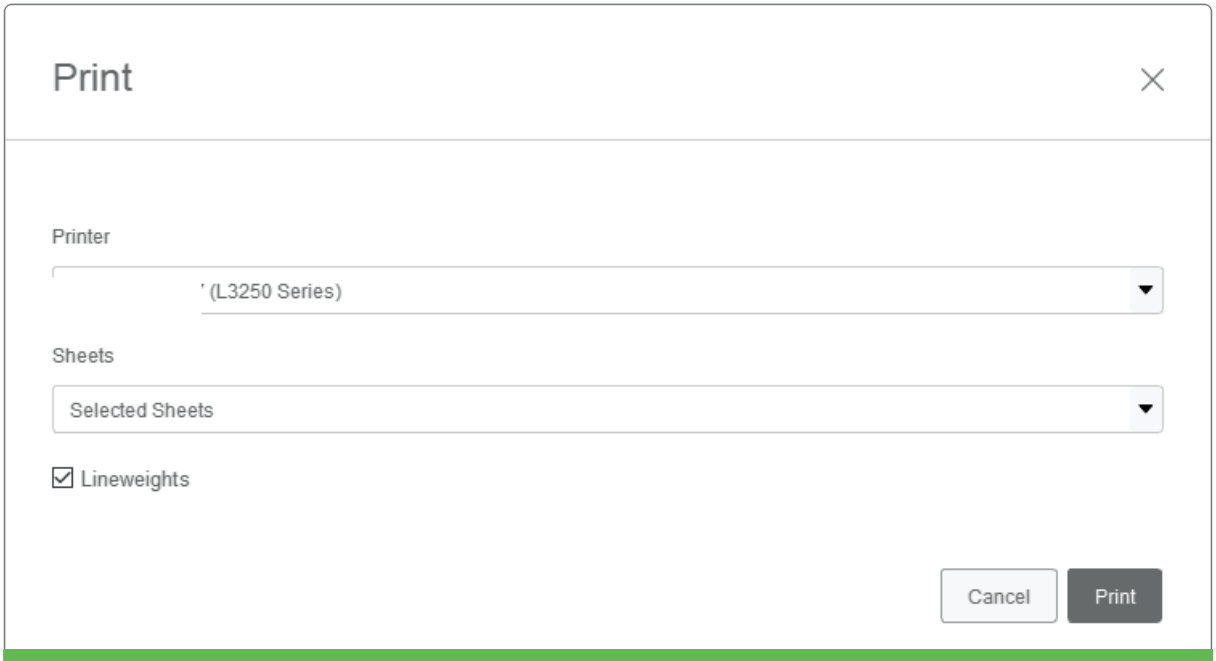
3.1.5. Export [(Eksport) Veriyi Dışarı Aktarma] Komutu

Yapılan çizimlerin başka formatlarda kaydedilmesini sağlar. Yapılan çizimlerin farklı programlarda açılmasına imkân sağlar. Dwg, Pdf, Dxf uzantılı kayıt yapar (Tablo 3.9).

Tablo 3.9: Ölçülendirme Komutları

SEMBOL	KISAYOL	KOMUT	AÇIKLAMA
PDF EXPORT		Pdf uzantılı çıktı verir.	Dışarıya verileri pdf formatında verir.
Export DWG		Dwg uzantılı çıktı verir.	Dışarıya verileri dwg formatında verir.
Export Sheet as DXF		Dxf uzantılı çıktı verir.	Dışarıya verileri dxf formatında verir.
Export CSV		Csv uzantılı çıktı verir.	Dışarıya verileri csv formatında verir.

Oluşturulan teknik resim kayıt edilir, ctrl+P tuşuna basılır, uygun yazıcı seçilir ve yazdırılır (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Çıktı alma

SIRA SİZDE

1. **Oluşturduğunuz teknik resimleri farklı formatlarda kaydediniz.**
2. **Oluşturduğunuz teknik resimlerin çıktılarını alınız.**

3.1-9 DAHİL UYGULAMALARIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	HAYIR
1.	Katı modelleri teknik resim sayfasına aktardı.		
2.	Üç görünüş resimlerini oluşturdu.		
3.	Ölçülendirme yaptı.		
4.	Kesit görünüş oluşturdu.		
5.	Detay görüntüsü elde etti.		
6.	Açılı görünüş elde etti.		
7.	Resim sayfasına şekil ve konum toleranslarını ekledi.		
8.	Parça yüzey kalitesini belirtti.		
9.	Tablo oluşturdu.		
10.	Montaj tablosu oluşturdu.		
11.	Delik tablosu oluşturdu.		
12.	Antetli sayfa oluşturdu.		
13.	Oluşturulan teknik resim sayfasını farklı formatlarda kaydetti.		
14.	Oluşturulan sayfanın çıktısını aldı.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Rayba çekilecek deliklere **H7** toleransı yazılır.
2. (.....) İmalatı yapılacak bütün parçaların tek görünüşü yeterlidir.
3. (.....) 3D çizimlerde vida ve dişli çark formların gerçek olarak çizilmesi gerekir.
4. (.....) İmalatı yapılan parçalarda yüzey kalitesi sembolleri belirtilir.
5. (.....) Yarım kesiti alınan parçaların çeyrek dilimi kesilmiş gibi çizilir.
6. (.....) Resim içerisinde yeterince anlaşılmayan kısımlara detay resmi almak gerekir.
7. (.....) Bir yapım resminde en fazla bir tane kesit alınabilir.
8. (.....) Antet sayfasında resim ölçeği belirtilir.
9. (.....) Üzerinde çok sayıda delik olan parçaları ölçülendirmek yerine delik tablosu oluşturmak resmin karmaşıklığını önler ve imalatı kolaylaştırır.
10. (.....) Büyük boyutlu sayfalarda tasarlanan (A4'ten büyük sayfalar) parça ve montaj resimleri Pdf, dwg formatında kaydedilir, A4 formatına ölçeklenerek çıktı alınır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. **Aşağıdakilerden hangisi teknik resim sayfasını açar?**
   - **A)** Desing
   - **B)** Drawing
   - **C)** Insert
   - **D)** Manufacture
   - **E)** Render

2. **Temel görünüş ikonu aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)**
   - **B)**
   - **C)**
   - **D)**
   - **E)**

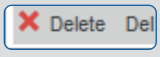
3. **Dışarıdan veri alma komutu aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** Insert
   - **B)** Create
   - **C)** Measure
   - **D)** Tables
   - **E)** Text

4. **Aşağıdakilerden hangisi bütün modelin teknik resmini alır?**
   - **A)** Apparence
   - **B)** Automate
   - **C)** Full Assembly
   - **D)** Select
   - **E)** Visible only

5. Taşıma komutunu aşağıdaki sembollerden hangisi yapar?

A)

B)

C) 

D)

E)

6. Aşağıdakilerden hangisi yandan görünüşü seçer?

A) Bottom

B) Front

C) İzometrik

D) Right

E) Top

7. Dışarıya veri aktarma komutu aşağıdakilerden hangisidir?

A) Dimension

B) Export

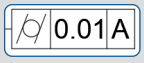
C) İnport

D) Modify

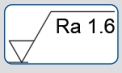
E) Symbols

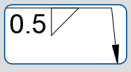
8. Aşağıdakilerden hangisi yüzey pürüzlülüğünü gösteren semboldür?

A)

B) 

C) H7

D) 

E) 

9. Aşağıdakilerden hangisi silindirik parçalara eksen atan komuttur?

A)

B)

C)

D)

E)

10. Aşağıdaki komutlardan hangisi yeni bir tasarım sayfası oluşturur?

A) Assemble

B) Create

C) Dimension

D) Geometry

E) Modify

4. TORNADA CAM UYGULAMALARI

KONULAR

4.1. CAM PROGRAMINDA İKİ EKSENDE VE C EKSENDE TORNALAMA İŞLEMLERİ

4.2. İKİ BOYUTLU PARÇA ÇİZİMİ YA DA HAZIR PARÇA DOSYASININ AÇILMASI

4.3. CAM MODÜLÜNE GEÇİŞ

4.4. SETUP DOSYASI OLUŞTURMA

4.5. BEŞ EKSEN SİMULTANE İŞLEME

4.6. DÖRT EKSEN SARMAL (WRAP) İŞLEME

4.7. C EKSENDE TORNALAMA YÖNTEMLERİ

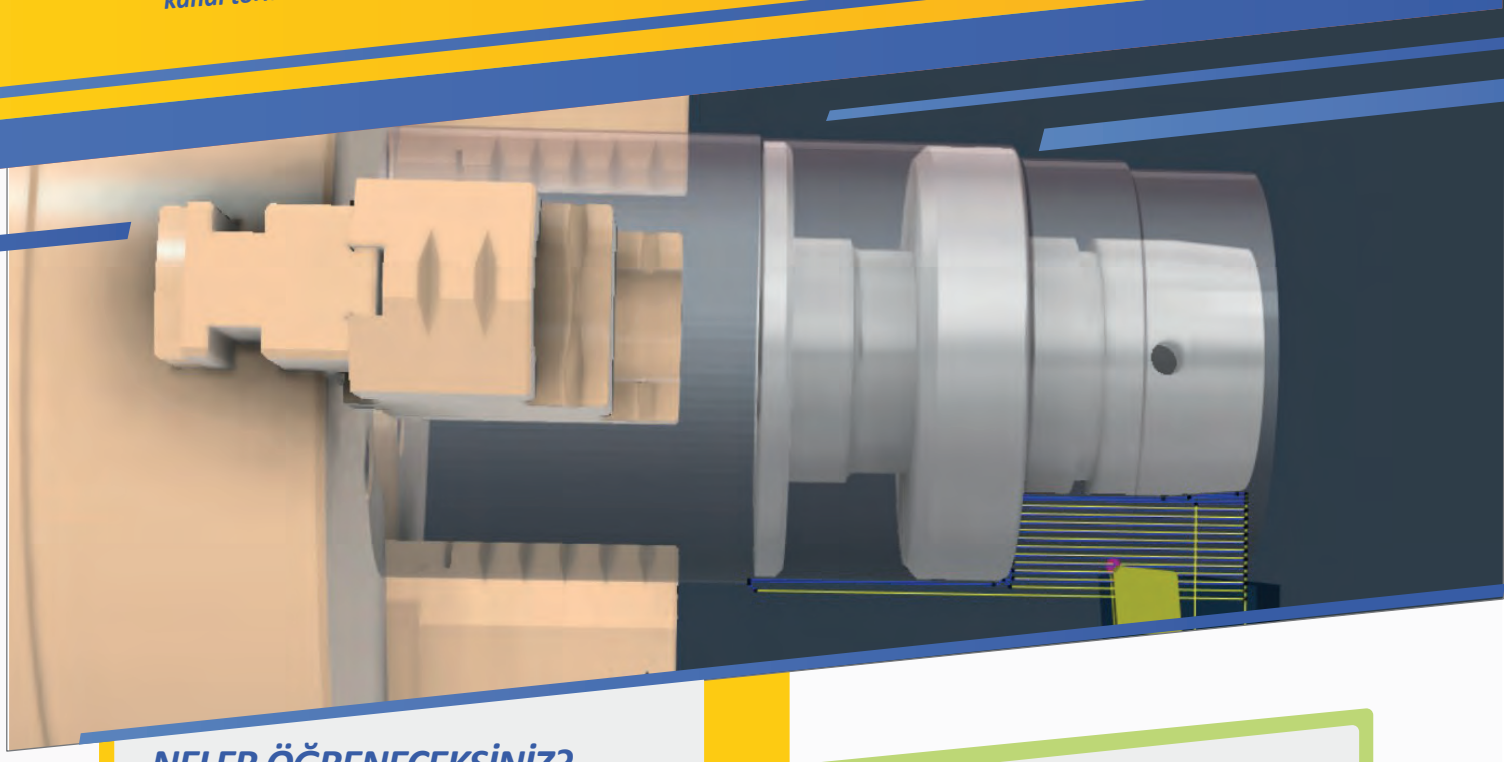
4.8. TAKIM YOLU SİMÜLASYONU

4.9. G VE M KODLARININ ÇIKARTILMASI

4.10. SETUP SHEET

TEMEL KAVRAMLAR

tornalama, iki eksende tornalama, C eksende tornalama, alın tornalama, kaba tornalama, ince (finiş) tornalama, kanal tornalama, pah kırma, vida açma, iş parçasını kesme, takım yolu simülasyonu, G ve M kodları



NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- CAM programında iki eksende tornalama işlemleri
- CAM programında c eksende tornalama işlemleri
- CNC torna tezgâhında, g ve m kodlarını kullanarak programlama
- CNC torna için silindirik tornalama çevrimlerini kullanarak CAM tornalama
- CNC tornada, delik delme ve kanal açma çevrimleri için CAM tornalama
- CNC tornada, vida açma ve kılavuz çekme çevrimleri için CAM tornalama
- Yazılan programların simülasyon ile kontrolü

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. CNC torna tezgâhının üniversal torna tezgâhından üstünlükleri nelerdir?
2. Sizce CNC torna tezgâhında parça işlemek için CAM programları kullanılabilir mi? Arkaşlarınızla saygı çerçevesinde tartışınız.

Karmaşık formlu silindirik iş parçalarına tornalama işlemi için CNC kodlarını manuel oluşturulması ve çok fazla satırdan oluşan bu kodların kontrol edilmesi oldukça zordur. Bu zorlukların aşılarak farklı üretim stratejilerinin oluşturulması CAM yazılımları sayesinde mümkündür. CAM program yazılımları üç boyutlu modeli oluşturulan parçayı otomatik olarak algılar, hata yapma olasılığını ortadan kaldırır ve işleme stratejileri açısından pek çok seçenek sunar. Ayrıca yüzey kalitesinin artırılması, işleme zamanının azaltılması ve sorunsuz üretim açısından da yarar sağlamaktadır.

4.1. CAM PROGRAMINDA İKİ EKSENDE VE C EKSENDE TORNALAMA İŞLEMLERİ

Silindirik şekilli iş parçaları CNC torna tezgâhlarında işlenir. Takım X ve Z olmak üzere iki eksende talaş alma hareketi yapar. X ekseninde silindirik parçanın çapından, Z ekseninde ise silindirik parçanın boyundan talaş kaldırma işlemi yapılır. C eksen tornalama ise takımın X ve Z eksenlerinin dışında, kendi ekseninde de dönerek iş parçası üzerindeki freze işlemi ile talaş kaldırılacak bölgelerin işlenmesidir.

CNC torna tezgâhına iki eksen takım yollarını oluşturmada işlem sırası şöyledir:

» Önce işlenecek parça iki ya da üç boyutlu olarak çizilir.

» Sonra imalat modülüne geçilir.

» Kurulum sekmesi tıklanarak yeni kurulum seçilir ve makine tipi olarak tornalama seçilir. Tornalama adımları şunlardır:

- SETUP [(Setap) Kurulum] tanımlaması yapılır.
- Takım yollarından işlem tipi seçilir.
- Work Coordinate System [WCS (Wörk Koordineyt Sistım) İş Koordinat Sistemi] tanımlanır.
- Torna aynası tipi seçimi yapılır.
- Safe Z [(Seyf Zi) Güvenli Z Referansı] seçimi yapılır.
- Post process [(Post prases) Post alma] ayarları yapılır.

» Parçanın şekline göre seçilen işleme yöntemleri şöyledir:

- Parçanın şekline göre kesici ve değişkenler belirlenir.
- Parça geometrisi seçilir.
- İşleme yükseklikleri seçilir.
- Kesme ayarları yapılır.
- Kesicinin parçaya giriş ve çıkışları ayarlanır.

» Takım yollarının iki ya da üç boyutlu simülasyonu izlenir.

» G kodu çıkarma işlemine geçilir.

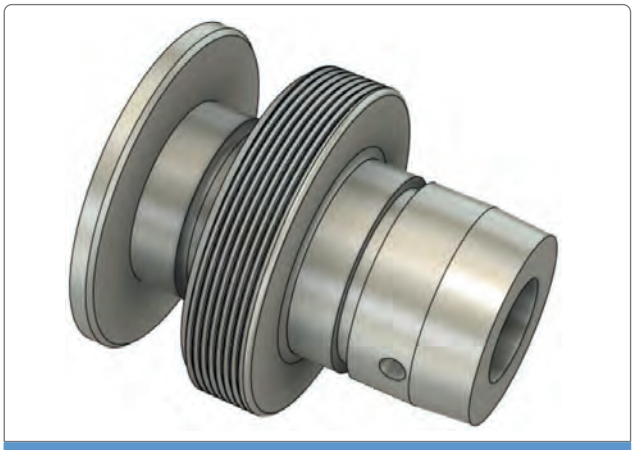
» Çıkarılan G kodları tezgâha aktarılır ve tezgâhın parçayı bu kodlara göre işlemesi sağlanır.

4.2. İKİ BOYUTLU PARÇA ÇİZİMİ YA DA HAZIR PARÇA DOSYASININ AÇILMASI

İşlenecek parçayı kullanıcı, kullandığı CAM programında kendisi çizebileceği gibi başka bir CAD/CAM programında çizilmiş parçayı da kullanılan programa aktarabilir. Başka bir CAD/CAM programında çizilmiş parça dosyası-

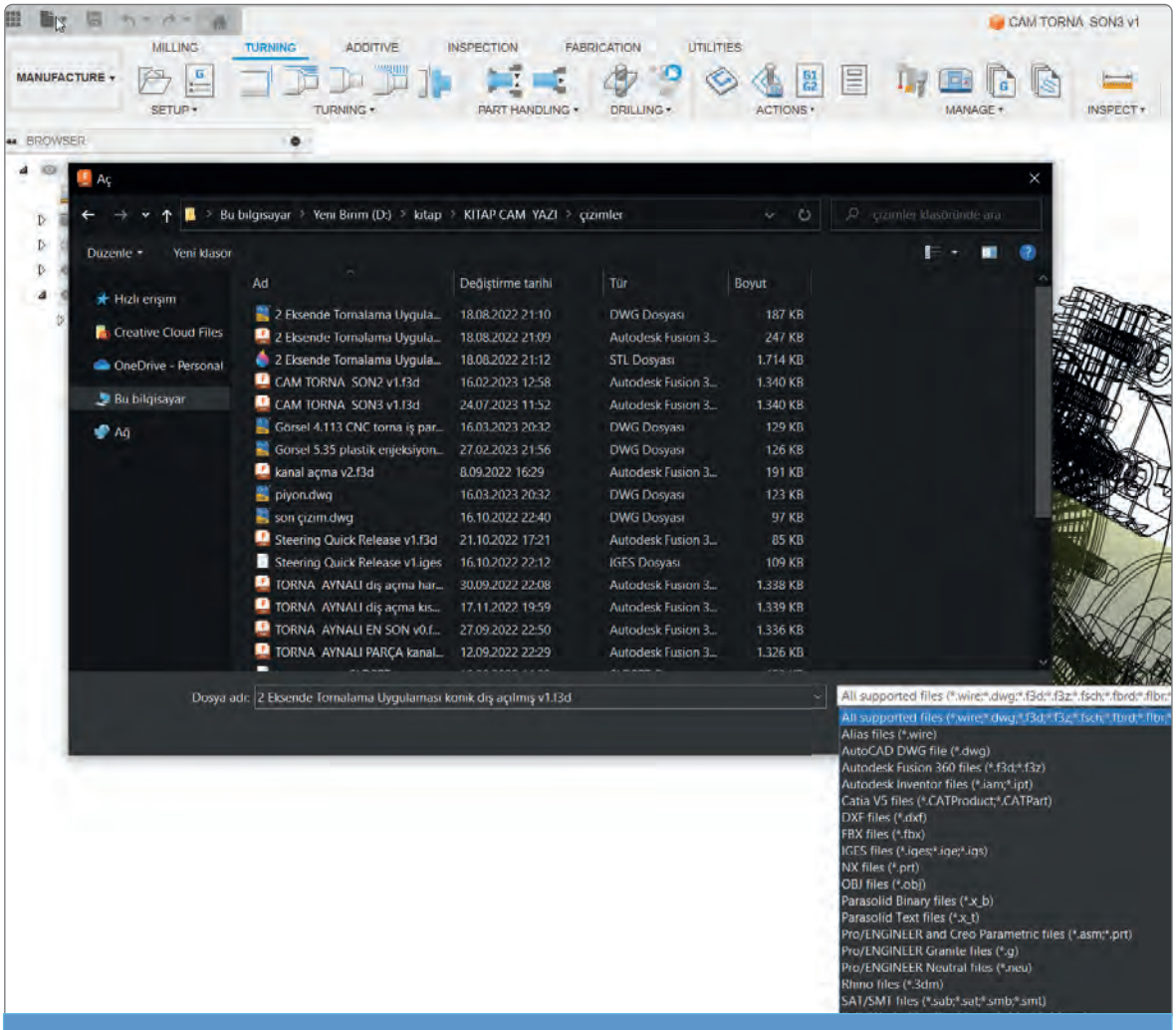
nın, transfer edilirken kabul edilebilir dosya uzantılarında kaydedilmesi gerekir. Genelde iki boyut çizimlerin saklanmasında DWG, DXF; üç boyut çizimlerin saklanmasında ise PARASOLİD, STEP, IGS, STL ve SAT uzantıları kullanılır. Ayrıca Fusion 360, Solidworks, Catia ve Unigraphics NX dosyalarını dosya formatını değiştirmeden açabilir.

Hazır parça dosyasının açılması için araç çubuğundaki File'dan [Fayl (Dosya)], Open [Opın (Aç)] seçilerek önceden çizilmiş parçalar CAM programına çağrılır. Ünite boyunca uygulaması yapılacak olan tasarım Görsel 4.1'de görülmektedir.



Görsel 4.1: CAM tornalama uygulamasında kullanılacak tasarım

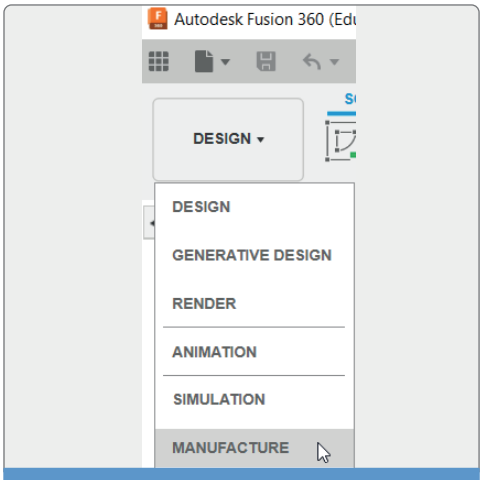
Farklı uzantıda dosya varsa dosya türü penceresinden çağrılacak dosyanın uzantısı bulunarak dosya çağrılır ve CAM programında açılır (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Farklı dosya uzantısının açılması

4.3. CAM MODÜLÜNE GEÇİŞ

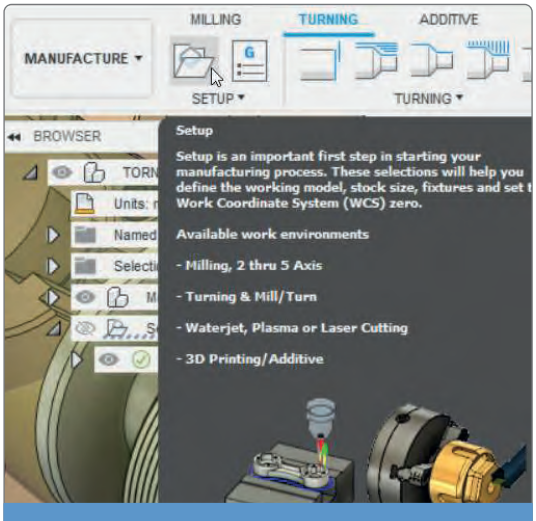
CAM modülü, imalat işlemlerinin yapıldığı yerdir. Program açıldığında Design [(Disayn) Tasarım] yazan kısım sol tıklanarak Manufacture [(Menifekçır) İmal et] seçilerek CAM modülüne geçiş yapılır (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Manufacture (CAM) modülüne geçiş

4.4. SETUP DOSYASI OLUŞTURMA

Takım yolu oluşturmak için ilk işlem, program ekranında **TURNİNG** [(Törning) Tornalama] sekmesi altından **SETUP** butonunu tıklamaktır. Yapılacak işe göre yeni ya da ek bir SETUP dosyası oluşturulması gerekir (Görsel 4.4).



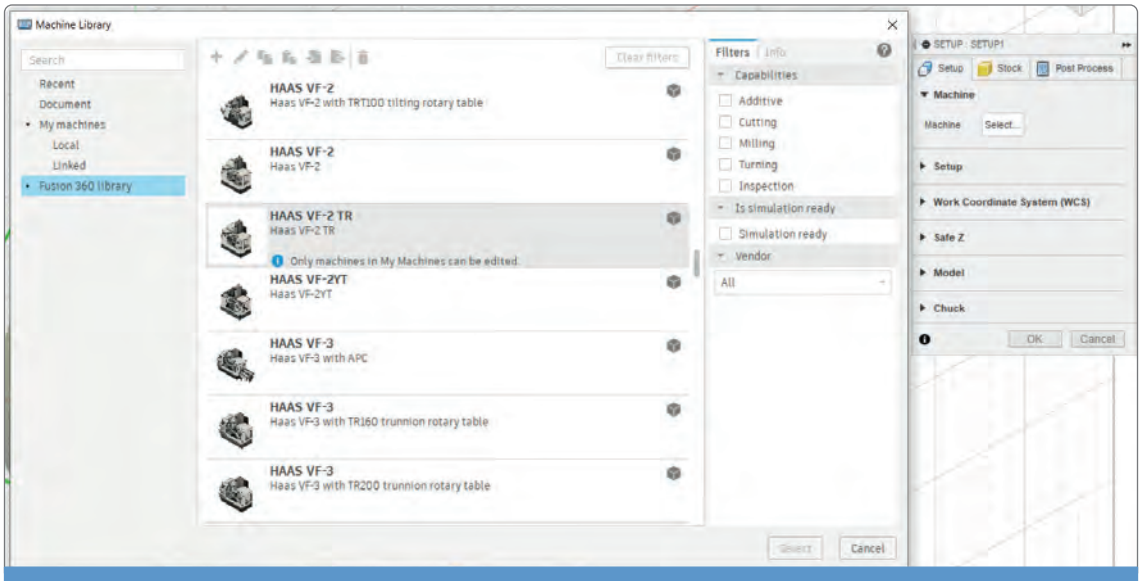
Görsel 4.4: SETUP seçim butonu

Bu kısımda yapılabilen ayarlar şöyledir:

- » Tezgâh seçimi ve ayarları
- » Operasyon tipinin seçimi
- » Tezgâh ve ayna pozisyon seçimi
- » İş parçası sıfır noktası tanımlama
- » Z ekseni güvenlik mesafesi
- » İşlenecek model seçimi
- » Torna ayna ayakları konumu ve seçimi
- » Stok (kütük) seçimi
- » Post process ayarları

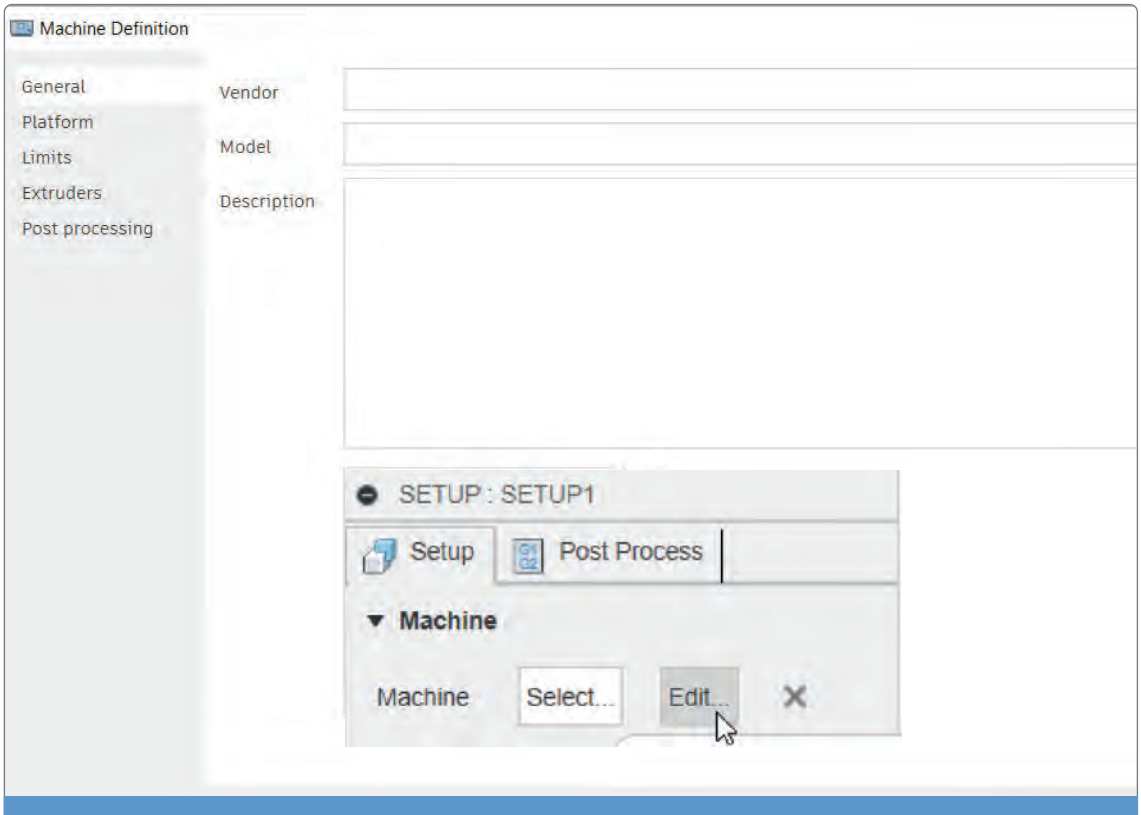
4.4.1. Tezgâh Seçimi ve Ayarlarının Yapılması

Tezgâh seçimi **SETUP** menüsünün altındaki **MACHINE** [(Meshin) Makine] sekmesinden yapılır. Select [(Sılekt) Seç] tıklandığında ekrana Görsel 4.5'teki makine tipleri gelir.



Görsel 4.5: Tezgâh tipi seçim menüsü

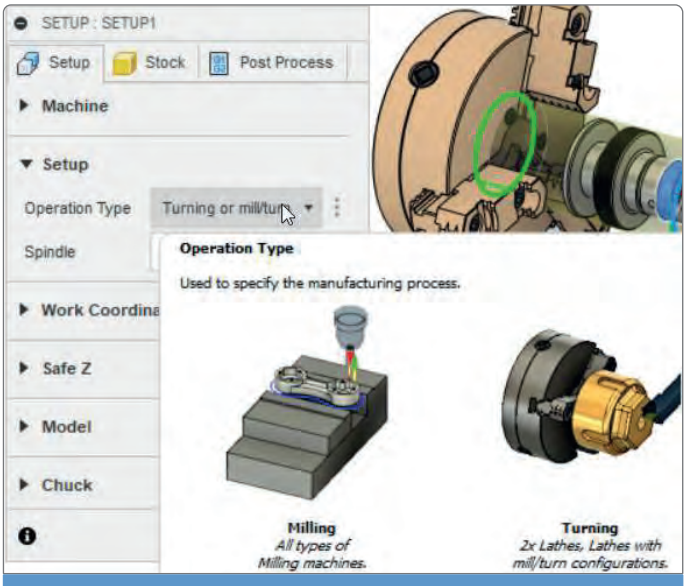
Seçim sonrası **Edit** (Düzenle) butonu tıklandığında tezgâh ayar seçenekleri ekrana gelir. Görsel 4.6'da gösterilen Edit seçenekleri kullanılarak istenilen tezgâh ayarları yapılır.



Görsel 4.6: Tezgâh yapılandırması

4.4.2. Operasyon Tipinin Seçilmesi

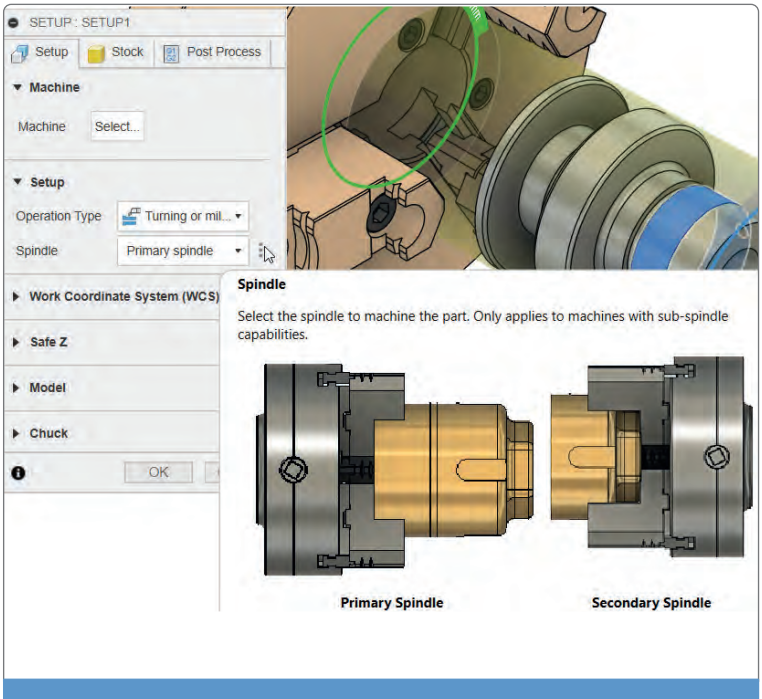
Yapılacak işleme yöntemine göre ya da iş parçasına göre operasyon seçimi yapılabilir. Tornalama işlemi için Turning or Mill (Mil)/Turn [Tornalama veya freze/torna] seçilir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Operasyon tipinin seçilmesi

4.4.3. Tezgâh ve Ayna Pozisyon Seçimi

Tezgâh ve ayna pozisyon seçimi SETUP sekmesinden yapılır. Torna CAM için Turning seçeneği seçilir. Torna tezgâhı aynasının konumunun seçimi de Spindle [(Sipindıl) Mil] seçeneğinden gerçekleşir. Klasik torna tezgâhları için seçim durumu varsa Primary [(Praymeri) Birincil] sipindle, değilse Secondary [(Sekınderi) İkincil] seçilir (Görsel 4.8).

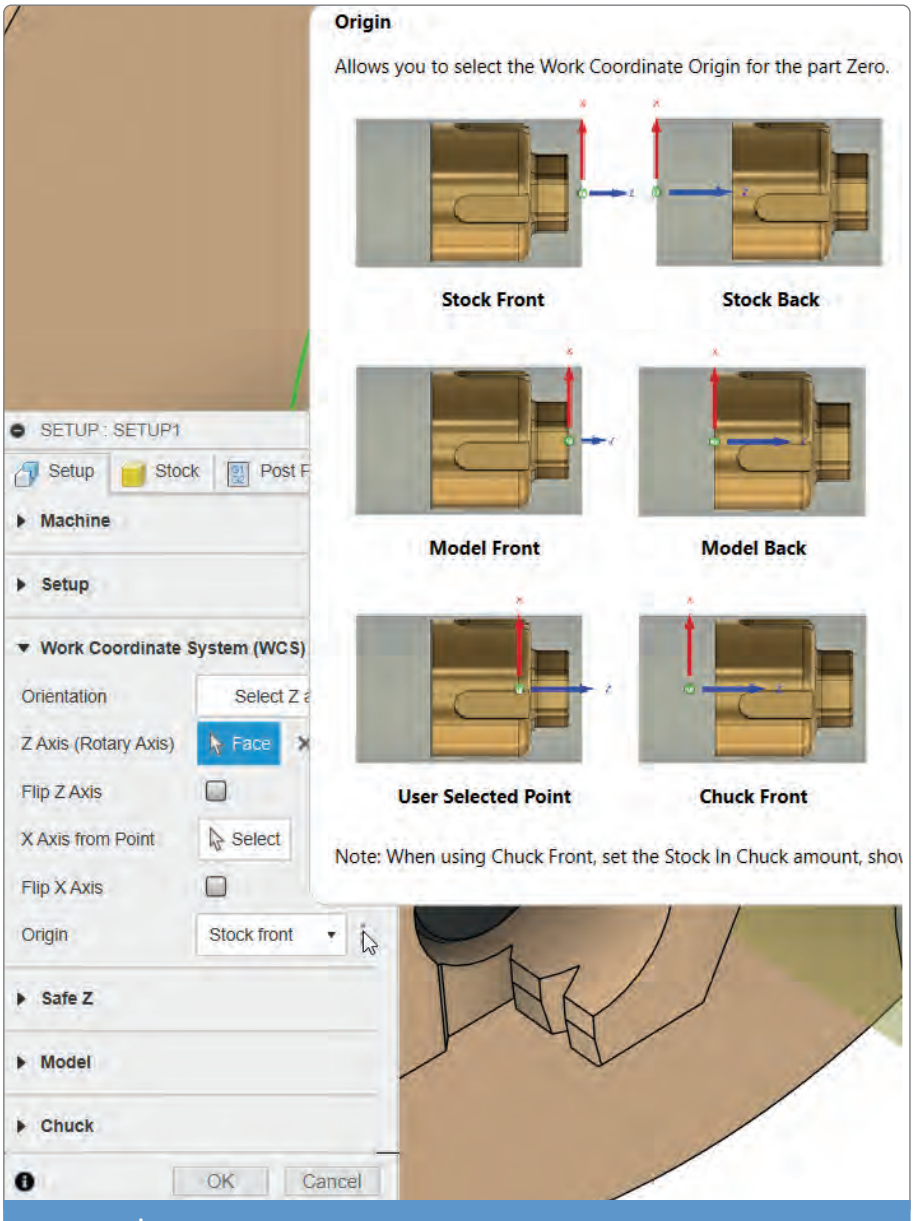


Görsel 4.8: Ayna konumu seçimi

4.4.4. İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama

Torna işleminde iş parçası sıfır noktası seçimi için gerekli olan X ve Z eksenleri doğru tanımlanmalıdır. Genellikle iş parçasının ayna ayaklarının dışında kalan alın bölgesi seçilir. İş parçası sıfır noktası seçimi yanlış yapıldığında ya da eş ve benzer tanımlama yapılmadığında iş kazası olma riski çok yüksektir. Bu işlem tezgâhta yapılmadan önce operatörün tezgâh başında **Setup Sheet** [(Setap Şiit) Kurulum sayfası] çıktısına göre sıfırlama yapması sağlanmalıdır.

Work Coordinate System (WCS): İş parçası sıfır noktasının tanımlandığı bölümdür. Orientation [(Orienteyşın) Yönlendirme] seçeneğinden Z ve X eksenin seçimi yapılır. Eksen takımının yönü tersse Flip X Axis [(Fılip X Aksis) X Eksenini Çevir] ya da Flip Z Axis seçeneği etkinleştirilerek değiştirilir. Origin [(Oricin) Başlangıç noktası] bölümünden ise X0 ve Z0 noktası belirlenir. Burada ayrıca belirlenen iş parçasına ve stoka göre altı tip sıfır noktası tanımlama seçeneği vardır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: İş parçası ve stok konumuna göre sıfır noktası seçimi

Stock Front (Stok Fıront): Sıfır noktası kütüğün önünde

Stock Back (Stok Bek): Sıfır noktası kütüğün arkasında

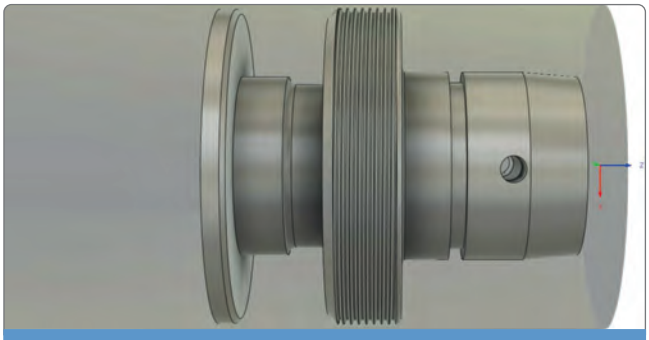
Model Front (Model Fıront): Sıfır noktası iş parçasının önünde

Model Back: Sıfır noktası iş parçasının arkasında

User Selected Point (Yuzır Selektıt Point): Kullanıcı tarafından seçilen bir noktaya göre sıfır noktası tanımlama

Chuck Front (Çak Fıront): Sıfır noktası torna ayna ayaklarının önünde

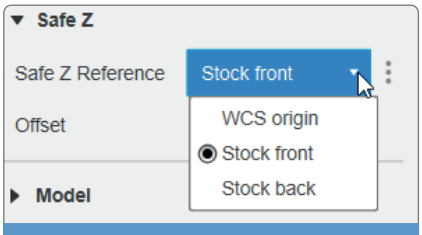
Tüm ayarlar yapılıp iş parçası sıfır noktası seçimi yapıldıktan sonra Görsel 4.10'daki gibi görülür.



Görsel 4.10: İş parçası sıfır noktası seçimi

4.4.5. Z Ekseni Güvenlik Mesafesi

Torna kaleminin iş parçasına Z ekseninde güvenle yaklaşıp uzaklaşabileceği aralık tanımlanır (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Z ekseni güvenlik mesafesi

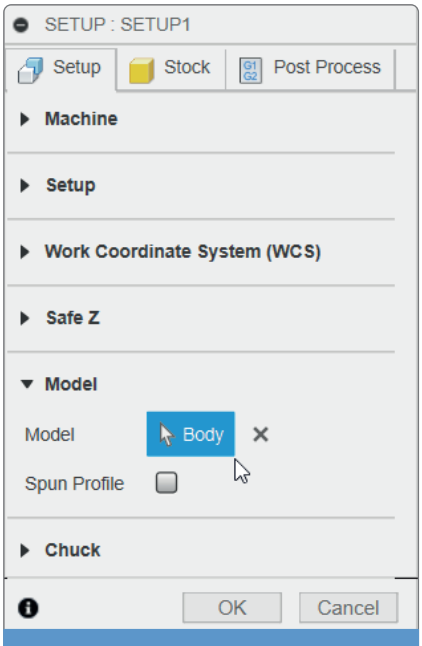
WCS Orgin (WCS Başlangıcı): İş parçası sıfır noktasına göre tanımlanan değer kadar torna kalemine parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

Stock Front (Stok Ön): İşlenmemiş kütük parçasının seçilen alın yüzeyine göre tanımlanan değer kadar torna kalemine, parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

Stock Back (Stok Arka): İşlenmemiş kütük parçasının seçilen arka yüzeyine göre tanımlanan değer kadar torna kalemine, parçaya ilk yaklaşmada güvenli mesafe verir.

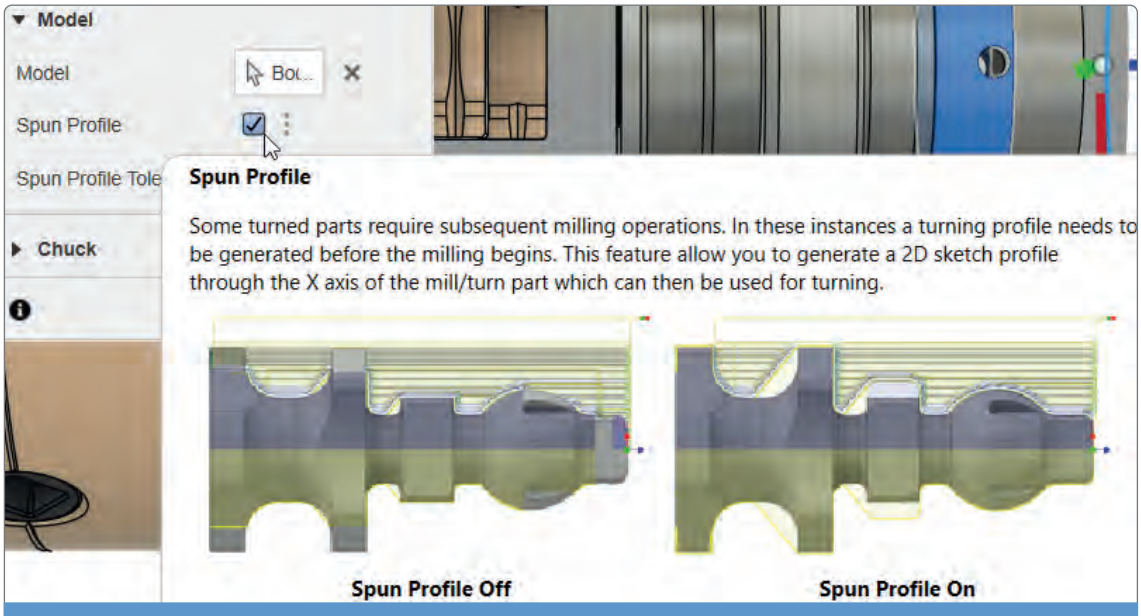
4.4.6. İşlenecek Model Seçimi

Görsel 4.12'de gösterilmiş olan işlenecek parçanın seçiminin yapıldığı yerdir.



Görsel 4.12: İşlenecek model seçimi

Spun Profile [(Sıpan Profayl) Bükümlü Profil]: Bazı torna parçaları sonradan freze işlemleri gerektirebilir. Bu durumda frezeleme başlamadan önce torna profilinin oluşturulması gerekir. Bu özellik, tornalama için kullanılabilecek freze/torna parçasının X ekseni boyunca bir 2b çizim profili oluşturmasına olanak sağlar. Yanındaki boş kutucuk tıklandığında etkinleştirilir (Görsel 4.13).



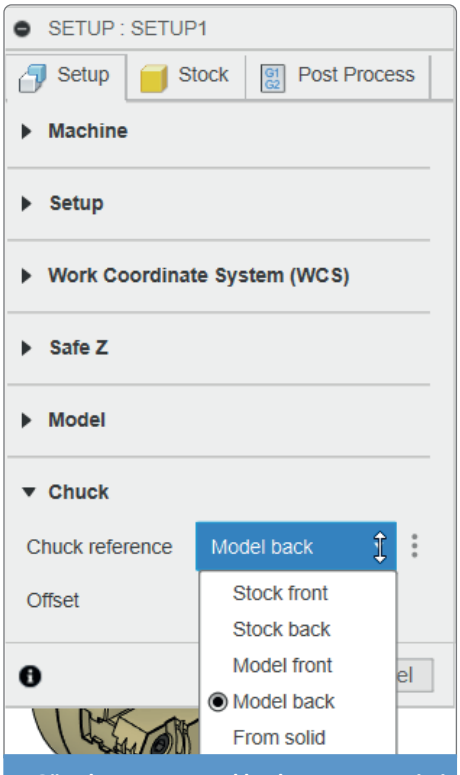
Görsel 4.13: Spun Profile

Spun Profile Tolerance (Tolırıns): Bükümlü profil oluşturma tolerans değeri girilir.

Spun Profile Smoothing (Sumuting): Bükümlü profili düzleştirmek için etkinleştirilir.

4.4.7. Torna Ayna Ayakları Konumu ve Seçimi

Torna ayna ayakları ile iş parçasının işleme bitiş bölgesinin aralığının belirlendiği ayardır (Görsel 4.14).



Görsel 4.14: Ayna ayakları konumu ve seçimi

Chuck Reference: İş parçasının konumuna göre sıkma bölgesinin yeri Offset (ofset) yazan değere göre tanımlanır. Referans seçenekleri şunlardır:

» **Stock Front:** Stok parçasının önünden ofset verme

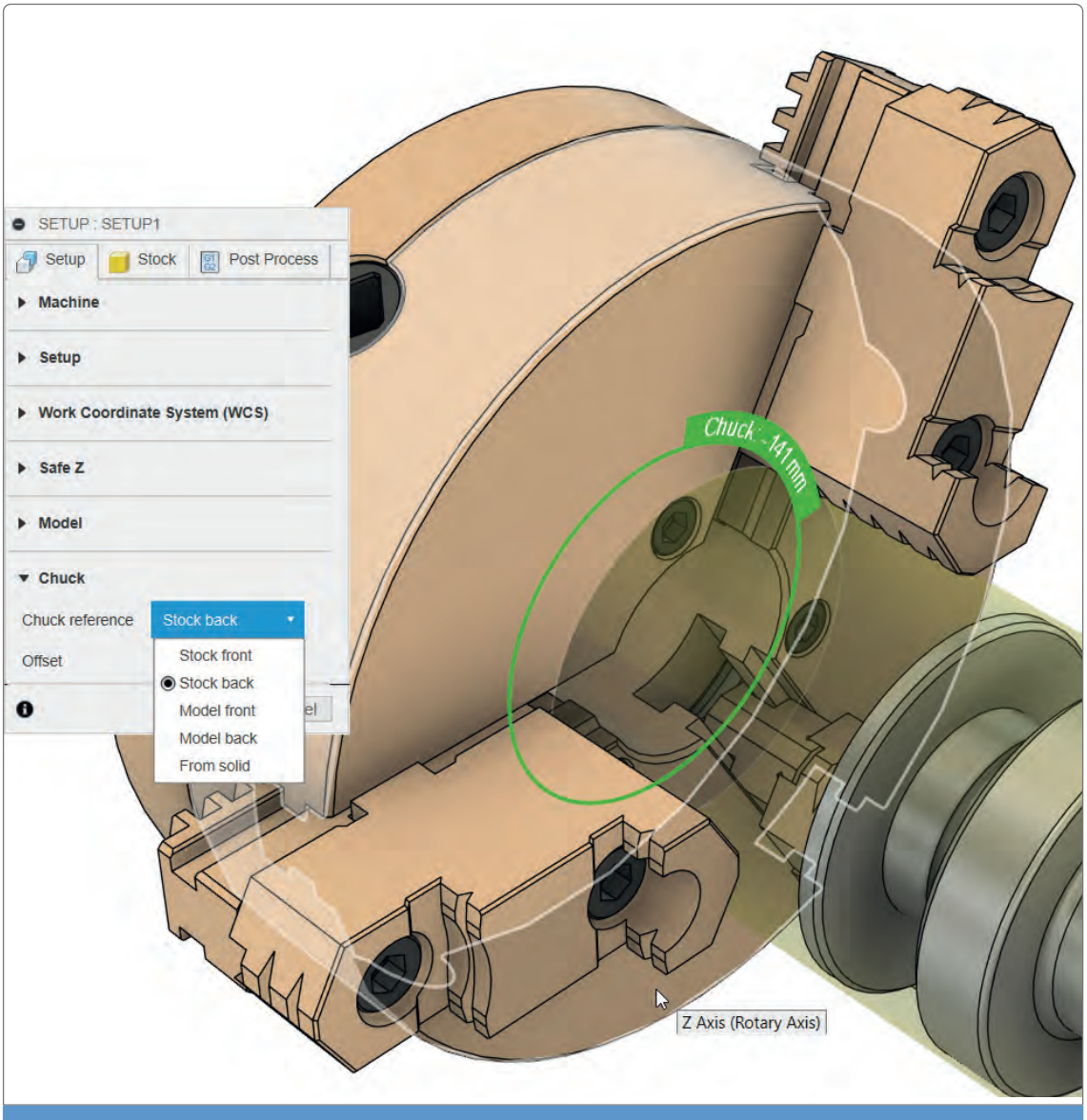
» **Stock Back:** Stok parçasının arka tarafından ofset verme

» **Model Back:** Model parçasının arka tarafından ofset verme

» **Model Front:** Model parçasının önünden ofset verme

» **From Solid [(Fırom solid) Katıdan]:** Katı model olarak çizilmiş ve iş parçası ile monte edilmiş torna aynasının seçimi ile sıkma ayakların önünden ofset verme

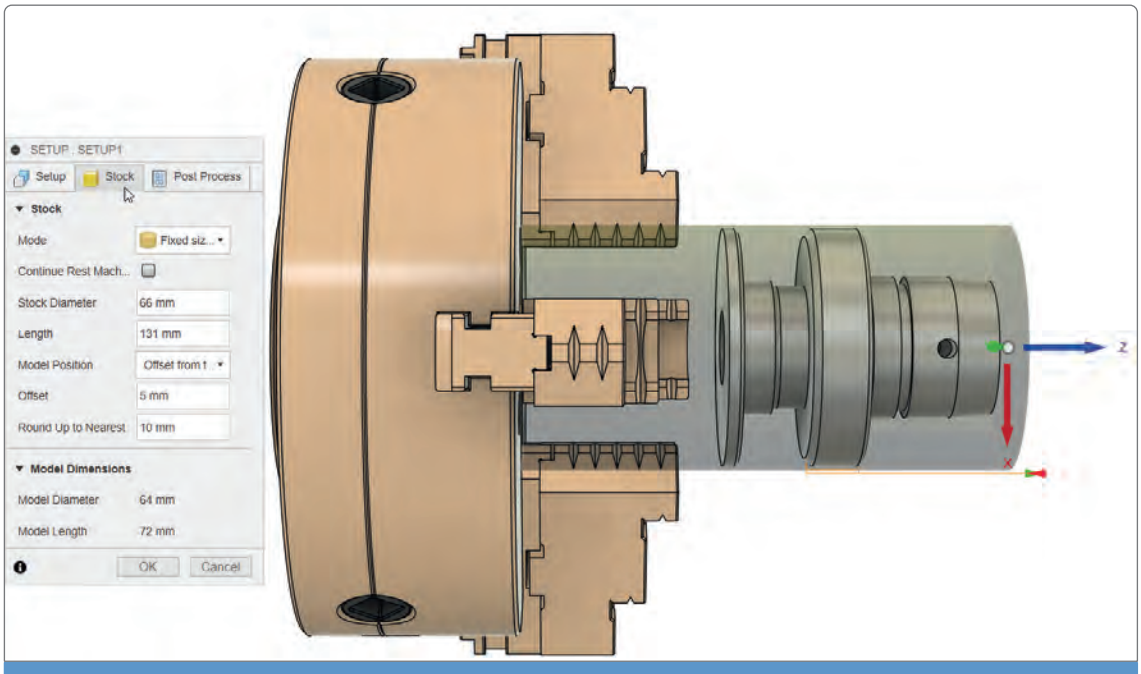
Seçim yapıldıktan sonraki görünüm Görsel 4.15'te verilmiştir.



Görsel 4.15: Torna ayna ayakları konumu ve seçimi

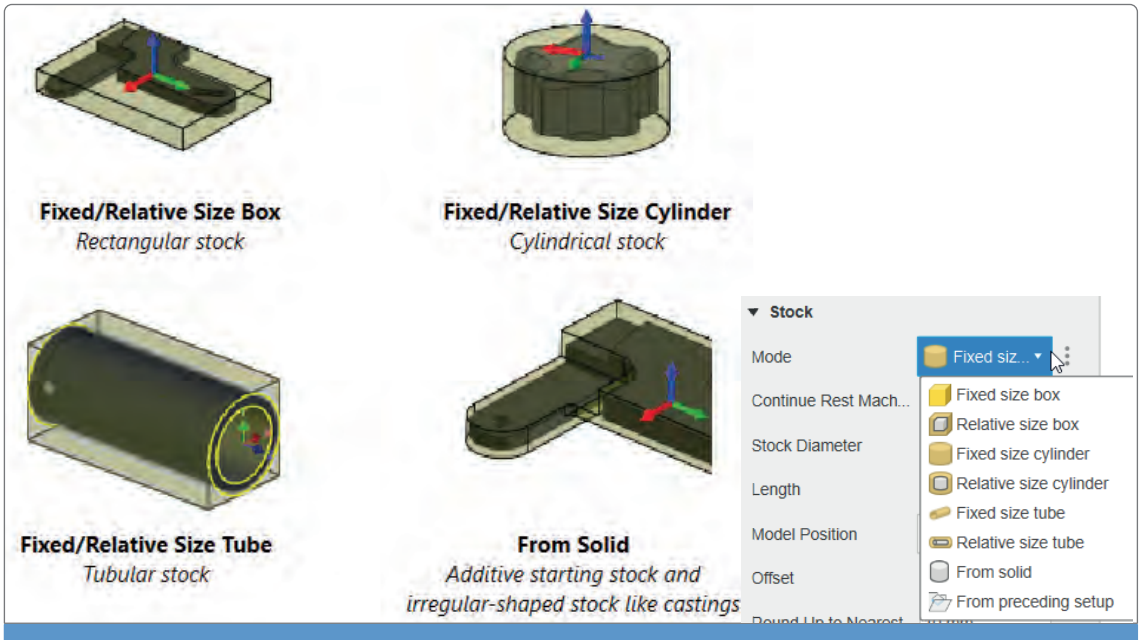
4.4.8. Kütük Seçimi

Tasarlanan modellerin işlenmemiş kütük parça hâlini oluşturmak için kullanılır. Kütük görünümünün ve boyutlarının ayarlarının yapıldığı Stock olarak yazılan yerdir (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Stok seçim sekmesi

» **Mode (Mod):** Görsel 4.17'de görülen seçeneklere göre stokun boyut ve şeklinin ayarlandığı kısımdır.



Görsel 4.17: Stok seçim yöntemleri

- **Fixed Size Cylinder (Fikst sized silindir):** Sabit ölçülü silindirik stok atar.
- **Fixed Size Box [(Baks) (Sabit Boyutlu Kutu)]:** İş parçasını dış ölçülerine göre bir dikdörtgen prizmanın içine sığdırarak stok oluşturur.
- **Relative Size Box [(Relatif) Göreceli boyutlu kutu]:** İş parçasının dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte dikdörtgen prizma ile stok oluşturur.
- **Relative Size Cylinder (Göreceli boyut silindir):** İş parçasının dış ölçülerine göre istenildiğinde değiştirilebilen yükseklikte silindir ile stok oluşturur.
- **Fixed Size Tube [(Tüup) Sabit boyutlu tüp]:** İş parçasını dış ölçülerine göre bir tüp içine sığdırarak stok oluşturur (Stok içerisinde istenildiğinde delik oluşturur.).
- **Relative Size Tube (Göreceli boyutlu tüp):** İş parçasını dış ölçülerine göre değişken yükseklikte bir tüp içine sığdırarak stok oluşturur (Stok içerisinde istenildiğinde delik oluşturur.).
- **From Solid:** Başlangıç stokuna ek bir artış sağlar ve döküm gibi düzensiz şekilli stoklar için kullanılır.

» **Continue Rest Machining (Kontinyu Rest Mashining):** Kalan işlemeye devam etmek için önceki kurulumun sonundaki stoku kullanır.

» **Stock Diameter (Stok Dayemetır):** Oluşturulacak stok silindirinin çapını belirtir.

» **Length:** Oluşturulacak stok uzunluğunu belirtir.

» **Model Position (Model Posişın):** Model konumu belirtilen yere göre seçilir.

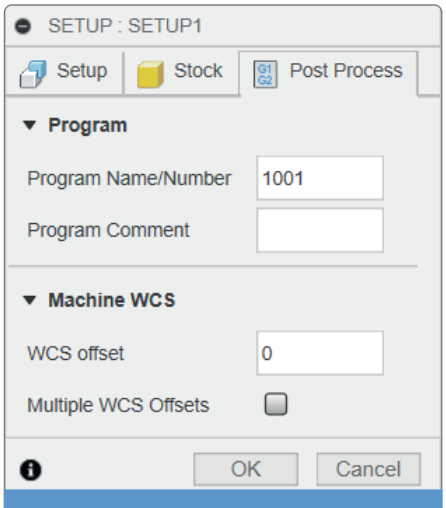
- **Offset from front:** Stok parçasını, modelin ön yüzü ile aynı konumda olacak şekilde konumlandırır.
- **Center[(Centır) Merkez]:** Modeli, stok ile ortalayıp eşit boşluk payları bırakır.
- **Offset from back:** Stok parçasını, modelin arka yüzü ile aynı konumda olacak şekilde konumlandırır.

» **Round up to Nearest (Raund ap tu Nıırıst):** Stok boyutu için yuvarlama artırımını belirtir.

» **From Preceding Setup:** Önceki kurulumda tanımlanan stokla eşleşen bir stok oluşturur.

4.4.9. Post Process

CNC tezgâhlarında kullanılacak NC kodların oluşturulması öncesinde Post Process sekmesinde (Görsel 4.18) aşağıdaki ayarlamalar yapılmalıdır.



Görsel 4.18: NC kod oluşturma ayarları

» **Program Name/Number (Neym Nambır):** Program adı/numarası

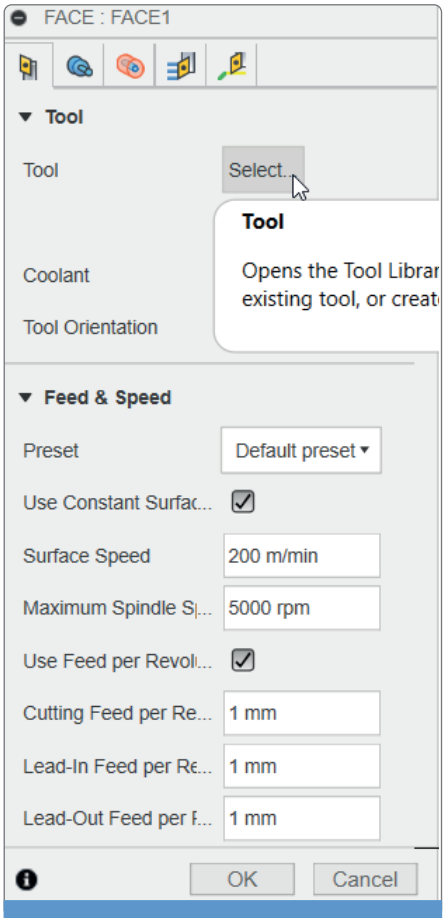
» **Program Comment (Kament):** Program yorumu

» **WCS offset (WCS Ofseti):** Makine iş parçası sıfır noktası G54 veya G55

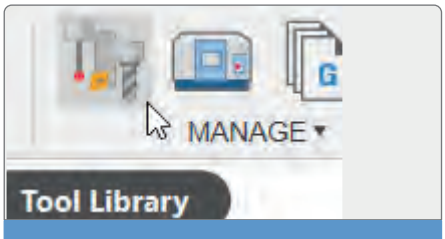
» **Multiple WCS offset [(Maltipıl) Çoklu WCS ofsetleri]:** Takım yollarının tek bir iş ofseti için mi yoksa makinedeki birden fazla iş ofseti için mi geçerli olduğunu kontrol eder.

4.5. KESİCİ TAKIM TANIMLAMA

Fusion 360 programında iki farklı alanda kesici takım tanımlaması yapılabilir. Bunlardan biri işleme yöntemlerinin bulunduğu pencere içerisindeki kısımdır (Görsel 4.19). Diğeri ise ana ekranda yer alan Tool Library [(Tuul Laybreri) Takım kütüphanesi] ikonu ile seçimdir (Görsel 4.20).

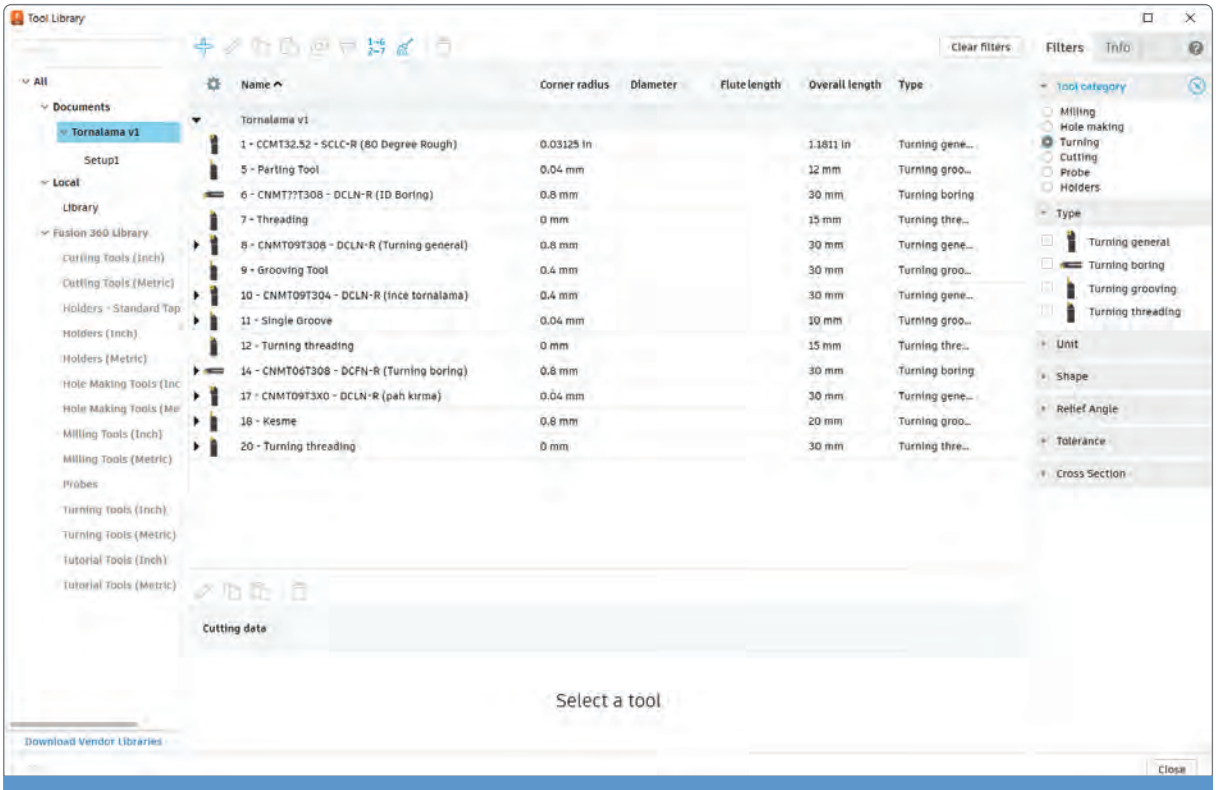


Görsel 4.19: Kesici takım seçim yöntemleri



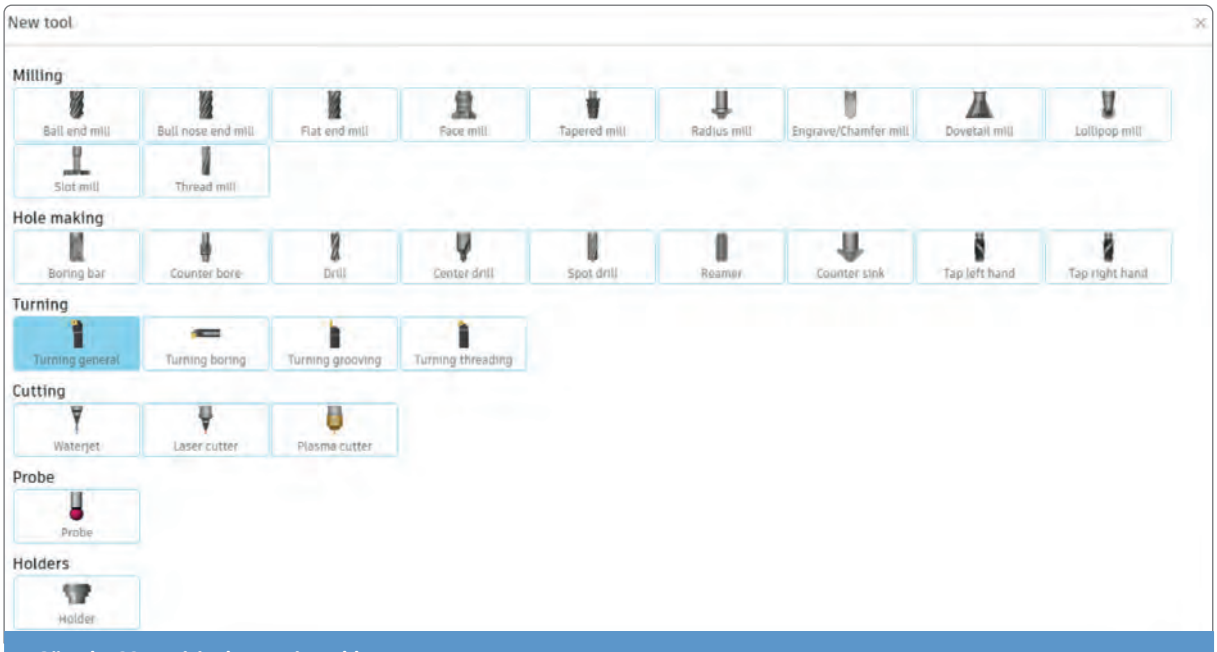
Görsel 4.20: Takım kütüphanesini açma

Takım kütüphanesini açıldıktan sonra Görsel 4.21'de görülen "+" işaretine New tool [(Niv) Yeni takım] yazan yere tıklanarak seçim yapılmaya başlanır.



Görsel 4.21: Kesici takım seçim penceresi

Yeni takım penceresinden **Turning** yazan yerin altındaki kesiciler kullanım amaçlarına göre soldan sağa doğru genel, delme, kanal ve diş açma işlemlerine göre seçilir (Görsel 4.22).



Görsel 4.22: Kesici takım seçim tablosu

Kesici takım seçildikten sonra yapılacak işlemler şunlardır:

» Takım kütüphanesinden takımın düzenlenmesi

» Kesici geometrisinin düzenlenmesi

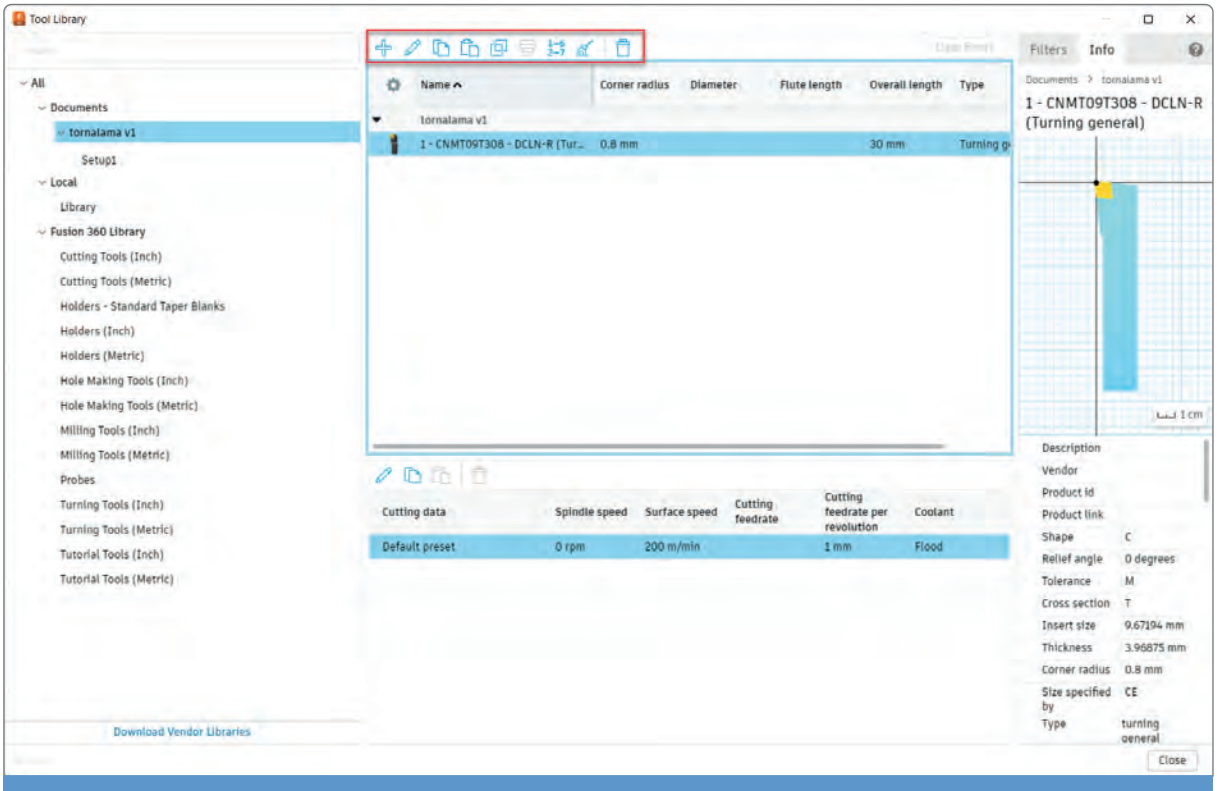
» Katerin seçimi

» Katerin işleme yönünü değiştirme

» Kesme parametrelerini girme

4.5.1. Takım Kütüphanesinden Takımın Düzenlenmesi

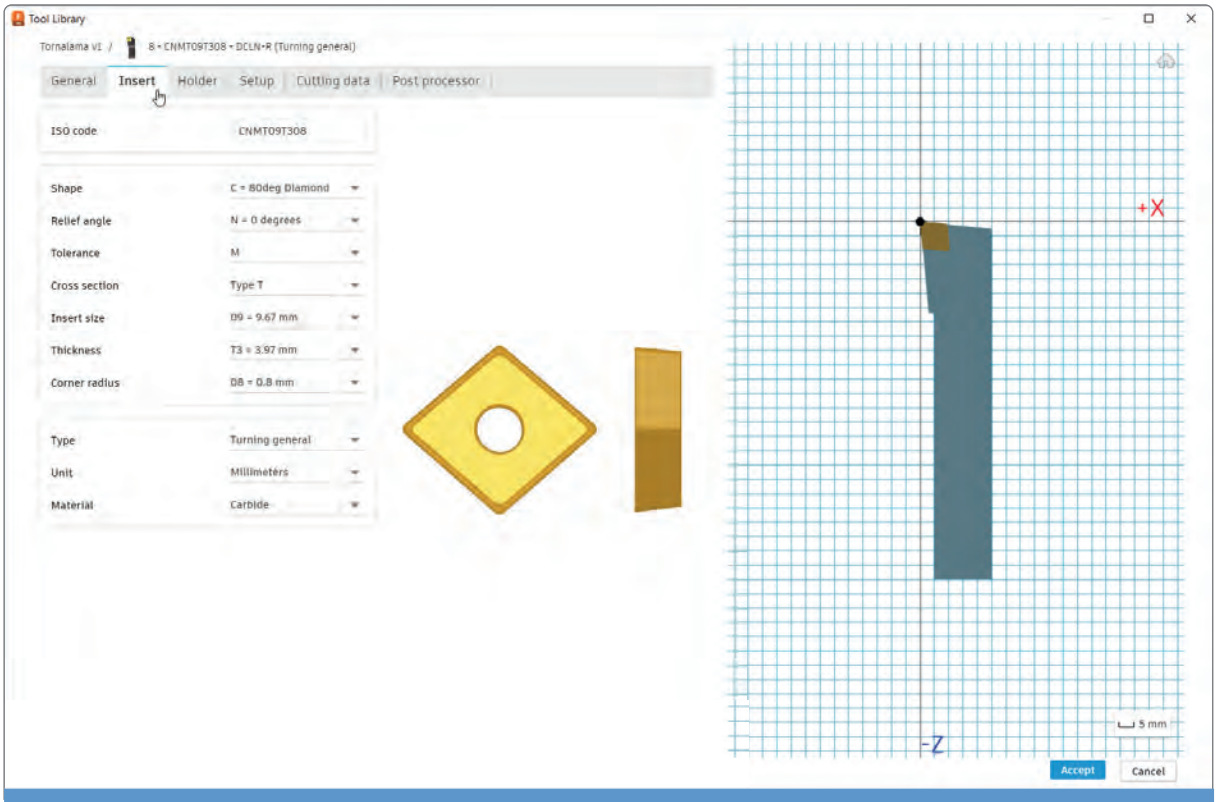
Tüm özelliklerinin tanımlanması yapılan takım veya takımlar, takım kütüphanesinde listelenir. Görsel 4.23'teki kırmızı renkli dikdörtgen içindeki ikonlardan soldan sağa sırasıyla yeni takım çağırma, düzenleme, kopyalama, yapıştırma, çoğaltma, tutucu uygulama, yeniden numaralandırma, kullanılmayanı kaldırma ve silme işlemleri yapılır.



Görsel 4.23: Takım kütüphanesinden takımın düzenlenmesi

4.5.2. Kesici Geometrisinin Düzenlenmesi

Takım seçildikten sonra kesicilerin geometrik ölçü ve malzeme tanımlaması Görsel 4.24'te görülen **Insert** [(İnsört) Ekle] sekmesinden yapılır.



Görsel 4.24: Kesici ucun düzenlenmesi

ISO Code: Uluslararası Standartlar Teşkilatı kodu

Shape (Şeyp): Kesici takımın uç şeklini ifade eder.

Relief Angle (Relif Engıl): Boşluk açısı

Tolerance (Tolerans): C, H, G, M ve U harfleriyle belirtilen toleranslardan eklemek için kullanılır.

Cross section [(Kıros sekşın) Enine kesit]: Kesici ucun kesme ya da delme şeklini belirler.

Insert size: Kesici ucun kenar ölçüsü

Thickness (Tıknıs): Kesici uç kalınlığı

Corner Radius (Kornır Rediıs): Kesici uçun köşe yarıçapı

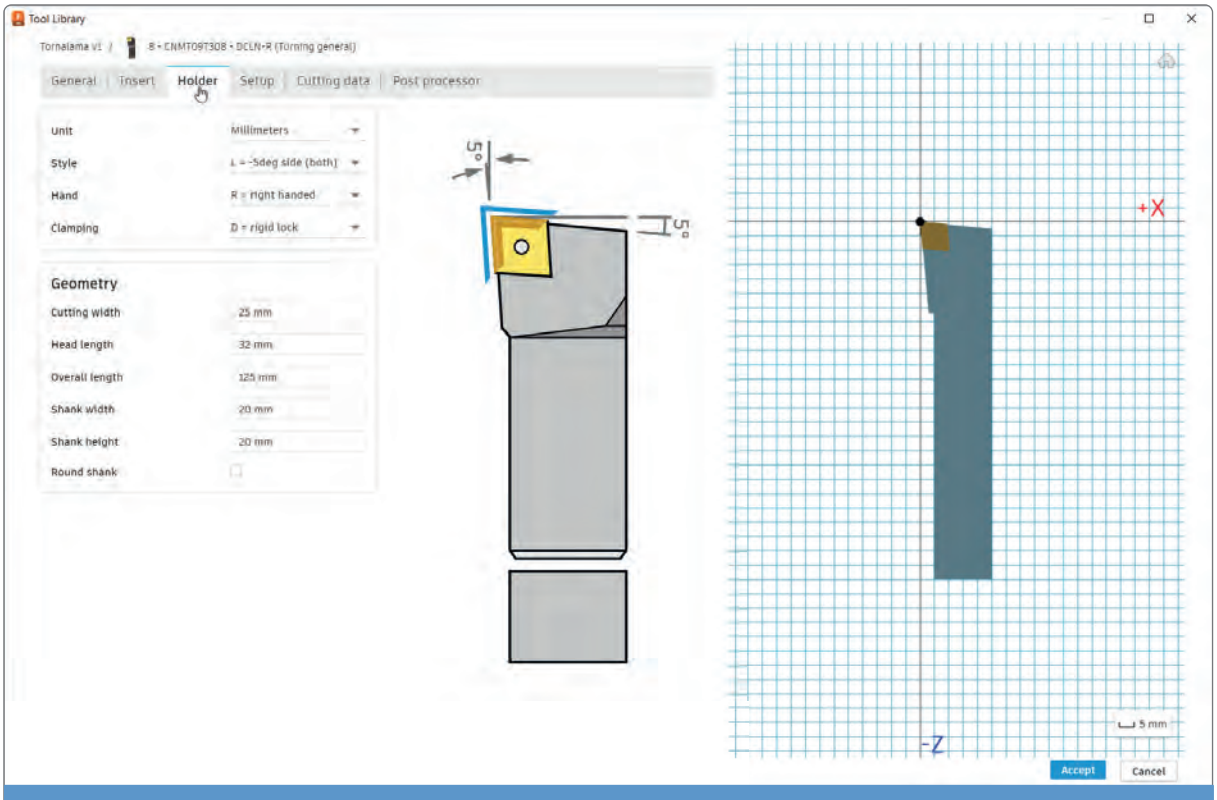
Type [(Tayp) Tür]: Yapılacak tornalama işlemlerine göre seçilir.

Unit [(Yunit) Birim]: Uzunluk ölçü sistemlerinden milimetre veya inç seçilir.

Material (Metiriyıl): Kesici malzemesi

4.5.3. Katerin Seçimi

Kesici ucun takıldığı katerin seçimi **Holder** [(Holdır) Tutucu] sekmesinden yapılır (Görsel 4.25).



Görsel 4.25: Kater seçimi

Style [(Sıtayl) Stil]: Kater tipi

Hand [(Hend) El]: Kater yönü (sağ ya da sol)

Clamping [(Kılemping) Kelepçeleme]: Tutma veya sıkma yöntemi

Cutting width (Kading width): Kater ağız genişliği

Head length (Hed): Kater ağız uzunluğu

Overall length (Ovıral): Kater boy uzunluğu

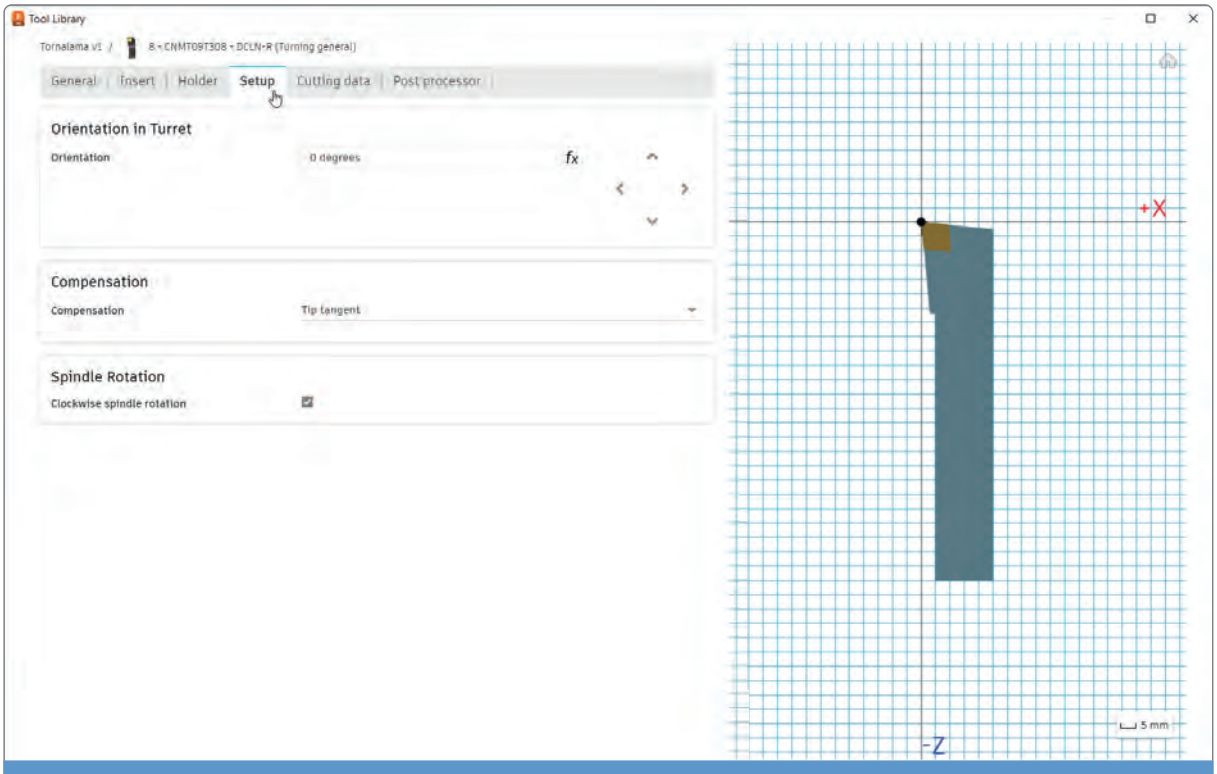
Shank width (Shenk): Kater sapı genişliği

Shank length: Kater sapı uzunluğu

Round shank: Bu seçenek etkinleştirildiğinde kater silindirik saplı olarak değişir.

4.5.4. Katerin İşleme Yönünü Değiştirme

SETUP sekmesinde istenilen yön değişimi yapılabilir (Görsel 4.26).



Görsel 4.26: Katerin işleme yönü değişimi

Orientations in Turret (Törit): Taret yönü

Compensation [(Kampınseyşın) Telafi]: Sırasıyla uç telafisi için merkeze ekle, uç, uç merkezi ve uç teğeti seçeneklerinden biri seçilebilir.

Spindle Rotation [(Roteyşın) Mil dönüşü]: Fener mili, **clockwise (klokvayz) spindle rotation** seçildiğinde saat yönünde döner.

4.5.5. Cutting Data

Cutting data (Kesme verileri) sekmesinden kesme değişkenleri tanımlanır (Görsel 4.27).

Speed (Sıpiid): Kesme hızı ayarlanır.

» **Use Constant Surface Speed [(Yus Kanstıt Sörfıs) Sabit Yüzey Hızı Kullanma]:** Takım ile iş parçası arasında sabit bir kesme hızı sağlamak için iş parçası çapı değiştikçe iş mili hızını otomatik olarak ayarlar.

Feed Rates (Fiid Reyts): İlerleme hızı belirlenir.

» **Use Feed Per Revolution [(Per Revaluşın) Devir Başına Kullanma]:** Etkinleştirildiğinde fener milinin her bir turu için kesicisinin ilerleme miktarıdır, seçili değilken dakikadaki milimetre cinsinden ilerleme miktarıdır.

» **Cutting Feedrate:** Kesme ilerlemesi değeri girilir.

» **Lead-In Feedrate (Ledin):** Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemedir.

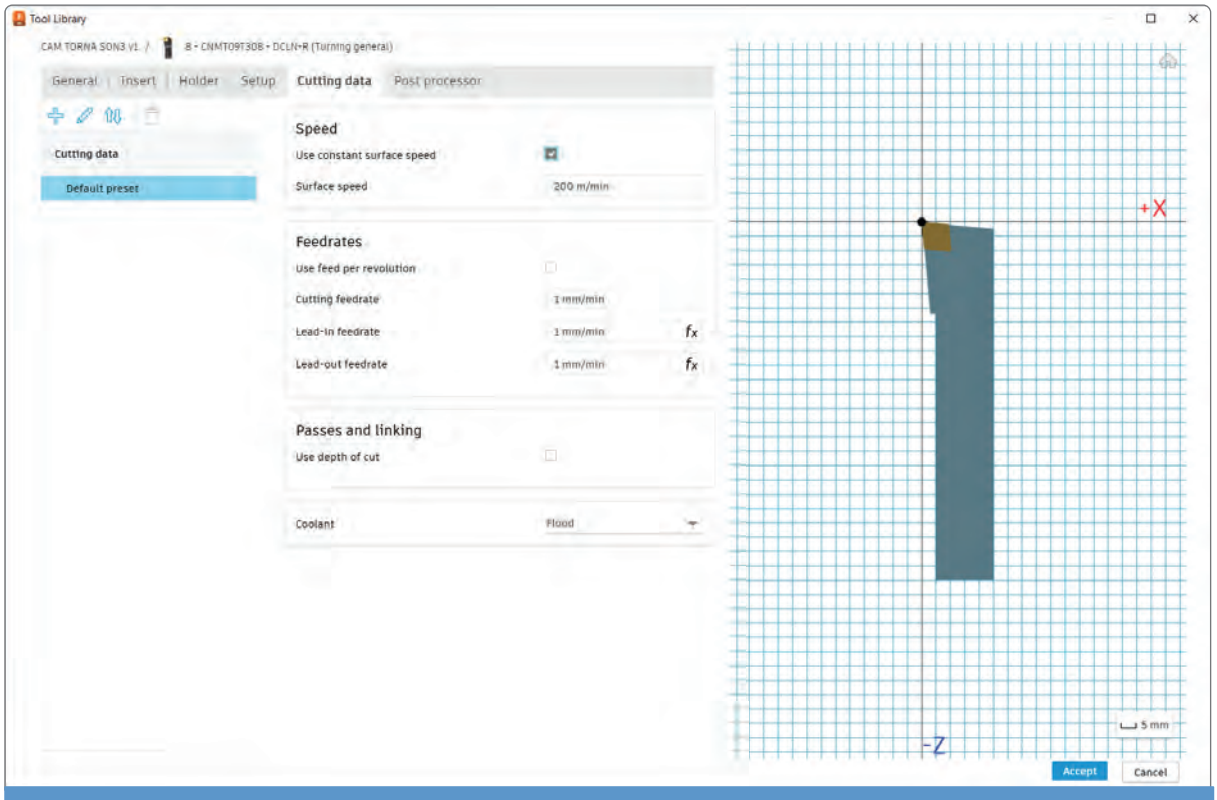
» **Lead-Out Feedrate (Ledaut):** Kesme sonundaki çıkış ilerlemesidir.

Passes and Linking [(Pesıs end Linking) Geçiş ve Bağlantı] Paso derinliği ayarını kontrol eder:

» **Use Depth of Cut [(Yus) Kesme Derinliği Kullanma]:** Seçilen ön ayarın bir işlemin kesme derinliğini geçersiz kılmasını kontrol eder.

» **Coolant [(Kulınt) Soğutma sıvısı]:** Soğutucu tipi seçilir.

Son olarak Accept [(Egsept) Kabul et] tıklanarak seçim bitirilir.



Görsel 4.27: Kesme değişkenlerinin girilmesi

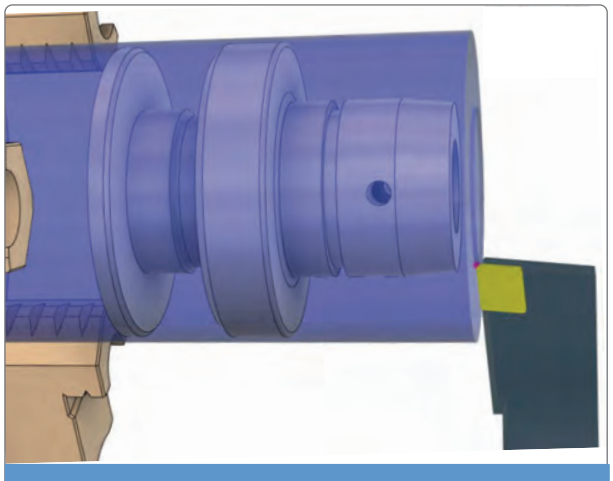
4.6. İKİ EKSENDE TORNALAMA YÖNTEMLERİ

Fushion 360 programında yapılabilecek iki eksende tornalama operasyonları şunlardır:

» Alın tornalama
» Kaba tornalama
» İnce (finiş) tornalama
» Kanal tornalama
» Tek kanal tornalama
» Pah kırma
» Uyarlanabilir kaba tornalama
» Vida açma
» İş parçasını kesme

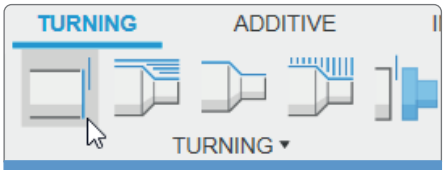
4.6.1. Alın Tornalama

Alın tornalama, iş parçasının alın yüzeylerinin düz ve pürüzsüz işlenmesi ile boyunun istenilen uzunluğa getirilmesi için yapılır (Görsel 4.28.).



Görsel 4.28: Alın tornalama

Alın tornalama işlemi için Görsel 4.29'da **Turning** sekmesinin altındaki fareyle belirtilen **Turning Face** [(Feys) Tornalama yüzü] butonuna tıklanır.



Görsel 4.29: Alın tornalama butonu

Açılan penceredeki seçimler yapılarak ve değerler girilerek işlem tamamlanır. CAM oluşturma penceresi 5 kısımdan oluşur. Bunlar:

» **Tool:** Takım ayarları

» **Geometry (Ciometri):** İş parçası geometrisi ayarları

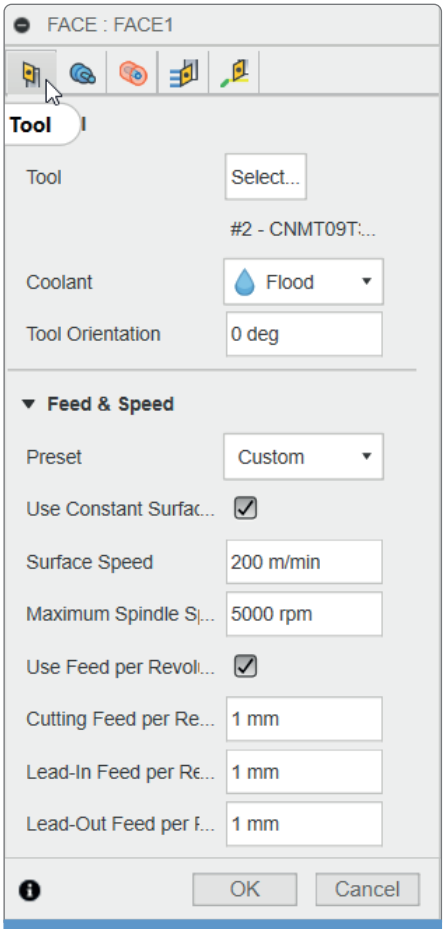
» **Radii [(Rediay) Yarıçaplar]:** Güvenli çalışma düzlemi ayarları

» **Passes (Pesıs):** Geçiş ayarları

» **Linking:** Geçiş, giriş, çıkış ve bağlantılar

4.6.1.1. Turning Face Tool Settings (Alın Tornalama Takım Ayarları)

Operasyonda kullanılacak kesici takımı seçmek için Görsel 4.30'da Tool **Select** yazan yer tıklanıp açılan takım kütüphanesindeki, daha önceden düzenlenip eklenen takımlardan alın tornalama işlemi için uygun olan takım tekrar **Select** yazan kısım tıklanarak seçilir. Daha önceden düzenlemiş ayarlar geçerlidir. Takım ayarları değiştirilmek istenirse takım kütüphanesinden veya buradan da değiştirilebilir. Yapılan değişikler takım kütüphanesinde de değişmiş olur.



Görsel 4.30: Alın tornalama takım ayarları

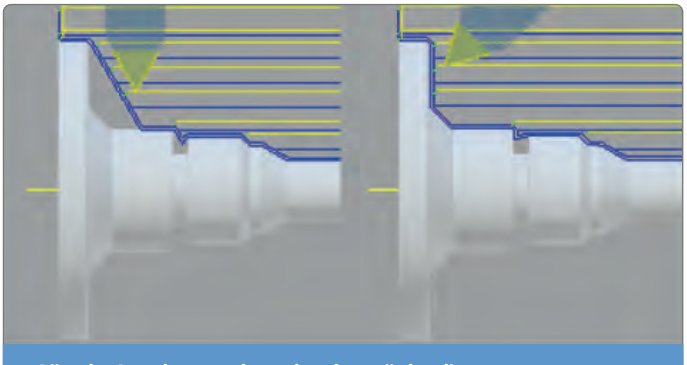
Coolant [(Kulınt) Soğutma sıvısı]: Soğutma tipi olarak soğutucu sıvı ve/veya havanın gönderilme yer ve şekline göre seçilir.

» **Disabled (Diseybıld):** Soğutucu kullanılmaz.

» **Flood (Fılaad):** Soğutucu sıvı

» **Air [(Eyır) Hava]:** Havayla soğutulur.

Tool Orientation (Takım yönü): Takım yönlendirme torna tareti programlanabilir bir B ekseni varsa bu seçenek kullanılabilir. Tezgâh posunun bu değerden gönderimi desteklemesi gerekir. Takım yolu geçiş yönü, takımın kırılmasını veya sapmasını önlemek için bu değere uyacak şekilde otomatik olarak döndürülür (Görsel 4.31).



Görsel 4.31: Alın tornalamada takım yönlendirme

Feed & Speed (İlerleme ve Hız): İlerleme ve hız ayarlarının yapıldığı kısımdır.

- **Preset [(Piriset) Ön ayar]:** Önceden tanımlanmış kesme verilerini içerir.
- **Use Constant Surface Speed [(Yus kanstıt sörfıs) Sabit yüzey hızı kullan]:** Takım ile iş parçası arasında sabit bir kesme hızı sağlamak için iş parçası çapı değiştikçe iş mili hızını otomatik olarak ayarlamayı etkinleştirir.
- **Surface Speed (Mil hızı):** Fener mili devir sayısı girilir.
- **Use Feed Per Revolution [(Per revaluşın) devir başına]:** Etkinleştirildiğinde fener milinin her bir turu için kesicisinin ilerleme miktarı ve seçili değilken dakikadaki milimetre cinsinden ilerleme miktarıdır.
- **Cutting Feedrate:** Kesme ilerlemesi değeri girilir.
- **Lead-In Feedrate (Ledin):** Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemedir.
- **Lead-Out Feedrate (Ledaut):** Kesme sonundaki çıkış ilerlemesidir.

4.6.1.2. Turning Face Geometry Settings (Alın Tornalama Geometri Ayarları)

Hangi düzlemler arasında talaş kaldırılacağı **GEOMETRY** sekmesinden seçilir (Görsel 4.32).

Stock Front: Sıfır noktası kütüğün önünde

Stock Back: Sıfır noktası kütüğün arkasında

Model Front: Sıfır noktası iş parçasının önünde

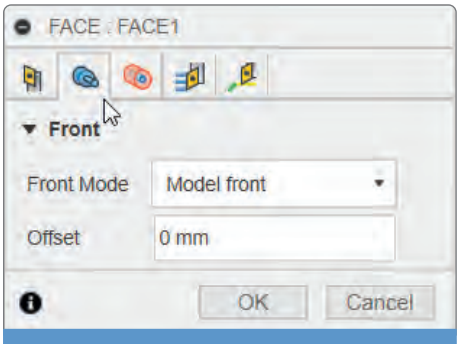
Model Back: Sıfır noktası iş parçasının arkasında

User Selected Point: Kullanıcı tanımlı bir noktaya göre sıfır noktası tanımlama

Origin Absolute [(Absulut) Başlangıç noktası]: Referansın parça sıfır konumuna göre ayarlanmasını sağlar.

Chuck Front: Sıfır noktası torna ayna ayaklarının önünde

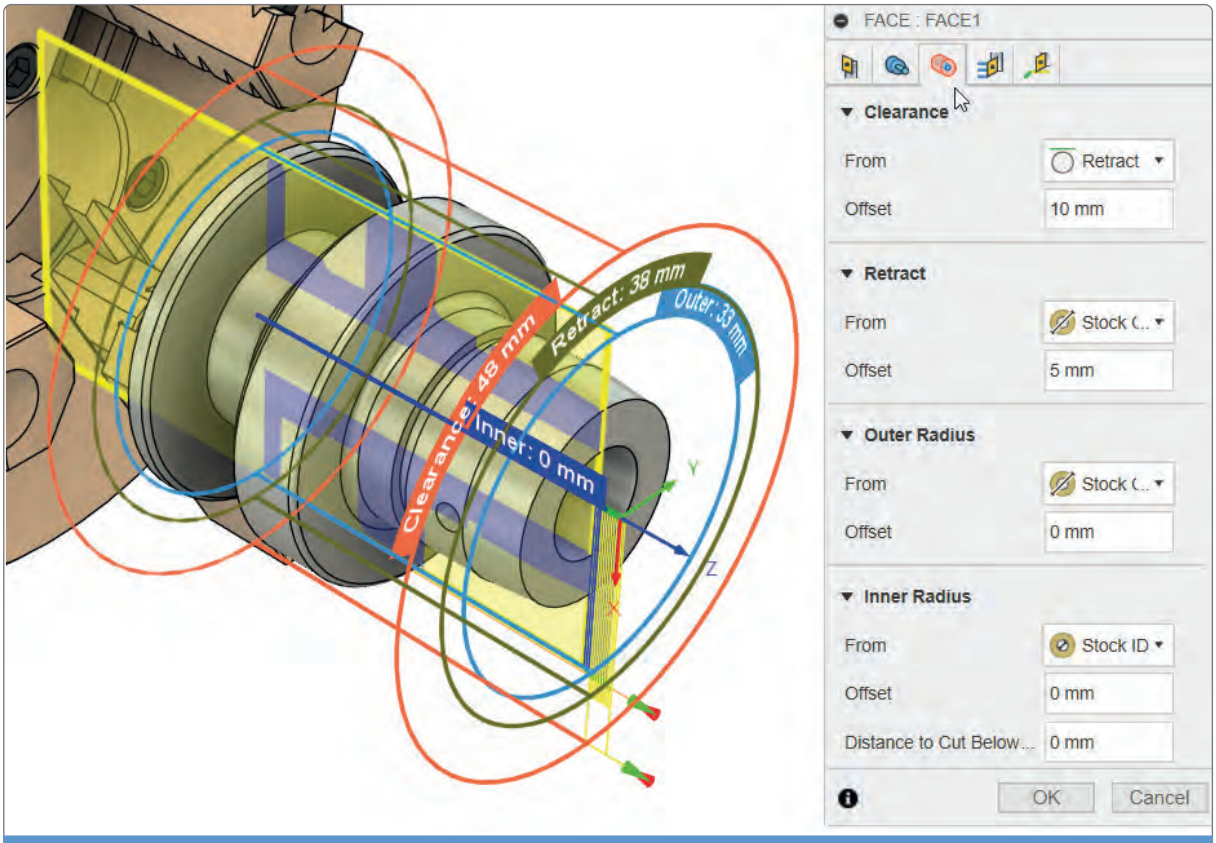
Offset: Sınırın bu referanstan pozitif veya negatif olarak ayarlamasına izin verir. Takım yolunu modelden daha uzun bir kesime uzatmak için bu seçenekler kullanabilir.



Görsel 4.32: Alın tornalama geometri ayarları

4.6.1.3. Turning Face Radii (Alın Tornalama Güvenli Çalışma Düzlemi)

RADII sekmesinden radyal olarak talaş kaldırılacak alanlar belirlenir. Bu alanlar kolay tanımlama için renklendirilmiştir (Görsel 4.33).



Görsel 4.33: Alın tornalama için güvenli çalışma düzleminin belirlenmesi

Clearance [(Kılırıns) Açıklık]: Turuncu renkle gösterilir ve takımın, takım yolunun başlangıcında ve sonunda hareket ettiği yeri kontrol eder.

Retract [(Ritrakt) Geri çekilme]: Koyu yeşil renkle gösterilen bu bölüm, işlenmesi planlanan yüzey üzerindeki konumu kontrol eder. Takımın kesimler arasında geri çekildiği yarıçaptır.

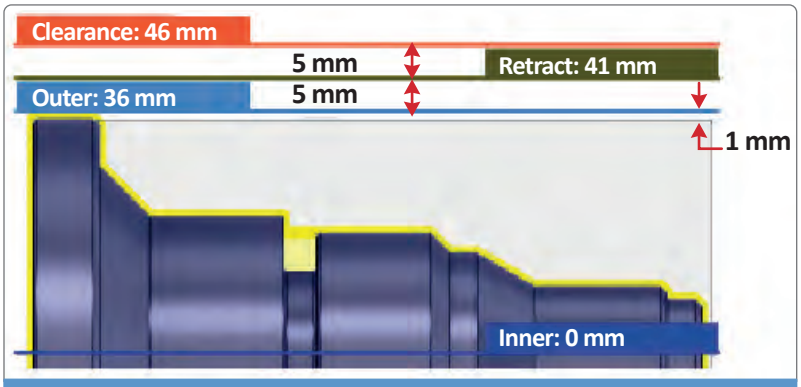
Outer Radius [(Ağdır) Dış yarıçap]: Açık mavi ile gösterilen bu alan, kesim alanının en dıştaki konumunu kontrol eder. Dış çap işleme için takım yolunu dış yüzeyden parçaya doğru keser. İç çap işleme için işleme alanının maksimum derinliğidir.

Inner Radius [(İnır) İç yarıçap]: Koyu mavi ile gösterilen kesme alanının en içteki konumunu tanımlar. Dış çap işleme için takım yolu keserken buraya kadar iner. İç çap işleme için iç işleme alanının başlangıç yüksekliğidir.

» **Distance to Cut Below Inner Radius (Kat Belov):** Takım ucunu iç yarıçap konumunu geçecek şekilde konumlandırmak için bir yüz veya parça kesiminde yapılan bir ayarlamadır. Parçanın merkez çizgisini geçmek için kullanılır.

» **From (Başlangıç):** Retract, Outer Radius veya Inner Radius'tan hangisinin referansını ayarlıyorsa onunla aynı renktedir. Referans, stok, model, belirli bir yarıçap, çap veya diğer radyal konumlardan herhangi biri ile ilgili olabilir. Bu referans konumu, pozitif veya negatif bir ofset değeri ile kaydırılabilir (Görsel 4.34).

- **Retract:** Geri çekilme konumuna göre ilgili yarıçapı ayarlar.
- **Stock OD:** OD, kısaltmasında O harfi Outer, D harfi Diameter'ın kısaltmasıdır. Tanımlanan kütüğün dış çapına göre ilgili yarıçapı ayarlar.
- **Model OD:** Tanımlanan modelin dış çapına göre ilgili yarıçapı ayarlar.

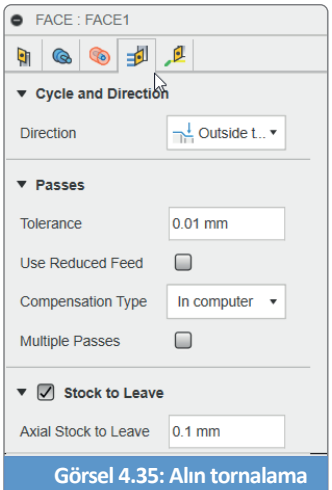


Görsel 4.34: Radii ofset örneği

- **Outer radius:** Dış yarıçap konumuna göre ilgili yarıçapı ayarlar. Yarıçap, dış yarıçaptan daha büyük olmalıdır.
- **Inner Radius:** İlgili yarıçapı iç yarıçap konumuna göre ayarlar. Yarıçap, iç yarıçaptan daha büyük olmalıdır.
- **Model ID:** ID, kısaltmasında I harfi Inner'in kısaltmasıdır. Ayarda tanımlandığı şekilde modelin iç çapına göre ilgili yarıçapı ayarlar.
- **Stock ID:** Ayarda tanımlandığı şekilde stokun iç çapına göre ilgili yarıçapı ayarlar.
- **Selection:** İlgili yarıçapı tanımlamak için modelde herhangi bir yüz, köşe veya nokta seçilir.
- **Radius:** Ofset alanına bir yarıçap değeri girilmesine olanak sağlar. Bu değer, parçanın merkez çizgisine referansta bulunur ve modelde herhangi bir ilişkisel değişikliği tanımaz.
- **Diameter:** Ofset alanına çap değeri girmenizi sağlar. Bu değer, parçanın merkez çizgisine referansta bulunur ve modelde herhangi bir ilişkisel değişikliği tanımaz.

4.6.1.4. Turning Face Passes Settings (Alın Tornalama Paso Ayarları)

Passes sekmesinden alın tornalama takım yolunda kullanılacak bazı parametreler ayarlanır (Görsel 4.35).

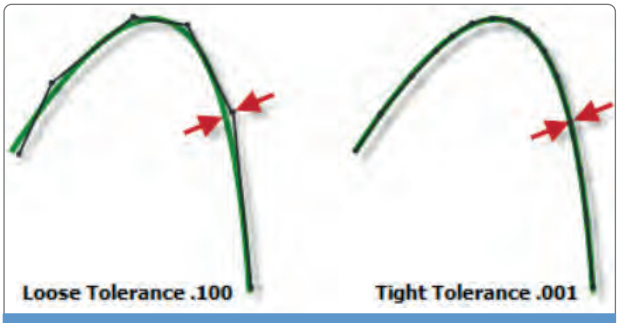


Görsel 4.35: Alın tornalama passes ayarları

Direction: Tornalama yönü Outside to inside (Autsayd tu insayd) dıştan merkeze doğru veya Inside to outside merkezden dışa olarak seçilir

Tolerance: CNC tezgâhı konturlama hareketi, satır G1 ve yay G2, G3 komutları kullanılarak kontrol edilir. Buna uyum sağlamak için, CAM eğri ve yüzey takım yollarını doğrusallaştırarak yaklaştırma yapar ve istenen şekle yaklaşmak için çok sayıda kısa çizgi parçası oluşturur. Takım yolunun istenen şekle ne kadar doğru şekilde uyduğu büyük oranda kullanılan çizgilerin sayısına bağlıdır. Daha fazla çizgi, eğrinin veya yüzeyin nominal şekline daha yakın olan bir takım yolu oluşturur. Bunun için tolerans değeri küçük seçilmelidir (Görsel 4.36).

Genelde çok sıkı tolerans, kullanmak istenen şekle yakınlık açısından tercih edilir. Ancak daha uzun takım yolu hesaplama süreleri, daha çok NC kod satır sayısı bununla birlikte büyük G kodu dosyaları gibi dezavantajları vardır.



Görsel 4.36: Tolerans

Use Reduced Feed (Redusud): Son kesme konumundan önce ilerleme hızını yavaşlatır.

Compensation Type: Kesici uç telafi türünü belirtir.

» **In computer [(İn kompitır) Bilgisayar içinde]:** Takım telafisi, seçilen takım çapına göre program tarafından otomatik olarak hesaplanır. Son işlem uygulanmış çıktı, G41/G42 kodları yerine doğrudan telafi edilen yolu içerir.

» **Incontrol [(İnkontrol) Kontrol ünitesinde]:** Takım telafisi hesaplanmaz, bunun yerine operatörün takım tezgâhı kontrolündeki telafi miktarını ve aşınmayı ayarlamasına izin vermek için G41/G42 kodları verilir.

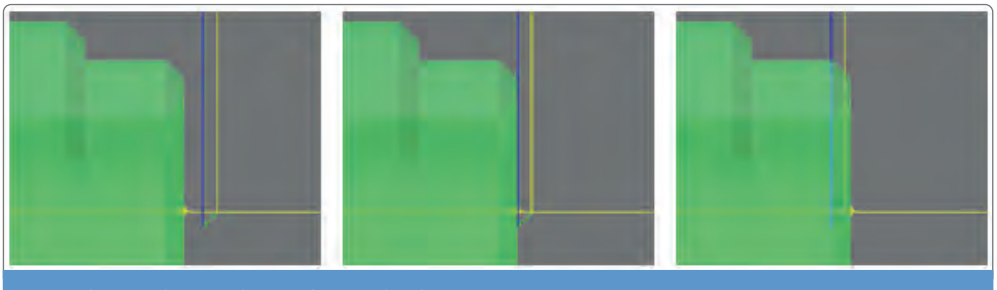
» **Wear [(Vear) Aşınma]:** In computer seçilmiş gibi çalışır ancak aynı zamanda G41/G42 kodlarını da verir. Bu takım tezgâhı operatörünün takım boyutundan farkı negatif bir sayı olarak girerek takım tezgâhı kontrolünde takım aşınmasının ayarlamasını sağlar.

» **Inverse wear [(İnvörs) Ters aşınma]:** Aşınma ayarının pozitif bir sayı olarak girilmesi dışında, aşınma seçeneğiyle aynıdır.

Not: Kontrol telafisi (aşınma ve ters aşınma dahil) sadece bitirme pasolarında yapılır.

Multiple Passes (Çoklu geçişler): Birden fazla paso değeri girmek için etkinleştirilir.

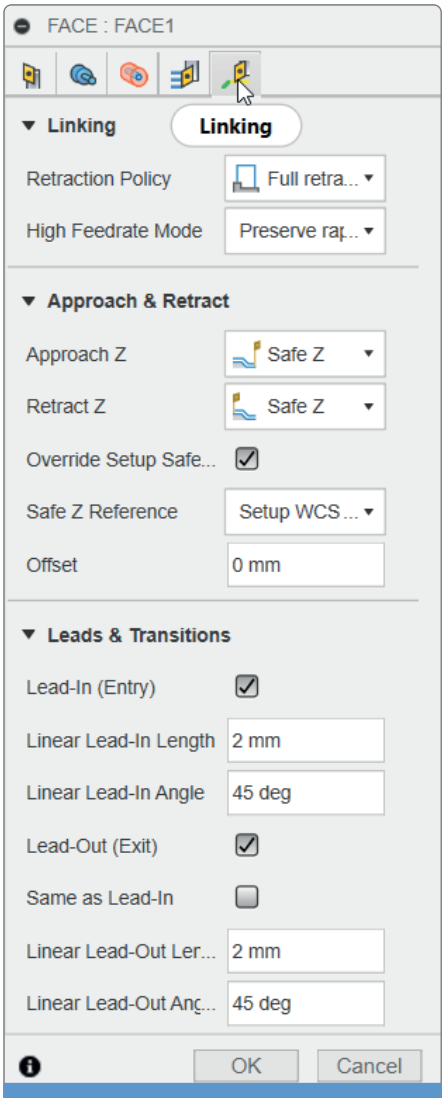
Stock to Leave (Ayrılacak Stok): İnce (Finiş) tornalama için belirlenen talaş payı değeri, buradan değer girilerek belirlenir. Negatif değer girilirse belirlenmiş olan modelin geometrisinden girilen değer kadar talaş kaldırır. Görsel 4.37'de ortadaki şekilde değer girilmemiş, solda pozitif, sağda ise negatif değer girilmiştir.


Görsel 4.37: Alın tornalama talaş payı bırakma

» **Axial Stock to Leave [(Aksial Liv) Bırakılacak Eksenel Stok]:** Z ekseni boyunca alındaki bırakılacak eksenel yöndeki talaş payı miktarını kontrol eder.

4.6.1.5. Turning Face Linking Settings (Alın Tornalama Linking Ayarları)

Linking sekmesinden takımın giriş, çıkış ve geçişlerinin nasıl bağlanması gerektiği kontrol edilir (Görsel 4.38).



Görsel 4.38: Alın tornalama Linking

Retraction Policy [(Palisi) Geri çekilme ilkesi]: Takımın her kesme geçişinden sonra boşluk çapına geri mi, yoksa işten kısa bir mesafe uzağa mı geri çekileceğini kontrol eder. Mesafe, Güvenli Mesafe ile belirlenir.

- **Full retraction [(Fool) Tam geri çekilme]:** Bir sonraki geçişin başlangıcının üzerine çıkmadan önce, geçişin sonunda takımı geri çekme yüksekliğine tamamen geri çeker.
- **Minimum retraction (Minimum geri çekilme):** Takımın iş parçasını temizlediği en düşük yüksekliğe ve ayrıca belirtilen güvenli mesafeye kadar düz hareket eder.

High Feed Rate Mode [(Hayg) Yüksek İlerleme Hızı Modu]: Hızlı hareketlerin ne zaman gerçek hızlı hareketler (G0) olarak ve ne zaman yüksek ilerleme hızlı hareketler (G1) olarak verilmesi gerektiğini belirtir.

- **Preserve rapid movement (Piresörv movmint):** Tüm hızlı hareketler korunur.
- **Preserve axial and radial [(Rediel) Radyal] rapid movement:** Sadece yatay (radyal) ve dikey (eksenel) hareket eden hızlı hareketler gerçek hızda hareket olarak verilir.
- **Preserve axial rapid movement:** Yalnızca dikey hareket eden hızlı hareketler korunur.
- **Preserve radial rapid movement:** Yalnızca yatay hareket eden hızlı hareketler korunur.
- **Preserve single [(Singıl) tek] axis rapid movement:** Yalnızca bir eksende (X, Y veya Z) hareket eden hızlı hareketler korunur.
- **Always [(Olveys) her zaman] use high feed:** Hızlı hareketleri, her zaman yüksek ilerleme hareketleri olarak verir. G01 hızlı hareketler, (G0) yerine hareket eder.

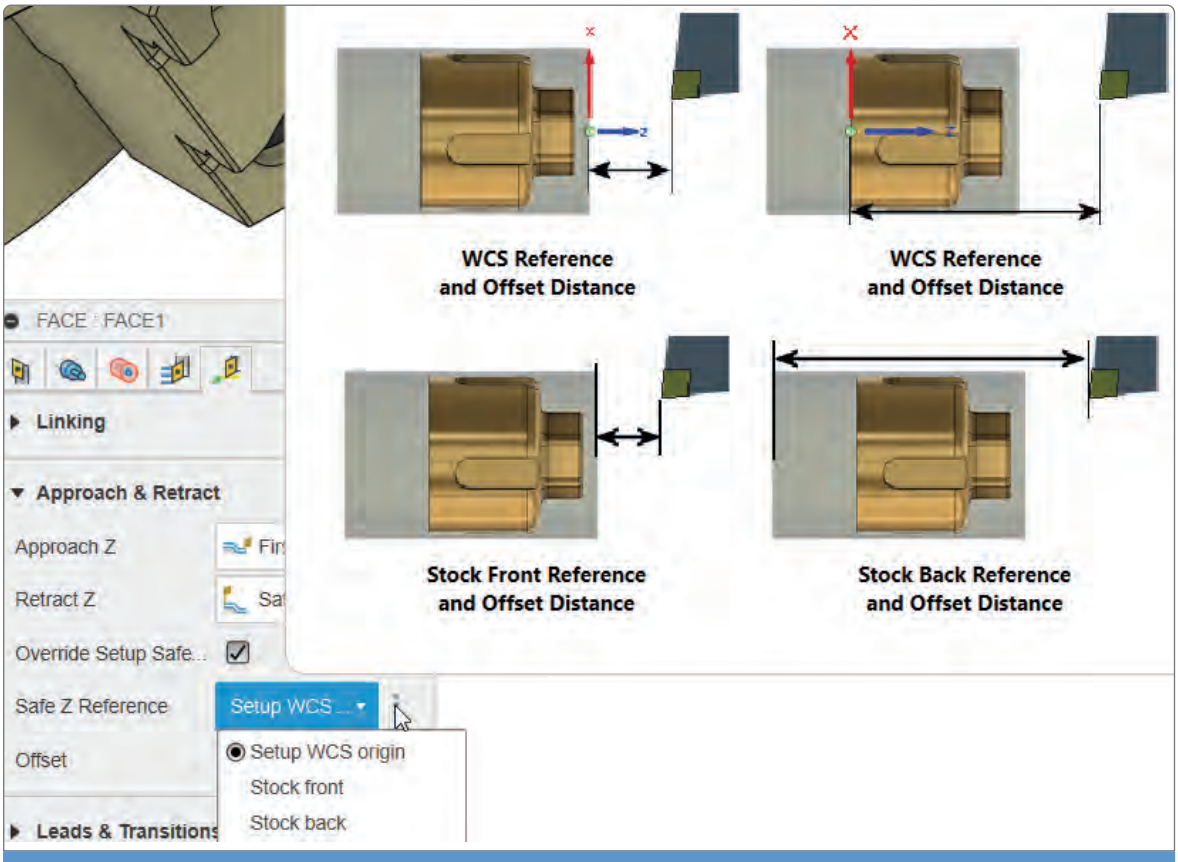
Approach [(Eproç) Yaklaşma] & Retract: Takımın, işlemin başında ve sonunda nasıl konumlanacağını tanımlamak için kullanılır. Varsayılan konum, SETUP'ta tanımlandığı gibi Güvenli Z'ye referanstır.

- **Approach Z:** Takım yolunun başlangıcından önce takımın Z'de nasıl konumlanacağını tanımlar.
  - **Safe Z:** Yaklaşma konumu, SETUP'ta tanımlanan Güvenli Z konumu ile aynı olmalıdır.
  - **First (Först) Tool Path (Peth) Point (İlk Takım Yolu Noktası):** Yaklaşma konumu, takım yolunun Güvenli Z konumu ile aynı olmalıdır.
- **Retract Z:** Takım yolunu tamamladıktan sonra, takımın Z'de nasıl konumlanacağını ayarlamak için kullanılır.
  - **Safe Z:** Geri çekilme konumu, SETUP'ta tanımlanan Güvenli Z konumu ile aynı olmalıdır.

- **First Tool Path Point:** Geri çekilme konumu, takım yolunun Güvenli Z konumu ile aynı olacaktır.

» **Override [(Ovırayd) Geçersiz Kılma] SETUP Safe Z:** Bu seçenek işaretlendiğinde, Güvenli Z geri çekilme için referans konumunu yeniden tanımlar. Aşağıdaki seçenekler ekrana gelir.

- **Safe Z Reference:** Güvenli Z için referans konumunu Görsel 4.39'daki seçeneklere göre değiştirir.

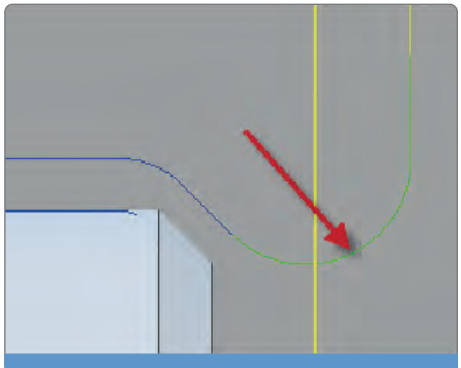


Görsel 4.39: Linking-Approach & Retract-Safe-Z Reference

- **Offset:** Ofset mesafesini Görsel 4.39'da tanımlanan ve gösterilen referans konumlarına göre ayarlar.

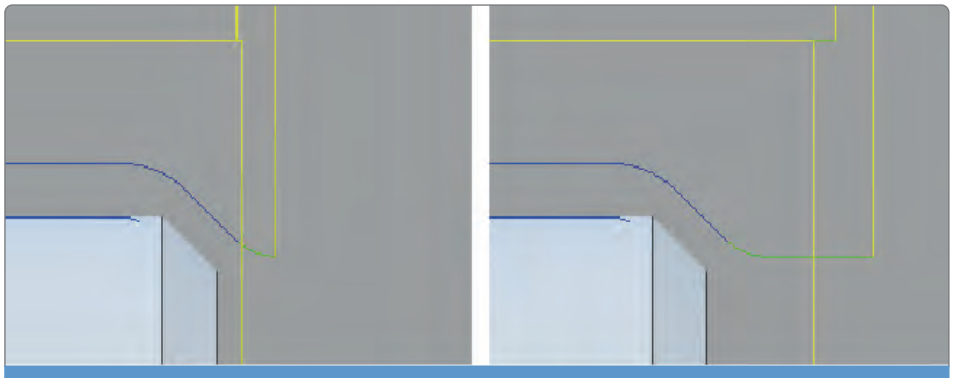
Lead & Transitions [(Liid&Trensişın) Yönlendirme&Geçiş]: Giriş ve geçiş hareketlerini kontrol eder.

» **Lead-In (Entry):** Takımın parçaya girişidir (Görsel 4.40).



Görsel 4.40: : Lead-In (Entry)

» **Linear (liniır) Lead-In Length:** Doğrusal giriş uzunluğu, kontrolcüde yarıçap telafisini etkinleştirmek için doğrusal giriş hareketinin uzunluğunu belirtir. Görselin solunda 0 mm sağında ise 2 mm olarak verilmiştir (Görsel 4.41).



Görsel 4.41: Doğrusal giriş uzunluğu

» **Linear Lead-In Angle:** Doğrusal giriş açısı, kesme geçişinin başlangıcındaki doğrusal giriş hareketinin açısını belirtir.

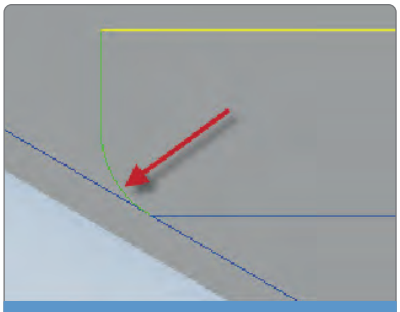
» **Lead-Out (Exit):** Kesicinin kesme işlemi bittikten sonra iş parçası üzerinde yaptığı kontrollü çıkış hareketleridir (Görsel 4.42). Etkinleştirildiğinde, çıkış değerleri giriş değerleriyle aynı olmalıdır.

Görsel 4.42: Çıkış

» **Same as [(Same as) Aynı] Lead-In:** Giriş ile aynıdır. Etkinleştirildiğinde, Görsel 4.43'te solda görüldüğü gibi çıkış değerleri giriş değerleriyle aynı, sağda ise farklıdır. Değer girmek için etkinleştirilmemelidir.

Görsel 4.43: Giriş ile aynı

» **Linear Lead-Out Length:** Doğrusal çıkış uzunluğu kontrolcüde yarıçap telafisini devre dışı bırakmak için doğrusal çıkış hareketinin uzunluğunu belirtir (Görsel 4.44).

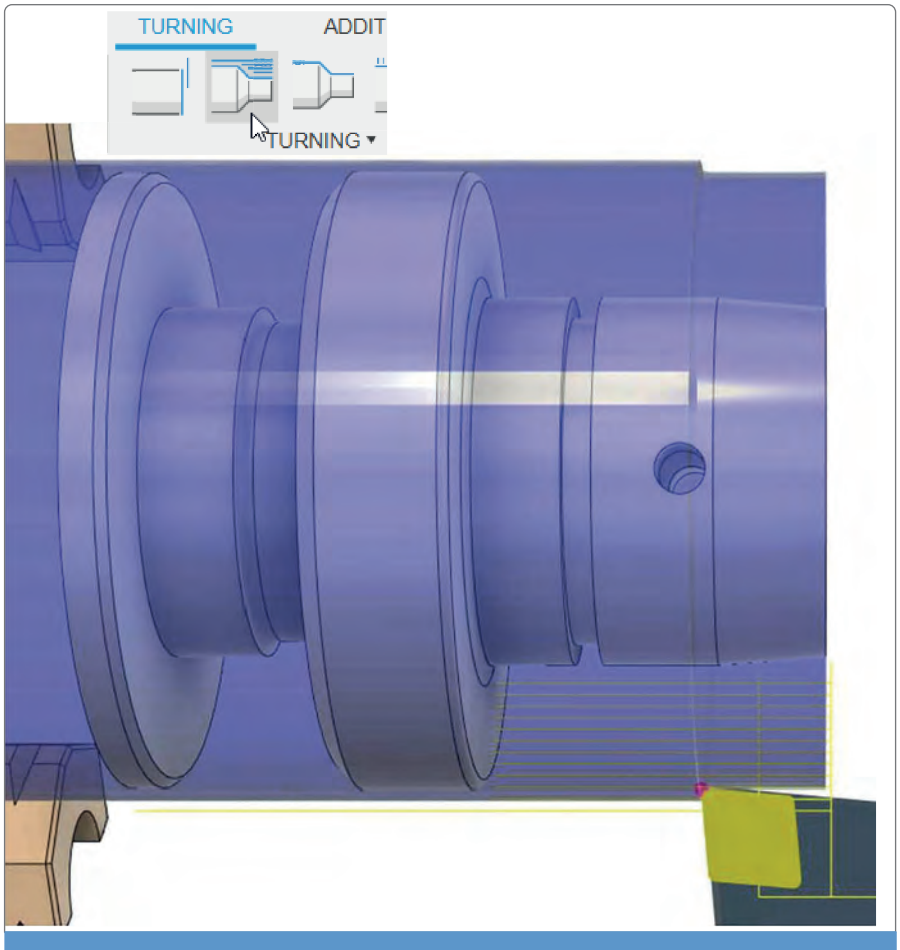


Görsel 4.44: Doğrusal çıkış uzunluğu

» **Linear Lead-Out Angle:** Doğrusal çıkış açısı girilen açı değerine göre çıkış yönünü ayarlar.

4.6.2. Turning Profile Roughing [(Rafing) Kaba Tornalama]

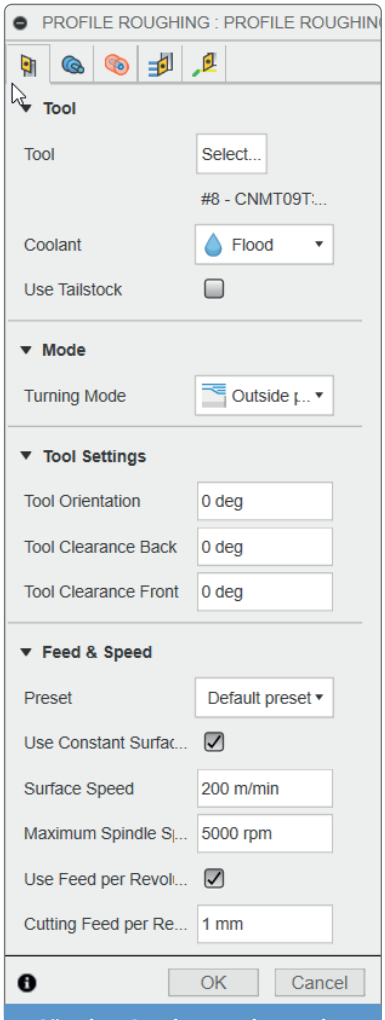
Dış çapları, iç çapları ve alın yüzeyleri kaba tornalama yapmak için TURNING sekmesi altındaki Turning Profile Roughing butonuna tıklanır. Görsel 4.45'te gri renkli kare içinde görülmektedir.



Görsel 4.45: Kaba tornalama

4.6.2.1. Profile Roughing Tool Settings (Kaba Tornalama Takım Ayarları)

Görsel 4.46'da **Select** yazan yer tıklanıp açılan takım kütüphanesindeki takımlardan kaba tornalama işlemi için uygun olan takım seçilir.



Görsel 4.46: Kaba tornalama takım ayarları

Use Tailstock (Teylsıtok): Döner punta kullanımı

Turning Mode: Outside [(Autsayd) Dış] profiling dış yüzey tornalama, Inside [(İnsayd) İç] profiling iç yüzey tornalama için seçilir (Görsel 4.47).

Görsel 4.47: Kaba tornalama mode seçimi

Tool Clearance Back: Kesicinin arka kenarına ek açısal bir boşluk bırakarak geri ve ileri hareketlerde çarpma riskini azaltır.

Tool Clearance Front: Kesicinin ön kenarına ek açısal bir boşluk bırakarak geri ve ileri hareketlerde çarpma riskini azaltır.

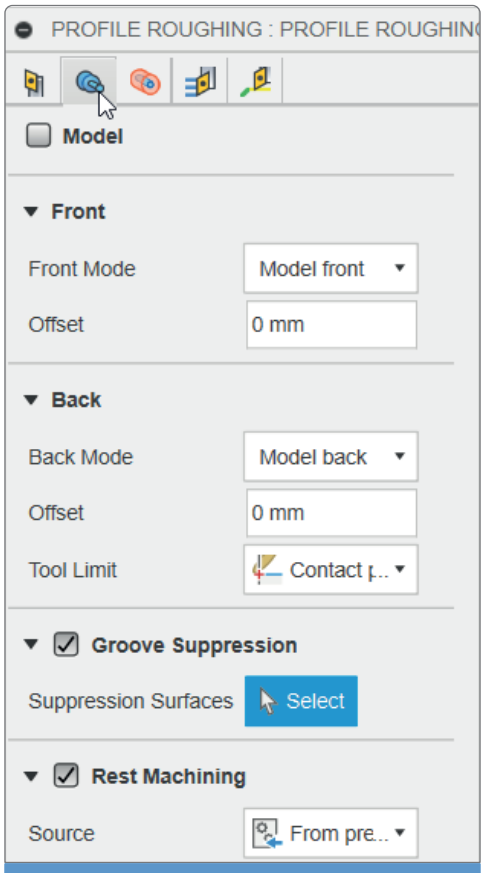
4.6.2.2. Profile Roughing Geometry Settings (Kaba Tornalama Geometri Ayarları)

Alın tornalamadan farklı olan geometri seçenekleri Görsel 4.48'de gösterilmiştir.

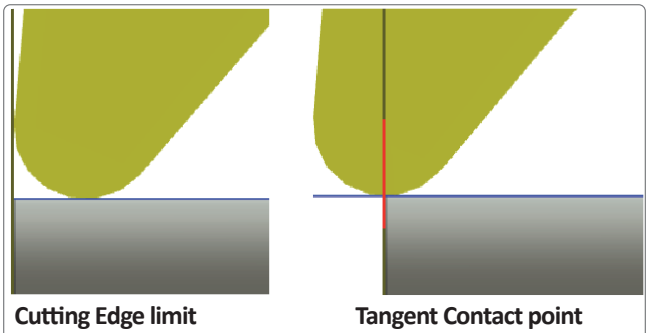
Model: Etkinleştirildiğinde işlenecek geometriler manuel olarak seçilebilir.

Front ve Back: Takım yolunu sınırlamak için bir alanı seçilerek kullanılır. Ön/arka sınırlandırma modu, takım yolunun sınırlama alanını tanımlamak için referans noktasının ayarlanmasını sağlar.

» **Tool limit:** Takım sınırı Z ekseni konumunu Back Mode konum sınırlarına veya takım ucu yarıçapının temas noktasına göre sınırlar. Koyu yeşil çizgi, Back Mode sınırını temsil eder (Görsel 4.49).



Görsel 4.48: Kaba tornalama geometri ayarları



Görsel 4.49: Kaba tornalama geometri takım limiti

Görsel 4.49'da sol tarafta gösterilen **Cutting Edge limit** [(Kading ec) Kesme kenarı limiti], kesimin Z konumu için kesin bir sınır belirler. Bu sınır, **Back Mode** konumu tarafından belirlenir. Görsel 4.49'da sağ taraftaki **Contact** [(Kontekt) Temas] **Point**, takımın uç yarıçapını kesimin teğet noktasına konumlandırır. Daha büyük bir burun yarıçapı, daha büyük bir örtüşme yaratır.

Grooves Suppression [(Gıruv Sıpreşin) Kanal Önleme]: Etkinleştirildiğinde kaba tornalama işlemi sırasında bir veya daha fazla kanalın işlenmesini önler. Bunun için işlenmesi istenmeyen kanalların içerdiği yüzlerin seçilmesi ve SETUP sekmesindeki Spun Profile seçeneğinin açılması gerekir.

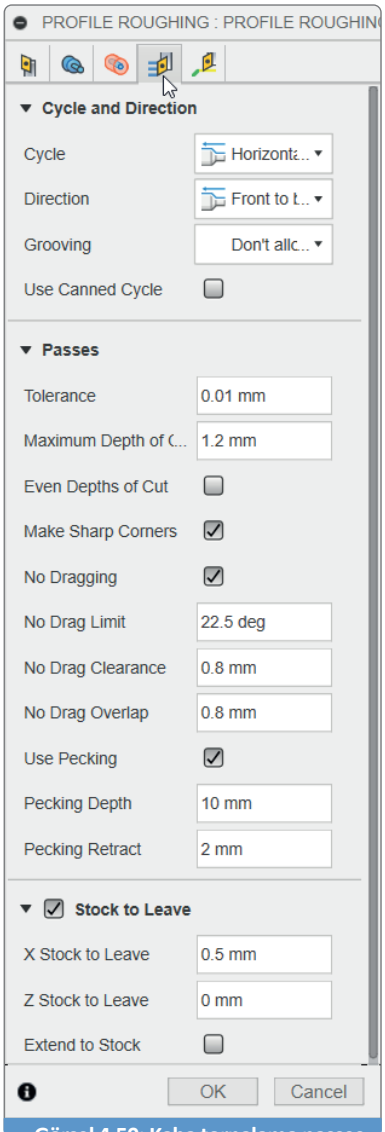
Rest Machining: Yalnızca önceki işlemlerden sonra kalan talaşı işlenecek şekilde sınırlar.

» **From previous operation(s) (Priiviis opıreyşın):** Önceki işlem veya işlemlerden kalan işlenmemiş bölgeleri belirlemek için mevcut kurulumdaki tüm yolları kullanır.

» **From SETUP stock:** İşlenmemiş bölgeleri temsil etmek için kurulumda tanımlanan stoku kullanır.

4.6.2.3. Profile Roughing Passes Settings (Kaba Tornalama Paso Ayarları)

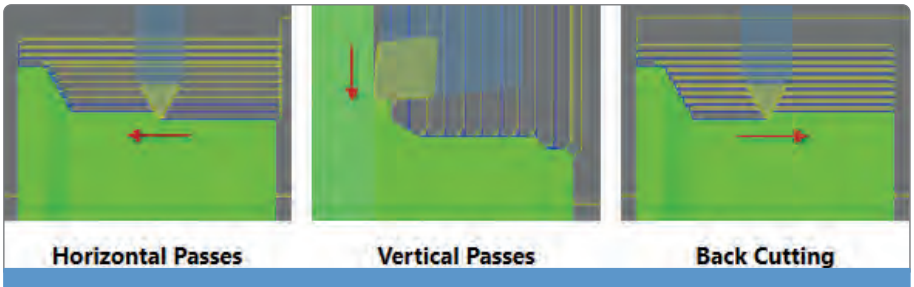
Görsel 4.50'de kaba tornalama passes sekmesi görülmektedir.



Görsel 4.50: Kaba tornalama passes ayarları

Cycle and Direction [(Saykıl end Dırekşın) Döngü ve Yön]: Çevrim ve yönlendirme ayarları yapılır.

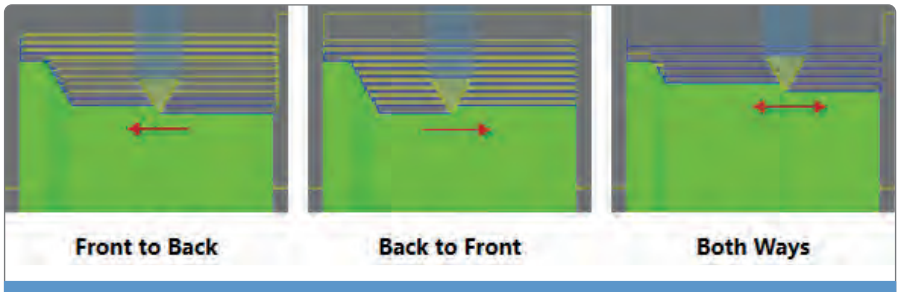
» **Cycle:** Torna modu ile bağlantılı olarak bu ayar, takımın kesme yönünü belirler (Görsel 4.51).



Görsel 4.51: Kaba tornalama döngüsü

- **Horizontal [(Horizantıl) Yatay] Passes:** Stokun ön tarafından arka tarafına ana fener miline doğru keser.
- **Vertical [Vörtikıl (Dikey)] Passes:** Dış çap işleme için dışarıdan merkez çizgisine doğru, iç çap işleme için ise merkez çizgisinden dışa doğru işler.
- **Back Cuttings:** Talaş inceltme kontrolünün önemli olduğu özel geometriye sahip takımlar için stokun arka tarafından ön tarafına doğru tornalar.

» **Direction:** Yön seçeneği, programın işleme yönünü geleneksel mi yoksa ters olarak mı sürdürmeye çalışacağını kontrol etmeyi sağlar (Görsel 4.52).



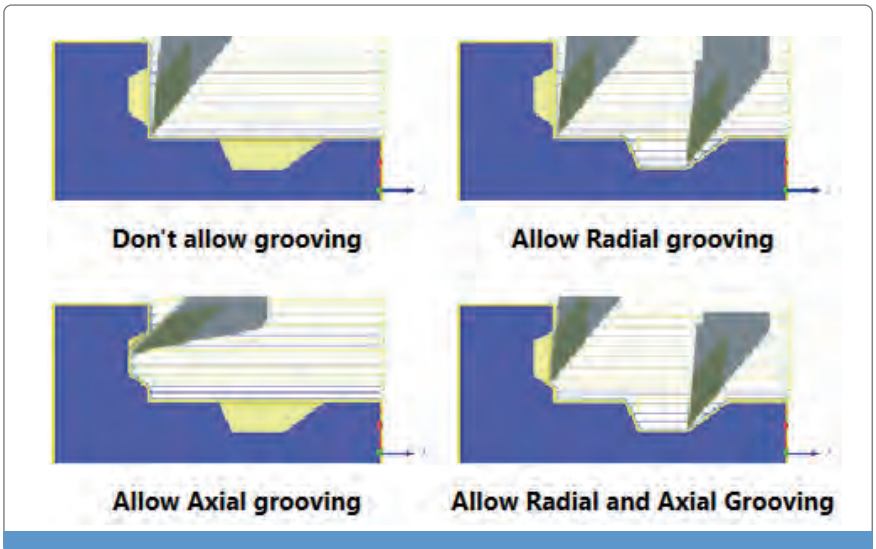
Görsel 4.52: Kaba tornalama yön seçimi

» **Front to Back [Önden Arkaya]:** Stokun ön tarafından arka tarafa aynaya doğru, işlemek için seçilir.

» **Back to Front [Arkadan Öne]:** Arka taraftan aynadan uzağa ön tarafa doğru işler.

» **Both ways[(Bouth vey) Her iki yön]:** Bu seçenek takımın her iki yönde de işlenmesini sağlar. Sonuç, ileri geri kesme hareketidir. Bu seçeneği seçerken her iki yönde de kesim yapabilen uygun bir takım kullandığından emin olunmalıdır.

» **Grooving:** Kanal açma, alttan kesme takım yolu hareketini ayarlamak ve takımın parçanın çapı, yüzü veya ucu boyunca kanallara dalmasını önlemek için kullanılabilir. Görsel 4.53'te sol üstte kanal açmaya izin verme, sağ üstte radyal kanal açmaya izin ver, sol altta eksenel kanal açmaya izin ver, sağ altta radyal ve eksenel kanal açmaya izin ver seçenekleri seçildiğinde yapılan işlem görülmektedir.



Görsel 4.53: Kaba tornalama kanal açma ayarları

» **Use Canned [(Kend) Hazır] Cycle:** Hazır çevrim olarak kaba işleme çıktısı almayı etkinleştirir. Bu, NC programı için oluşturulan kod miktarını azaltabilir. Çoğu hazır çevrim yalnızca temel bir sınır kesimi oluşturduğundan, profil kaba işleme takım yolu için bazı gelişmiş seçenekleri de sınırlandırır.

Passses: Takım yolu geçişleri için ayarların olduğu kısımdır.

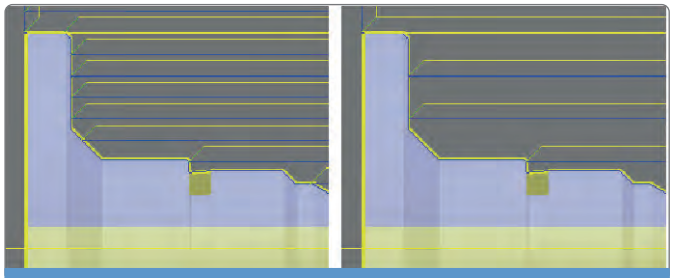
» **Maximum Depth of Cut [(Mexsimum depth ov kat) Maksimum kesme derinliği]:** Her kaba işleme kesimi için kaldırılacak maksimum talaş derinliğini kontrol eder. Görsel 4.54'te solda talaş derinliği 2 mm'den küçük, sağda 4 mm'den büyüktür.

» **Even [(İvin) Eşit] Depths of Cut:** Eşit kesme derinlikleri için bu ayar etkinleştirilir.

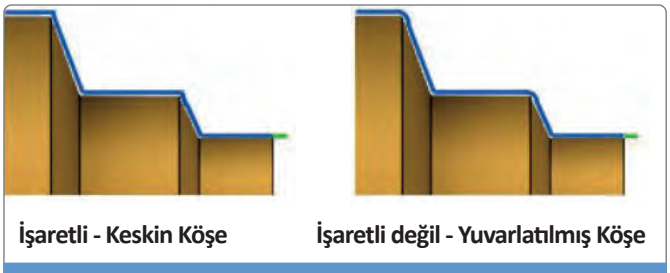
» **Make Sharp Corners [(Meyk Şarp Kornırs) Keskin Köşeler Oluştur]:** Tüm dış köşelerde keskin bir takım yolu kesişimini zorlar. İşaretlenmediğinde, takım yolu tüm harici keskin köşelerin etrafında döner. Bu ani değişikliklerden kaçınmak için akan bir takım yolu oluşturur. Görsel 4.55'te soldaki şekilde keskin köşe etkin, sağdakinde ise etkin değildir.

» **No Dragging [(Dıraging) Sürükleme yok]:** Kesici uç üzerinde negatif basınç uygulayan hareketleri ortadan kaldırır. Kesilen dikey duvarları ve yüzleri Görsel 4.56'da sağdaki şekilde gösterilen açı sınırına göre kaldırır. Kesimin sonuna ulaşmadan önce takım geri çekilir ve duvarı dışarıdan kesmek için konum değiştirir.

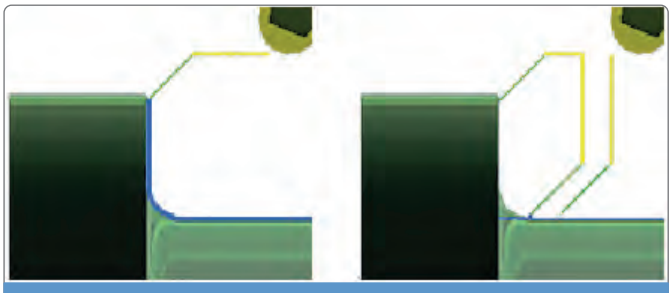
» **Use Pecking [(Peking) Gagalama]:** Takımı belirtilen gagalama derinliği mesafesi kadar malzemeyi kesmeye zorlar ve gerekli olan bitmiş derinliğe kademeli olarak ilerler. Takım



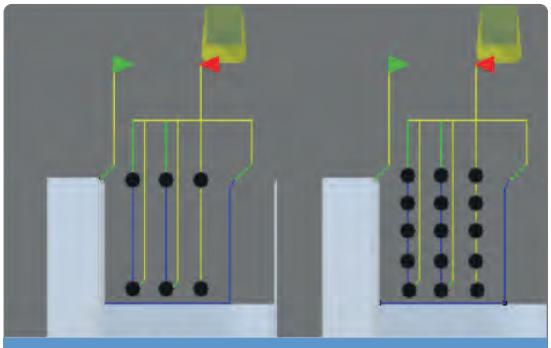
Görsel 4.54: Kaba tornalama maksimum talaş derinliği



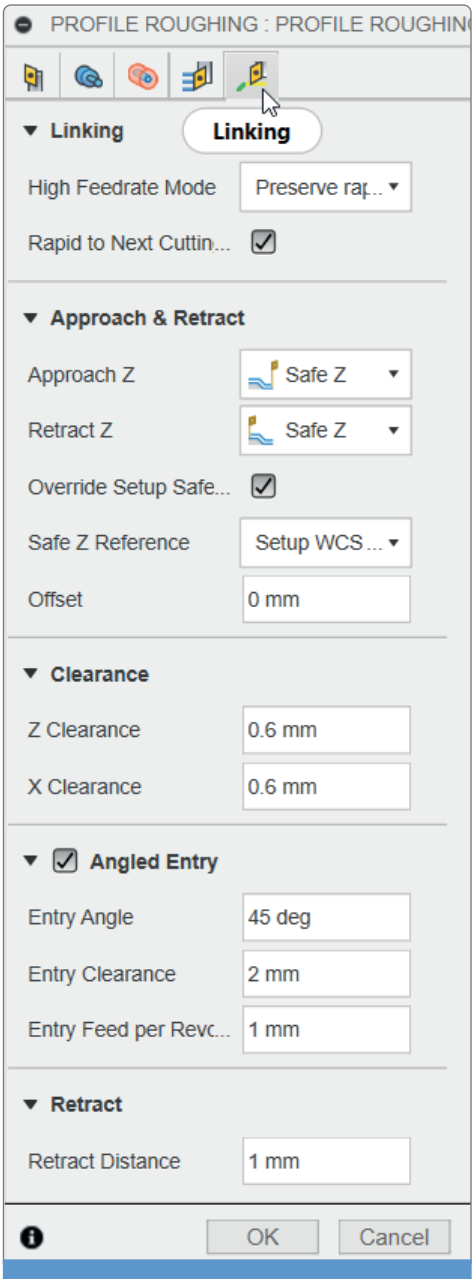
Görsel 4.55: Kaba tornalama keskin köşe seçimi



Görsel 4.56: Kaba tornalama no dragging



Görsel 4.57: Kaba tornalama gagalama işlemi



Görsel 4.58: Kaba tornalama linking sekmesi

daha sonra yolu boyunca belirtilen gagalama geri çekme mesafesi kadar geri çekilir. Simülasyondayken takım yolu grubunda "noktaları göster" seçeneğini etkinleştirerek takımın gagaladığı ve geri çektiği noktaları kolayca görebilir. Görsel 4.57'de sağda 18 mm gagalama derinliği ve gagalama arasında 3 mm geri çekilme kullanılmış, solda ise gagalama yapılmamıştır.

Stock to Leave: Alın tornalamadan farklı olarak X ekseni de vardır.

» **X Stock to Leave:** Radyal yönde bırakılacak talaş payını kontrol eder. Parçanın iç çap veya dış çapında talaş payı bırakmak için kullanılır.

» **Z Stock to Leave:** Eksenel yönde bırakılacak talaş payını kontrol eder. Parçanın tornalanacak dikey yüzlerinde talaş payı bırakmak için kullanılır.

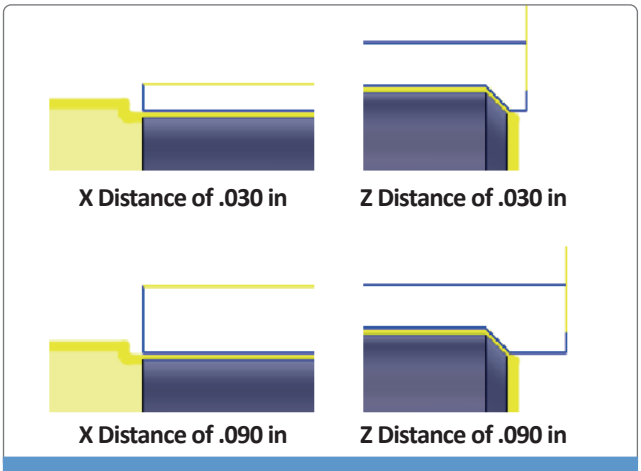
» **Extend [(Ekstend) Uzat] to Stock:** Stoka uzat etkinleştirildiğinde, modele ek olarak işleme payını kütüğe uygular.

4.6.2.4. Profile Roughing Linking Settings (Kaba Tornalama Linking Ayarları)

Kaba tornalama linking sekmesi Görsel 4.58'de görülmektedir.

Rapid to Next [(Nekst) Sonraki] Cutting Depth: Sonraki kesme derinliğine hızlı linking hareketidir.

Clearance: Kesilen profile göre Z ve X eksenlerindeki boşluk mesafesini kontrol eder. Görsel 4.59'da X ve Z eksenlerinde mesafe inç cinsinden görülmektedir.



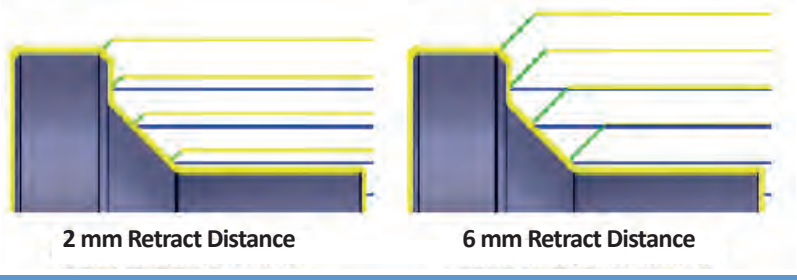
Görsel 4.59: Kaba tornalama clearance

Entry Angle (Giriş açısı): Kesme geçişinin başlangıcındaki giriş hareketinin pozitif Z eksenine göre açısını belirtir.

Entry Clearance: Giriş açıklığı her kesme geçişinin başlangıcında giriş hareketinin başladığı yere olan artışlı mesafeyi belirtir.

Entry Feed per Revolotion: İş parçasının her bir tur dönmesindeki kesicinin giriş ilerlemesidir.

Retract Distance: Her kaba tornalama işleminden sonra çıkış hareketini kontrol eder. Görsel 4.60'ta solda 2 mm, sağda ise 6 mm olarak yeşil renkle gösterilmiştir.

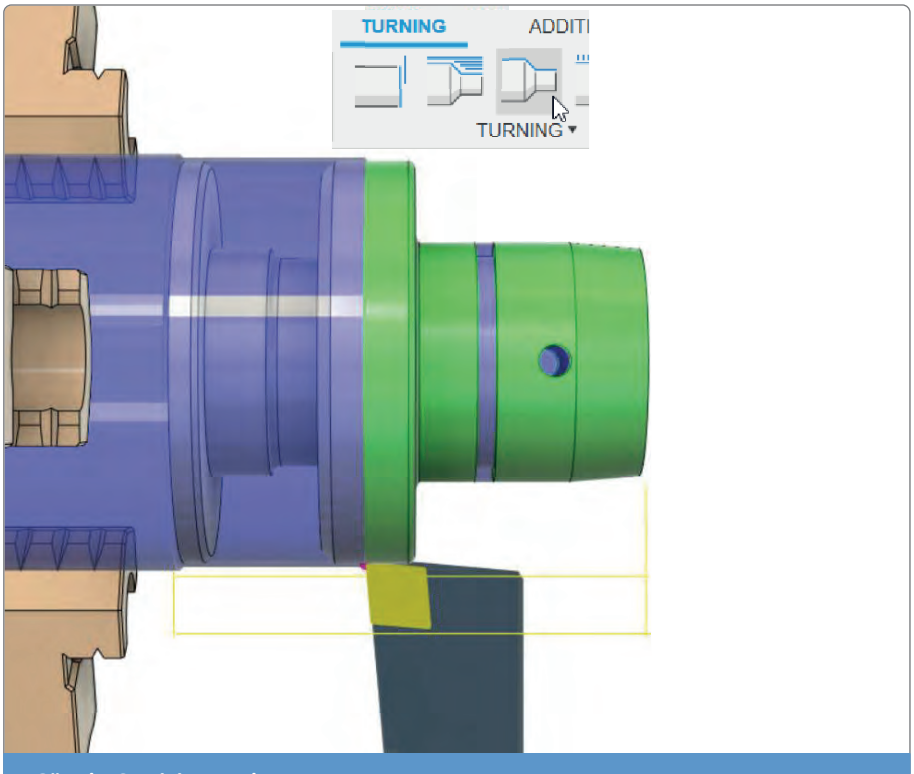


Görsel 4.60: Kaba tornalama geri çekilme mesafesi

4.6.3. Turning Profile Finishing [(Finişhing) Finiş Tornalama]

Finiş tornalama işlemi için Görsel 4.61'de gri renkli kare içinde gösterilen TURNING sekmesi altındaki Turning Profile Finishing butonuna tıklanır.

Ayarlarının çoğu kaba tornalama ile aynıdır.



Görsel 4.61: Finiş tornalama

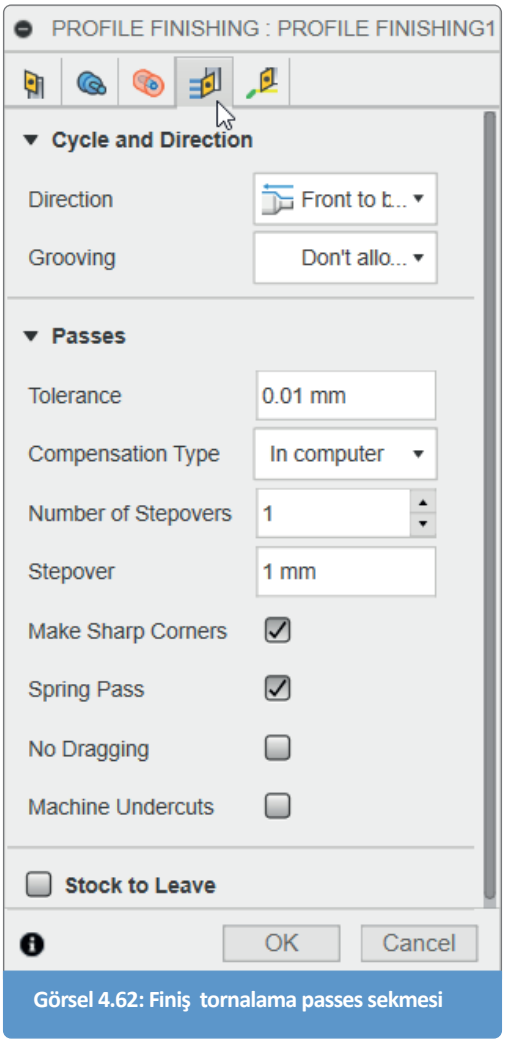
4.6.3.1. Profile Finishing Passes Settings (Finiş Tornalama Passes Ayarları)

Görsel 4.62'de finiş tornalama passing sekmesi görülmektedir.

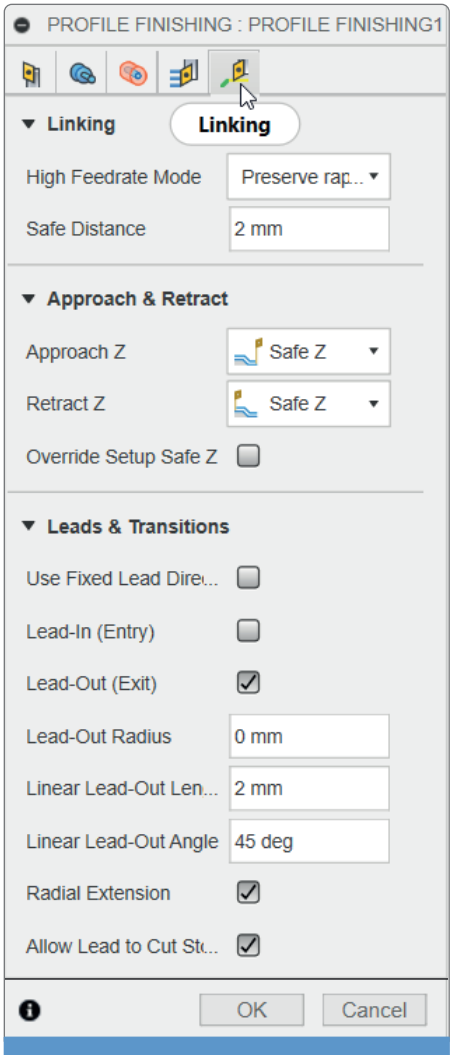
Number of Stepover (Sitepovır): Paso sayısı

Stepover: Geçişler arasındaki yatay mesafeyi tanımlar.

Spring Pass (Sipring Pes): Etkinleştirildiğinde ek bir son paso işlemi gerçekleştirir. Takım sapmasından arta kalan talaşı temizler.



Görsel 4.62: Finiş tornalama passes sekmesi



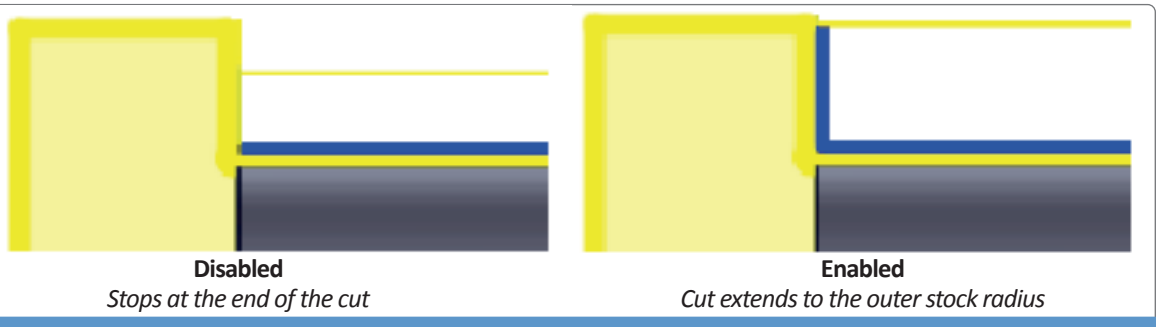
Görsel 4.63: Finiş tornalama linking sekmesi

4.6.3.2. Profile Finishing Linking Settings (Finiş Tornalama Linking Ayarları)

Finiş tornalama linking sekmesi Görsel 4.63'te görülmektedir.

Safe Distance: Geri çekilme hareketleri sırasında takım ve parça yüzeyleri arasındaki minimum mesafedir.

Radial Extension [(Ekstenşın) Uzatma]: Radyal Uzatma etkinleştirildiğinde, son kesim konumunu radyal olarak kütüğün boyutlarına kadar genişletir. Görsel 4.64'te solda etkinleştirilmediği zaman işlemin sonunda durur, sağda ise etkinken kesim, dış stok yarıçapına kadar devam eder.

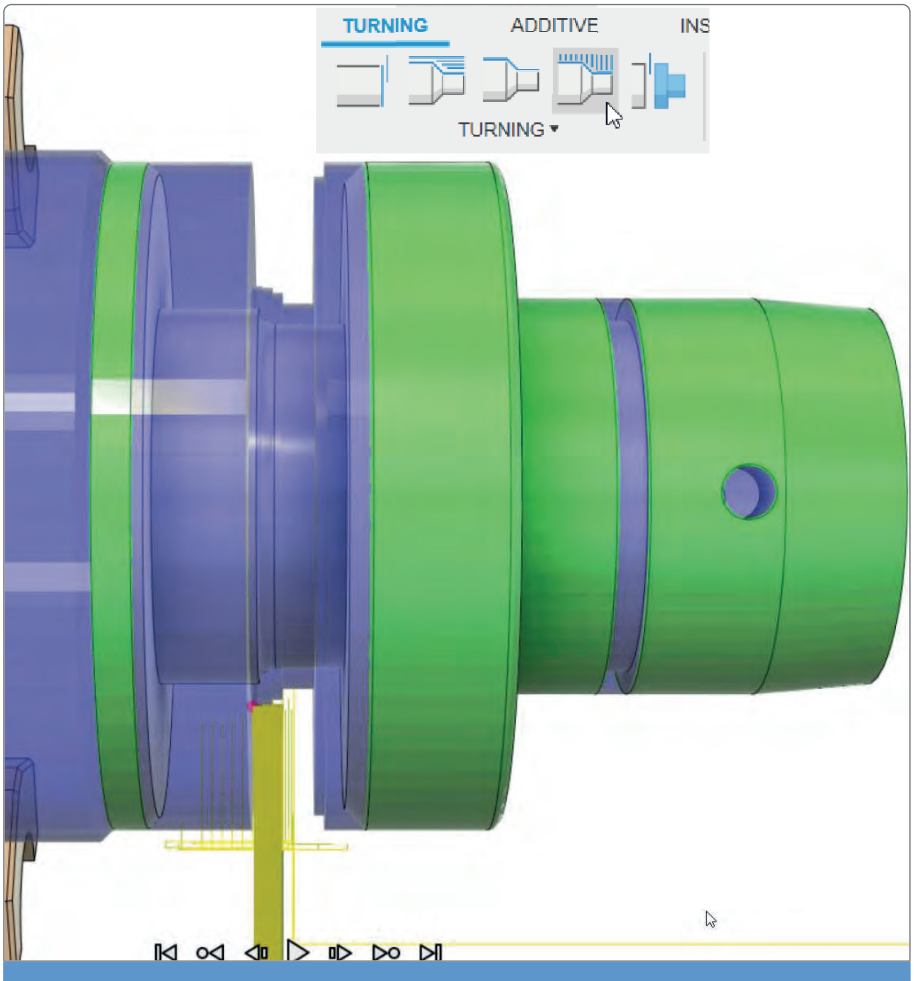


Görsel 4.64: Finiş tornalama radyal uzatma

Allow [(Elov) İzin verme] Lead to Cut Stock: Giriş ve çıkış yarıçap, uzunluk ve açılarının kesim sınırını aşmasına izin verir. Bu, takım yolunun kalan stoku oymasına neden olabilir. Devre dışı bırakıldığında takım yolu kalan stoktan geçerse takım yolu oluşturulmaz.

4.6.4. Turning Groove (Kanal Tornalama)

Kanal tornalama işlemi için Görsel 4.65'te gri renkli kare içinde gösterilen TURNING sekmesi altındaki Turning Groove butonuna tıklanır.

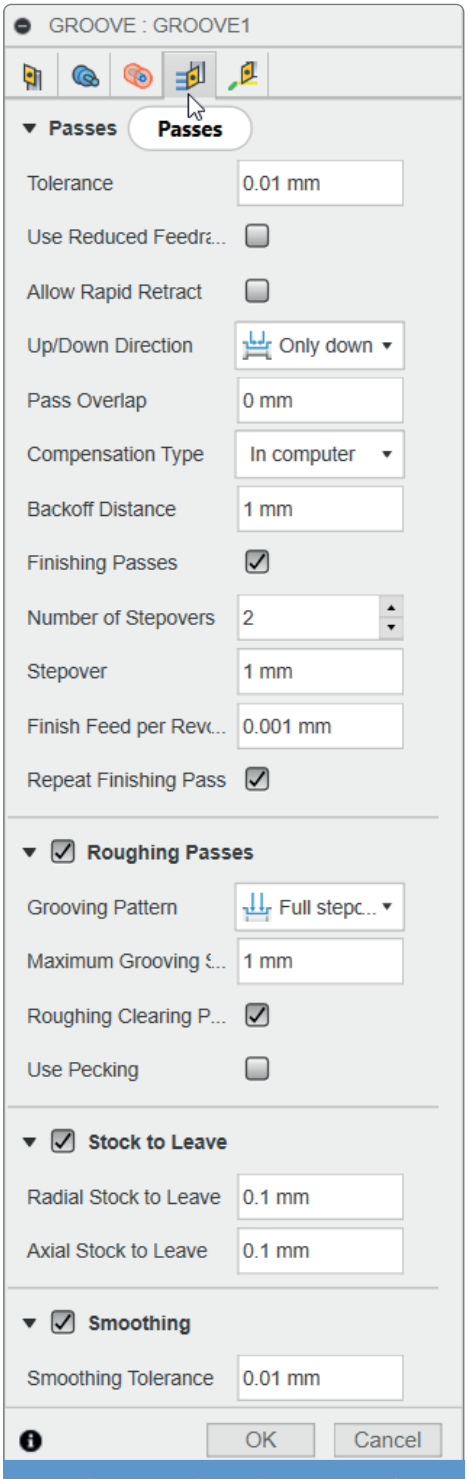


Görsel 4.65: Kanal tornalama

Alın, kaba ve ince tornalamada kullanılan takım, kanal tornalamada kullanılamayacağı için takım kütüphanesinde Turning Grooving yazan takım seçilir. Turning mode seçeneklerinden Outside grooving parçanın dış bölgesinde, Inside grooving iç bölgesinde kanal tornalama yapar.

4.6.4.1. Groove Turning Passes Settings (Kanal Tornalama Paso Ayarları)

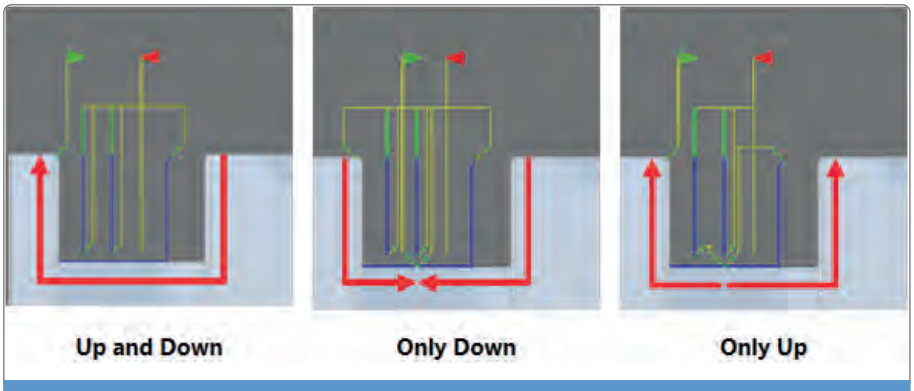
Görsel 4.66'da kanal tornalama passes sekmesi görülmektedir.



Görsel 4.66: Kanal tornalama passes sekmesi

» **Allow Rapid Retract:** Etkinleştirildiğinde, geri çekilme işlemleri Hızlı hareketler (G0) olarak yapılır. Devre dışı bırakıldığında çıkış, ilerleme hızında geri çekilir.

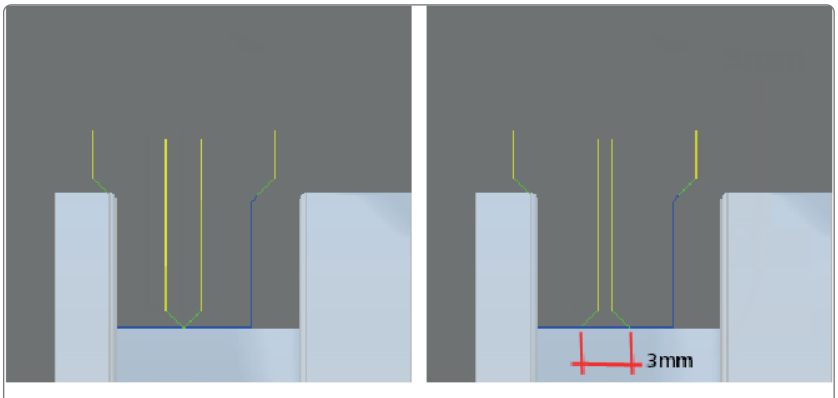
» **Up/Down [(Ap/Davn) Yukarı/Aşağı] Direction:** Finiş geçişlerinin yönünü kontrol eden ayardır (Görsel 4.67).



Görsel 4.67: Kanal tornalama aşağı/yukarı yönler

- **Up and Down:** Yukarı ve aşağı
- **Only Down:** Sadece aşağı
- **Only Up:** Sadece yukarı

» **Pass Overlap [(Ovırlep) Çakışma]:** Görsel 4.67'deki Only Up ve Only Down işleme yönleri nedeniyle bölünmüş bitiş geçişleri için kullanılan örtüşme mesafesini belirtir. Görsel 4.68'de solda 0 mm sağda 3 mm olarak seçilmiştir.



Görsel 4.68: Kanal tornalama pass overlap

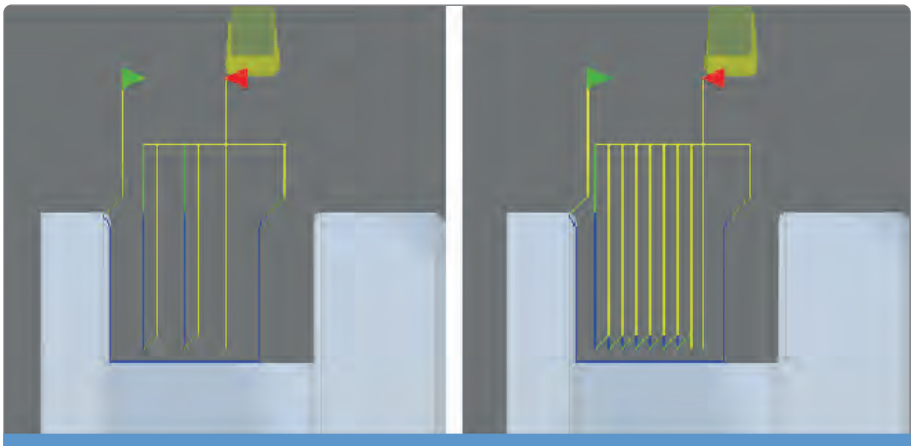
» **Backoff [(Bekof) Geri çekilme] Distance:** Pasolar arası geçişten önce stoktan geriye çekilecek mesafeyi belirtir.

» **Finishing Passes:** Etkinleştirildiğinde finiş geçişleri olmadan takımın yan tarafını kullanarak finiş geçişlerini gerçekleştirmeyi sağlar. Genellikle aynı takımla kaba işleme ve ince talaş işleme yapılırken kullanılır.

» **Finish Feedrate:** En son yapılan finiş işlemedeki ilerlemeyi belirler.

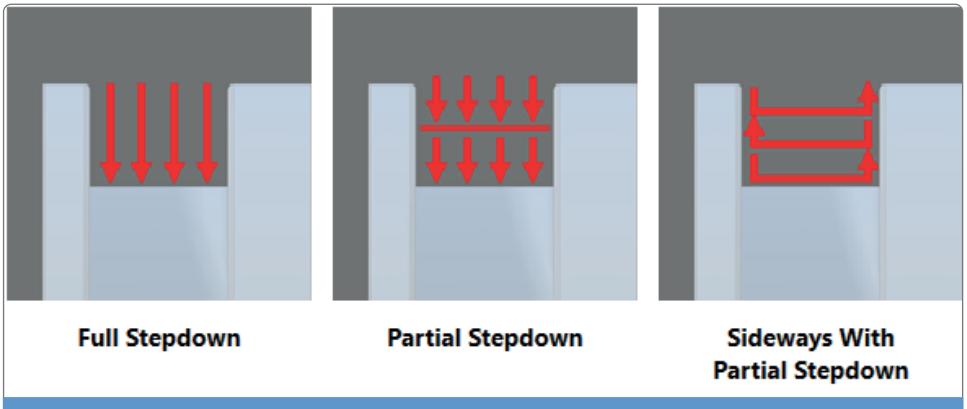
» **Repeat [(Rıpiit) Tekrarlama] Finishing Pass:** Spring pass ile aynı görevdedir.

Roughing Passes: Etkinleştirildiğinde Grooving Pattern [(Pedırn) Şekil)], Maximum Grooving Stepover, Roughing Clearing Pass ve Use Pecking gibi ek özellikler açılır . Görsel 4.69'da solda Roughing Passes devre dışı, sağda ise Maximum Grooving Stepover 1 mm olarak etkinleştirilmiştir.



Görsel 4.69: Kanal tornalama roughing passes

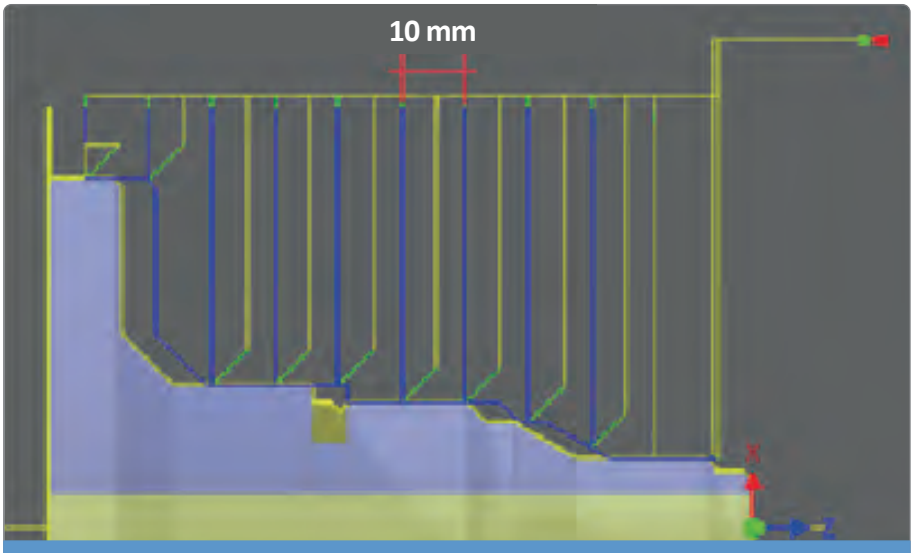
» **Grooving Pattern [(Pedırn) Şekil]:** Kanal açmak için aşağıda açıklanan üç yöntemden biri seçilebilir (Görsel 4.70).



Görsel 4.70: Kanal tornalama yöntemleri

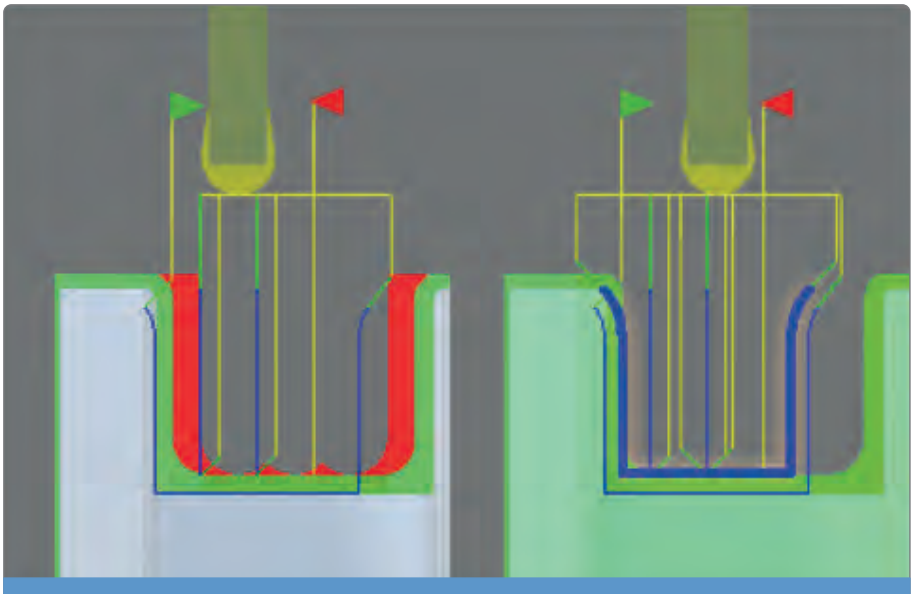
- **Full Stepdown [(Sitepdawn) İnmek]:** Kanala dik giriş yapar ve yanal adım kadar kayarak işlemi bitirir.
- **Partial [(Parşıl) Kısmi] Stepdown:** Belirlenen dik paso miktarı kadar girip birden fazla seferde dik dalarak işlemi tamamlar.
- **Sideways With [(Saydveys vit) Yan yana] Partial Stepdown:** Yanal adım kaymasıyla birlikte dikey adımlarla parçayı işler.

» **Maximum Grooving Stepover:** Kesimler arasındaki maksimum kanal açma adım değerini belirtir (Görsel 4.71).



Görsel 4.71: Kanal tornalama maximum grooving stepover

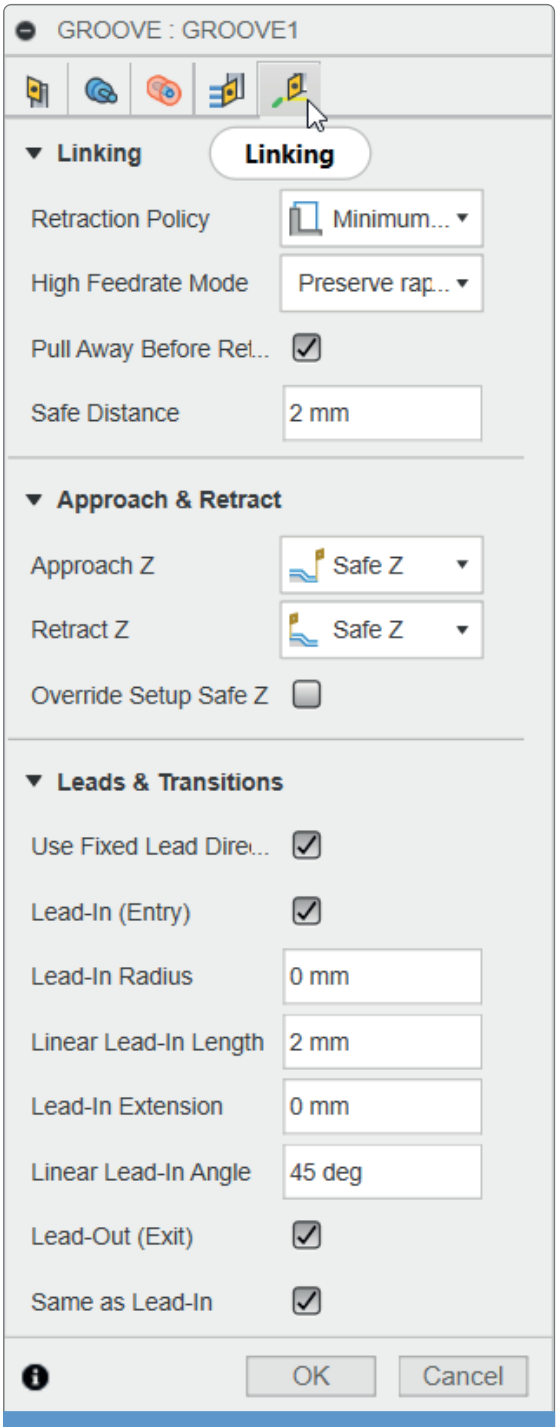
» **Roughing Clearing Pass [(Kıliring) Kaba işleme]:** Kaba geçişlerin bıraktığı talaşların temizlenmesi gerektiğini belirtir. Finiş işlemede fazladan kalan talaş yüzünden takımın zorlanmasını önlemek için bu ayar etkinleştirilebilir (Görsel 4.72).



Görsel 4.72: Kanal tornalama roughing clearing pass

4.6.4.2. Groove Turning Linking Settings (Kanal Tornalama Linking Ayarları)

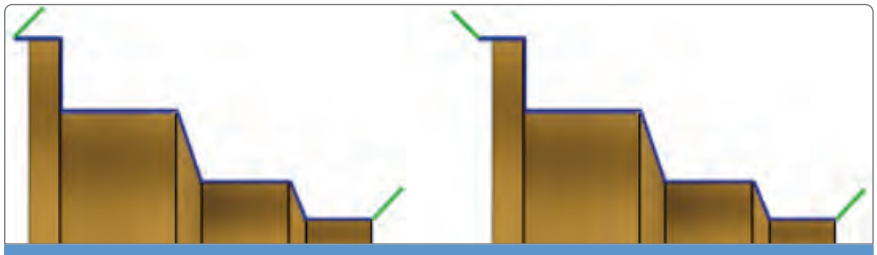
Kanal tornalama linking sekmesi Görsel 4.73'te görülmektedir.



Görsel 4.73: Kanal tornalama linking

Pull Away Before Retract [(Pul Evey Bifor) Geri Çekilmeden Önce Uzaklaşma]: Geri çekilmeden önce iş parçasından uzaklaşır. Bu seçenek devre dışı bırakılırsa, iş parçasına temas edebilir.

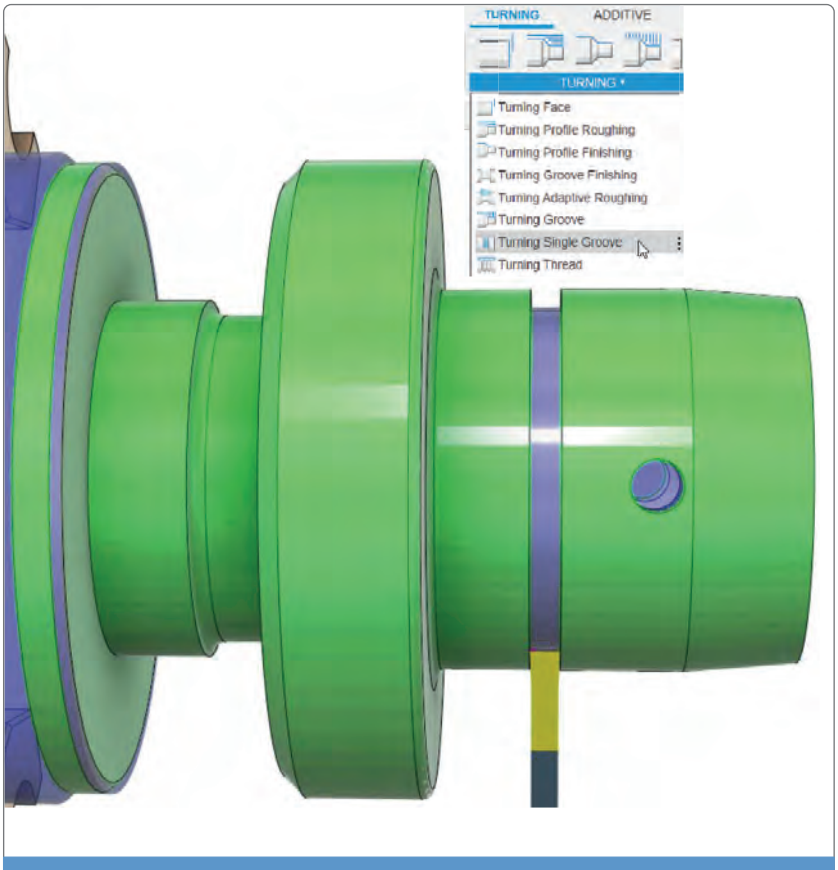
Use Fixed Lead Direction: Yön talimatlarını her zaman XZ koordinat sistemine göre ayarlar. Görsel 4.74'te solda etkinleştirilmiş, sağda ise etkinleştirilmemiştir.



Görsel 4.74: Kanal tornalamada sabit işleme yönü

4.6.5. Turning Single Groove (Tek Kanal Tornalama)

Kanal tornalama işlemi için TURNING sekmesinin sağındaki ok tıklandıktan sonra altındaki Turning Single Groove butonuna tıklanır (Görsel 4.75).

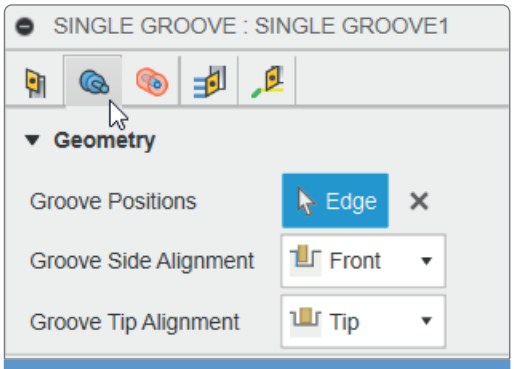


Görsel 4.75: Tek kanal tornalama

Kesici takım yanal kayma yapmadan, yalnızca X ekseninde ilerleyerek kanal açma işlemini gerçekleştirir. Bu yüzden seçilen kesici uç genişliği kanalı tek seferde açacak genişlikte olmalıdır.

4.6.5.1. Turning Single Groove Geometry Settings (Tek Kanal Tornalama Geometri Ayarları)

Tek kanal tornalama geometri sekmesi Görsel 4.76'da görülmektedir.



Görsel 4.76: Tek kanal tornalama geometri sekmesi

Groove positions: İşlenecek kanalın konumu, kenar seçimi yapar.

Groove Side Alignment (Sayd alaymınt): Yana hizalı kanal açma

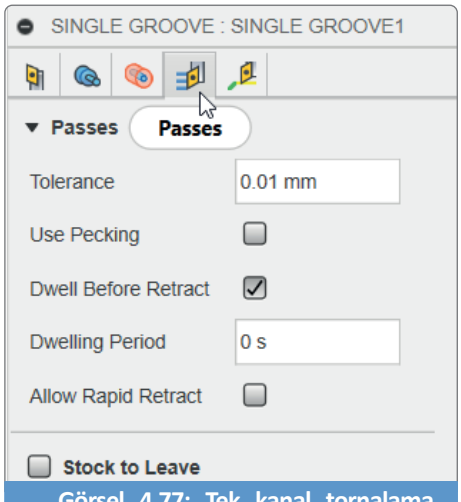
- **Back:** Takımı seçili kanal geometrisinden stokun arka tarafına doğru negatif Z yönünde kaydırır.
- **Middle [(Midıl) Orta]:** Takımı seçili kanal geometrisinde ortalar.
- **Front:** Takımı, seçilen kanal geometrisinden stokun ön tarafına doğru pozitif z yönünde kaydırır.

Groove Tip Alignment: Kanal ucu hizalama

Cut-through [(Kat truuğ] Kesme]: Takım ucu, dış kanal açma için negatif radyal yönde ve iç kanal açma için pozitif radyal yönde seçilen radyal mesafeye uzar. İç veya dış kanal açma arasındaki seçim, geometri sekmesinde değil, takım sekmesinde görülür.

4.6.5.2. Turning Single Groove Turning Passes Settings (Tek Kanal Tornalama Passes Ayarları)

Tek kanal tornalama passes sekmesi Görsel 4.77'de görülmektedir.



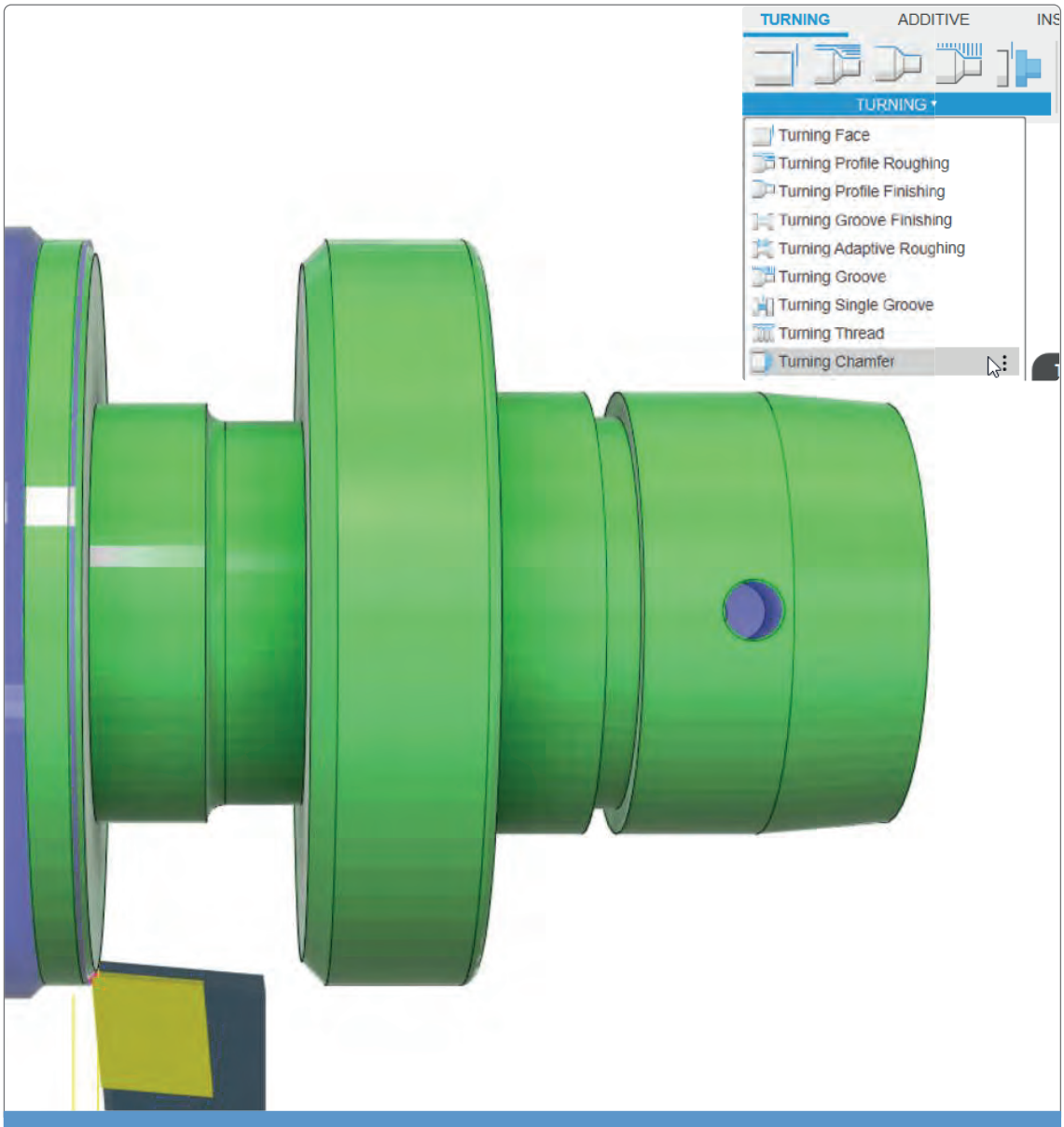
Görsel 4.77: Tek kanal tornalama passes sekmesi

Dwell [(Dıvel) Bekle] Before Retract: Talaş kırılma mesafesi için geri çekme hareketini yapmadan önce bekleme süresini belirlemek için seçilir. Takım bir sonraki gagalamaya geri döndüğünde yüzeyi pürüzsüz tutar. Genelde 1/4 ile 1 saniye arasında bir bekleme süresi yeterlidir.

Dwelling Period [(Dıveling periid) Bekleme süresi]: Dwell Before Retract kaç saniye olacağının seçildiği ayardır.

4.6.6. Turning Chamfer [(Çemfır) Pah Kırma]

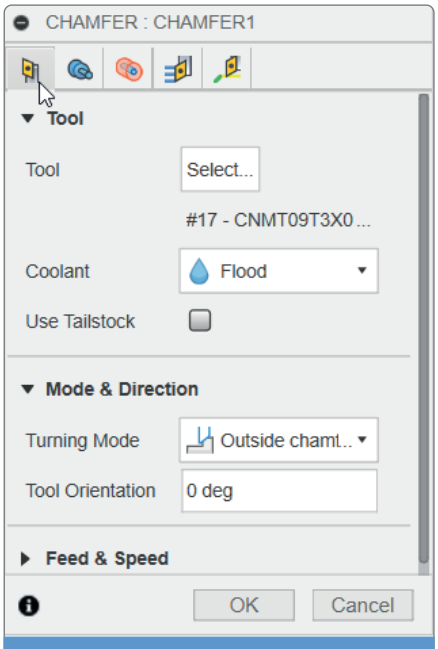
İş parçasının 3 boyutlu çiziminde çizilmiş olan pahlar varsa kaba tornalama ve finiş tornalama gibi operasyonlar zaten pah kırar. Ancak çizimde belirtilmeyen keskin köşelere Turning Chamfer komutuyla pah kırılabilir. Görsel 4.78'de görülen TURNING sekmesinin sağındaki ok tıklandıktan sonra altındaki Turning Chamfer butonuna tıklanır.



Görsel 4.78: Pah kırma

4.6.6.1. Chamfer Tool Settings (Pah Kırma Takım Ayarları)

Pah kırma takım sekmesi Görsel 4.79'da görülmektedir.

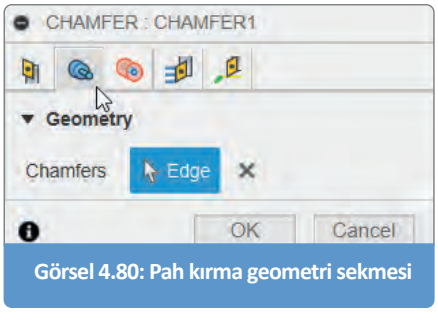


Görsel 4.79: Pah kırma takım sekmesi

Finiş tornalamada kullanılan takım, pah kırma için de seçilebilir. Outside chamfering parçanın dış çapına pah kırma, Inside chamfering ise iç çapına pah kırmada kullanılır.

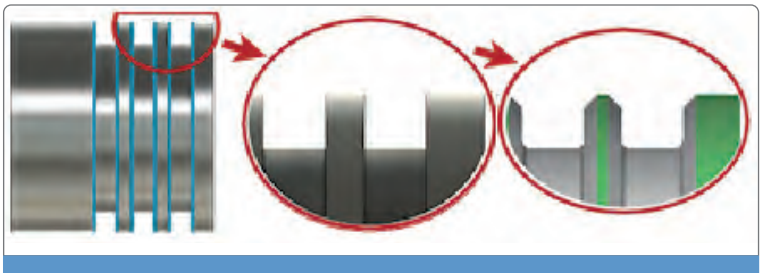
4.6.6.2. Chamfer Geometry Settings (Pah Kırma Geometri Ayarları)

Pah kırılacak kenarlar Görsel 4.80'de görülen geometri sekmesindeki Edge yazan yere tıklanarak seçilir.



Görsel 4.80: Pah kırma geometri sekmesi

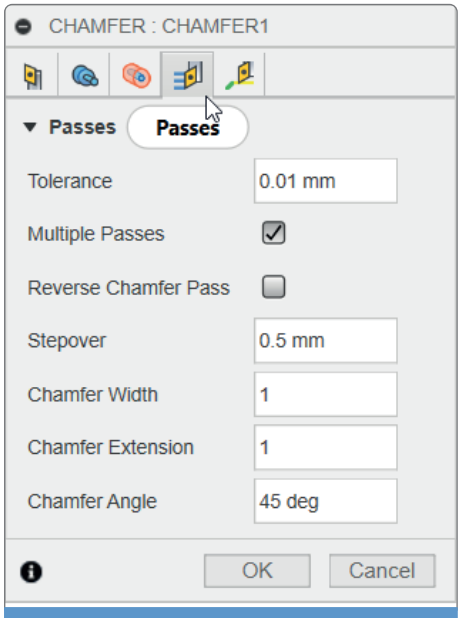
Seçilen kenarlar Görsel 4.81'deki gibi mavi renkte görülmektedir.



Görsel 4.81: Pah kırma geometri seçimi

4.6.6.3. Chamfer Passes Settings (Pah Kırma Paso Ayarları)

Pah kırma passes sekmesi Görsel 4.82'de görülmektedir.



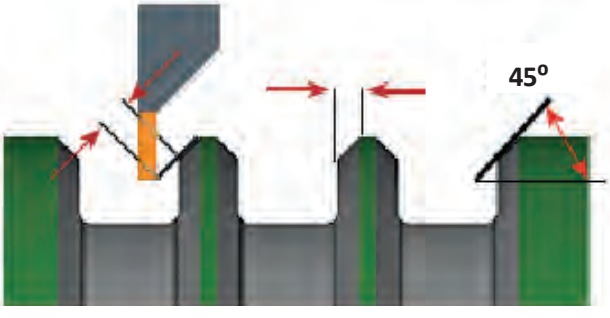
Görsel 4.82: Pah kırma passes sekmesi

Reverse [(Rivörs) Ters] Chamfer Pass: Takımın pah kırarken izleyeceği yolu tersine çevirir.

Chamfer Width: Pah genişliğidir.

Chamfer Extension: Pah ölçüsünün uzatılma değeridir.

Chamfer Angle: Pah açısıdır. Chamfer Width, Chamfer Extension ve Chamfer Angle Görsel 4.83'te görülmektedir.

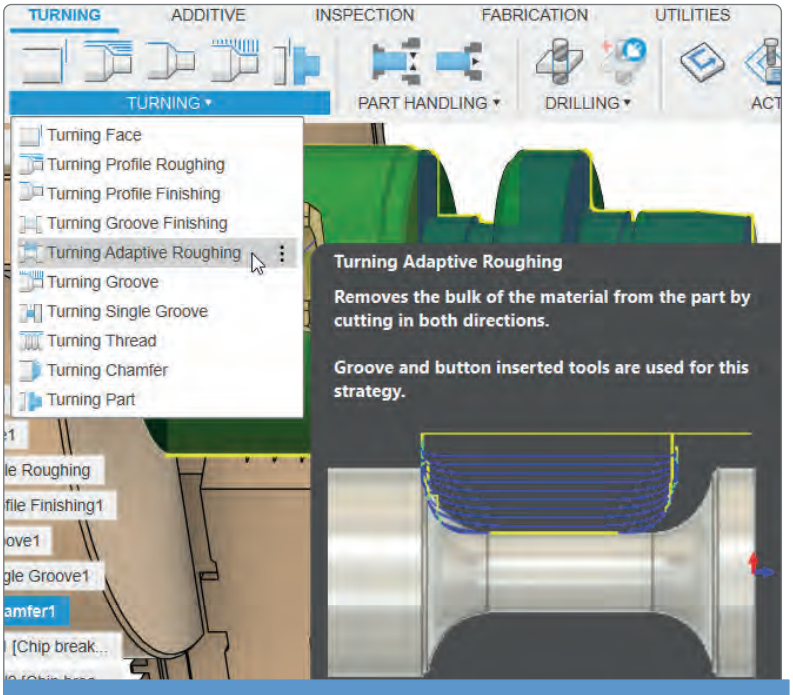


Chamfer Extension - Chamfer Width - Chamfer Angle

Görsel 4.83: Chamfer Width, Chamfer Extension ve Chamfer Angle

4.6.7. Turning Adaptive [(Adaptif) Uyarlanabilir] Roughing

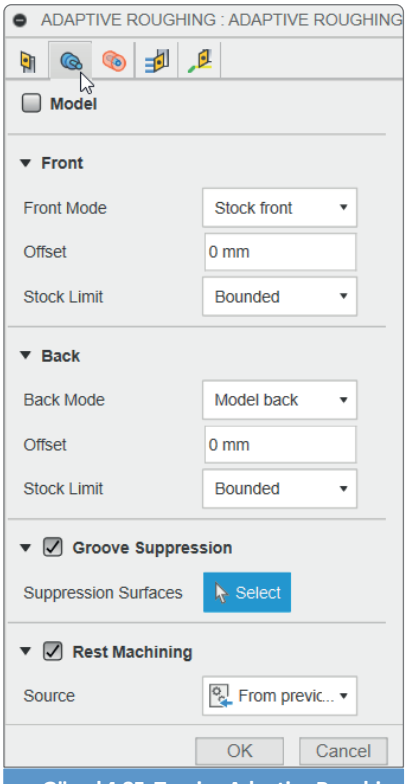
Her iki yönde de talaş kaldırarak kanal tornalar. Çalıştırmak için Görsel 4.84'te görülen TURNING sekmesinin sağındaki ok tıklandıktan sonra altındaki Turning Adaptive Roughing butonuna tıklanır.



Görsel 4.84: Turning Adaptive Roughing Sekmesi

4.6.7.1. Turning Adaptive Roughing Geometri

Turning Adaptive [(Adaptif) Uyabilen] Roughing **geometri** sekmesi Görsel 4.85'te görülmektedir.

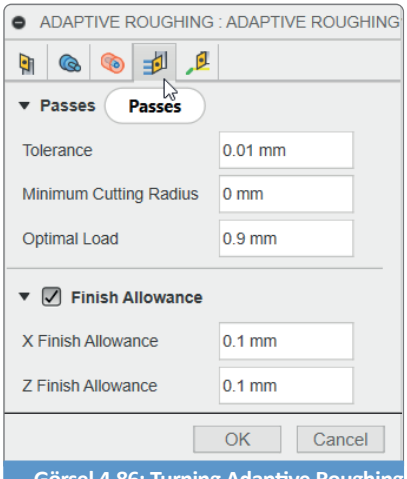


Görsel 4.85: Turning Adaptive Roughing geometri sekmesi

Stock Limit: Stok sınırlarının Open (açık) veya Bounded [(Baoundıd) Bağlı] olması seçilir.

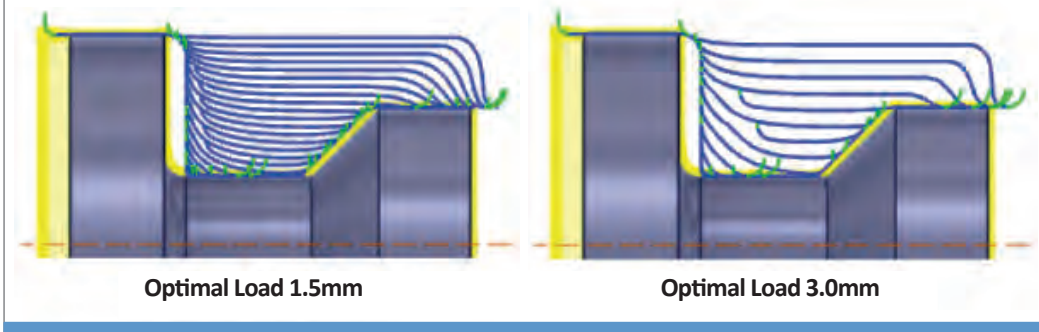
4.6.7.2. Turning Adaptive Roughing Passes

Turning Adaptive Roughing **passes** sekmesi Görsel 4.86'da görülmektedir.



Görsel 4.86: Turning Adaptive Roughing passes sekmesi

Optimal Load [(Optimıl loud) Optimum Yük]: Takım yolunun sürdürmesi gereken maksimum etkileşim miktarıdır. Bu, talaş derinliği olarak kabul edilebilir, Daha hızlı talaş kaldırma ile kesici ucu kırabilecek takım kavramasında ani yükselmeleri ortadan kaldırır (Görsel 4.87).

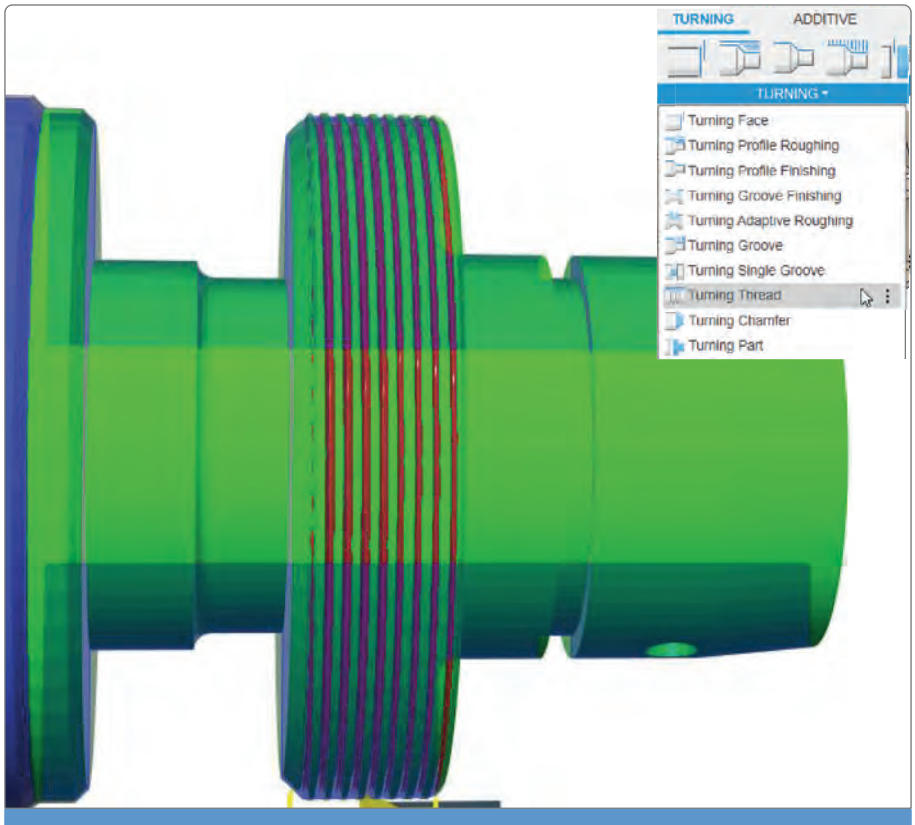


Görsel 4.87: Turning Adaptive Optimal Load

Finish Alowance [(Elovıns) İzin verme]: Bitirme payı belirlenir. **Stock to Leave** ile aynıdır.

4.6.8. Turning Thread [(Tıhred) Diş Açama/Vida Açma]

İç ve dış çaplara, vida açma veya konik vida açma işlemi için Görsel 4.88'de görülen TURNING sekmesinin sağındaki ok tıklandıktan sonra altındaki Turning Thread butonu tıklanır.



Görsel 4.88: Vida açma

4.6.8.1. Turning Thread Tool Settings (Vida Açma Takım Ayarları)

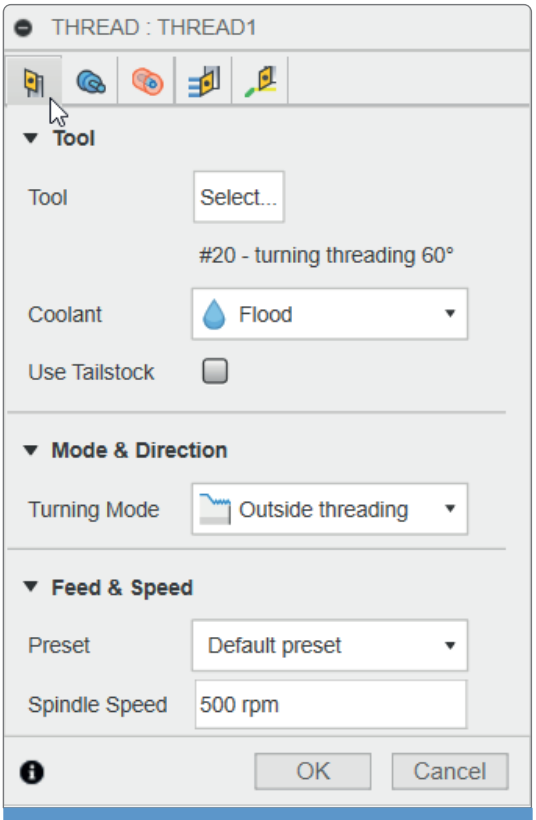
Vida açma takım sekmesi Görsel 4.89'da görülmektedir.

Tool: Takım kütüphanesinde eklenen önceki takımlar, vida açmaya uygun olmadığı için Görsel 4.89'de **Select** yazan kısım tıklanıp açılan pencerede **Turning threading** yazan yerdeki takımlardan yapılacak işleme uygun olan seçilir. Kesici uç ve katerin seçilecek özellikleri şunlardır:

- **Thread Pitch [(Pich) Adım]:** Kesici uç adımı
- **Width:** Kesici uç genişliği
- **Cutting Width:** Vida kateri kesici dahil genişliği
- **Overall Length:** Vida kateri boyu
- **Shank Width:** Katerin bağlantı genişliği

Turning mode: Dış vida için Outside threading, iç vida için ise İnside threading seçilir.

Spindle Speed: Torna aynası devri



Görsel 4.89: Vida açma takım sekmesi

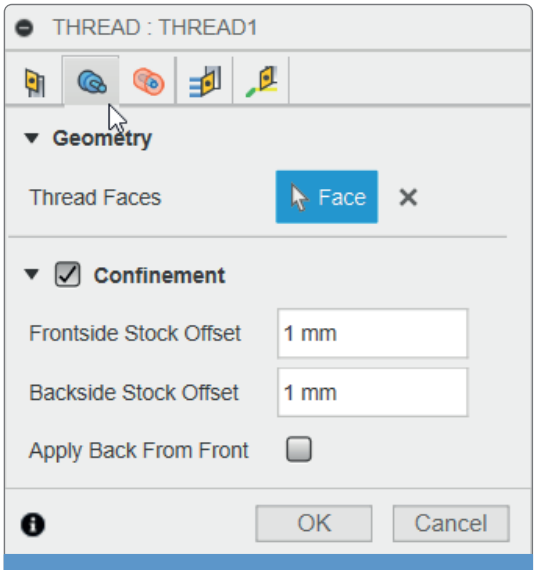
4.6.8.2. Turning Thread Tool Geometry Settings (Vida Açma Geometri Ayarları)

Görsel 4.90'da vida açma geometri sekmesi görülmektedir.

Thread Faces: Diş açılacak yüzeyler seçilir.

Confinement [(Kuhnfaynmınt) Sınırlandırma]: Vida açılacak yüzeyin sınırlarının belirlenmesi için kullanılır.

- **Frontside Stock Offset:** Modelin ön tarafından ne kadar uzakta başlayacağını belirtir. Pozitif değer başlangıç konumunu uzatır, negatif değer ise başlangıç konumunu kısaltır.
- **Backside Stock Offset:** Modelin arka tarafından ne kadar uzakta başlayacağını belirtir. Pozitif değer başlangıç konumunu uzatır, negatif değer ise başlangıç konumunu kısaltır.
- **Apply [(Eplay) Uygulama] Back From Front:** Stokun arka ofsetinin ön taraftan uygulanmasını sağlar.



Görsel 4.90: Vida açma geometri sekmesi

4.6.8.3. Turning Thread Passes Settings (Vida Açma Passes Ayarları)

Vida açma passes sekmesi Görsel 4.91'de görülmektedir.

Threading Hand (Diş açma yönü): Left handed seçildiğinde sol vida, Right handed seçildiğinde sağ vida açılır.

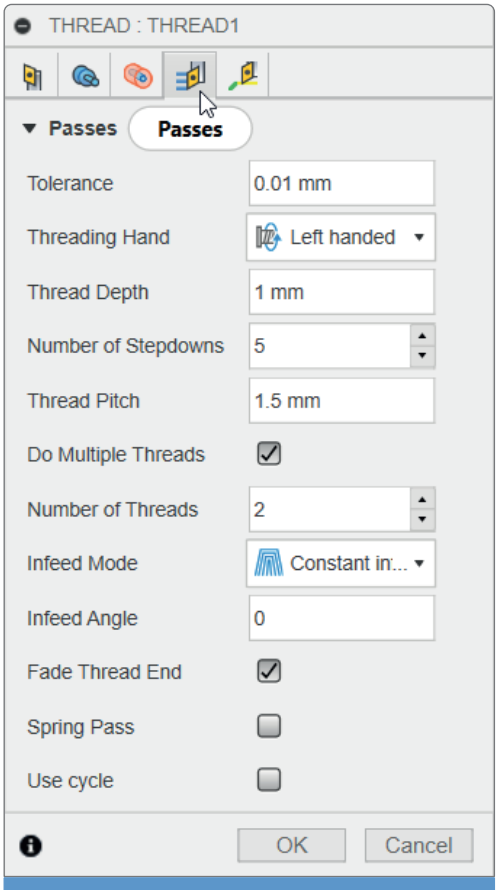
Thread Depth: Diş yüksekliği

Number of Stepdowns: Paso sayısı

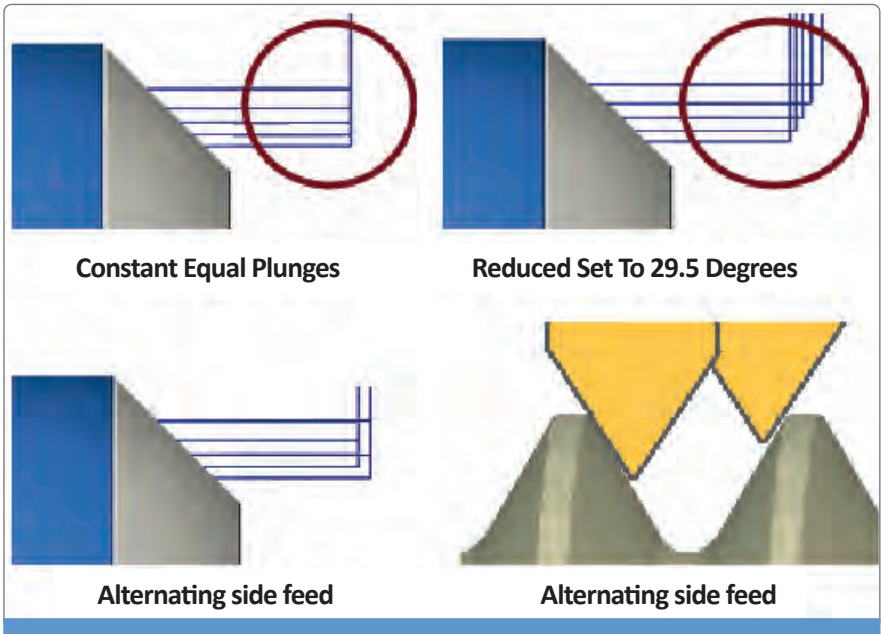
Thread Pitch: Vida adımı

Do [(Du Malti) Çoklu Yap] Multi Threads: Etkinleştirildiğinde Number of Thread yazan yerden vida ağız sayısı değiştirilir.

Infeed [(İnFeed) Besleme] Mode: Geçiş başına kesme derinliğidir (Görsel 4.92).



Görsel 4.91: Vida açma passes sekmesi



Görsel 4.92: Vida açma infeed mode

» **Constant infeed:** Bu seçenekle, kesme kuvveti ve talaş kaldırma oranı bir geçişten diğerine önemli ölçüde artabilir. Kaldırılan miktar, sonraki her geçişte katlanarak artmaya devam eder.

» **Reduced infeed:** Her geçişte kesme derinliğini azaltır.

» **Alternate [(Alterneyt) Alternatif] infeed:** Reduced infeed'e benzer, ancak bu yöntem diş profilinin sol ve sağ taraflarından besleme arasında geçiş yapar.

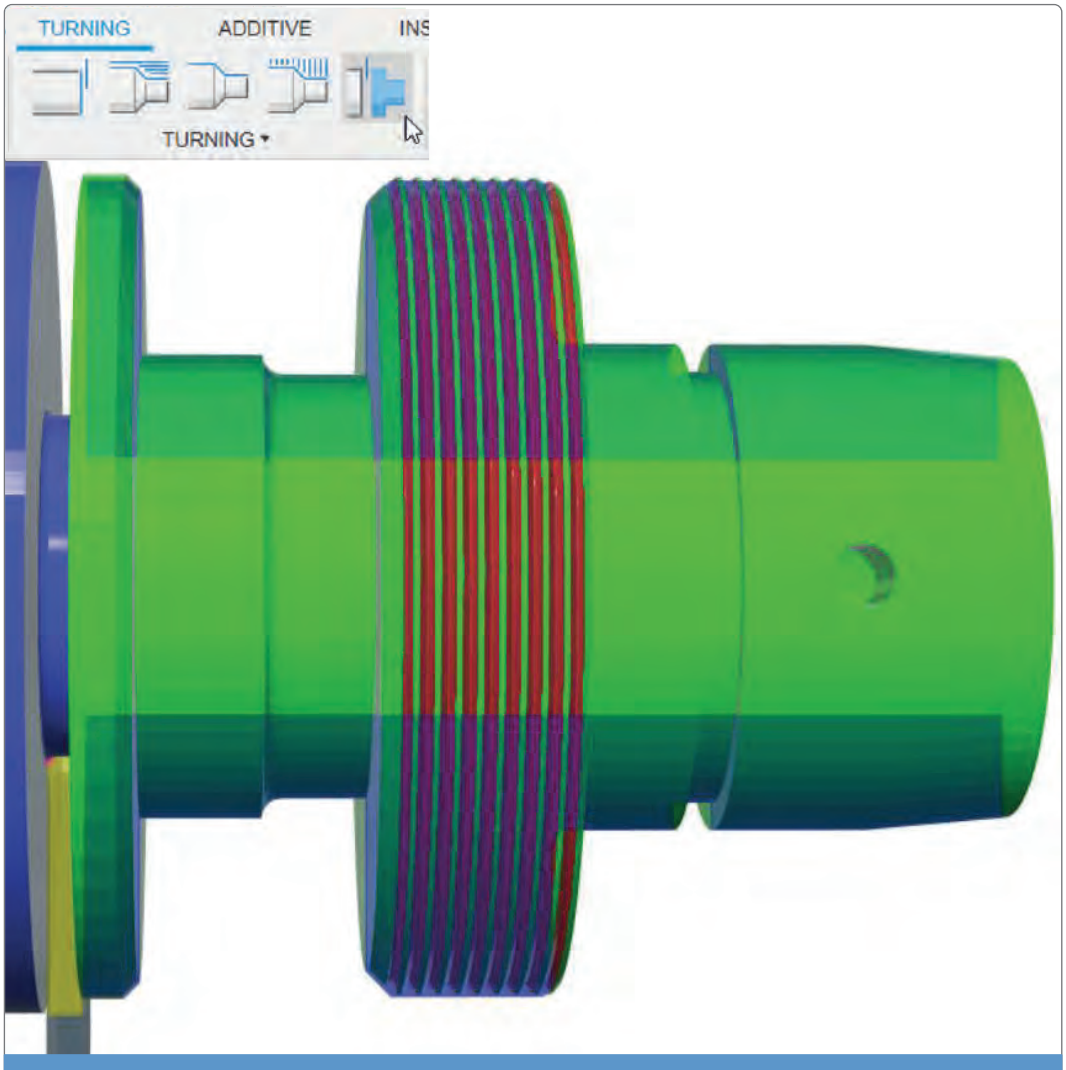
Infeed Angle: Giriş besleme açısı

Fade [(Feyd) Zayıflama] Thread End (Son): Takım sapması nedeniyle kalan talaşı kaldırmak için son işlem geçişini iki kez gerçekleştirir.

Use Cycle: NC kodlarında hazır çevrim kullanma seçeneğidir.

4.6.9. Turning Part (İş Parçasını Kesme)

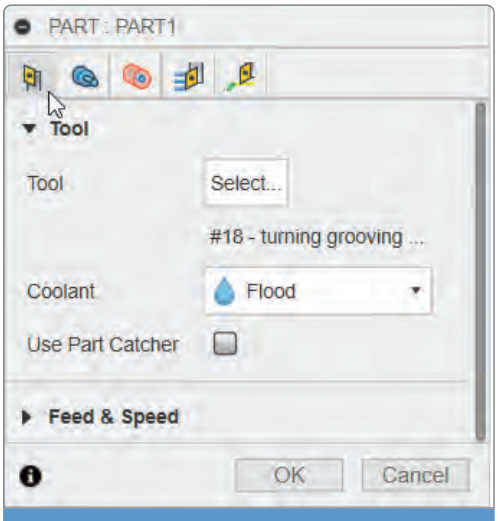
Kesme işlemi için Görsel 4.93'te görülen TURNING sekmesi altındaki Turning Part butonu tıklanır.



Görsel 4.93: Tornada kesme işlemi

4.6.9.1. Turning Part Settings (İş Parçasını Kesme Takım Ayarları)

Turning part takım sekmesi Görsel 4.94'te görülmektedir.



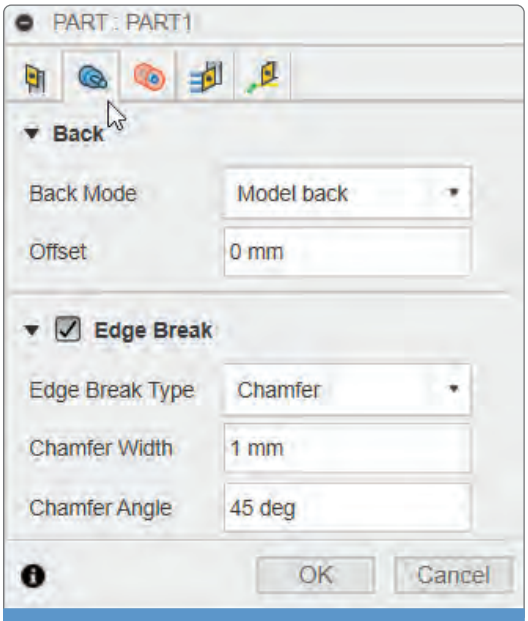
Görsel 4.94: Turning part takım sekmesi

Kanal işlemede kullanılmış olan takım tekrar seçilebilir yalnız Head length yazan yerdeki Kater ağız uzunluğu kesilecek parçanın yarıçapından daha uzun olmalıdır.

Use Part Catcher [(Keçır) Yakalayıcı]: Parçanın fener milinden çıkarılabilmesi için makinenin parça tutucusunu veya tutucu kolunu uzatmak için seçilir. Tüm tezgâhlarda yoktur.

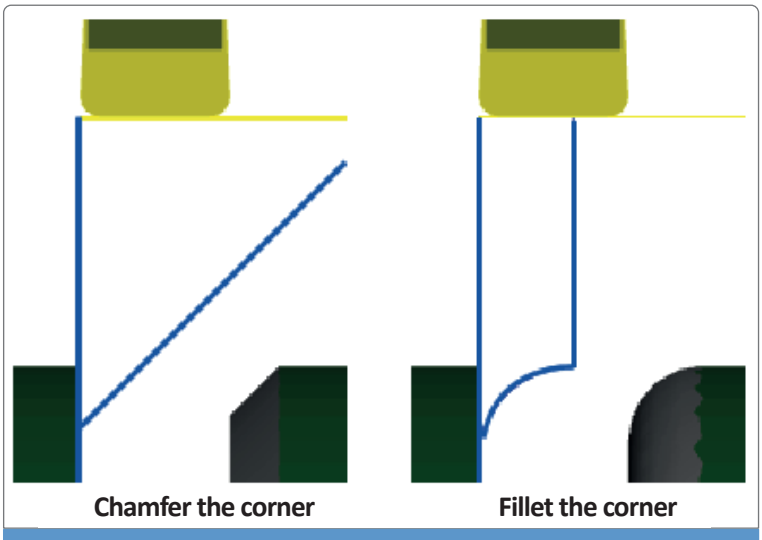
4.6.9.2. Turning Part Geometry Settings (İş Parçasını Kesme Geometri Ayarları)

Görsel 4.95'te turning part takım sekmesi görülmektedir.



Görsel 4.95: Turning part geometri sekmesi

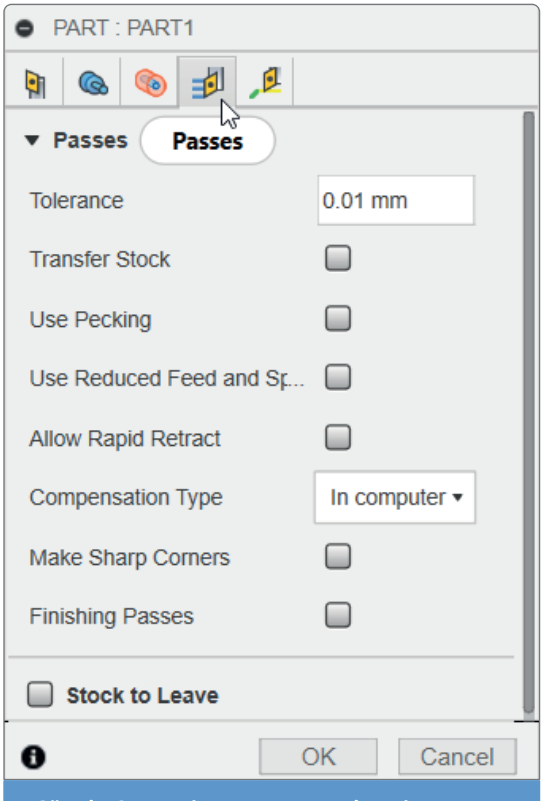
Edge Break [(Bırek (Kenar Kırma)]: Parçanın arka kenarı için Chamfer (Pah kırma) veya Fillet (Radyus) seçeneklerini etkinleştirir (Görsel 4.96). Kesim tamamlanmadan yapılır.



Görsel 4.96: Kenar kırma

4.6.9.3. Turning Part Passes Settings (Parça Tornalama Paso Ayarları)

Turning part passes sekmesi Görsel 4.97'de görülmektedir.



Görsel 4.97: Turning part passes sekmesi

Transfer Stock: Stokun diğer torna aynasında kullanımı için bağlanması gerektiğini belirtir.

4.7. C EKSENDE TORNALAMA YÖNTEMLERİ

Tornada işlenen iş parçalarının yan yüzeylerine kanal açma, delik delme, frezeleme, helisel kanallar açma gibi çeşitli işlemler için C eksen bulunan CNC torna tezgâhları kullanılır. Fusion 360 programındaki MILLING [(Miling) Frezelemek] sekmesinin altında bulunur.

2D Adaptive Clearing: Geleneksel ve yeni nesil kesme teknolojilerini kullanarak dış çevre veya cep bölgeleri işler.

2D Pocket [(2 Di Pakıt) 2 boyutlu Cep]: Cep bölgelerini işlemek için kullanılır.

2D Contour [(Kantoor) Kontur]: Bir çizgi veya iş parçasının kenar hatlarını kullanarak işlemedir.

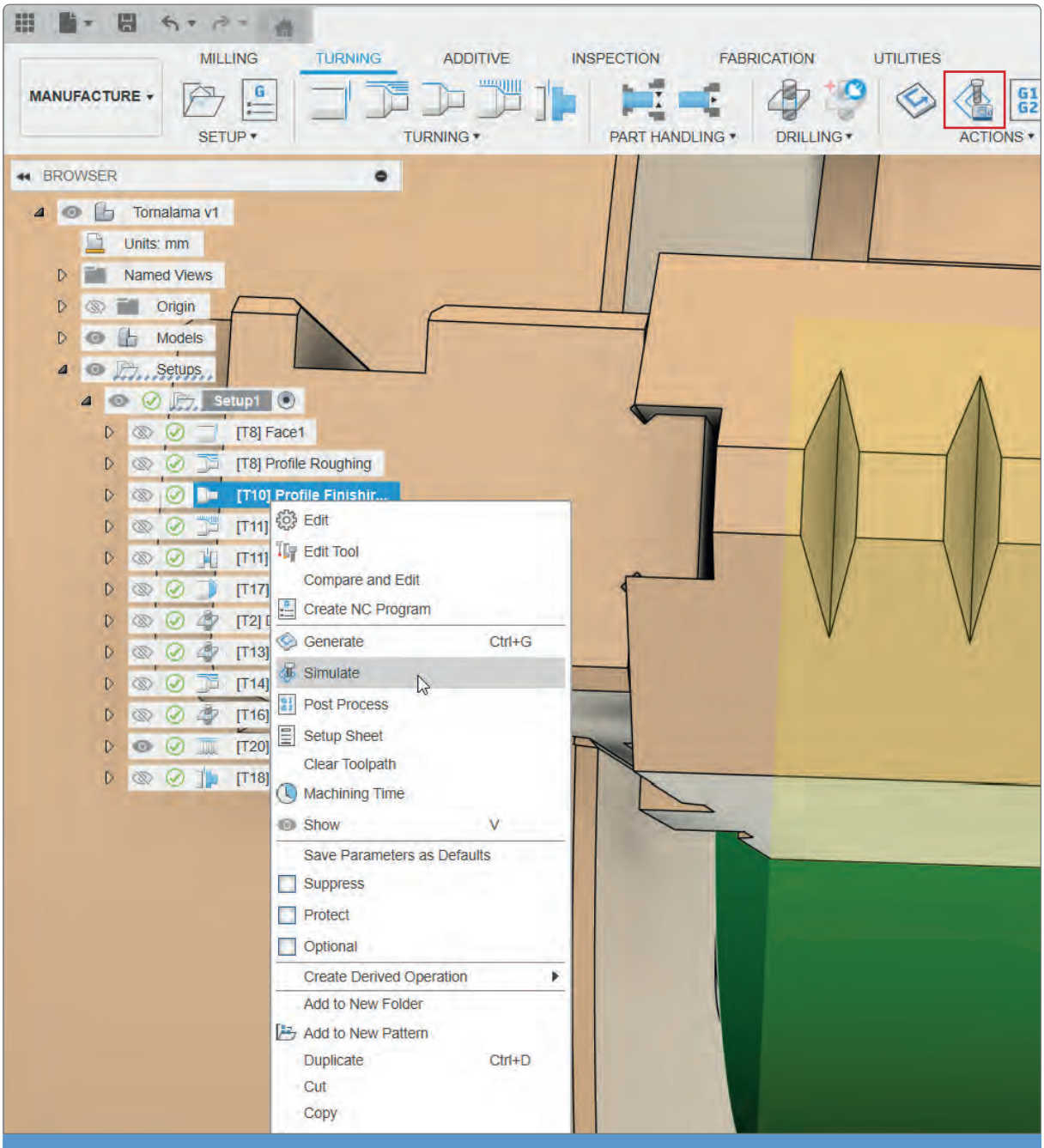
Drilling [(Dıriling) Delme]: Delik delme (Görsel 4.98) ve kılavuz çekme işlemi buradan yapılır.

Görsel 4.98: Delik delme

Hem MILLING hem de TURNING sekmesinde çalışırken erişilebilir. Kılavuz çekme işlemi için Cycle Type olarak "Tapping" seçilmelidir.

4.8. TAKIM YOLU SİMÜLASYONU

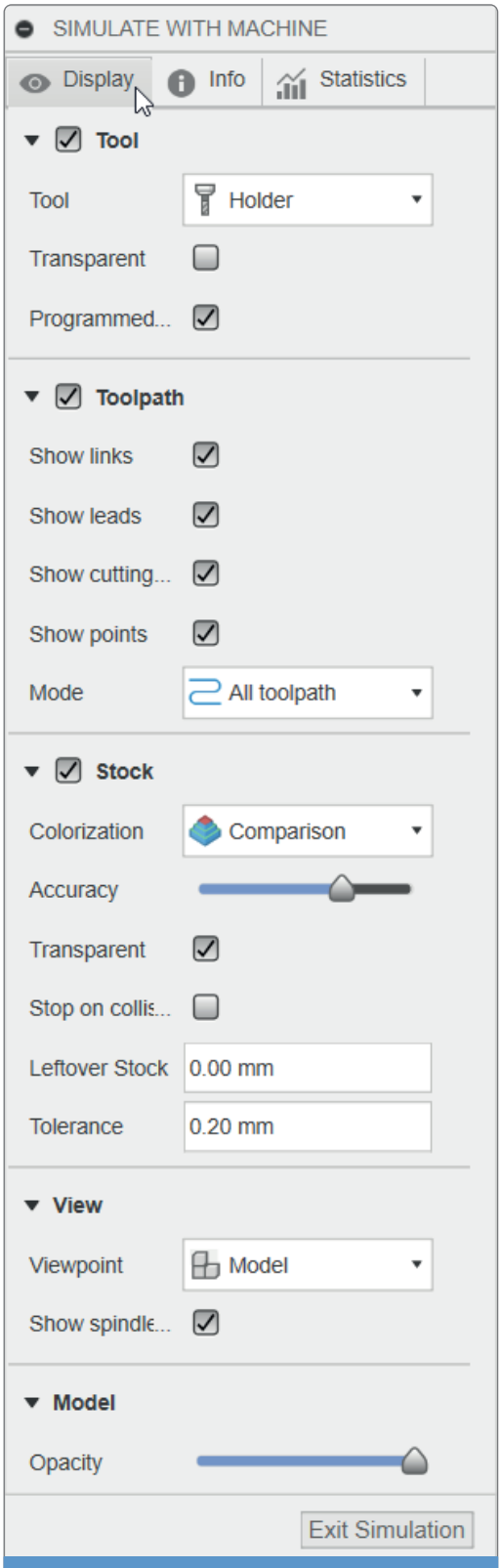
Oluşturulan takım yolları tezgâhta çalıştırılmadan önce kontrol edilmelidir. Fusion 360 programında oluşturulan takım yolları simülasyon ile kontrol edilebilir. Simülasyon, kesme hareketlerinin ve varsa olabilecek çarpışmaların önceden görülmesini sağlar. Oluşturulan takım yollarını simüle etmek için operasyonlar seçilip sağ tıklandığında açılan pencerede Simulate [(Simulate) Benzetme] seçeneği seçilir veya ACTIONS [(Ekşın) Eylemler] sekmesindeki Simulate with Machine (Makine ile simüle et) tıklanır (Görsel 4.99).



Görsel 4.99: Simülasyonu başlatma

4.8.1. Simülasyon Display (Görüntüle) Sekmesi

Ekrana ilk gelen Görsel 4.100'de görülen Display sekmesidir.



Görsel 4.100: Simülasyon görüntüle sekmesi

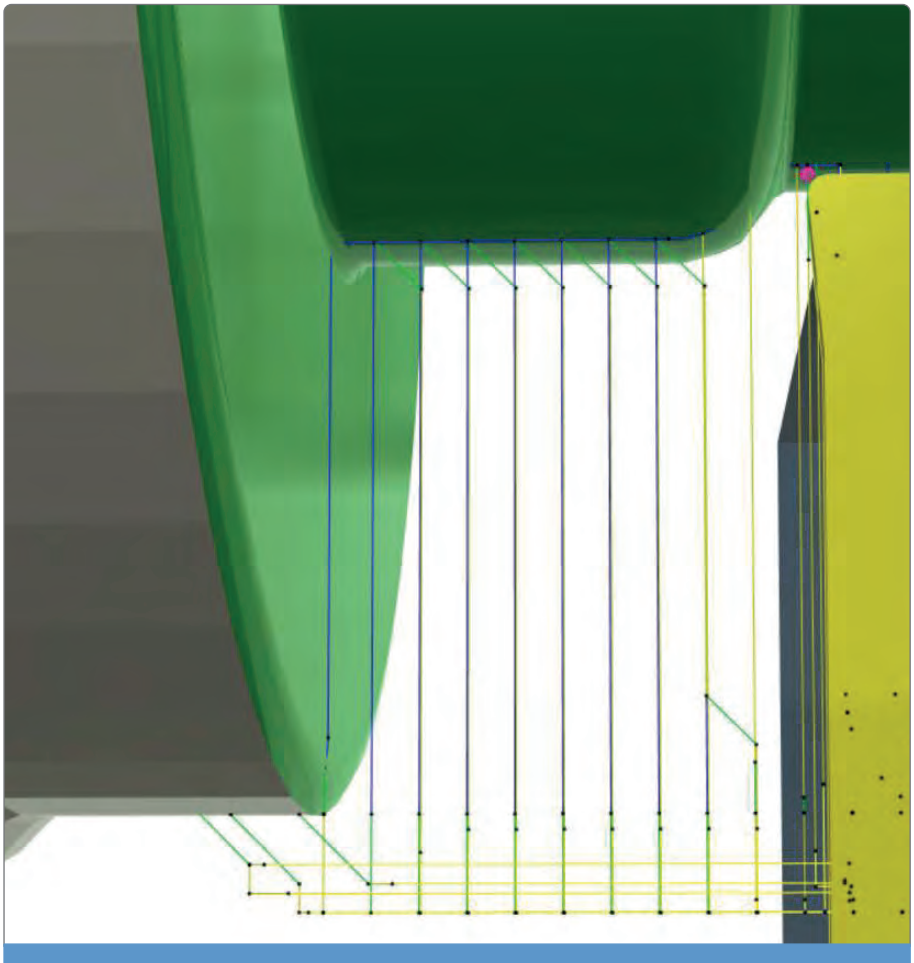
Tool: Etkinleştirildiğinde simülasyonda takımla ilgili hangi kısımların görüneceği seçilir.

» **Tool:** Flute, Shaft ve Holder olmak üzere üç farklı seçeneği vardır.
- **Flute:** Kesici ucu görüntüler.
- **Shaft:** Torna için kullanılan takımlarda Flute seçeneğiyle arasında fark yoktur.
- **Holder:** Kater ve kesici ucu görüntüler.

» **Transparent (Tresperint):** Etkinleştirildiğinde takımın görünen kısımlarını yarı saydam yapar.

» **Programmed Point [(Progremd) Programlanmış Nokta]:** Kesici ucun, talaş kaldırma sırasında iş parçasına ilk temas edecek kısmını pembe renkli bir noktayla takip eder.

» **Toolpath:** Etkinleştirildiğinde takım yolları simülasyon ekranına gelir.
- **Show links [(Şou) Bağlantıları göster]:** Tornalama işleminin başından sonuna kadar takımın izleyeceği tüm yolu simülasyonun her anında gösterir. Görsel 4.101'de sarı renkle gösterilmiştir.
- **Show leads:** Kesmeye giriş ve çıkış hareketlerini gösterir. Görsel 4.101'de yeşil renkle gösterilmiştir.
- **Show cutting move (Muuv):** Kesme hareketlerini gösterir. Görsel 4.101'de mavi renkle gösterilmiştir.
- **Show points:** Kesme hareketi sonundaki geçiş noktalarını görüntüler. Noktalar tıklandığında iş parçasının o andaki durumu görünür. Görsel 4.101'de siyah renkle gösterilmiştir.



Görsel 4.101: Simülasyon takım yolları

» **Mode:** Kesme hareketlerinin hangi bölümlerinin hangi sırayla görüntüleneceğini kontrol eder.

- **All [(Ol) tüm] toolpath:** Seçilen tüm takım yollarını görüntüler.
- **Before position:** Kesme hareketinden önceki takım yolu konumları görüntülenir.
- **After position:** Takım yolu, kesme hareketinden önce görüntülenir. Hareket yolu siler.
- **Operation:** Yalnızca geçerli işlemi görüntüler.
- **Tail [(Teyl) Kuyruk]:** Son konumdan bir iz görüntüler.

Stock: Seçenek etkinleştirildiğinde belirlenen stok yeşil bir renk alarak ekrana gelir.

» **Colorization [(Kaluruzeyşın) Renklendirme]:** Stokun nasıl görüntüleneceğini kontrol eder.

- **Material:** Malzeme menüsünden iş parçası görünümü seçilir.
- **Operation:** Her takım yolu işlemi için benzersiz bir renk görüntüler.
- **Tool:** Takım numarasına göre her kesici yol için benzersiz bir renk görüntüler.
- **Comparison:** İşlenmiş yüzeyleri, işlenecek yüzeyleri veya stokun tolerans dâhilinde olup olmadığını belirtmek için renkleri kullanır.

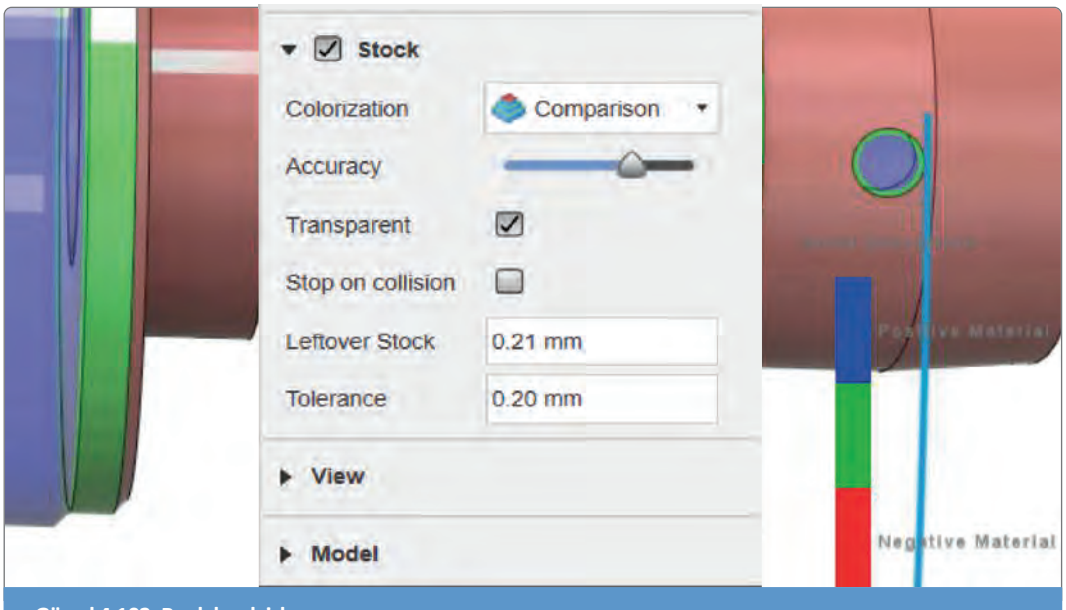
» **Material:** İş parçasının hangi malzemede görüneceği seçilir. Seçenekler yukarıdan aşağı sırayla seramik, metalik boya, ayna, vinil ve duvar boyasıdır. Comparison seçildiğinde aktif olmaz.

» **Stock Accuracy [(Ekurisi) Stok doğruluğu]:** Arttırıldığında simülasyonu oluşturma hızı yavaşlarken doğruluk artar.

» **Transparent:** Kütüğü yarı saydam yapar. Kütüğün içindeki parçanın işlenmiş hâlini görmek için uygundur.

» **Stop on collision (Çarpışmada dur):** Bir çarpışma veya kanal algılandığında simülasyonu durmaya zorlamak için etkinleştirilir.

» **Leftover Stock (Bırakılacak Stok):** Comparison seçildiğinde seçilebilir. Girilen değer, bırakılacak talaş payını belirler. Olması gerekenden fazla işlenmiş yerler kırmızı, talaş kaldırılması gereken yerler mavi, son şekle uygun olan yerler ise yeşil renkte görünür (Görsel 4.102).



Görsel 4.102: Bırakılacak işleme payı

» **Tolarance:** Bırakılacak talaş payı için tolerans değeri belirtilir. Mavi toleransın üzerinde, kırmızı toleransın altında ve yeşil tolerans dâhilindedir.

View [(Viu) Görüntüle]: Viewpoint (Bakış açısı) ve Show spindle direction ayarlarının yapıldığı yerdir.

» **Viewpoint (Bakış açısı):** Simülasyonun nasıl görüntülendiğini kontrol eder.

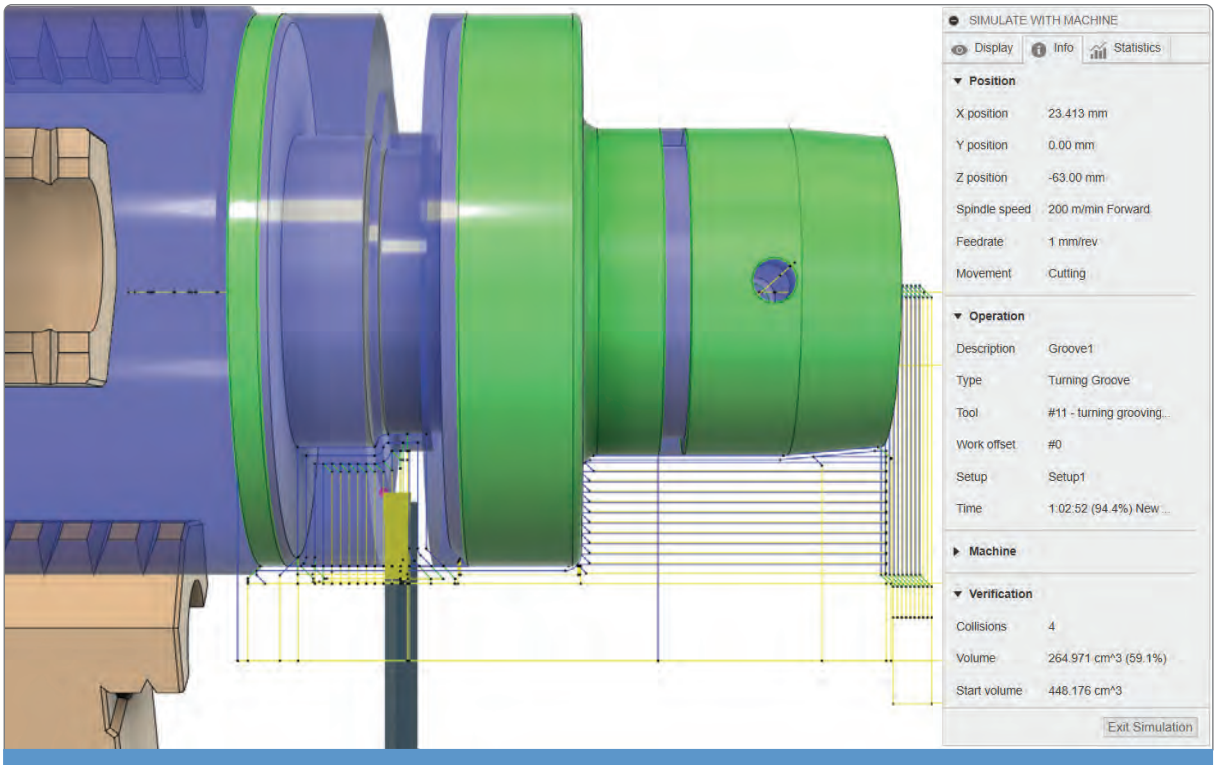
- **Model:** Takım iş parçasına göre hareket ederken iş parçası ekranda sabit görünecek şekilde görünümünü korur.
- **Tool:** Görünümü, model takıma göre hareket ederken takımı ekranda sabit görüneceği şekilde korur.

» **Show spindle direction:** Torna aynası dönme yönünü gösterir.

Model: Opacity [(Opasiti) Opaklık)], sağa doğru çekildiğinde iş parçasının opaklığını arttırır.

4.8.2. Simülasyon İnfo (Bilgi) Sekmesi

Simülasyon sırasında kesici takım, yapılan işlem, tezgâh bilgisi ve iş parçası hakkında anlık bilgi verir (Görsel 4.103).



Görsel 4.103: Simülasyon bilgi sekmesi

Position: Kesici takımın bulunduğu konumu ve kesme parametrelerini gösterir.

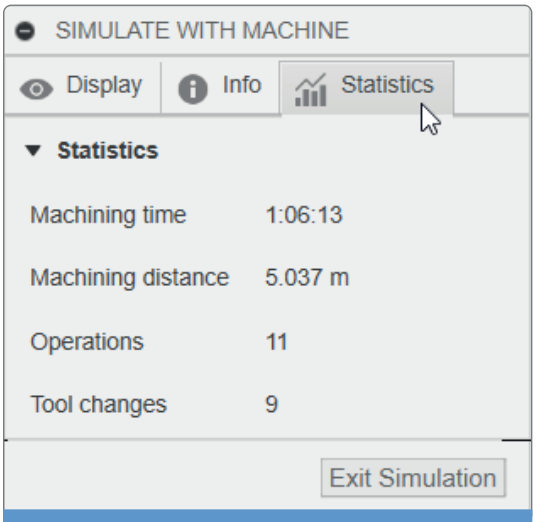
Operation: Seçilen işleme stratejisinin adını, kullanılan kesici takımı, makine ofsetini ve işleme süresini gösterir.

Machine: Seçilen ve programın kendi atadığı CNC tezgâhının tip ve özelliklerini gösterir.

Verification[(Verifikeyşın) Doğrulama]: Stokun ve çıkan talaşın hacmini gösterir.

4.8.3. Simülasyon Statistics (İstatistik) Sekmesi)

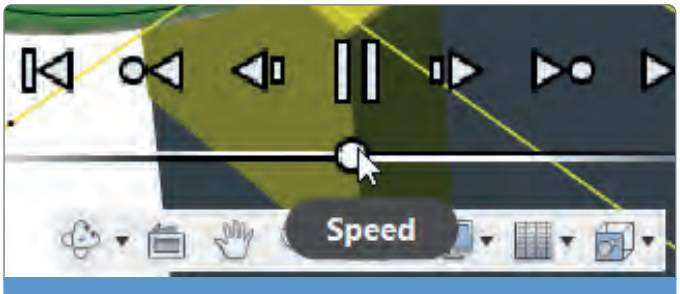
İşleme zamanı, katedilen toplam mesafe, operasyon sayısı ve değiştirilen kesici sayısı gösterilir (Görsel 4.104).



Görsel 4.104: Simülasyon istatistik sekmesi

4.8.4. Simülasyon Oynatıcı Kontrolleri

Simülasyon oynatıcı kontrolleri Görsel 4.105'te görüldüğü gibi ekranın altında yer alır.

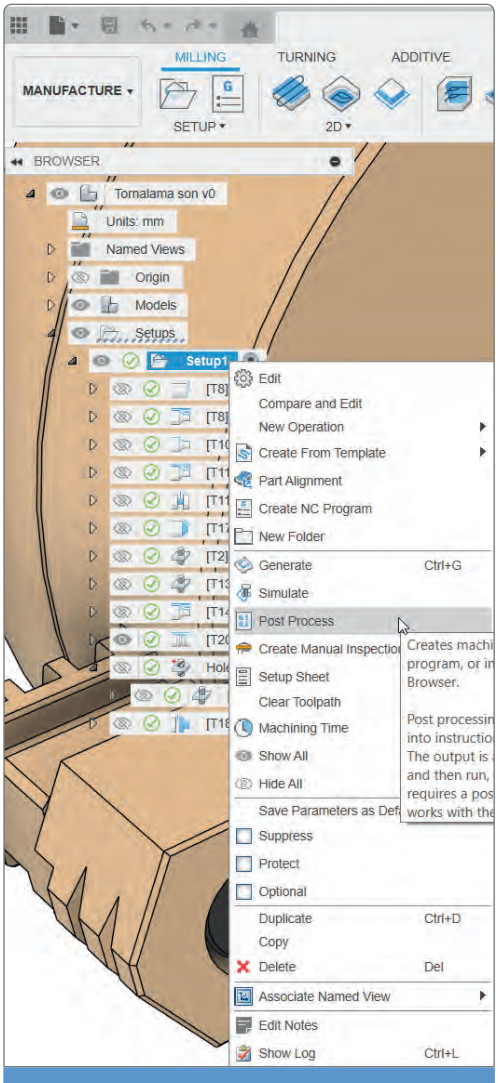


Görsel 4.105: Simülasyon oynatıcı kontrolleri

Ortadaki üçgen şekle basarak başlatılır. Sağındaki ok bir sonraki harekete, onun sağındaki bir sonraki operasyona, en sondaki ok ise takım yolunun en sonuna geçer. Soldakiler ise aynı işlemleri geriye doğru yapar. Kontrol oklarının altında, Görsel 4.105'te Speed yazan yerden takım yolu simülasyonu oynatma hızı kontrol edilir. Merkeze yaklaştıkça yavaşlar. Merkezin sağında takım yolu ileri, merkezin solunda ise geriye doğru oynatılır.

4.9. G VE M KODLARININ ÇIKARTILMASI

Tüm işlemler tamamlandıktan sonra takım yollarının bir NC makinesinin diline dönüştürülmesi gerekir. CNC kodlarının hazırlanmasına **post alma** denir. Bu işlem birkaç yöntemle yapılabilir. Tüm operasyonların G ve M kodlarını çıkarmak için SETUP sekmesi sağ tıklanıp Post Process tıklanır (Görsel 4.106).



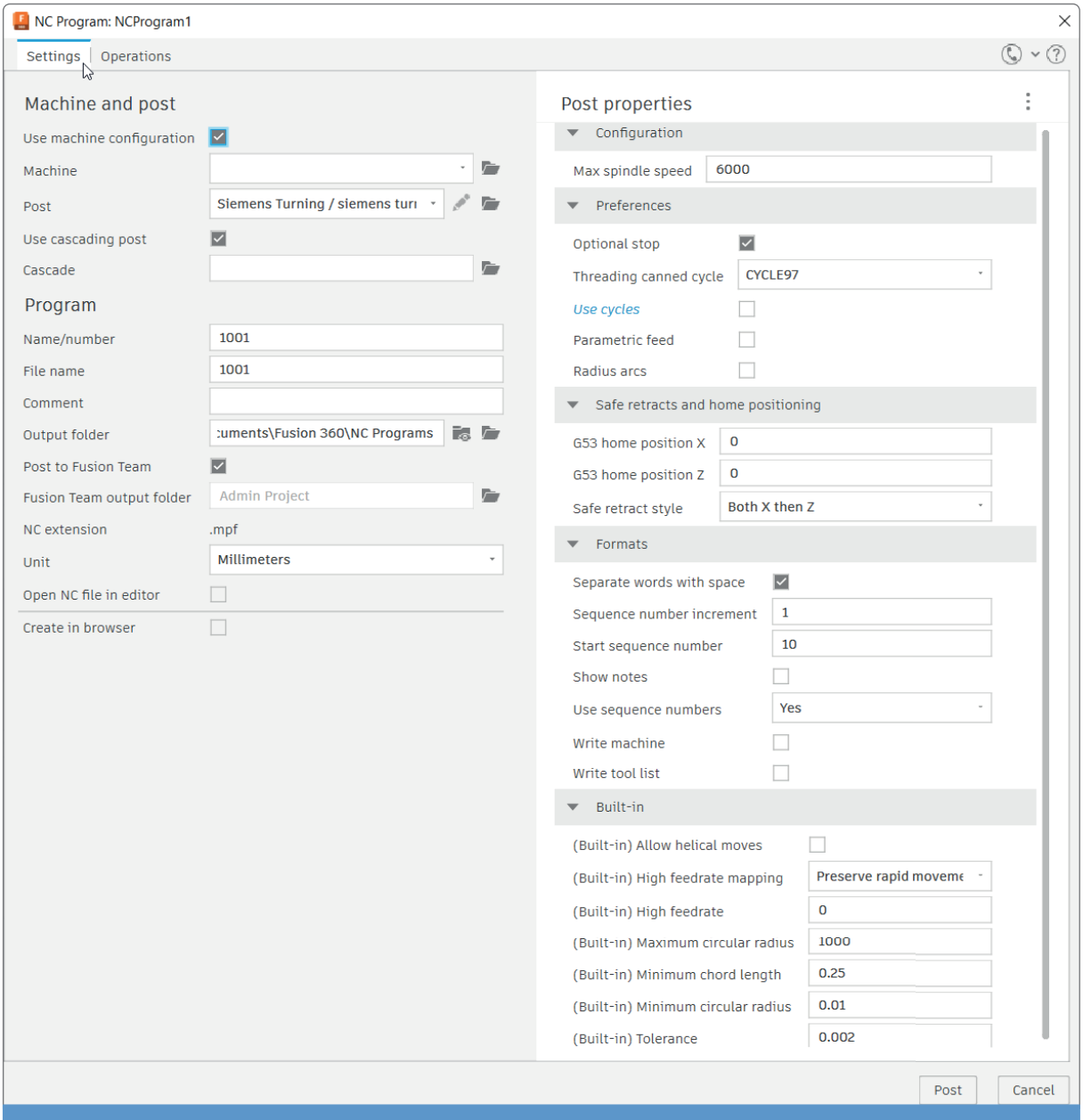
Görsel 4.106: Post alma

Hepsi yerine istenilen operasyonlarda pos almak için aynı yöntem sadece onlar için uygulanabilir. Diğer bir yöntem ise Görsel 4.107'de görülen ACTIONS sekmesinin altındaki Post Process butonunu tıklamaktır.

Görsel 4.107: Post alma butonu

4.9.1. NC Program Settings (Ayarları)

Post alma ayarlar sekmesi Görsel 4.108'de görülmektedir.



Görsel 4.108: Post alma ayarlar sekmesi

Machine and Post

» **Use machine configuration [(Kuhnfiguhrayşın) Yapılandırma]:** Tıklandığında Machine yazan kutucuktan tezgâh seçimi yapılabilir.

» **Post:** Kullanılacak tezgâhın kontrol ünitesine göre NC programlama dillerinden seçim yapılır.

» **Use cascading [(Kaskeyding) Basamaklı] pos:** Etkinleştirildiğinde kullanılmak istenen cascading pos yolu seçilerek kullanılır.

Program

» **Name/number:** Program adı veya numarası

» **File name:** Dosya adı

» **Comment:** Açıklama

» **Output Folder [(Autput foldır) Çıktı klasörü]:** Kaydedilecek klasör yolu seçilir.

» **Post to Fusion Team [(Tiim) Takım]:** NC programının Fusion Team'e yüklenip yüklenmeyeceği belirtilir.

» **Fusion Team output folder:** Fusion Team için kaydedilecek klasör yolu seçilir.

» **Unit:** Ölçü birimi inç veya mm olarak seçilir.

» **Open NC file in Editor (Editır):** NC dosyasının düzenleyicide açılıp açılmayacağı seçilir.

» **Create in browser [(Krieyt brouzır) Tarayıcıda oluştur]:** Tarayıcıda açmak için etkinleştirilir.

Post Proporties [(Prapıtis) Özellikler]

» **Preferences [(Preferensıs) Tercihler]**

- **Optional (Apşınıl) stop:** Gerektiğinde opsiyonel durdurma kodu verir.
- **Threading canned cycle:** Diş açma hazır çevrimi
- **Use cycles:** Delik delme çevrimi kullanımı
- **Parametric [(Peremetrik) Parametrik] feed:** Q değeri kullanarak ilerleme değerini belirler.
- **Radius arc:** Yayların posu alınırken IJK yerine yarıçap değerleri kullanılır.

» **Safe retracts and home (hom) positioning**

- **G53 home position X:** Makine X koordinat sistemi
- **G53 home position Z:** Makine Z koordinat sistemi
- **Safe retracts style:** Güveli geri çekilme şekli, sırayla yalnızca X, yalnızca Z, önce X sonra Z, önce Z sonra X, ikisi aynı çizgi şeklindedir.

» **Formats (Formatlar)**

- **Separate words with space (Seprıt vörds speys):** Sözcükler arasında boşluk bırakılır.
- **Sequence (Sikuıns) number increment (inkkrımınt):** Her satırdaki satır numarası artışının ne kadar olacağını belirler.
- **Start sequence number:** Başlangıçtaki satır numarasını belirler.
- **Show notes (Nots):** Operatörün notlarını yorum olarak yazar.
- **Use sequence number:** Satır numarası kullanımını açar.
- **Write [(Rayt) Yazmak] machine:** Tezgâh ayarlarını başlığa yazar.
- **Write tool list:** Kesici takım listesini başlığa yazar.

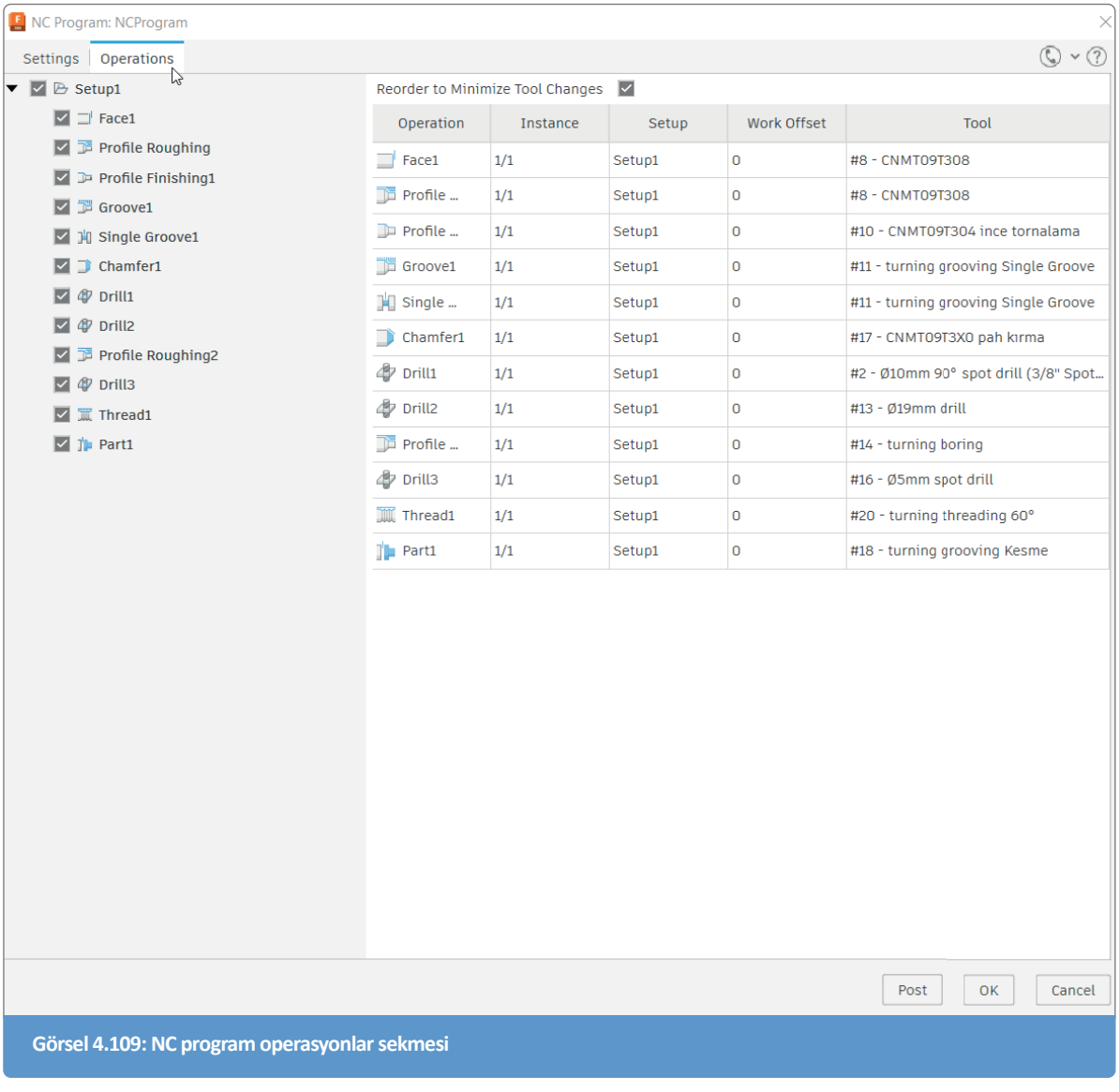
» **Built-in**

- **(Built-in) Allow helical moves:** Helisel hareketlere izin verir.
- **(Built-in) High feedrate:** Planlanan hızlı hareketlerin yerine kullanılacak yüksek ilerleme hızını belirtir.
- **(Built-in) Maximum circular radius:** Dairesel hareketlerde izin verilen en fazla yarıçapı belirtir.

- **(Built-in) Minimum chord lenght:** Dairesel hareketlerde izin verilen en az chord [kord (kiriş)] uzunluğunu belirtir.
- **(Built-in) Minimum circular radius:** Dairesel hareketlerde izin verilen en az yarıçapı belirtir.
- **(Built-in) Tolarance:** Doğrusallaştırma için tolerans değeri girilir.

4.9.2. NC Program Operations (Operasyonlar)

Post alınacak operasyonlar Görsel 4.109'daki Operations sekmesinde görülmektedir.

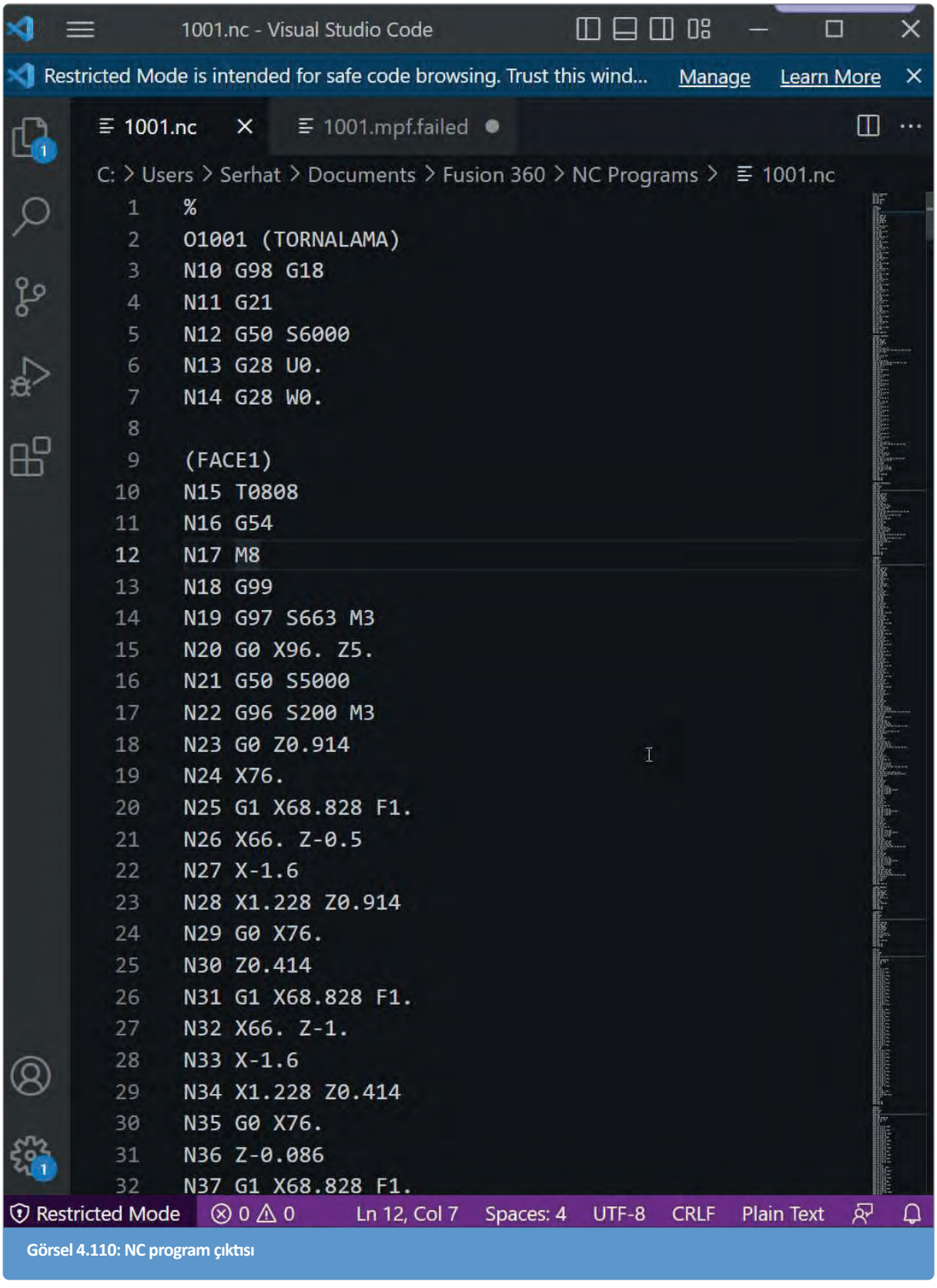


Görsel 4.109: NC program operasyonlar sekmesi

Operasyon isimlerinin solundaki onay kutuları tıklanarak istenilen operasyonlar devre dışı bırakılabilir veya etkinleştirilebilir.

Reorder to Minimize Tool Changes: Takım değişikliği sayısını en aza indirmek için işlemleri birden çok kurulumda yeniden sıralar. Her bir kurulumdaki gerçek işlem sırası aynı kalır.

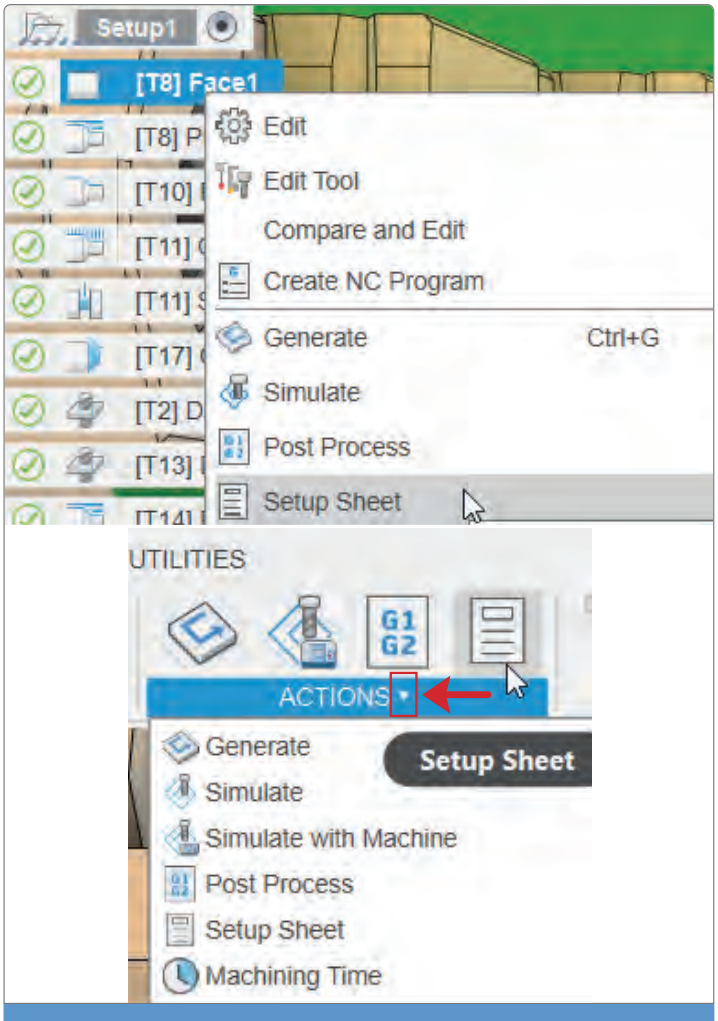
Post butonu tıklandıktan sonra işlem gerçekleşir (Görsel 4.110).



Görsel 4.110: NC program çıktısı

4.10. SETUP SHEET (KURULUM SAYFASI)

Setup Sheet, CNC operatörü için NC programına genel bir bakış oluşturur. Takım verileri, işleme istatistikleri, stok ve iş parçası konumu gibi verileri sağlar. Bunun için ilk olarak kurulum sayfasını oluşturmak istenen operasyon veya operasyonlar unsur ağacından seçilir. Bundan sonraki işlem üç farklı şekilde yapılabilir. Birincisi Actions sekmesinin en sağında yer alan Görsel 4.111'deki Setup Sheet butonu sol tıklamaktır. İkinci yol olarak Actions sekmesinin yanındaki ok tıklanır ve açılan pencereden Setup Sheet yazan kısım sol tıklanır.



Görsel 4.111: Kurulum sayfası oluşturma

Üçüncü yöntem ise kurulum sayfasını oluşturmak istenen operasyon veya operasyonlar unsur ağacından sağ tıklanır ve açılan pencereden Setup Sheet yazan kısım sol tıklanır. Bundan sonraki aşama üç yöntem için de aynıdır. Setup Sheet butonu tıklandıktan sonra program dosyayı kaydetme klasörü seçilir. Bu işlem tamamlandığında HTML formatında bir dosya oluşur (Görsel 4.112).

Setup Sheet for Program 1001

Job Description: Setup1
Document Path: Tornalama v1

Setup

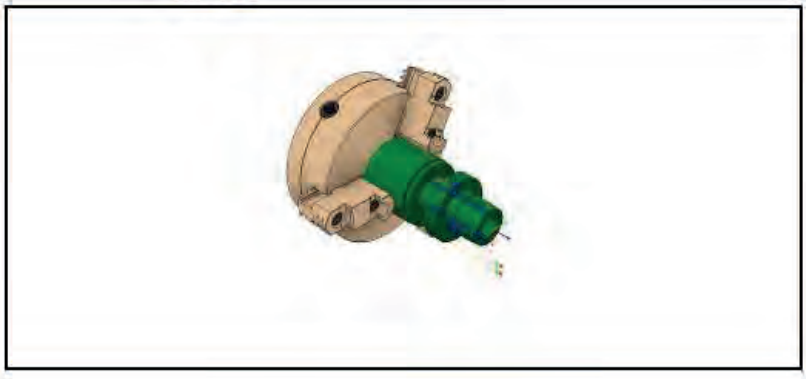
WCS: #0

Stock:
DX: 66mm
DY: 66mm
DZ: 131mm

Part:
DX: 64mm
DY: 64mm
DZ: 72mm

Stock Lower in WCS #0:
X: -33mm
Y: -33mm
Z: -131mm

Stock Upper in WCS #0:
X: 33mm
Y: 33mm
Z: 0mm



Total

Number Of Operations: 1
Number Of Tools: 1
Tools: **T18**
Maximum Z: 5mm
Minimum Z: -80mm
Maximum Feedrate: 5000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 87.6mm
Rapid Distance: 170mm
Estimated Cycle Time: 21s

Tools

T18 D18
Type: groove turning
Insert: Square
Width: 3mm
Nose radius: 0.8mm
Compensation: Tip tangent
Description: Kesme

Tool Orientation in Turret: Radial Holder: External Right
Minimum Z: -80mm
Maximum Feed: 5000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 87.6mm
Rapid Distance: 170mm
Estimated Cycle Time: 6s

Operations

Operation 1/1
Description: Part1
Strategy: Turning Part
WCS: #0
Tolerance: 0.01mm

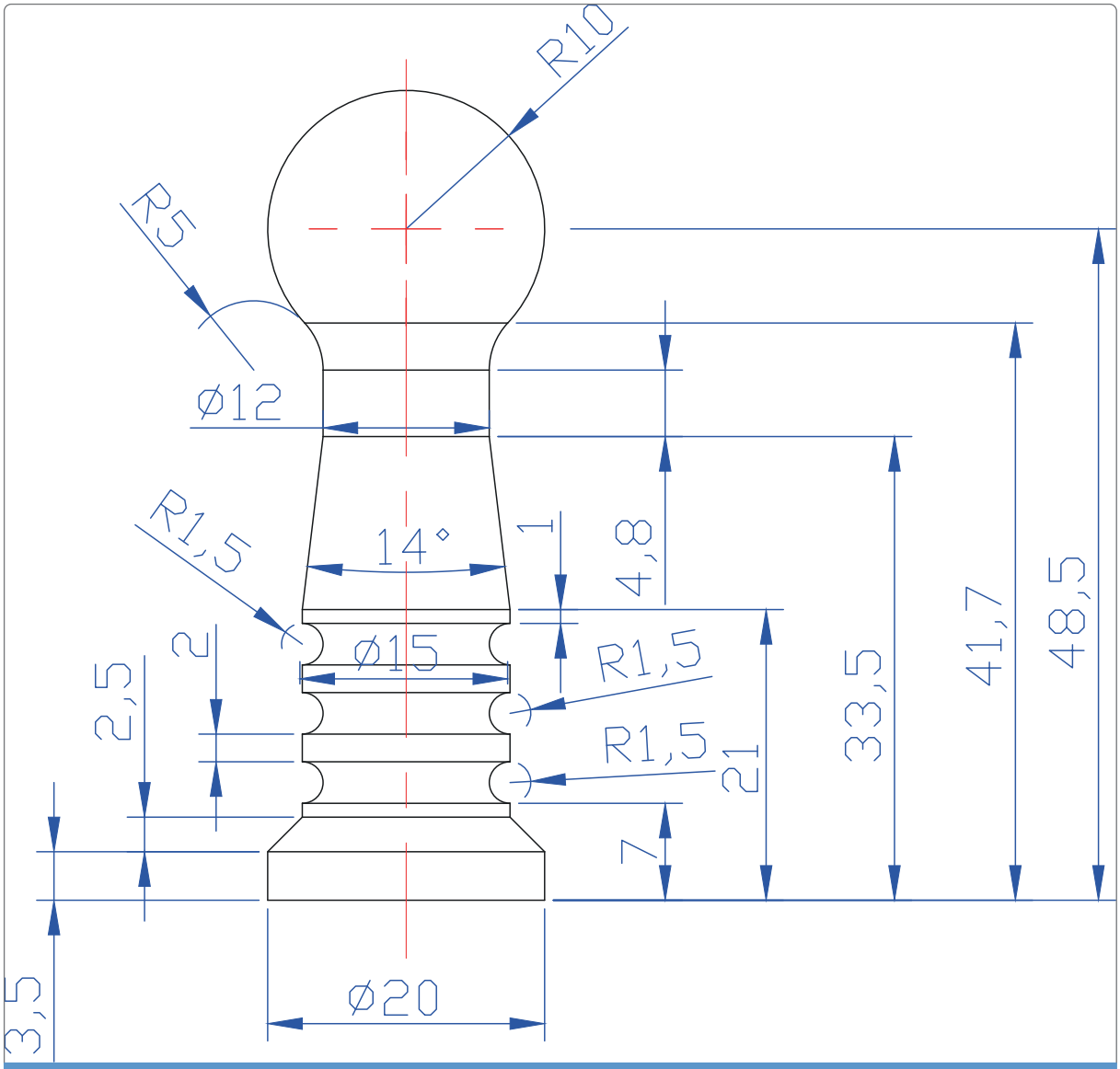
Maximum Z: 5mm
Minimum Z: -80mm
Surface Speed: 200m/min
Feedrate per Rev: 1mm
Cutting Distance: 87.6mm
Rapid Distance: 170mm
Estimated Cycle Time: 6s
Coolant: Flood

T18 D18
Type: groove turning
Insert: Square
Width: 3mm
Nose radius: 0.8mm
Compensation: Tip tangent
Description: Kesme

Görsel 4.112: Kurulum sayfası çıktısı

SIRA SİZDE

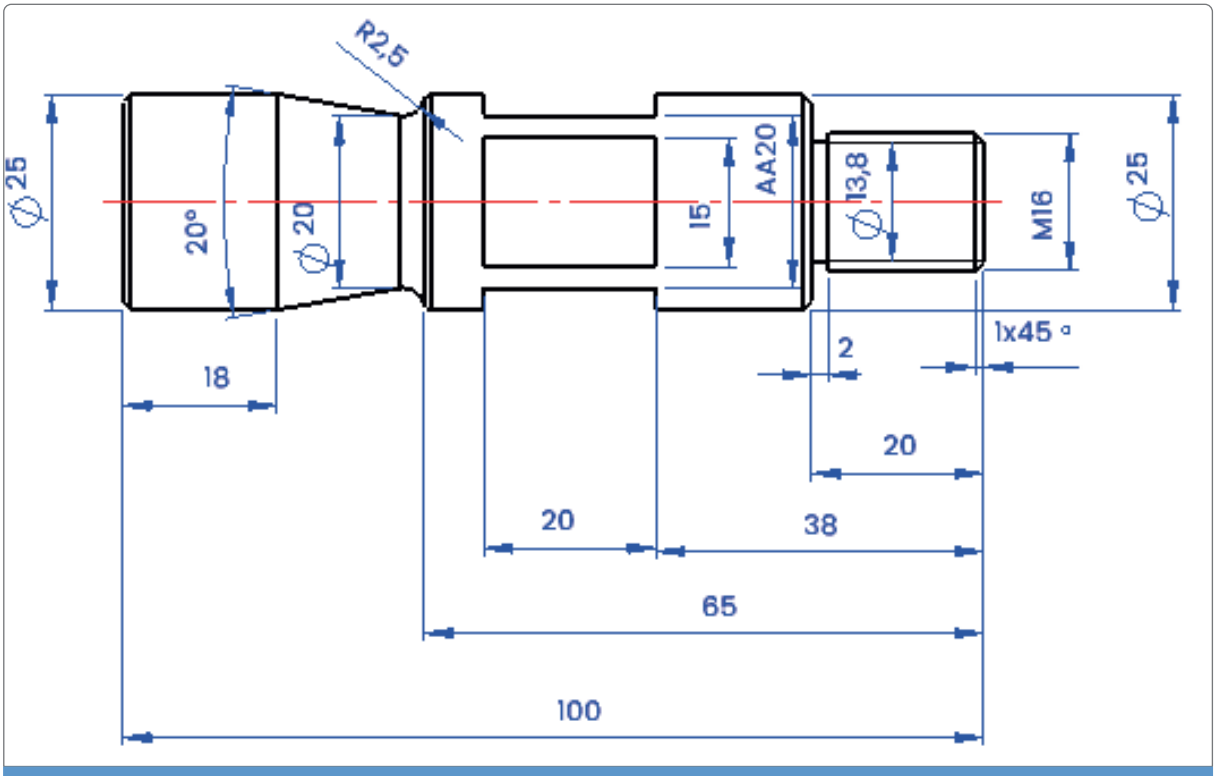
Görsel 4.113'te şekli verilen iş parçasını CNC torna tezgâhında işleyebilmek için gerekli CNC kodlarını Fusion 360 CAM programını kullanarak oluşturunuz.



Görsel 4.113: CNC torna iş parçası piyon

SIRA SİZDE

Görsel 4.114'te şekli verilen iş parçasını CNC torna tezgâhında işleyebilmek için gerekli CNC kodlarını Fusion 360 CAM programını kullanarak oluşturunuz.



Görsel 4.114: CNC torna iş parçası kalıp bağlama sapı

4.1. UYGULAMA

UYGULAMA ADI: CAM Programında İki Eksende ve C Eksende Tornalama

AMAÇ: Fusion 360 CAM programını kullanarak iş parçasını CNC torna tezgâhında işlemeye hazır hâle getirmek

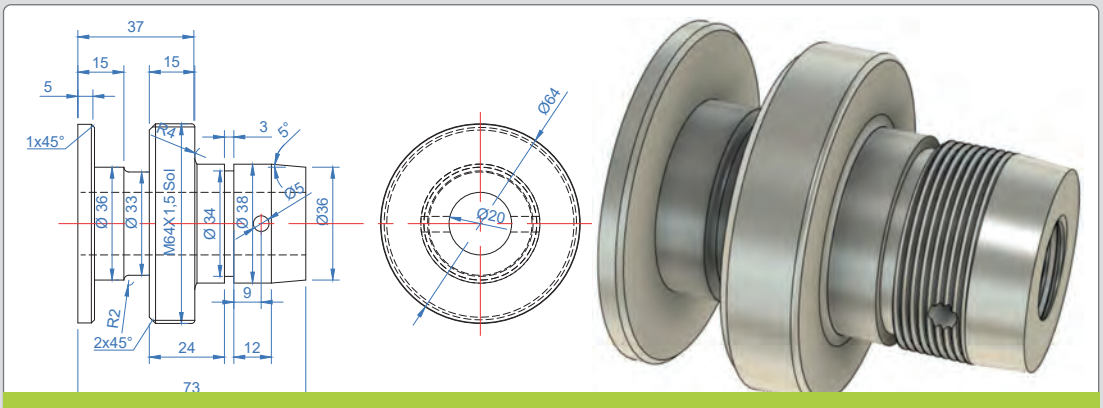
YÖNERGE: Aşağıda şekli verilen iş parçasını CNC torna tezgâhında işleyebilmek için gerekli CNC kodlarını Fusion 360 CAM programını kullanarak oluşturunuz. Uygulama süresi 120 dakikadır. Çalışmanız uygulama sonunda verilen ölçütlere göre değerlendirilecektir.

MALZEME LİSTESİ VE STOK ÖLÇÜLERİ

» Fusion 360 programın kurulu olduğu bir bilgisayar

» CNC torna tezgâhı

» Stok ölçüleri Ø66x131 (Görsel 4.115). Verilmeyen ölçüler yaklaşık alınacaktır.



Görsel 4.115: CNC torna iş parçası

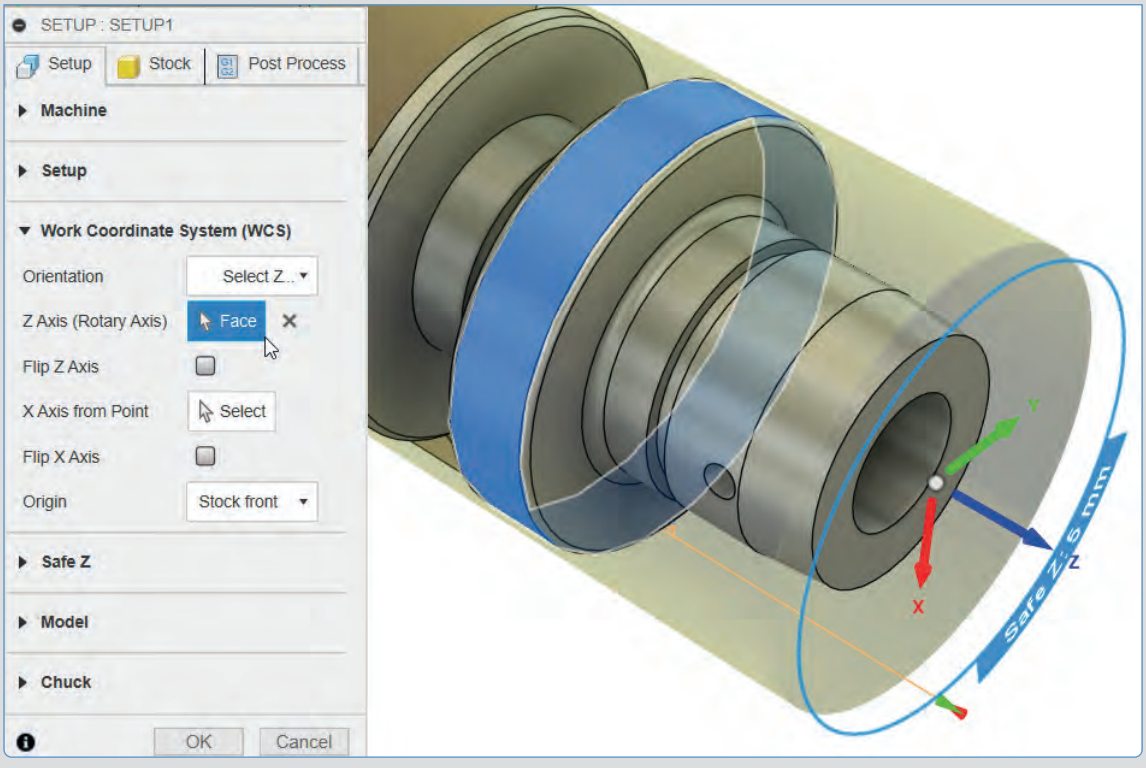
İŞLEM BASAMAKLARI

» Fusion 360 programı içerisindeki oluşturduğunuz çizim parçasını açınız ve "Manufacture" seçeneği ile CAM ortamına geçiş yapınız.

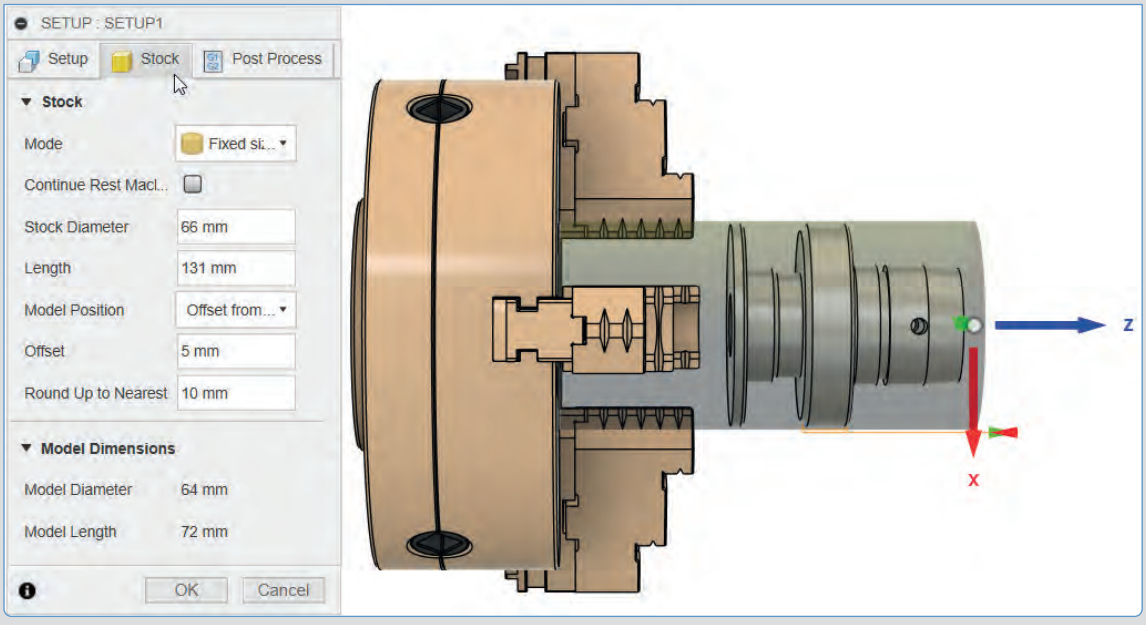
» CAM kısmından Setup ikonuna tıklayınız ve operasyon tipi için tornalamayı seçiniz.

4.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» **Setup** kısmında bulunan **Work Coordinate System** seçeneğinden Z Axis'i seçerek sıfır noktasını tanımlayınız.



» Setup seçeneğinde bulunan Stock menüsünden stokun ölçülerini belirleyiniz.



4.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Tornalama işlemlerinde kullanılacak olan takımlar, takım kütüphanesinde daha önceden tanımlanmamışsa, başlamadan önce takım kütüphanesine girerek gerekli takım seçimlerini yapınız.

» Alın tornalama işlemi için Turning Face butonunu tıkladıktan sonra takım ayarlarını yapınız.

» Alın tornalama Geometri ayarlarını yapınız.

» Alın tornalama Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Alın tornalama Geçiş ayarlarını yapınız.

» Alın tornalama Linking ayarlarını yapınız.

» Kaba tornalama işlemi için Profile Roughing butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» Kaba tornalama Geometri ayarlarını yapınız.

» Kaba tornalama Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Kaba tornalama Geçiş ayarlarını yapınız.

» Kaba tornalama Linking ayarlarını yapınız.

» Finiş tornalama işlemi için Turning Profile Finishing butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

4.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Finiş tornalama Geometri ayarlarını yapınız.

» Finiş tornalama Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Finiş tornalama Geçiş ayarlarını yapınız.

» Finiş tornalama Linking ayarlarını yapınız.

» Kanal tornalama işlemi için Turning Groove butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» Kanal tornalama Geometri ayarlarını yapınız.

» Kanal tornalama Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Kanal tornalama Geçiş ayarlarını yapınız.

» Kanal tornalama Linking ayarlarını yapınız.

» Tek kanal tornalama işlemi için Turning Single Groove butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» Tek kanal tornalama Geometri ayarlarını yapınız.

» Tek kanal tornalama Geçiş ayarlarını yapınız.

4.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Tek kanal tornalama Linking ayarlarını yapınız.

» Pah kırmak için Turning Chamfer butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» Pah kırma Geometri ayarlarını yapınız.

» Pah kırma Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Pah kırma Geçiş ayarlarını yapınız.

» Pah kırma Linking ayarlarını yapınız.

» Delik delme işlemi için Drilling butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» Delik delme Geometri ayarlarını yapınız.

» Delik delme Yükseklik için gerekli seçimleri yapınız.

» Delik delme Döngü ayarlarını yapınız.

» Delik delme Linking ayarlarını yapınız.

» Vida açma işlemi için Turning Thread butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

4.1. UYGULAMANIN DEVAMI

» Vida açma Geometri ayarlarını yapınız.

» Vida açma Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» Vida açma Geçiş ayarlarını yapınız.

» Vida açma Linking ayarlarını yapınız.

» İş parçasını kesmek için Turning Part butonunu tıkladıktan sonra Takım ayarlarını yapınız.

» İş parçasını kesme Geometri ayarlarını yapınız.

» İş parçasını kesme Güvenli Çalışma Düzlemi için gerekli seçimleri yapınız.

» İş parçasını kesme Geçiş ayarlarını yapınız.

» İş parçasını kesme Linking ayarlarını yapınız.

» Simülasyonu çalıştırıp hatalı bir işlem varsa düzeltiniz.

» Post Process butonuna tıklayarak NC kodlarını oluşturun.

» Kurulum sayfasını oluşturun ve son kontrolleri yapınız.

4.1. UYGULAMANIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	**HAYIR**
1.	Çizim parçasını açtı.		
2.	Manufacture modülüne geçti.		
3.	Setup ayarlarını hatasız olarak yaptı.		
4.	Alın tornalamak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
5.	Kaba tornalamak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
6.	Finiş tornalamak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
7.	Kanal tornalamak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
8.	Tek kanal tornalamak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
9.	Pah kırmak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
10.	Delik delmek için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
11.	Vida açmak için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
12.	İş parçasını kesmek için gerekli ayarları hatasız olarak yaptı.		
13.	Simülasyonu çalıştırdı.		
14.	NC kodlarını ve kurulum sayfasını oluşturdu.		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Fusion 360, Solidworks, Catia ve Unigraphics NX dosyalarını dosya formatını değiştirmeden açabilir.

2. (.....) DRAWING sol tıklanarak CAM modülüne geçiş yapılır.

3. (.....) Tezgâh ve Ayna pozisyon seçimi MESH sekmesinden yapılır.

4. (.....) Kesici Takım Tool library'den seçilir.

5. (.....) İş parçalarının kesilmesi Turning Part işleminden yapılır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki işlemlerden hangisi alın tornalama için kullanılır?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Part
E) Turning Profile Finishing

2. Aşağıdaki işlemlerden hangisi kaba tornalama için kullanılır?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Part
E) Turning Profile Finishing

3. Aşağıdaki işlemlerden hangisi finiş tornalama için kullanılır?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Part
E) Turning Profile Finishing

4. Aşağıdaki işlemlerden hangisi kanal tornalama için kullanılır ?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Part
E) Turning Profile Finishing

5. Aşağıdaki işlemlerden hangisi vida açma için kullanılır?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Thread
E) Turning Profile Finishing

6. Aşağıdaki işlemlerden hangisi pah kırma için kullanılır?

A) Turning Chamfer
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Thread
E) Turning Profile Finishing

7. Aşağıdakilerden hangisi C eksende tornalama işlemlerinden biridir?

A) Turning Face
B) Turning Groove
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Thread
E) Drilling

8. Aşağıdaki işlemlerden hangisi G ve M kodlarını çıkarmada kullanılır?

A) Turning Chamfer
B) Post Process
C) Turning Profile Roughing
D) Turning Thread
E) Turning Profile Finishing

9. Aşağıdaki işlemlerden hangisi simülasyon oluşturmada kullanılır?

A) Turning Chamfer
B) Post Process
C) Simulate with Machine
D) Turning Thread
E) Turning Profile Finishing

10. Aşağıdaki işlemlerden hangisi tek kanal tornalama işlemi için kullanılır?

A) Turning Single Groove
B) Post Process
C) Simulate with Machine
D) Turning Thread
E) Turning Profile Finishing

11. Torna ayna ayakları ile iş parçasının işleme bitiş bölgesinin aralığının belirlendiği ayar aşağıdakilerden hangisinden yapılır?

A) Turning Single Groove
B) Post Process
C) Simulate with Machine
D) Chuck Reference
E) Turning Profile Finishing

12. Tornada işlenecek modellerin işlenmemiş kütük parça hâlini oluşturma işlemi aşağıdakilerden hangisinden yapılır?

A) Turning Single Groove
B) Post Process
C) Simulate with Machine
D) Chuck Reference
E) Stock

13. Aşağıdaki işlemlerden hangisi SETUP dosyasından ayarlanamaz?

A) Tezgâh seçimi ve ayarları
B) Operasyon tipinin seçimi
C) Tezgâh ve ayna pozisyon seçimi
D) İş parçası sıfır noktası tanımlama
E) Alın tornalama

14. Aşağıdaki işlemlerden hangisi delik delme işlemi için kullanılır?

A) Turning Single Groove
B) Post Process
C) Simulate with Machine
D) Drilling
E) Turning Profile Finishing

5. FREZEDE CAM UYGULAMALARI

KONULAR

5.1. CAM PROGRAMINA GİRİŞ HAZIRLIK AYARLARI

5.2. CAM FREZELEME PARAMETRELERİ

5.3. 2½ EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI

5.4. ÜÇ EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI

5.5. BEŞ EKSEN SİMULTANE İŞLEME

5.6. DÖRT EKSEN SARMAL (WRAP) İŞLEME

TEMEL KAVRAMLAR

2½ eksen CAM frezeleme, üç eksen CAM frezeleme, dört eksen CAM frezeleme, beş eksen CAM frezeleme, tool, geometry, heights, passes, linking

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- CAD programından CAM programına geçiş
- CAM Programında işleme yapabilmek için freze tezgâhları başlangıç ayarları
- CAM programı ile 2 ½ eksen frezeleme işlemleri
- CAM programı ile üç eksende frezeleme işlemleri
- CAM programı ile dört eksende frezeleme işlemleri
- CAM programı ile beş eksende frezeleme işlemleri
- CAM programında freze tezgâhları için takım yolu oluşturma
- CAM programında freze tezgâhları için simülasyon ile kontrol

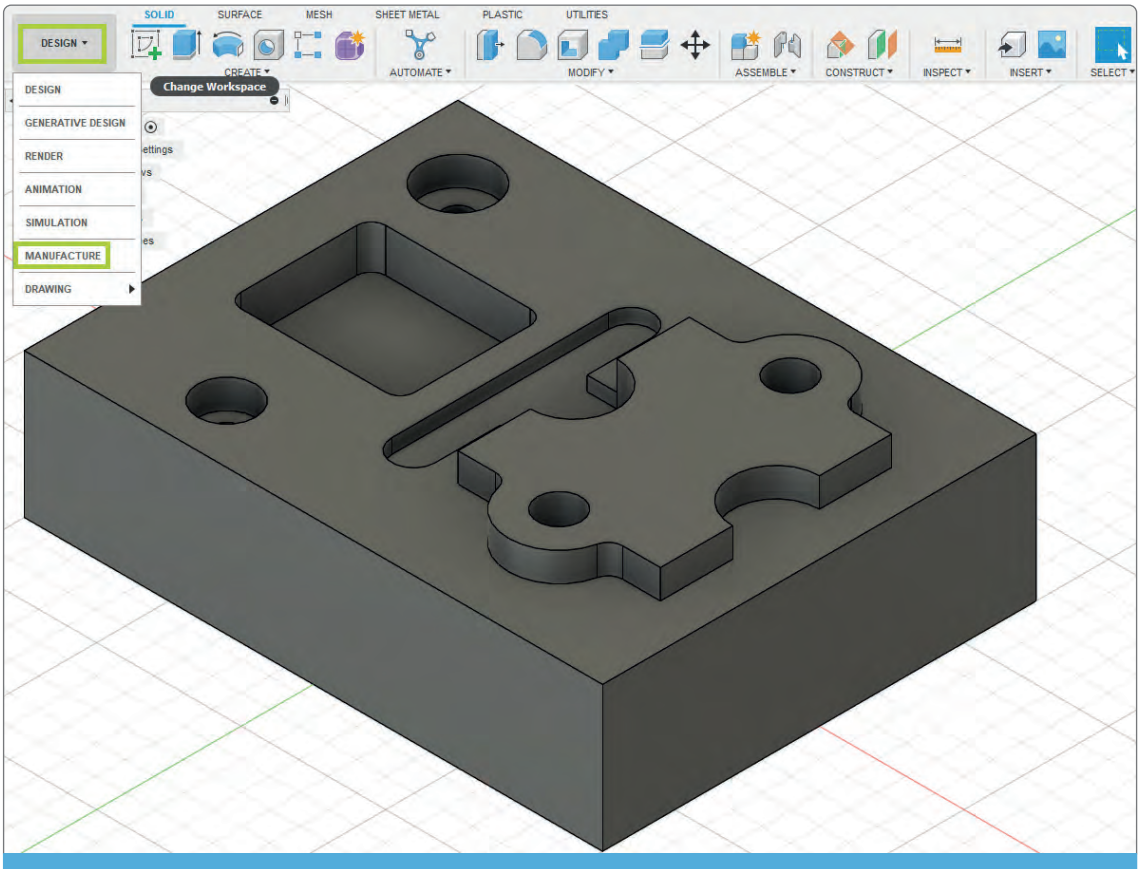
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. CAM programında işlemek sizce ne gibi faydalar sağlar?
2. CAM programı kullanılmadan önce formlu parçalar sizce nasıl işleniyordu?
3. CAM programı kullanılmadan ne tür işlemeler için manuel program yazılabilir?
4. Sizce neden çok eksenli işlemelere ihtiyaç vardır?

Eğrisel ve karmaşık yüzey formuna sahip iş parçalarına manuel CNC kodları oluşturmak zahmetli, hata yapma ihtimali yüksek ve bazen de imkânsız olabilmektedir. CAM program yazılımları 3D modeli oluşturulan parçayı otomatik algılar, hata ihtimalini ortadan kaldırır ve işleme stratejileri açısından çokça seçenek sunar. Aynı zamanda yüzey kalitesinin artırılması, işleme zamanının azaltılması ve sorunsuz üretim açısından da avantajlar sağlamaktadır. Tüm bunlara ilaveten binlerce satırdan oluşan CNC kodlarının manuel olarak yazılması ve kontrol edilmesi çok zordur. Bu zorlukların aşılarak farklı üretim stratejilerinin oluşturulması CAM yazılımları sayesinde mümkündür.

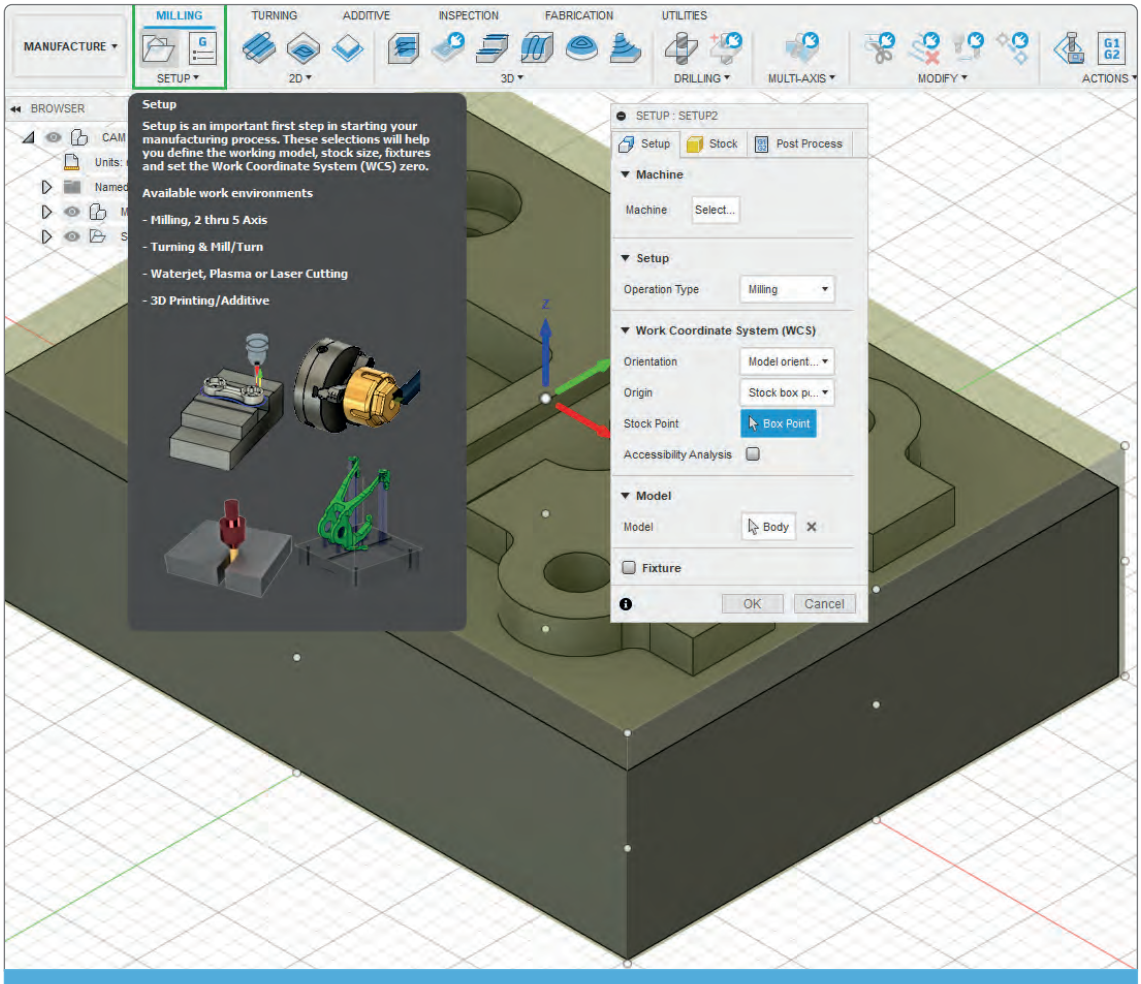
5.1. CAM PROGRAMINA GİRİŞ HAZIRLIK AYARLARI

CAM programında imalat programı hazırlanılacak parçanın 3D modeli dosyası açıldıktan sonra program içerisinde **DESIGN** menüsü altındaki seçenekler açılır ve **MANUFACTURE** menüsü seçilir (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: CAM uygulamasına geçiş işlemi

CAM programı içerisinde **Manufacture** menüsüne geçiş yapıldıktan sonra **Milling** sekmesi altından **Setup** klasörü aktif hâle getirilerek model, kütük ve koordinat sistemi(parça sıfır noktası) gibi parametrelerin tanımlanması yapılır (Görsel 5.2).



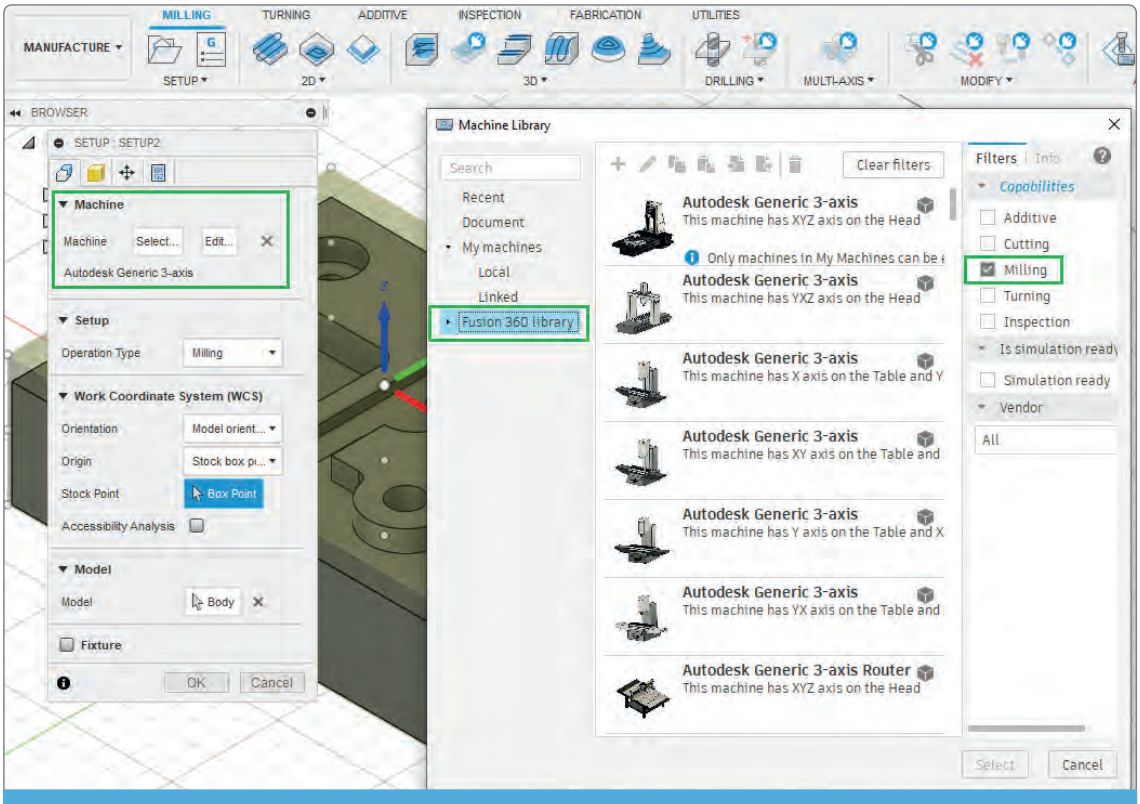
Görsel 5.2: CAM freze parça işleme hazırlık ayarlarının yapılması

Görsel 5.2'de görüldüğü üzere ikon seçimi yapıldığında setup pencere içerisinde frezeleme işlemi gerçekleştirileceği için ilk olarak Machine seçeneğinden ilgili tezgâh seçimi yapılır (Görsel 5.3).

Tezgâh seçimi, işlenecek parçanın özelliklerine ve işleme gereksinimlerine uygun olmalıdır. İş parçasının boyutları, malzemesi, karmaşıklığı ve diğer faktörler, doğru tezgâhın seçilmesinde etkili olacaktır. Tezgâh seçimi yaparken dikkate almanız gereken bazı faktörler şunlardır:

Boyut ve Kapasite: İş parçasının boyutlarına uygun bir tezgâh seçilmelidir. İşlenecek parçaların maksimum boyut ve ağırlık kapasitesini karşılayabilen bir frezeleme tezgâhı tercih edilmelidir.

İşleme Çeşitliliği: Tezgâhın işleme çeşitliliği de önemlidir. Birden fazla eksenli hareket kabiliyeti, farklı kesme yöntemlerinin uygulanabilmesi ve çeşitli işleme adımlarının gerçekleştirilebilmesi, tezgâhın işleme çeşitliliğini artırır.



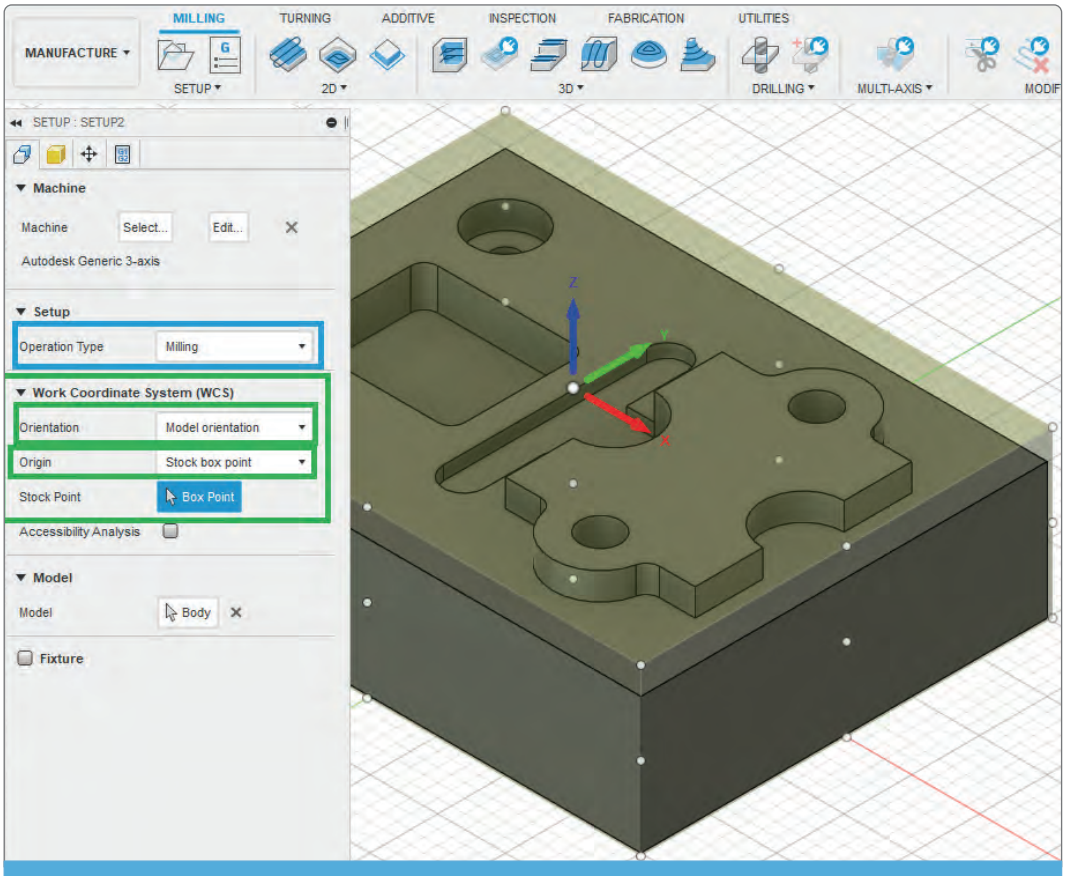
Görsel 5.3: Tezgâh seçiminin yapılması

Operation Type (Opıreyşın Tayp) seçeneğinden Milling seçilir ve ardından da referans noktası (orijini) tanımlaması (Work Coordinate System – WCS) yapılır. Programın otomatik olarak belirlediği eksen yönleri (X, Y ve Z eksenleri) ve ilgili nokta istenen konum ve yönde değil ise Orientation (Yönlendirme) seçeneğinden X, Y ve Z eksenlerinin yönleri ve ilgili konum noktası oluşturularak Origin (Başlangıç Noktası) seçeneğinden ise X0, Y0 ve Z0 noktası nihai konum ve yönler belirlenir (Görsel 5.4).

Milling (frezeleme) işlemi seçildikten sonra referans noktası tanımlaması yapılması gerekmektedir. Referans noktası, iş parçasının kesme hareketlerinin başlangıç noktasını belirlemek için kullanılır ve işleme programının doğru bir şekilde çalışmasını sağlar.

Referans noktası tanımlaması genellikle iş parçasının ortasından veya operatörce belirlenecek belirli bir noktasına yapılır. Bu, tezgâhın kontrol sistemi tarafından işlenecek parçanın pozisyonunu doğru bir şekilde tespit etmek için kullanılır. Referans noktası belirlendikten sonra, işleme programı bu noktaya göre iş parçasının hareketini kontrol eder.

İşleme programında, referans noktası kullanılarak iş parçasının kesme hareketleri belirlenir. Kesici takımların ve tezgâhın hareketleri, referans noktasına göre hesaplanır ve iş parçasının istenilen şekilde işlenmesi sağlanır.



Görsel 5.4: CAM freze parça sıfır noktası ayarı

İmalatı yapılacak malzeme için tezgâha bağlanacak ham malzemeyi(kütük) tanımlamak için **SETUP** menüsünde yer alan **STOCK** sekmesine geçiş yapılır (Görsel5.5). Stok (kütük) için "Mode" alanında seçili olarak gelen "Relative size box" altında farklı seçeneklerle ilgili ham malzeme ölçü sınırları tanımlanır.

Stok Seçim Yöntemleri

Fixed Size Box: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak dikdörtgen prizmaya sığdırarak sınırlarından stok oluşturur.

Relative Size Box: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak isteğe bağlı değişken yükseklikte dikdörtgen prizma ile stok oluşturur.

Fixed Size Cylinder: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak silindir içine sığdırarak parça sınırından stok oluşturur.

Relative Size Cylinder: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak isteğe bağlı değişken yükseklikte silindir ile stok oluşturur.

Fixed Size Tube: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak iş parçasını bir tüp içine sığdırarak stok oluşturur.

Relative Size Tube: İş parçasının dış ölçülerini referans alarak isteğe bağlı değişken yükseklikte iş parçasını bir tüp içine alarak stok oluşturur.

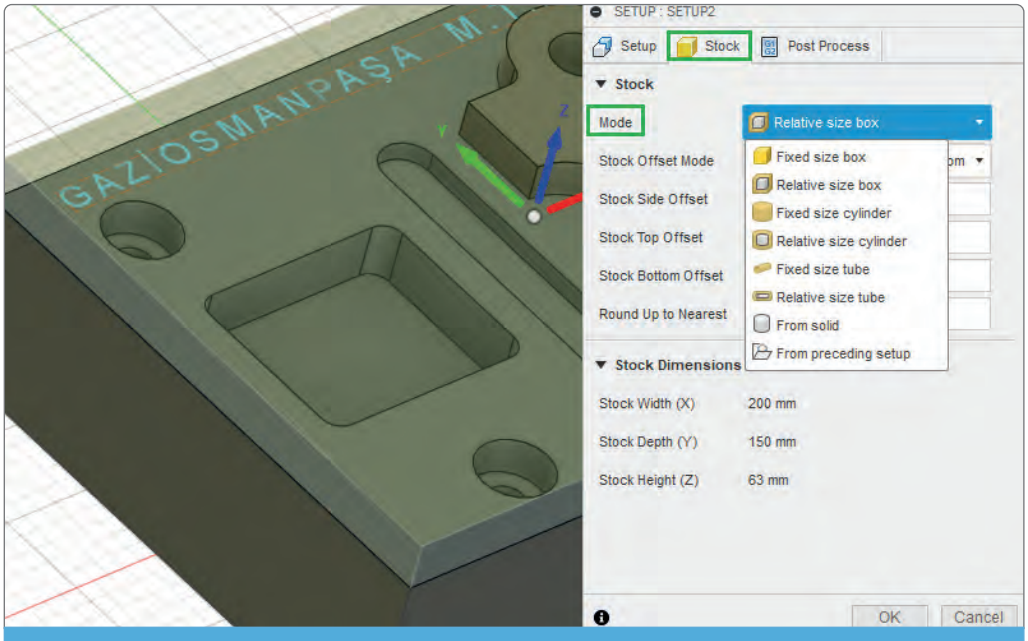
From Solid: İş parçasını veya çizimi yapılan başka bir parça stok olarak tanımlanabilir.

Stok Offset Ayarları

No additional stock: İş parçasının dış sınırlarını referans alır ve ilave bir talaş payı verilmez.

Add stock to sides and top – bottom: İş parçasının dış sınırlarını referans alır ve isteğe bağlı olarak iş parçasının alt ve üst yüzeylerine ilave talaş payı verilebilir.

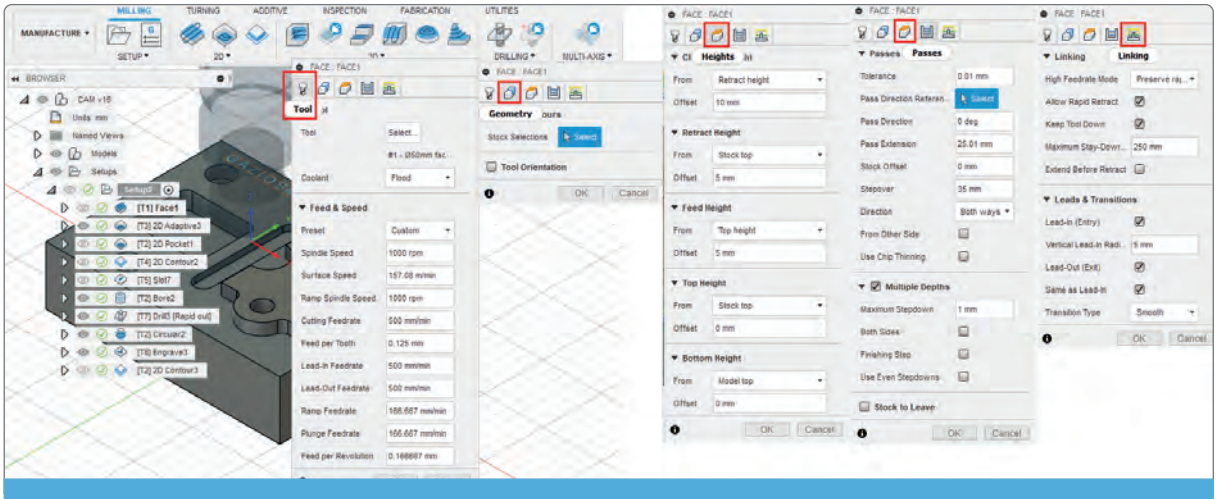
Add stock sides: İş parçasının dış sınırlarını referans alır ve isteğe bağlı olarak iş parçasının yan yüzeylerine ilave talaş payı verilebilir(Görsel 5.5).



Görsel 5.5: CAM freze işleme parçasına stok oluşturma

5.2. CAM FREZELEME PARAMETRELERİ

CAM freze işleme operasyonları oluşturulurken tüm işleme stratejilerinde kullanılan ortak sekmeler mevcuttur. Bu sekmeler sırasıyla "TOOL", "GEOMETRY", "HEIGHTS", "PASSES" ve "LINKING" sekmeleridir (Görsel 5.6).

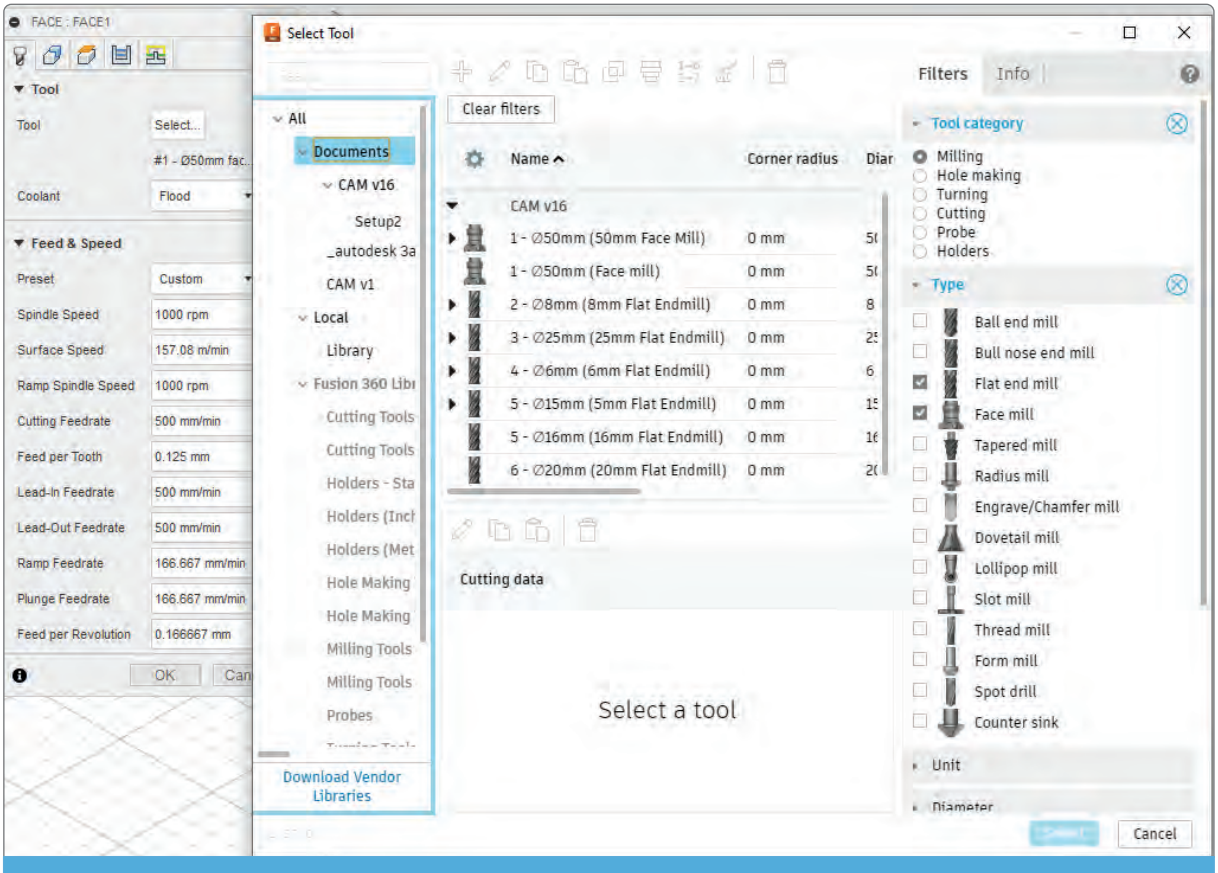


Görsel 5.6: CAM Frezeleme işlemi ayar menüleri

5.2.1. Cutting Tool Selection (Kesici Takım Seçimi)

TOOL sekmesi seçildiğinde, işleme stratejisine bağlı olarak kesici uç belirlenir. Kesici uç parametreleri kullanılacak olunan mevcut takıma göre güncellenir. Kesme parametreleri (devir,ilerleme değerleri) tanımlanır.

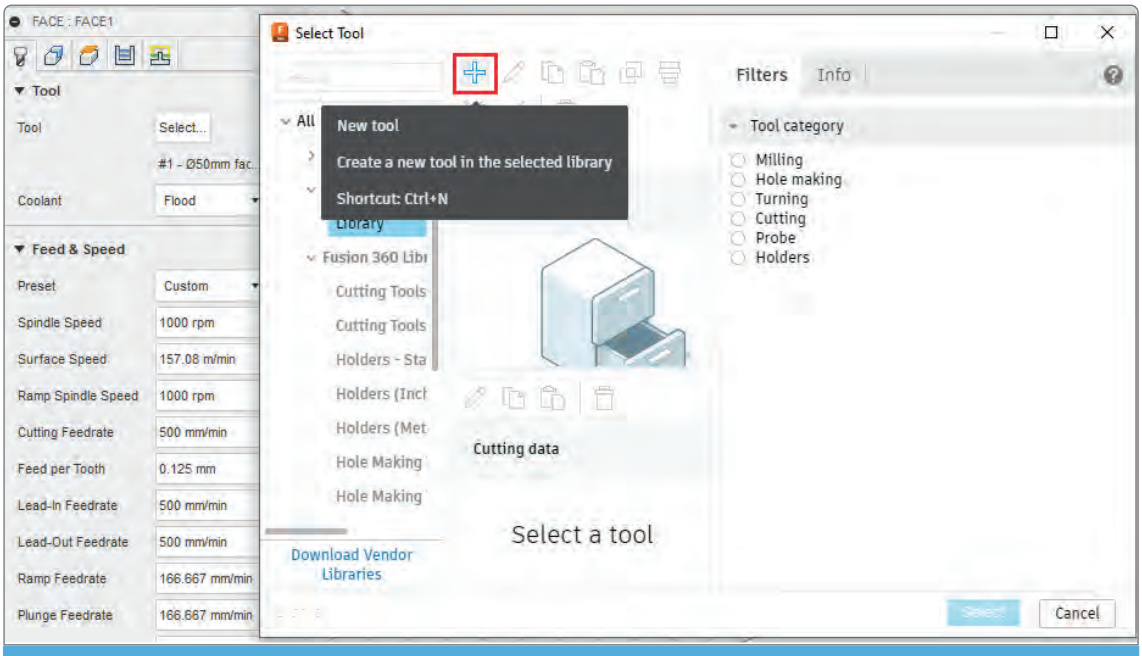
"TOOL" sekmesi içerisinde kesici takımı seçebilmek için "Select" ikonu tercih edilir ve bu tercih sonrası Görsel 5.7'deki pencere açılır. Bu pencereden Milling seçili gelir fakat ilgili takımları "Type" alanından seçerek filtreleme yapılabilir. İstenilen ölçü ve kesme parametrelerine sahip takım yok ise mevcut takımlar revize edilebilir ya da ihtiyaç duyulan takım oluşturulabilir.



Görsel 5.7: Tool sekmesinden takım seçimi yapma

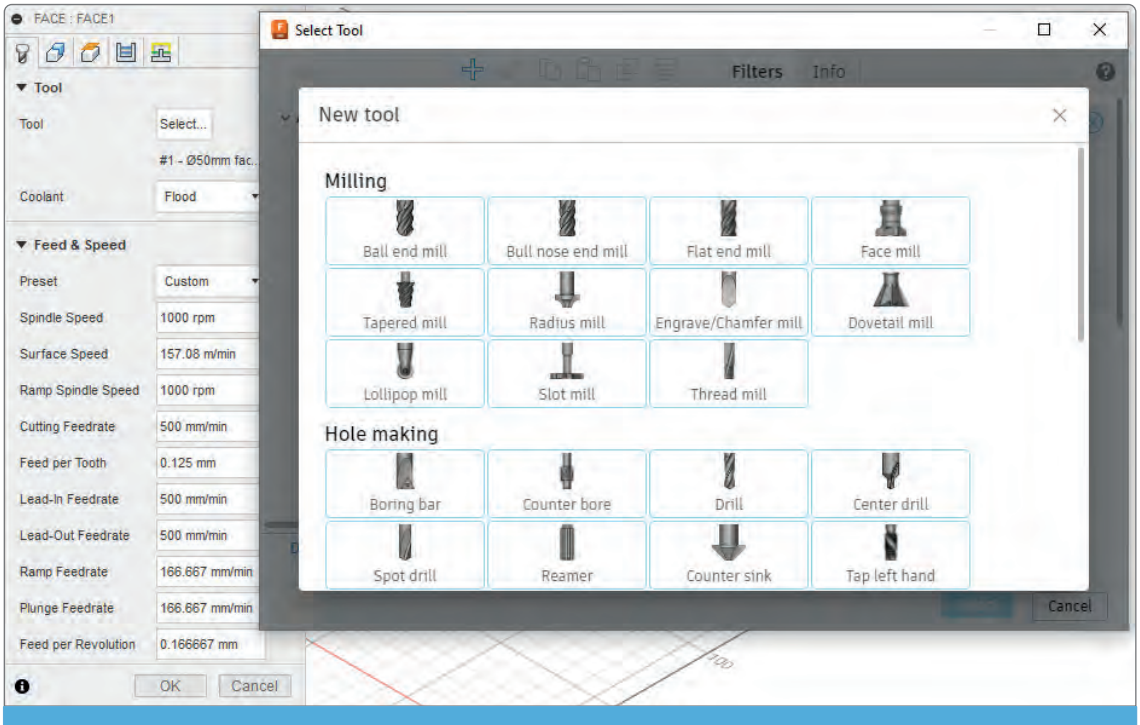
TOOL sekmesi seçildiğinde, frezeleme işleminin özelliklerine bağlı olarak kesici uçlar belirlenir. Kesici uçlar, iş parçasının şekline, malzemesine, işleme gereksinimlerine ve işleme stratejisine bağlı olarak seçilir. İşleme stratejisi, iş parçasının nasıl kesileceğini ve hangi yollarla frezeleme yapılacağını belirler. Her bir strateji için farklı kesici uçlar tercih edilebilir. Kesici uçlar, genellikle sert ve dayanıklı malzemelerden yapılır. Örneğin tungsten karbür veya seramik gibi malzemeler, yüksek kesme performansı sağlamak için kullanılabilir. Kesici uçların geometrisi, frezeleme işleminin etkinliğini etkiler. Kesme kenarı açısı, kesme hızı ve yarıçap gibi faktörler, kesici uç geometrisiyle ilişkilidir. Kesici uç boyutu, iş parçasının geometrisine, kesme derinliğine ve işleme hızına bağlı olarak belirlenir.

Yeni bir takım oluşturma ihtiyacı doğduğunda ise Görsel 5.8'de yer alan "New tool" yani dikdörtgen içerisinde gösterilen "+" işareti seçilerek açılan pencereden yeni takım veya takımlar eklenir (Görsel 5.9).



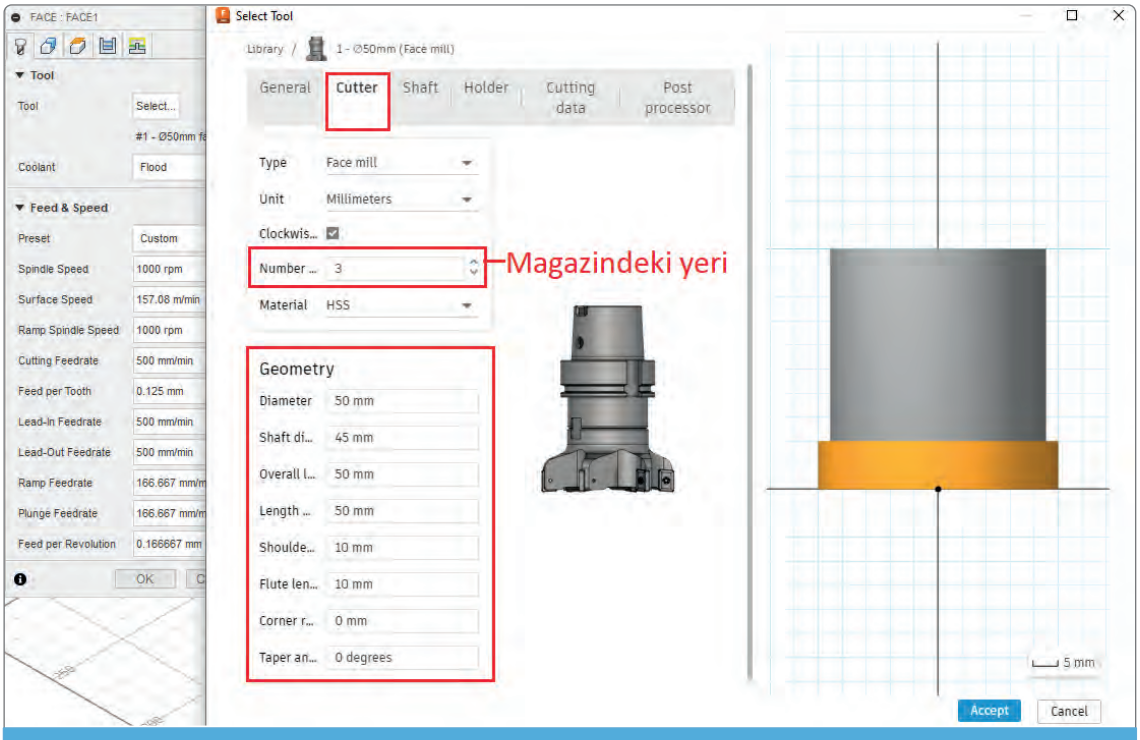
Görsel 5.8: Tool sekmesinden yeni takım oluşturma

Açılan menüden "Milling" alanından işleme stratejisine uygun takım seçilir.



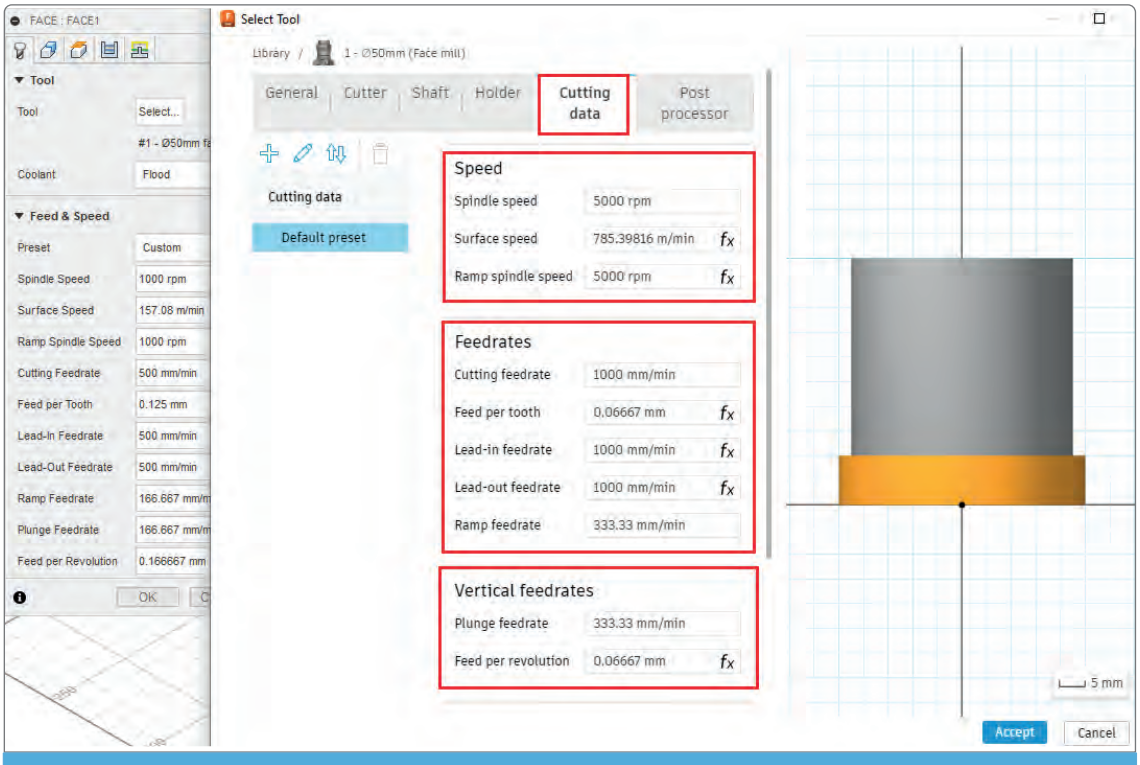
Görsel 5.9: CAM freze kesici takımı belirleme

Takım seçimi gerçekleştirildikten sonra “Cutter”(katır) yani kesici sekmesinden açılan alandaki takım ile ilgili parametreler tanımlanır (Görsel 5.10).



Görsel 5.10: CAM freze kesici takım parametrelerini belirleme

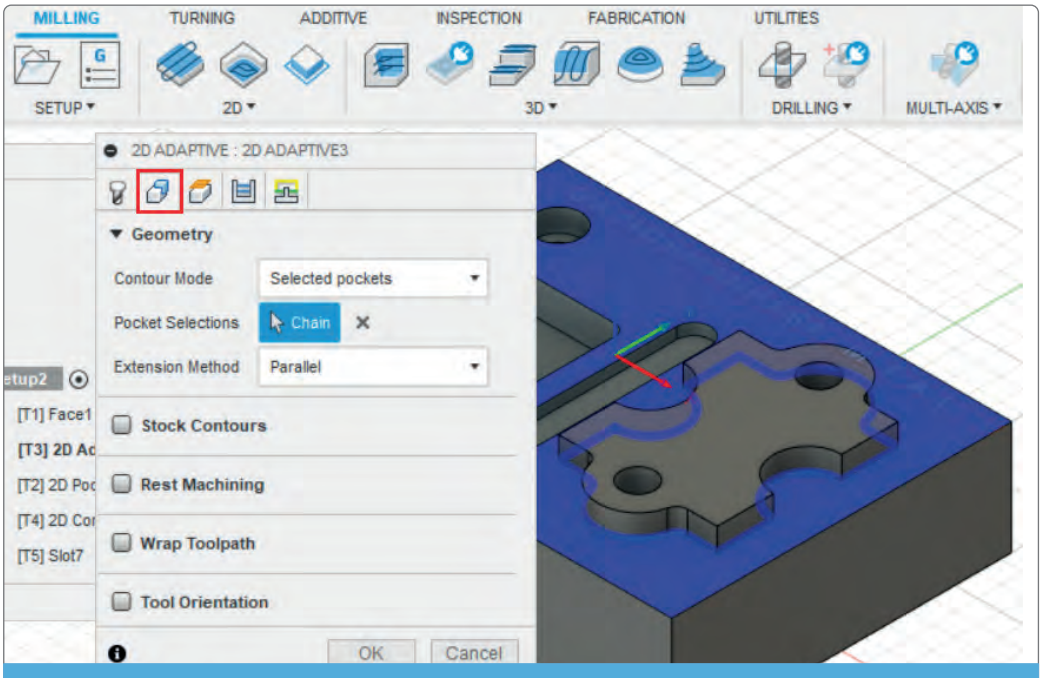
“Cutting Data” sekmesinden açılan alandaki devir sayısı, ilerleme miktarı verileri tanımlanır (Görsel 5.11).



Görsel 5.11: CAM freze devir sayıları ve ilerleme miktarı verilerinin girilmesi

5.2.2. Defining the Geometry to be Processed (İşlenecek Geometrinin Tanımlanması)

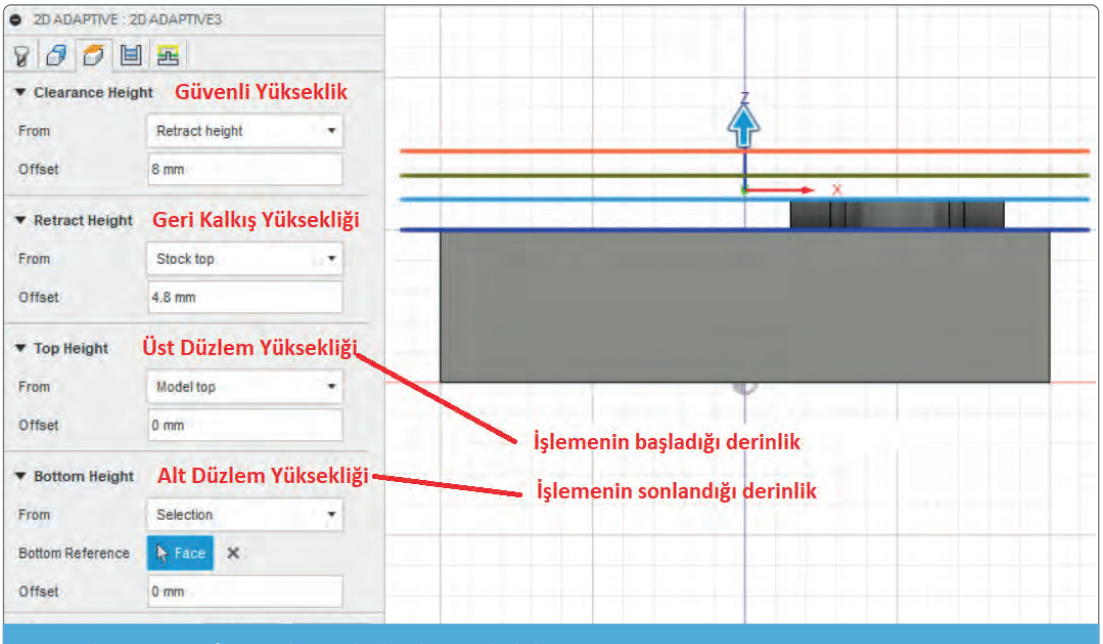
GEOMETRY sekmesi Görsel 5.12'deki gibi parçanın üst görünüşünden bakıldığında talaş kaldırılacak alan sınırlarının belirlenmesi için seçenekler sunar.



Görsel 5.12: CAM freze geometri ayarı

5.2.3. Working Plane (Çalışma Düzlemi)

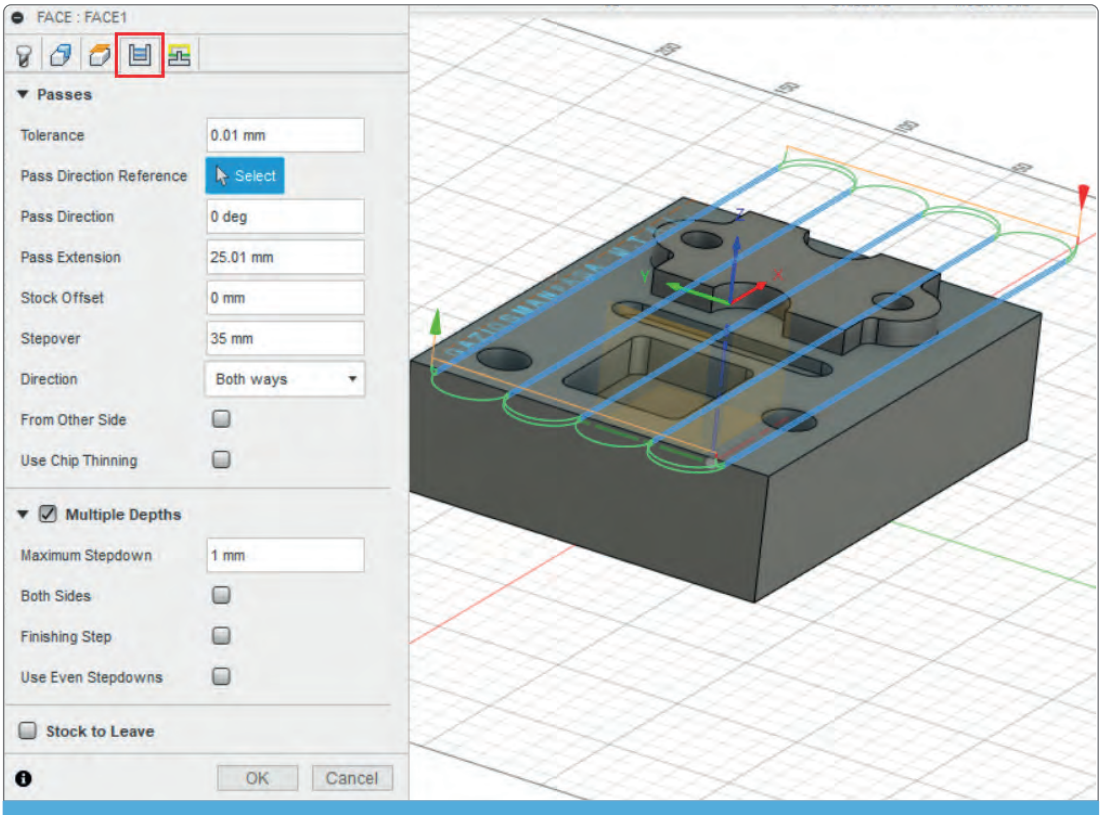
HEIGHTS sekmesinden üst ve alt işleme (Z derinliği) yükseklikleri belirlenir. Ayrıca geçiş için geri kalkış yüksekliği ve güvenli mesafeye kalkış yüksekliği gibi ayarlar tanımlanır (Görsel 5.13).



Görsel 5.13: CAM freze çalışma düzlemlerinin belirlenmesi

5.2.4. Milling Parameters (Frezeleme Parametreleri)

PASSES sekmesi menüsünden takım yolunun parametreleri belirlenir. Takımı yana kayma adımı veya talaşa dalma adımı, takım yolu yönü, bir sonraki operasyona bırakılacak işleme payı gibi değerler bu menüden belirlenir (Görsel 5.14).



Görsel 5.14: CAM frezeleme parametrelerinin tanımlanması

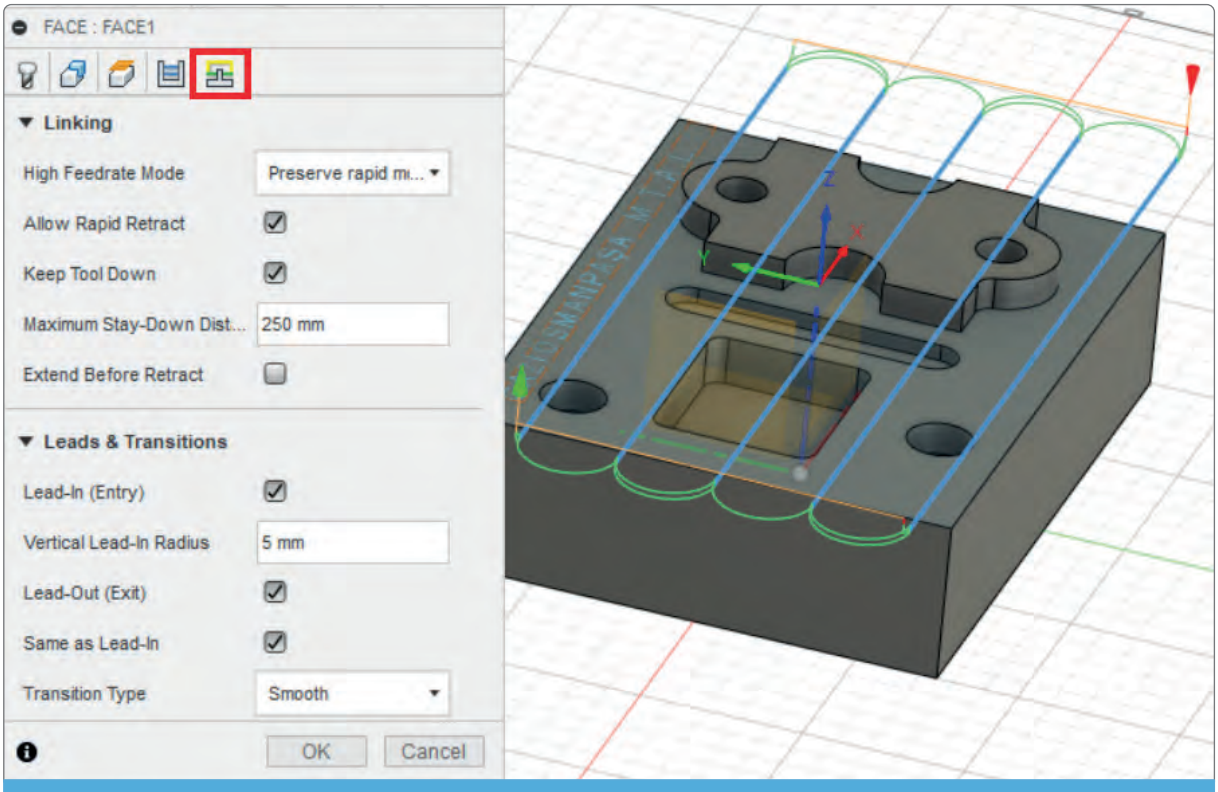
5.2.5. Tool Path Passes (Takım Yolu Geçişleri)

LINKING sekmesi ile takım yolu arasındaki bağlantılar (giriş, çıkış ve geçişler) bu sekme menüsünden ayarlanır (Görsel 5.15).

LINKING sekmesi, frezeleme işlemi sırasında takım yolu arasındaki bağlantıları belirlemek için kullanılır. Bu bağlantılar, takımın bir işlemden diğerine geçerken kontrolsüz hareket etmesini önlemek ve iş parçasının düzgün bir şekilde işlenmesini sağlamak için gereklidir. Takım yolu bağlantıları, işleme programının bir parçası olarak programlanır ve genellikle işleme stratejisine ve iş parçasının geometrisine bağlı olarak belirlenir.

İş parçası işlemi sırasında, takımın başlangıç noktasından ilk kesme noktasına geçmesi gerekmektedir. Bu geçiş noktası, takımın hızlı ve kontrollü bir şekilde iş parçasına ulaşmasını sağlar. Takım yolu bağlantıları, takımın bu geçişini gerçekleştirir ve takımın takip edeceği yolu belirler.

Bu bağlantılar, takımın iş parçasının üzerinde istenmeyen izler veya yüzey bozulmaları oluşturmadan hareket etmesini sağlar. Bağlantıların doğru bir şekilde belirlenmesi, iş parçasının düzgün ve hassas bir şekilde işlenmesi için önemlidir. Ayrıca, takımın verimli bir şekilde hareket etmesini ve işleme süresinin azalmasını sağlar.



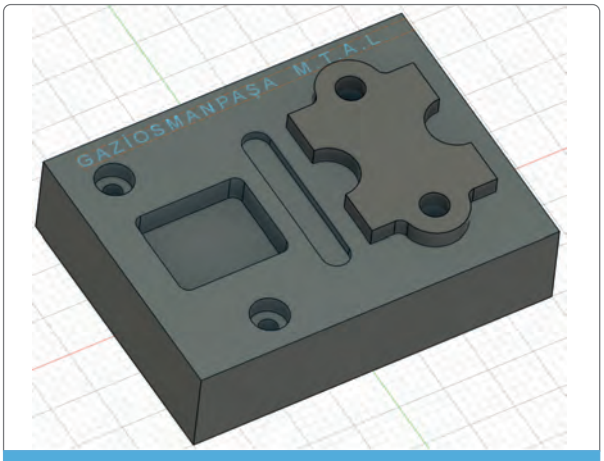
Görsel 5.15: CAM freze takım yolu giriş,çıkış ayarları

5.3. 2½ EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI

CAM programında başlangıç ayarları (stok, koordinat düzlemi gibi temel tanımlamalar) yapıldıktan sonra iş parçasının en kısa zaman ve arzu edilen yüzey kalitesinde CNC freze tezgahında işlenmesi gerekir. Ancak işleme stratejileri yapılacak iş ve işleme göre farklılık arz eder. Düzlemsel yüzeylerin 2 boyutlu (2D) operasyonlarla işlenmesi işleme zamanı açısından avantaj sağlarken formlu 3D yüzeylerde ise 2D operasyonları kullanılamamaktadır. Bu tür formlu yüzeylerde ise 3 boyutlu (3D) operasyonlar kullanılır. Frezeleme operasyonları 2 boyutlu (2 ½ eksen işleme), 3 boyutlu (3,4,5 eksen işleme) olarak birbirinden ayrılır. 2 boyutlu operasyonlar doğrusal parçaların işlenmesinde (Görsel 5.16-a) avantaj (işleme kolaylığı, zaman tasarrufu açısından) sağlayan operasyonlardır. 3 ve daha fazla eksene sahip operasyonlar ise (Görsel 5.16-b) formlu yüzeylerin işlenmesi için kullanılan operasyonlardır. 2 ½ eksen ve 3 eksen frezeleme operasyonları “Milling” menüsünde yer alır. 2 boyutlu operasyonlarda Z ekseninde adımlar hâlinde derinliğe inme gerçekleştirildikten sonra X ve Y ekseninde ilerlediğinden bu operasyonlara 2,5 eksen frezeleme operasyonları da denir.

Bu operasyonlar, 2 eksenli frezeleme (X ve Y eksenleri) ile birlikte yarı eksenli veya eğimli yüzeylerin işlenmesi için biraz daha fazla eksen hareketi (genellikle Z ekseninde) kullanır.

2.5 eksen frezeleme operasyonları, karmaşık parçaların hassas bir şekilde işlenmesini sağlar. Parçanın tasarımına ve işleme gereksinimlerine bağlı olarak, farklı kesme stratejileri ve takım yolu bağlantıları kullanılabilir. Bu, işlenecek parçanın yüzey kalitesi, toleranslar ve işleme verimliliği açısından önemli bir rol oynar.



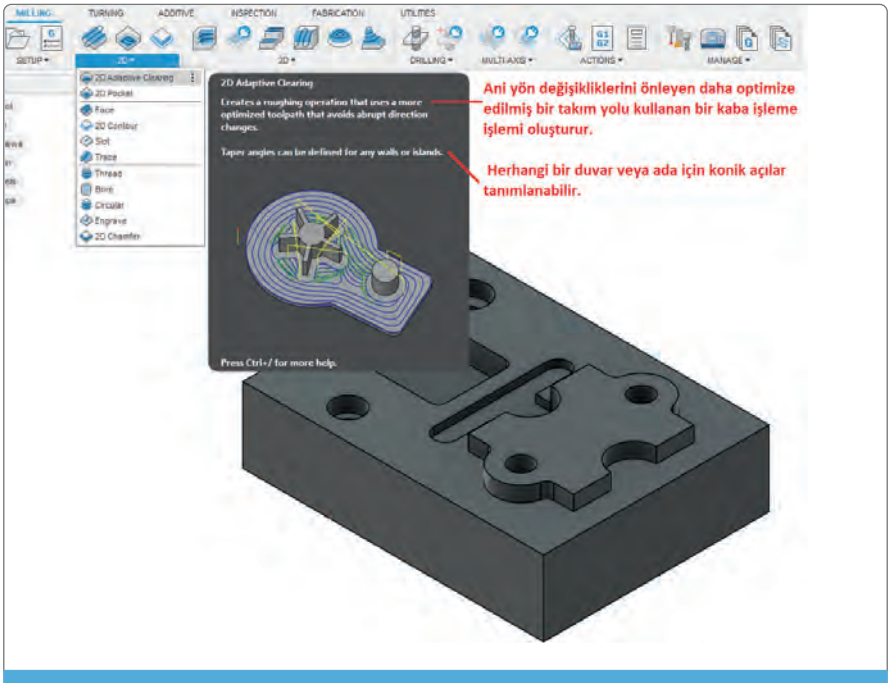
Görsel 5.16-a: Doğrusal yüzeye sahip iş parçası

Görsel 5.16-b: Formlu yüzeye sahip iş parçası

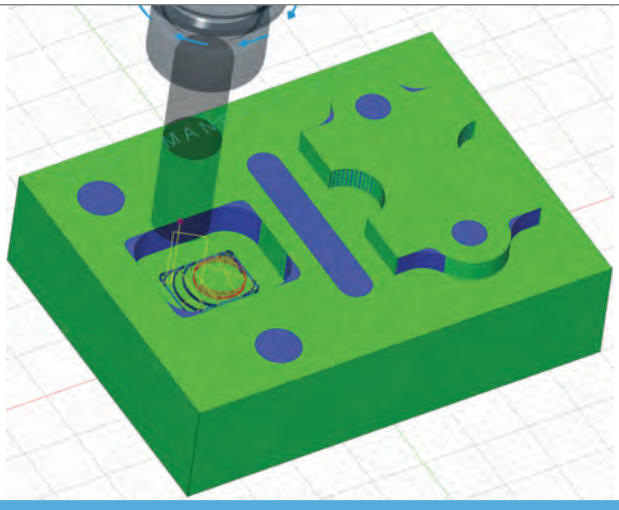
CAM programında işleme zamanını azaltmak ve yüzey kalitesini artırmak, takım ömrünü ve yataklara binen yükü azaltmak, vida çekme ve delik delme işlemini kolaylaştırmak ve mümkün hâle getirmek üzere 2,5 eksen frezeleme işleminde farklı operasyon strateji seçenekleri mevcuttur.

5.3.1. 2D Adaptive Clearing (2 Boyutlu İşleme Operasyonu)

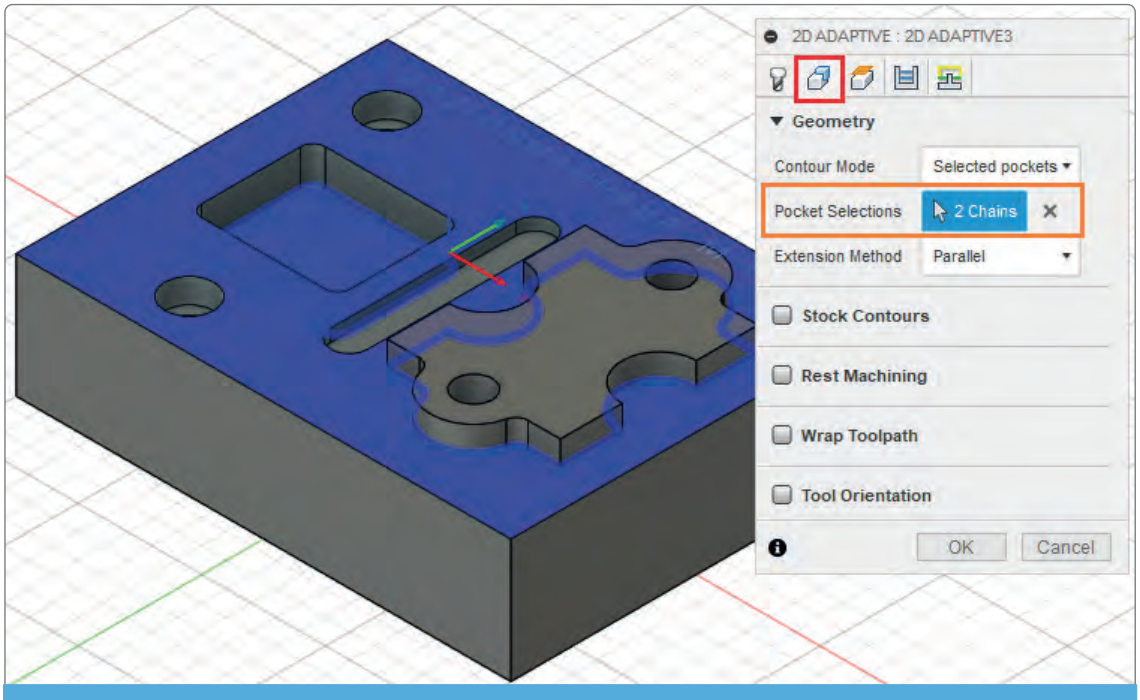
2D Adaptive Clearing operasyonu iş parçası üzerinden kaba talaş kaldırarak boşaltma yapan bir işleme stratejisidir. Kesici takımın helisi boyunca (kesme ağız uzunluğu) kesme yapabileceğiniz kaba talaş boşaltma işlemi yapmak için kullanılır (Görsel 5.17-18-19).



Görsel 5.17: 2D Adaptive Clearing operasyonu



Görsel 5.18. 2D Adaptive Clearing operasyonu takım yolları

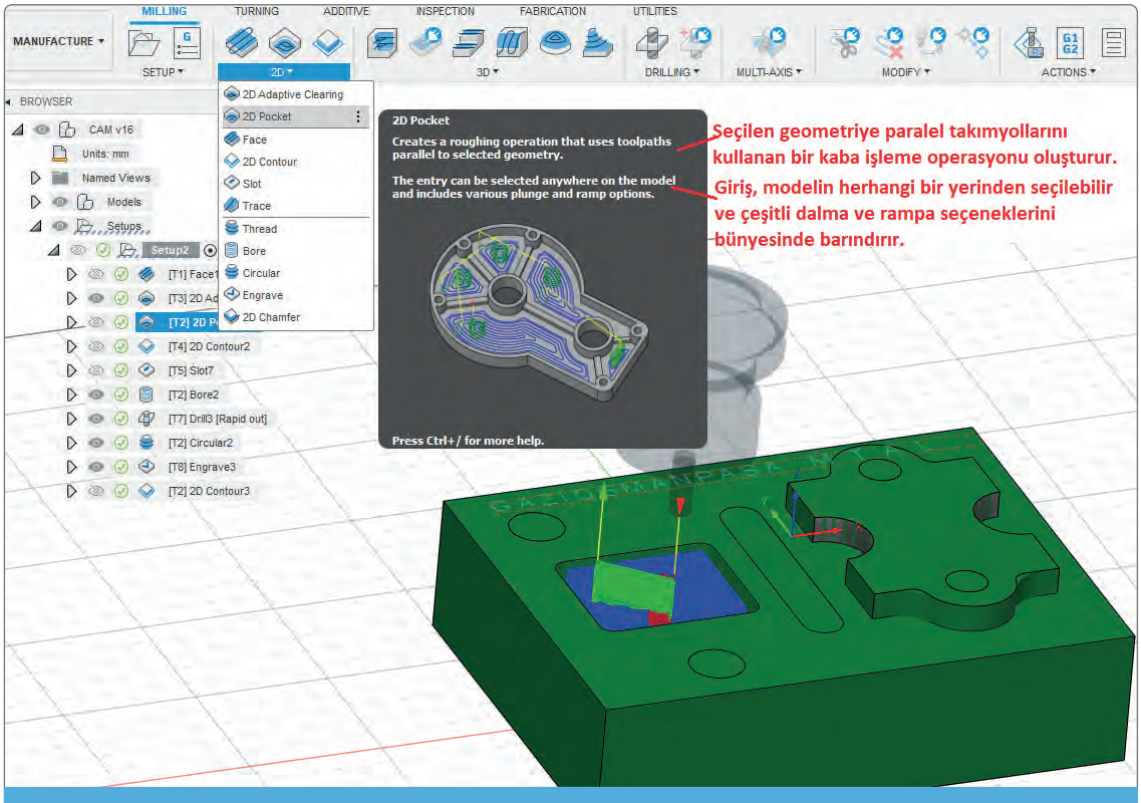


Görsel 5.19: 2D Adaptive Cearing işleme alanı belirleme

Bu stratejide Pocket Selections(Pokıt selekşın) seçeneği ile farklı derinliklerdeki yüzeyler seçilerek işleme operasyonları gerçekleştirilir. Seçilen yüzey işleme alanı olarak algılanırken bu yüzeylerin derinlikleri de program tarafından işleme derinlikleri olarak algılanmaktadır.

5.3.2. 2D Pocket (2 Boyutlu Cep İşleme Operasyonu)

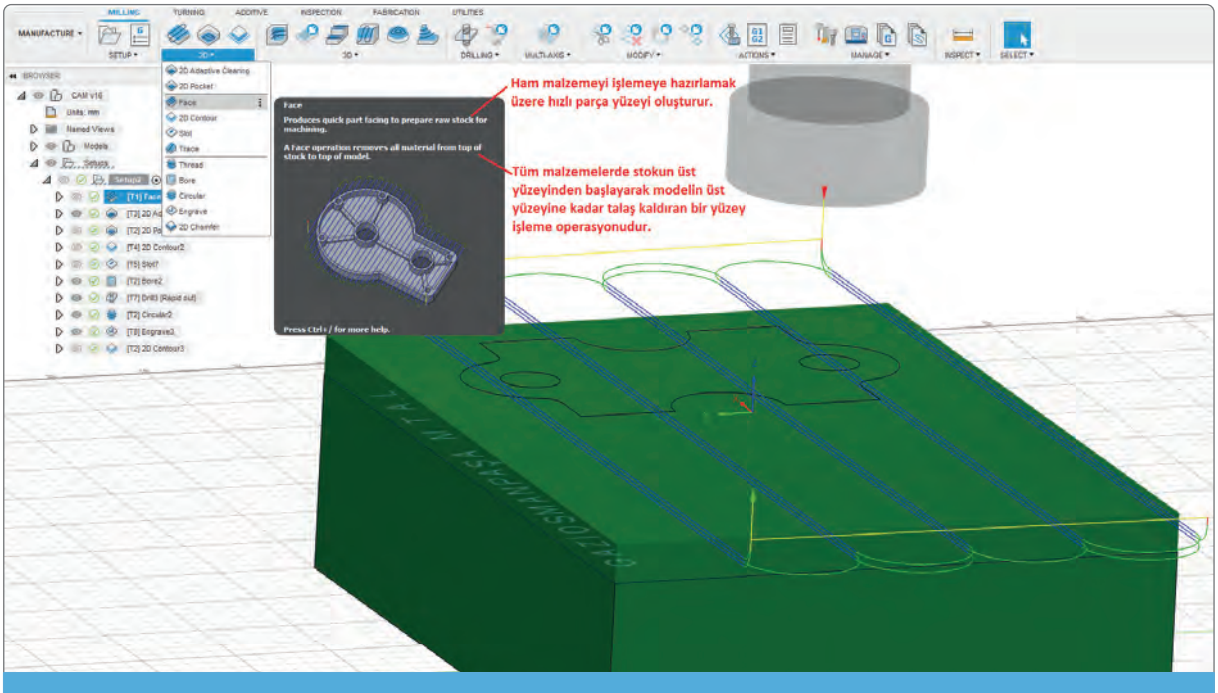
2D Pocket operasyonu cep (sınırları belli düzlemsel yüzeylerden oluşturulmuş eşit derinliklerden oluşan referans düzlemine paralel boşluklardan oluşan yapı) boşaltma işlemlerinde takımın talaşa dalma adımı kadar derinliğe indikten sonra yan adımı kadar yana kayarak talaş kaldırdığı bir operasyon tipidir (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: 2D Pocket operasyonu

5.3.3. Face Operasyonu (Yüzey İşleme Operasyonu)

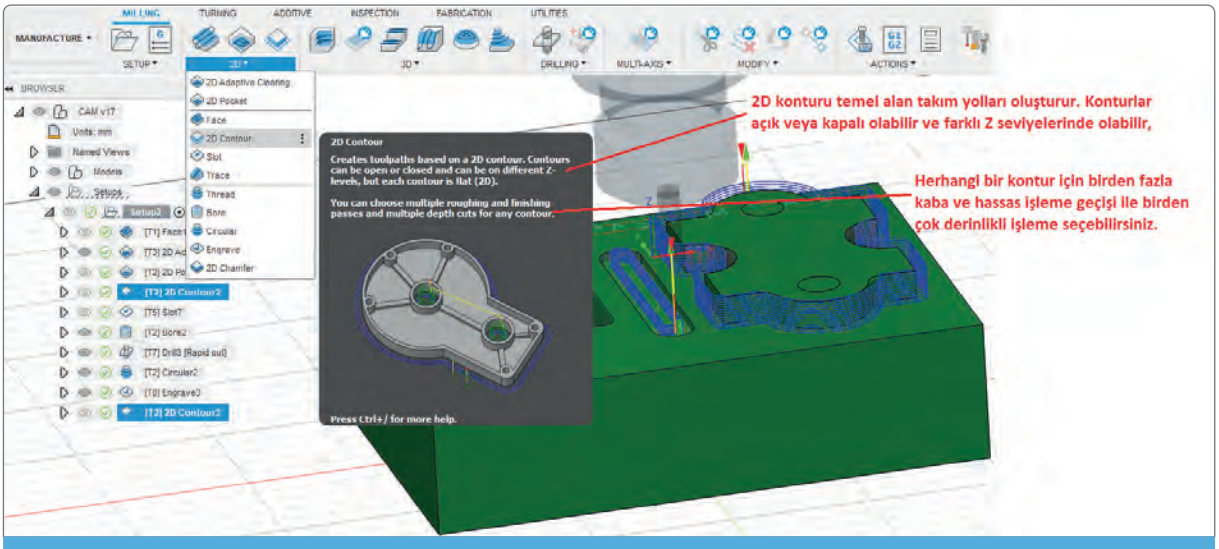
Face operasyonu ham malzeme üzerinden hızlı kaba talaş kaldırarak parçanın yüzey gönyesine getirildiği kimi durumlarda da son hâlinin verildiği bir operasyondur (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: Face operasyonu

5.3.4. 2D Contour Operasyonu

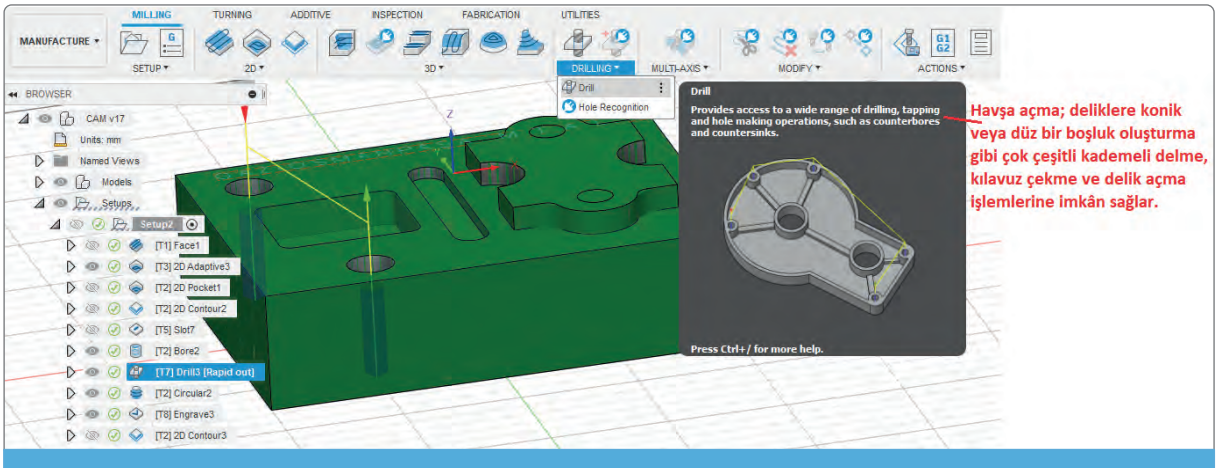
2D Contour işleme stratejisinde seçilen bir 2D kontur (kapalı veya açık olabilir) takımı; seçilen bu kontürün oluşturduğu alanın içinde, dışında veya merkezinde hareket ettirerek gerçekleştirilen frezeleme işlemidir (Görsel 5.22).



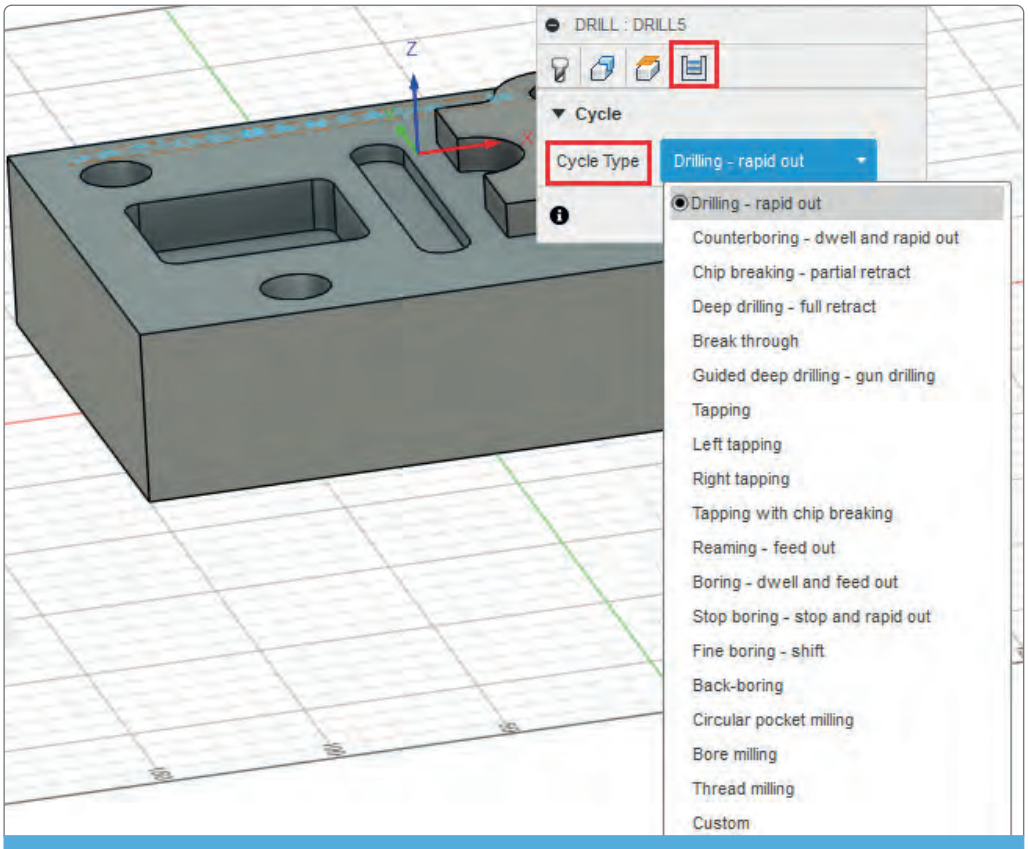
Görsel 5.22: 2D Contour operasyonu

5.3.5. Drilling Operasyonu (Delik Delme Operasyonu)

Drilling stratejisi havşa açma, delik delme, pah kırma, raybalama, baralama, kılavuz çekme ve diş açma işlemlerini gerçekleştirmek üzere kullanılır. İlgili strateji Drilling menüsünün altında yer alan Drill seçeneği seçilerek kullanılır (Görsel 5.23). Drilling stratejisine ait farklı operasyon işlemlerini gerçekleştirmek üzere Cycle menüsünde yer alan Cycle Type içeriğinde yer alan seçeneklerden ihtiyaç duyulan seçilebilir (Görsel 5.24).



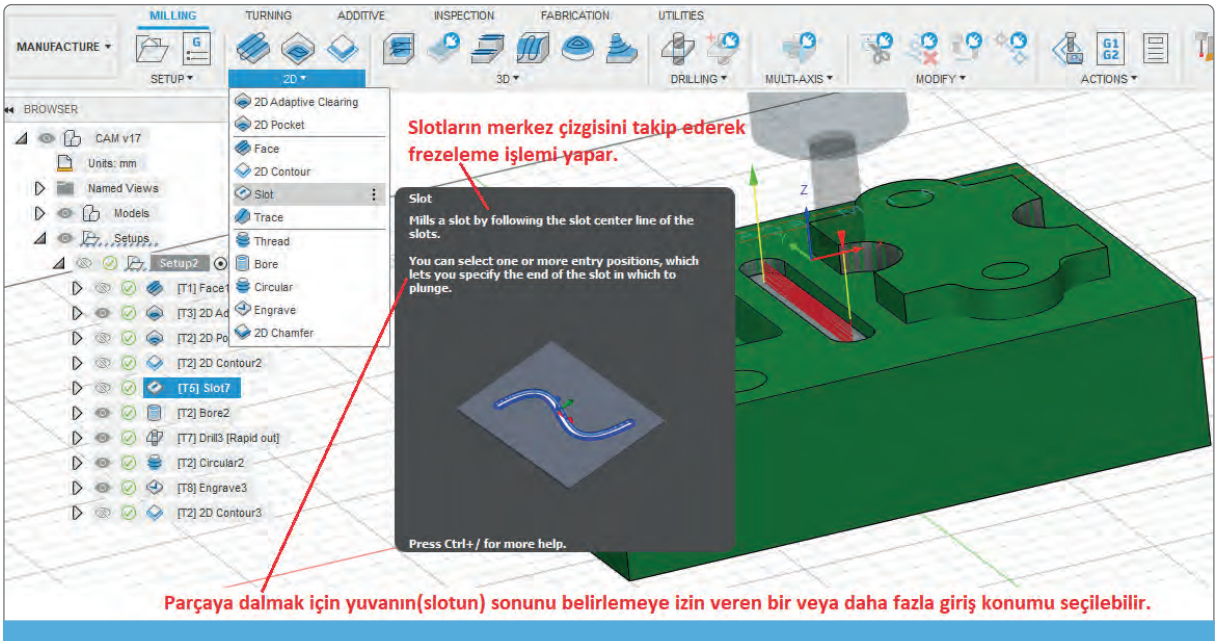
Görsel 5.23: Drilling operasyonu



Görsel 5.24: Drilling operasyonu

5.3.6. Slot (Slat) Operasyonu

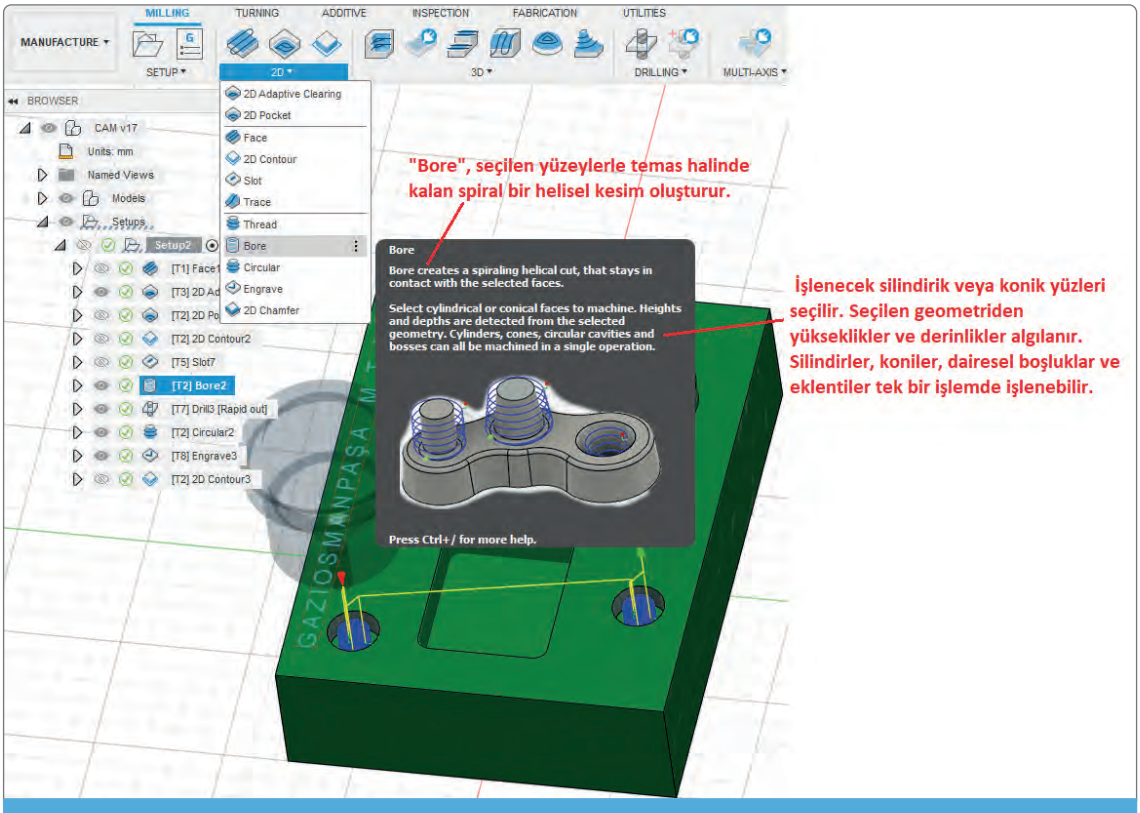
Slotstratejisi kanal açma işlemlerinde kullanılır. Bu stratejide takım slota merkezlenerek talaş kaldırma işlemi gerçekleştirir (Görsel 5.25).



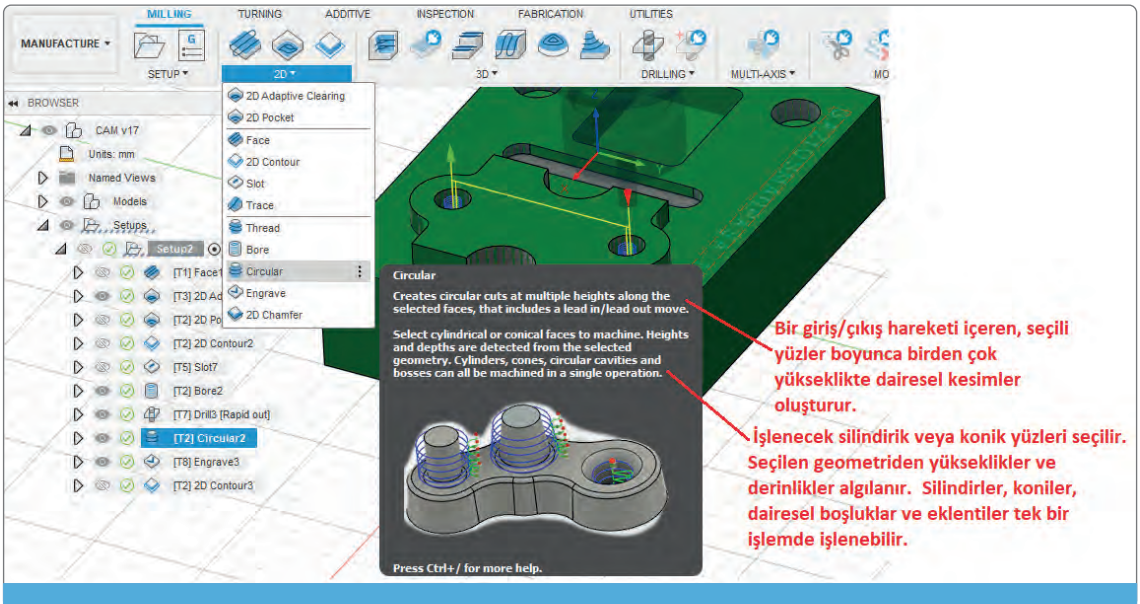
Görsel 5.25: Slot operasyonu

5.3.7. Bore (Bor) ve Circular Operasyonları

Bore ve Circular stratejisi silindirik ve konik yüzeyleri referans alarak talaş kaldırma işleminde kullanılır. "Bore" operasyonu spiral bir helisel kesim oluştururken Circular operasyonu ise bir giriş ve çıkış hareketi içeren, seçili yüzler boyunca birden çok yükseklikte dairesel kesimler oluşturur (Görsel 5.26-27).



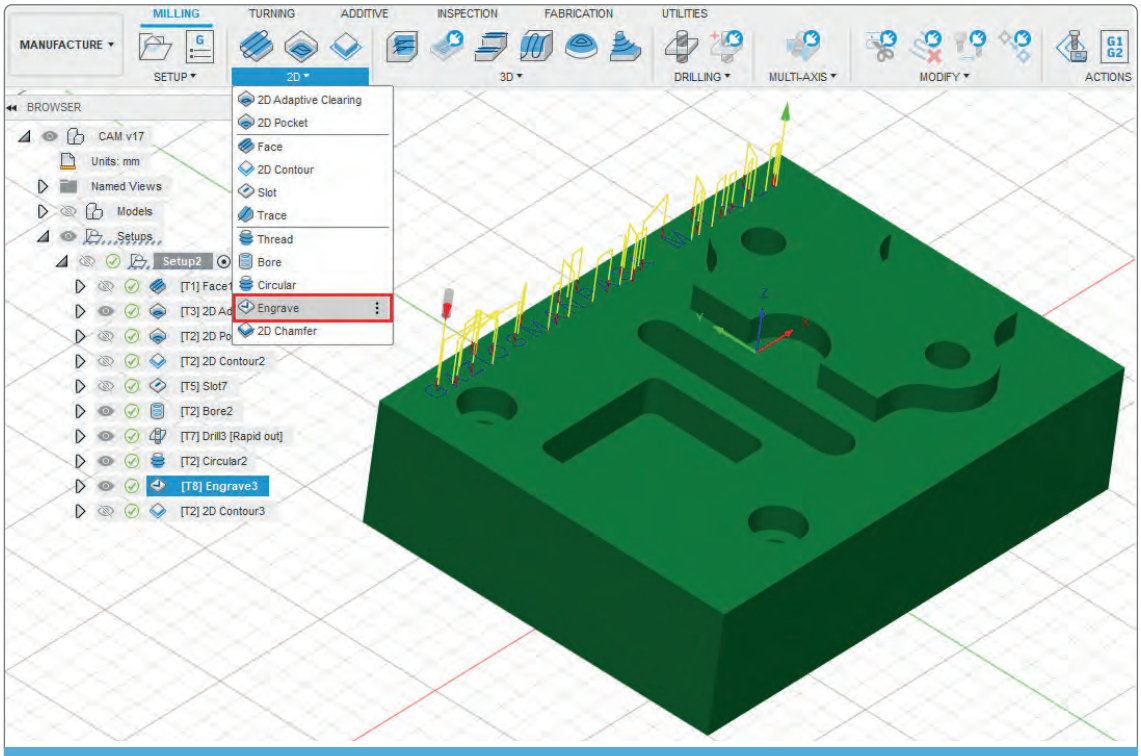
Görsel 5.26: Bore operasyonu



Görsel 5.27: Circular operasyonu

5.3.8. Engrave (İngreiv) Operasyonu

İş parçası üzerindeki ince hatlara sahip desen benzeri işlemlerin yürütülmesinde kullanılan bir stratejidir (Görsel 5.28).



Görsel 5: 28 Engrave operasyonu

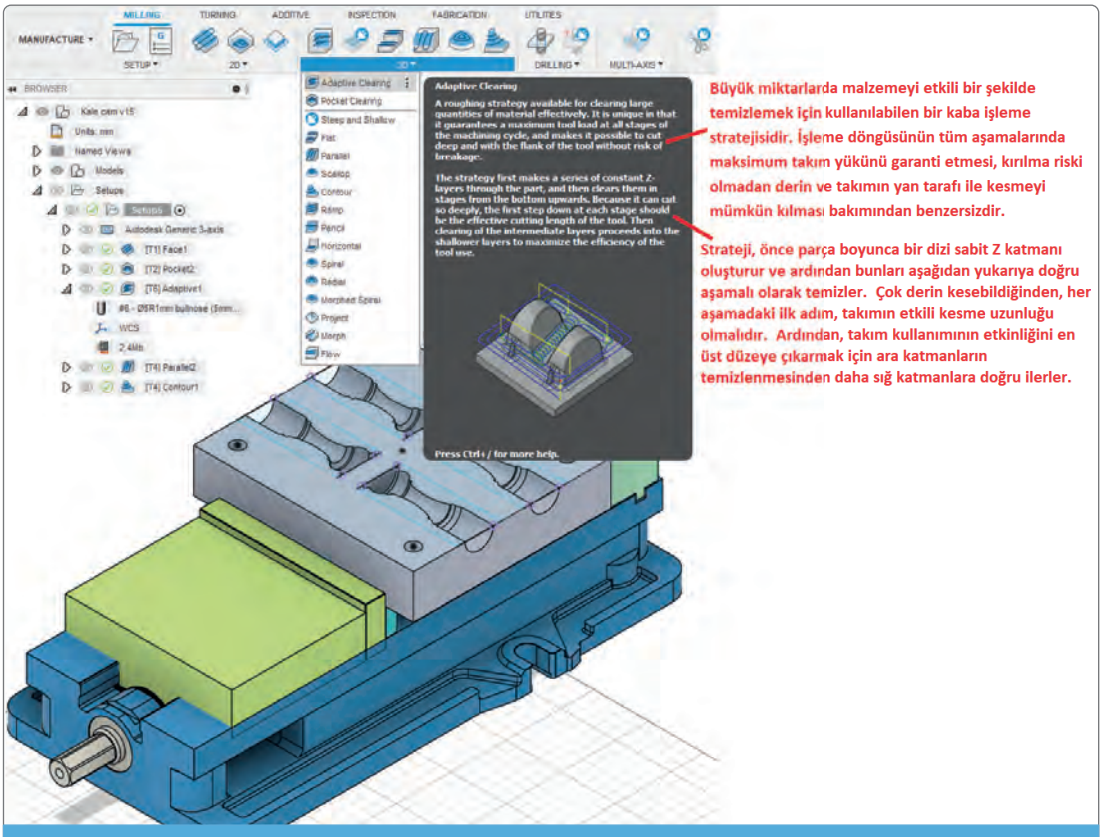
5.4. ÜÇ EKSEN CAM FREZELEME OPERASYONLARI

3 eksen veya 3 boyutlu frezeleme operasyonları iş parçalarının gerçek sınırlarının algılanarak belirtilen kütük üzerinde kaldırılacak talaşı algılayarak kaldırabilmek için seçenek sunan 3 eksen takım yolları oluşturma seçeneklerini barındıran bölümdür. Bu bölümde kaba, ara kaba ve finiş işlemleri gerçekleştirilebilir.

5.4.1. Adaptive Clearing (Adaptif Kliring) Operasyonu

Adaptive Clearing operasyonu kesici takımın kesici ağzın helis boyu kadar kaba ve ara kaba boşaltma-işlemlerinde kullanılan bir stratejidir. 2 eksen işleme stratejisinden farklı olarak parçanın sınır yüzeyleri program tarafından otomatik olarak algılanır (Görsel 5.29-30).

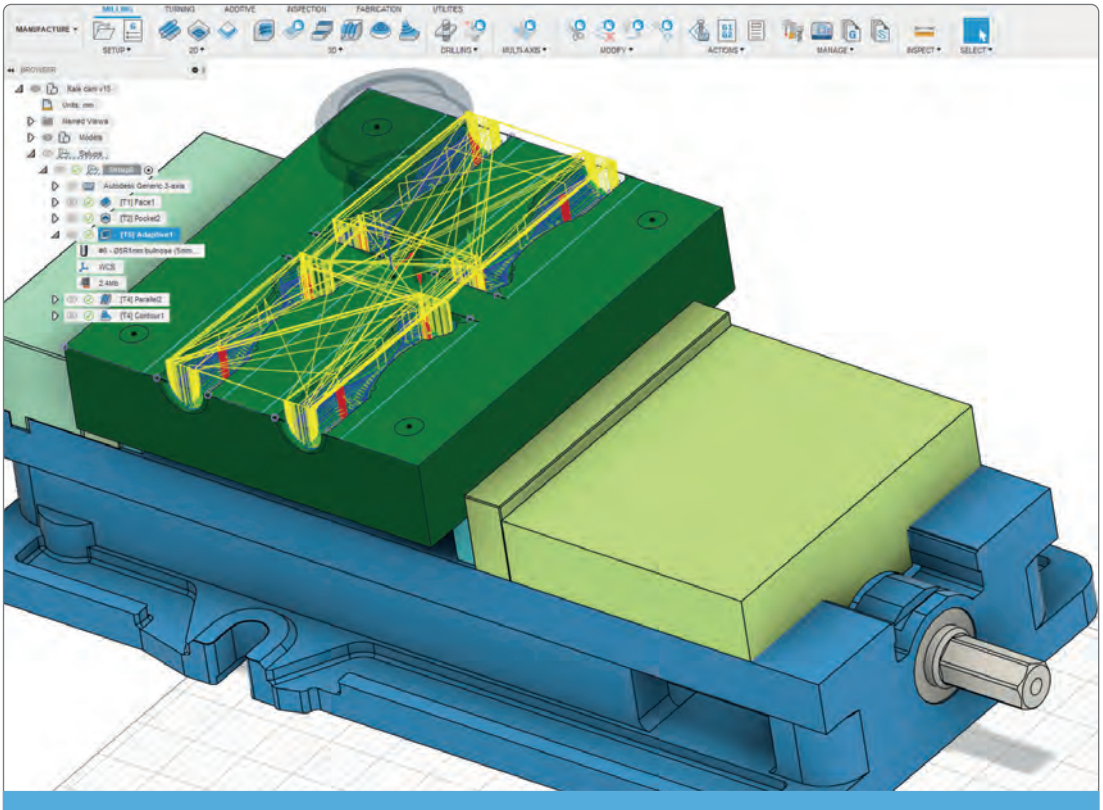
Adaptive Clearing, frezeleme operasyonları sırasında kullanılan bir kesme stratejisidir. Bu strateji, verimli ve optimize edilmiş bir talaş kaldırma süreci sağlamak için kullanılır. Özellikle karmaşık parça geometrileri ve zorlu malzemelerle çalışırken yaygın olarak tercih edilir.



Büyük miktarlarda malzemeyi etkili bir şekilde temizlemek için kullanılabilen bir kaba işleme stratejisidir. İşleme döngüsünün tüm aşamalarında maksimum takım yükünü garanti etmesi, kırılma riski olmadan derin ve takımın yan tarafı ile kesmeyi mümkün kılması bakımından benzersizdir.

Strateji, önce parça boyunca bir dizi sabit Z katmanı oluşturur ve ardından bunları aşağıdan yukarıya doğru aşamalı olarak temizler. Çok derin kesebildiğinden, her aşamadaki ilk adım, takımın etkili kesme uzunluğu olmalıdır. Ardından, takım kullanımının etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için ara katmanların temizlenmesinden daha sığ katmanlara doğru ilerler.

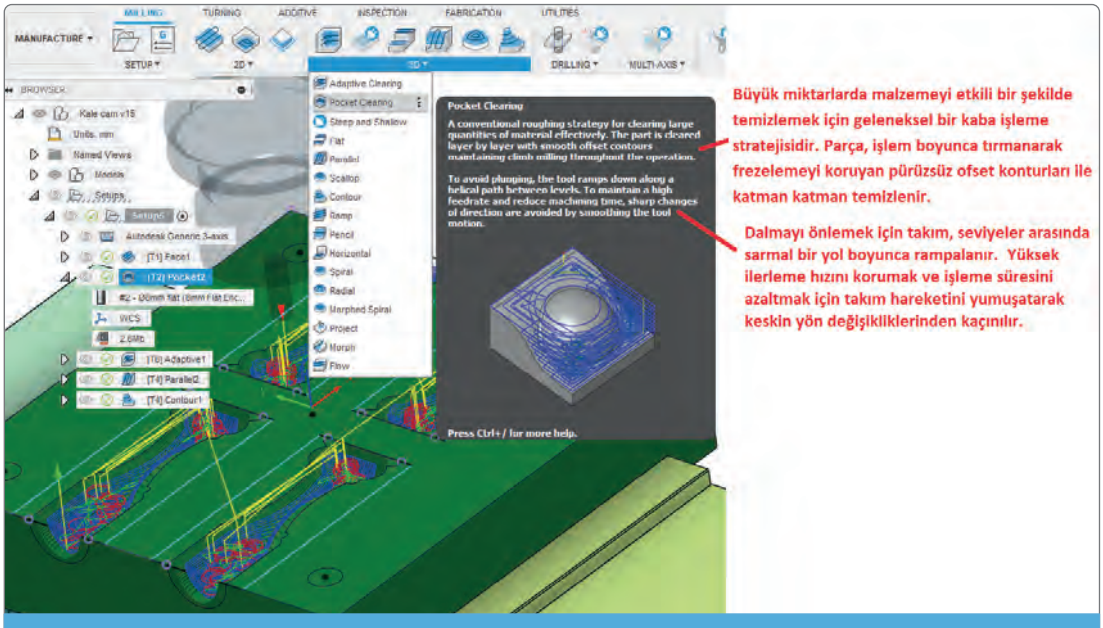
Görsel 5.29: Adaptive Clearing operasyonu



Görsel 5.30: Adaptive Clearing operasyonu

5.4.2. Pocket Clearing Operasyonu

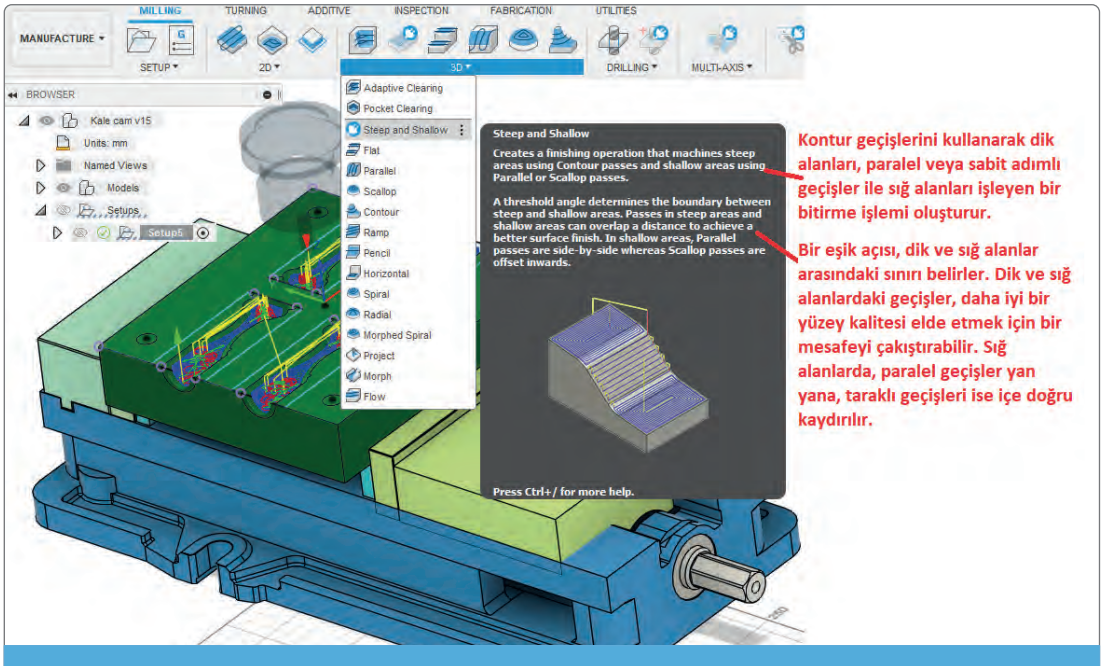
Pocket Clearing operasyonu geleneksel bir kaba ve ara kaba işleme stratejisidir. Parça sıfırından itibaren aşağıya doğru paso adımları ile takım yolu oluşturarak kaba ve ara kaba talaş boşaltma işlemleri için kullanılır (Görsel 5.31).



Görsel 5.31: Pocket Clearing operasyonu

5.4.3. Steep and Shallow (Stiip and Şalov) Operasyonu

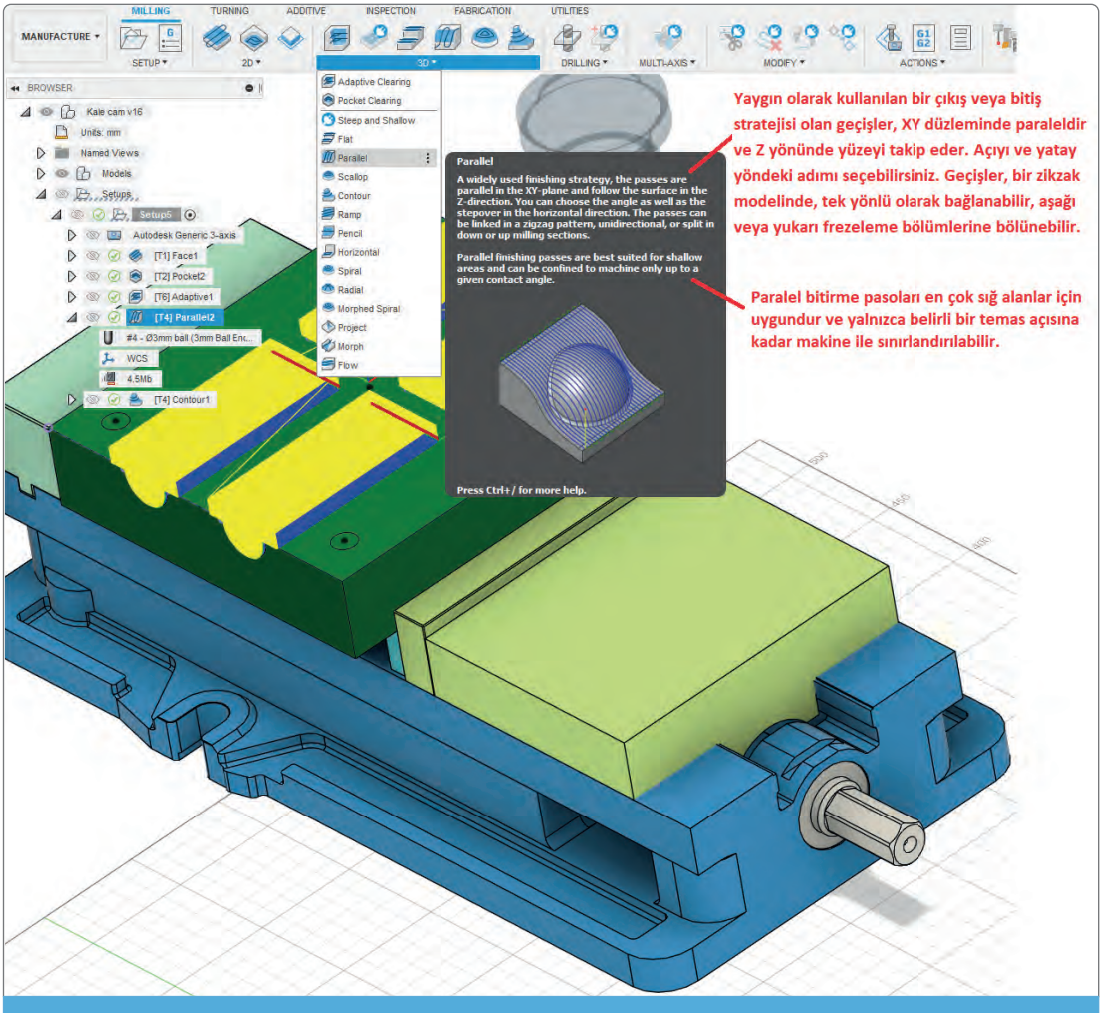
İki strateji bir arada kullanılarak burada yüksek eğimli (dik yüzeyler) ve düşük eğimli (yatay yüzeyler) alanlarda yüzey hassasiyeti yüksek işleme gerçekleştirilebilir (Görsel 5.32).



Görsel 5.32: Steep and Shallow operasyonu

5.4.4. Parallel (Peralal) Operasyonu

"Parallel" stratejisi düşük eğime sahip yüzeylerde düzgün doğrusal takım yolları çıkarmaya yarar. Parça yüzeyi işlenirken takıma verilen yan kayma adım (stepover) miktarı ile eşit olarak eş takım yollarına ayrılarak işlenir(Görsel 5.33).

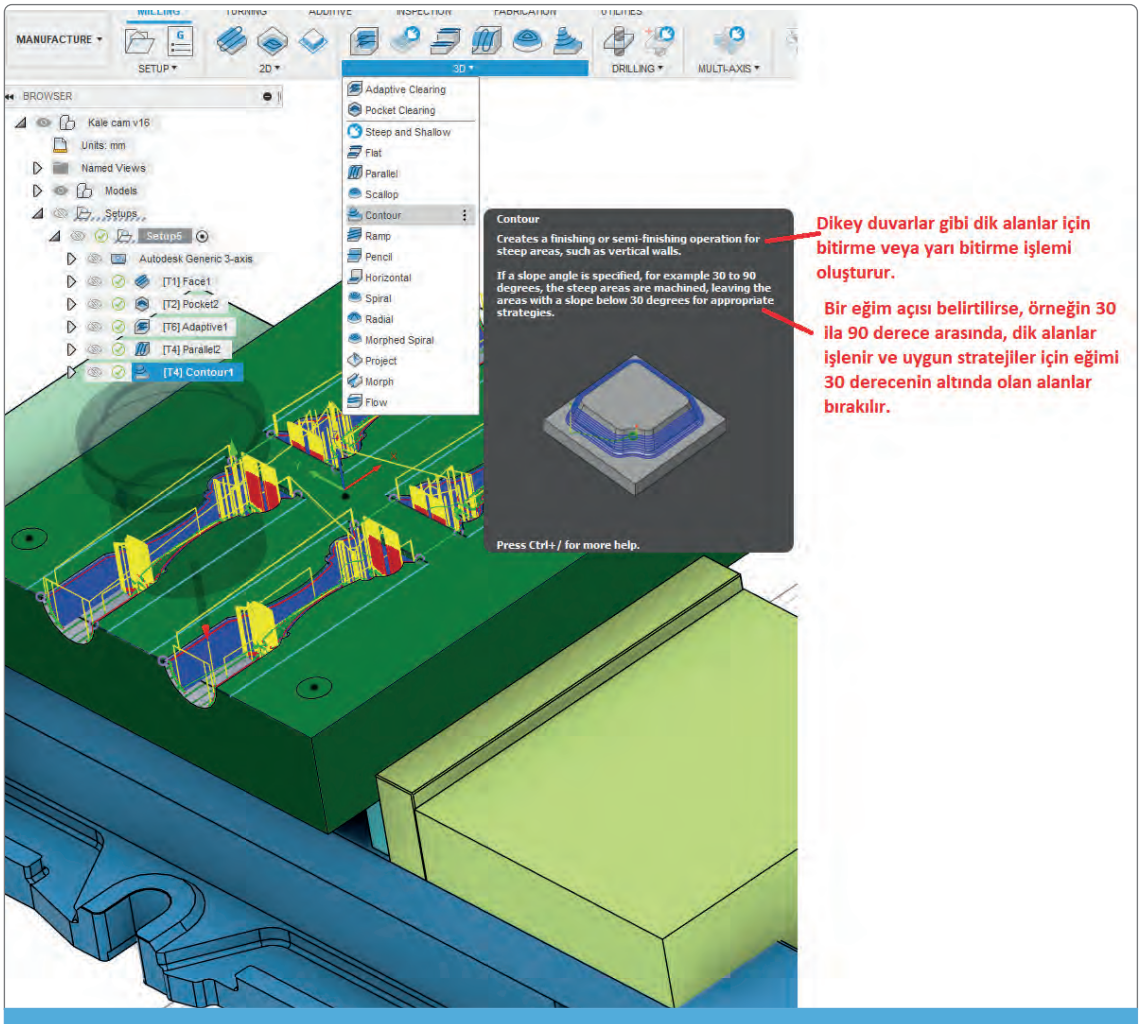


Görsel 5.33: Parallel operasyonu

5.4.5. Contour Operasyonu

Contour stratejisi ile dik yüzeylerde takım yolları oluşturmaya uygun bir stratejidir. Parça sıfırından başlanarak oluşturulan takım yolunda parçaya dalma adım (stepdown) miktarı eşittir. Bu operasyon türü düşük eğimli yüzeyler için uygun değildir (Görsel 5.34).

Contour operasyonu, frezeleme işlemi sırasında kullanılan bir kesme stratejisidir. Bu operasyon, belirli bir geometrik kontur boyunca iş parçasının kenarlarını veya iç bölgelerini kesmeyi amaçlar. Genellikle dış veya iç konturları takip ederek işlenmesi gereken parçalar için kullanılır.

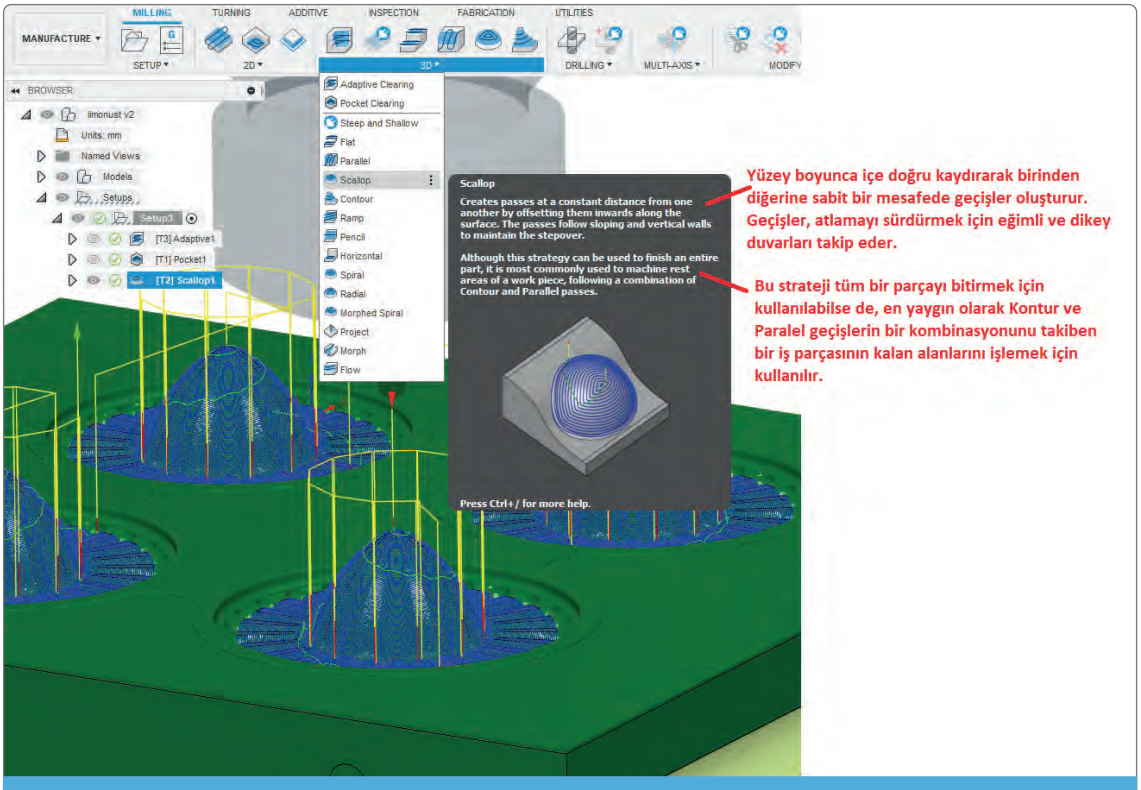


Görsel 5.34: Contour operasyonu

5.4.6. Scallop (Skalup) Operasyonu

Scallop stratejisi farklı eğimlere sahip yüzeyin formunu takip ederek dikey ve yatay düzlemde sabit yan adımlardan meydana gelen takım yolları oluşturmak üzere kullanılır. İşlenen yüzeylerde işlenilecek yüzeyin formuna bağlı olarak işleme alanı olarak belirtilen bölge dışarıdan içeriye veya içeriden dışarıya tercihi kullanıcı tarafından belirtilerek takım yolları oluşturulur (Görsel 5.35).

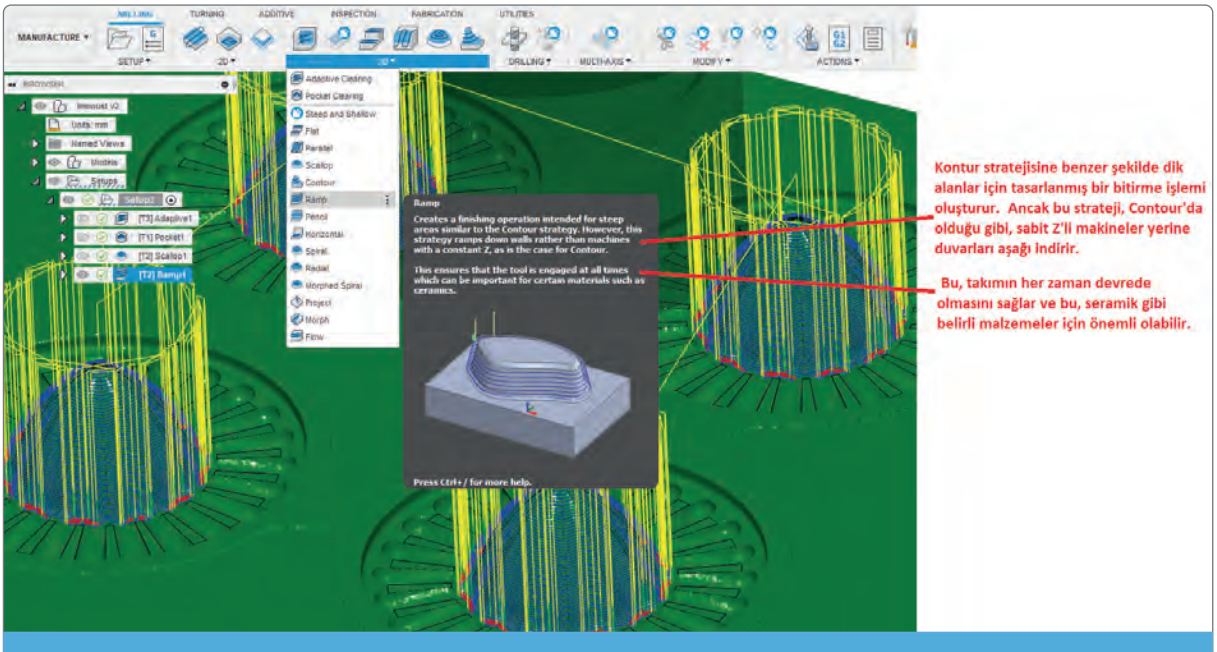
Scallop stratejisi, formlu yüzeylerin frezelemesi sırasında sıkça kullanılan bir kesme stratejisidir. Bu strateji, farklı eğimlere sahip bir yüzeyin formunu takip ederek işleme yaptığından işleme hassasiyeti yüksek yüzeyler elde edilmesine olanak tanır. Bu tür operasyonlarda genellikle radyuslu veya küresel takımlar tercih edilir.



Görsel 5.35: Scallop operasyonu

5.4.7. Ramp (Remp) Operasyonu

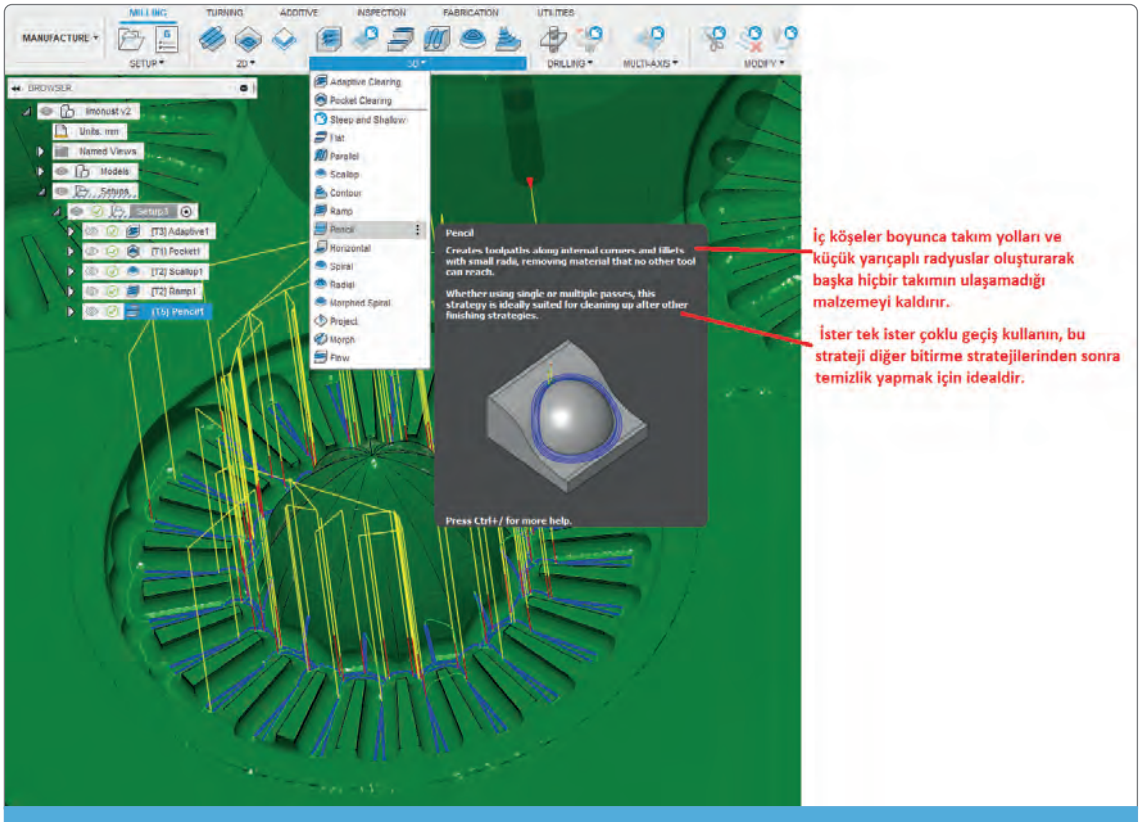
Contour stratejisine benzer şekilde yüksek eğimli (dike yakın) yüzeylerde takım yolları çıkarmak için uygun bir yöntemdir. Contour yönteminden faklı olarak helisel adımlara bölerek takım yolunu çıkarır (Görsel 5.36).



Görsel 5.36: Ramp operasyonu

5.4.8. Pencil (Pensıl) Operasyonu

Pencil, iş parçasının dip bölgelerinde bulunan ve önceki operasyonlarda alınamamış talaşları almak için radyus alanlarına istenilen son hâli vermek üzere kullanılan bir takım yolu yöntemidir (Görsel 5.37).

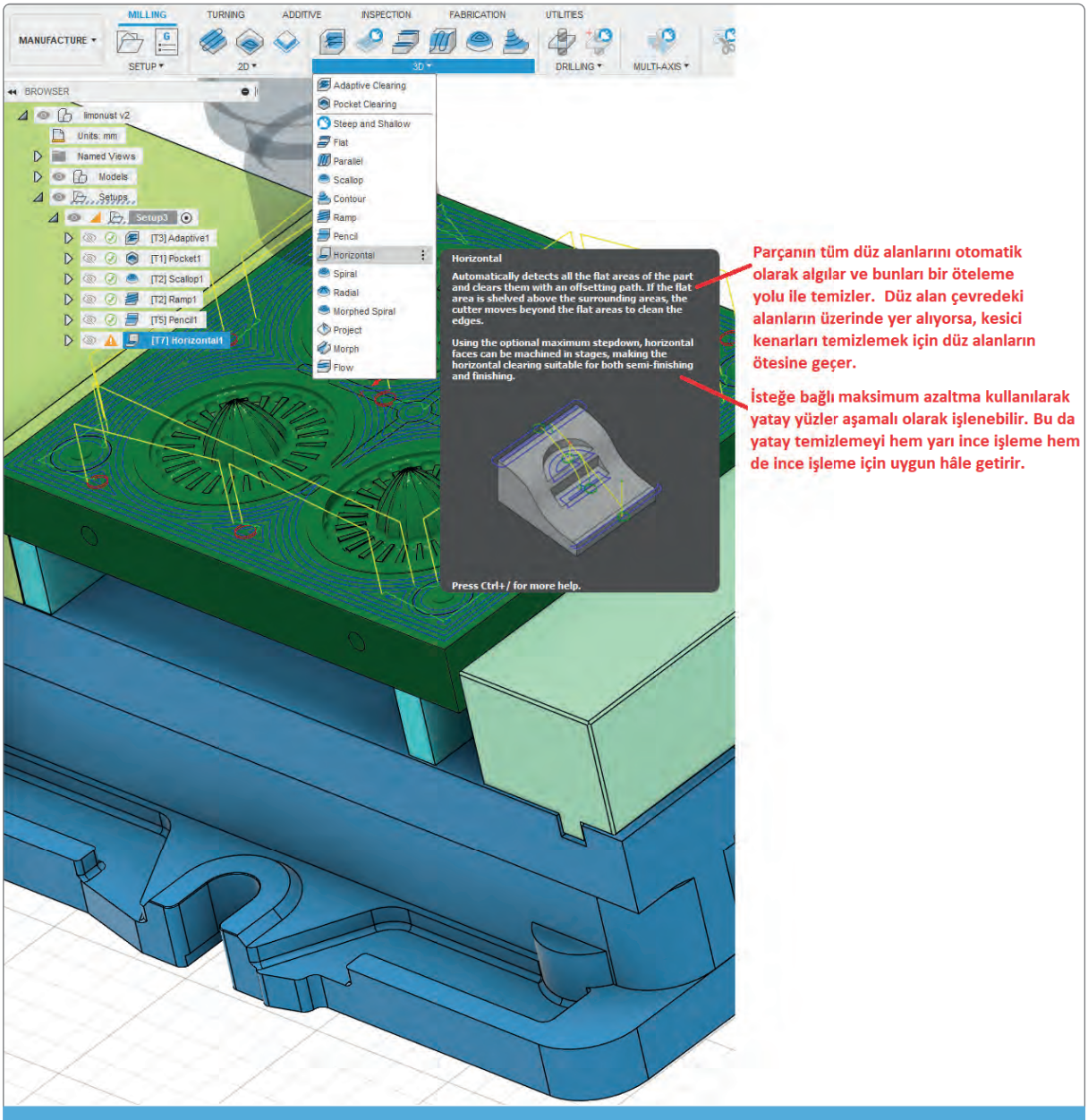


Görsel 5.37: Pencil operasyonu

Pencil operasyonu, dar boşluklarda hassas kesme işlemlerini gerçekleştirmek için idealdir. Kesici uç, dar boşluklara kolayca erişebilir ve iş parçasının formunu doğru bir şekilde takip edebilir. Bu operasyon, iş parçasının iç bölgelerinde veya karmaşık geometrilere sahip parçaların işlenmesinde kullanılır. Pencil operasyonu, yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda tercih edilir ve iş parçasının yüzey kalitesini iyileştirirken talaş kaldırma verimliliğini artırır. Bu operasyonda, kesici uç ile iş parçası arasında dönüş hareketleri yaparak kesme işlemi gerçekleştirir. Malzeme özellikleri ve işleme gereksinimleri dikkate alınarak optimize edilmiş parametreler seçilir. Kesme yolu, dar oluk veya çentik boyunca ilerler ve iş parçasının şeklini takip eder. Bu işlem, iş parçasının istenen şekle ve boyuta ulaşmasını sağlar. Kesici uç, dar boşluklarda çalıştığı için talaşların doğru bir şekilde kaldırılması ve atılması gerekmektedir. Uygun soğutma sıvıları kullanılarak talaşların kontrol altında tutulması sağlanır.

5.4.9. Horizontal Operasyonu

Düz yüzeyleri işlemek için elverişli bir yöntemdir (Görsel 5.38).

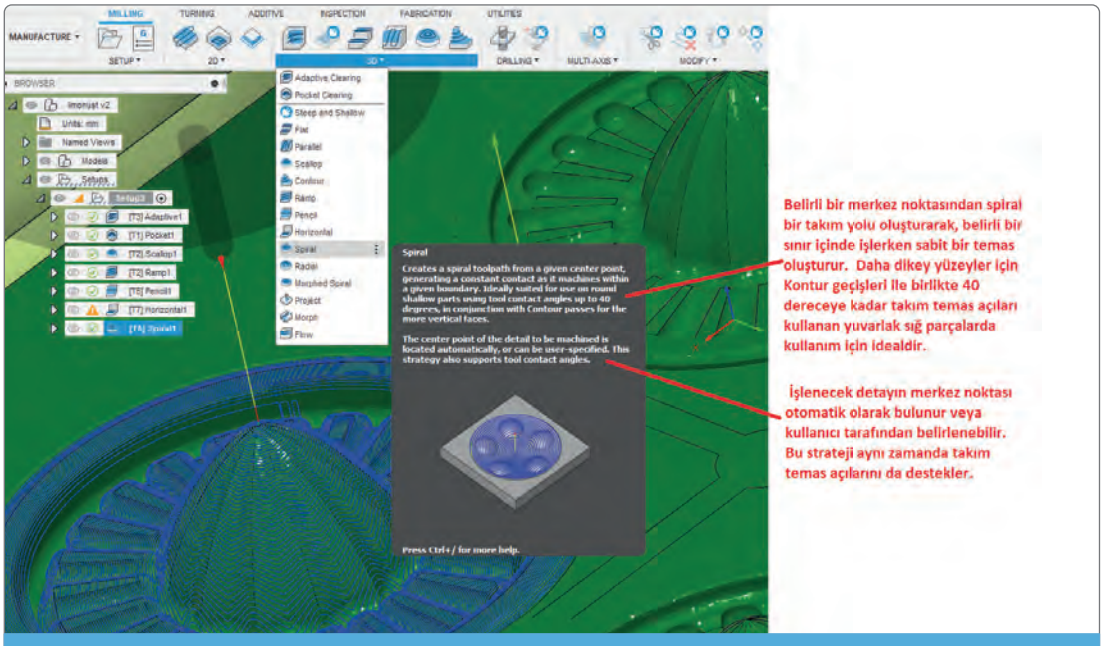


Görsel 5.38: Horizontal operasyonu

Horizontal operasyonu, genellikle uzun ve düz yüzeylere sahip iş parçalarının frezeleme işlemleri için tercih edilir. Bu operasyon, iş parçasının yatay düzlemde hassas bir şekilde işlenmesini sağlar. Uzun yüzeylerin düzgün ve pürüzsüz bir şekilde işlenmesini ve yüzey kalitesinin iyileştirilmesini sağlar. Ayrıca, verimli bir talaş kaldırma süreci sağlar ve işleme süresini optimize eder. Takım yolu, iş parçasının yüzeyine paralel hareket eder ve kesme işlemini gerçekleştirir. İş parçasının gereksinimlerine ve geometrisine bağlı olarak farklı takım yolları oluşturulabilir.

5.4.10. Spiral (Spayrıl) Operasyonu

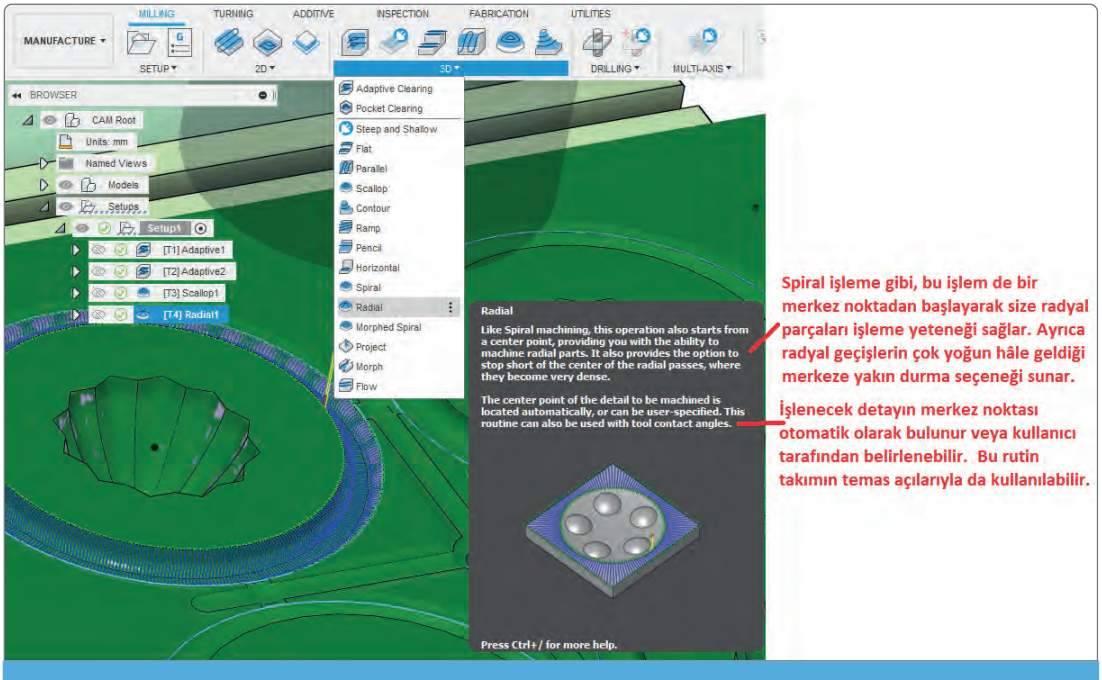
Bir merkez noktası otomatik veya kullanıcı tarafından belirlenir ve bu merkez noktasına içeriden dışarıya ya da dışarıdan içeriye biçiminde spiral takım yolları oluşturulur (Görsel 5.39).



Görsel 5.39: Spiral operasyonu

5.4.11. Radial Operasyonu

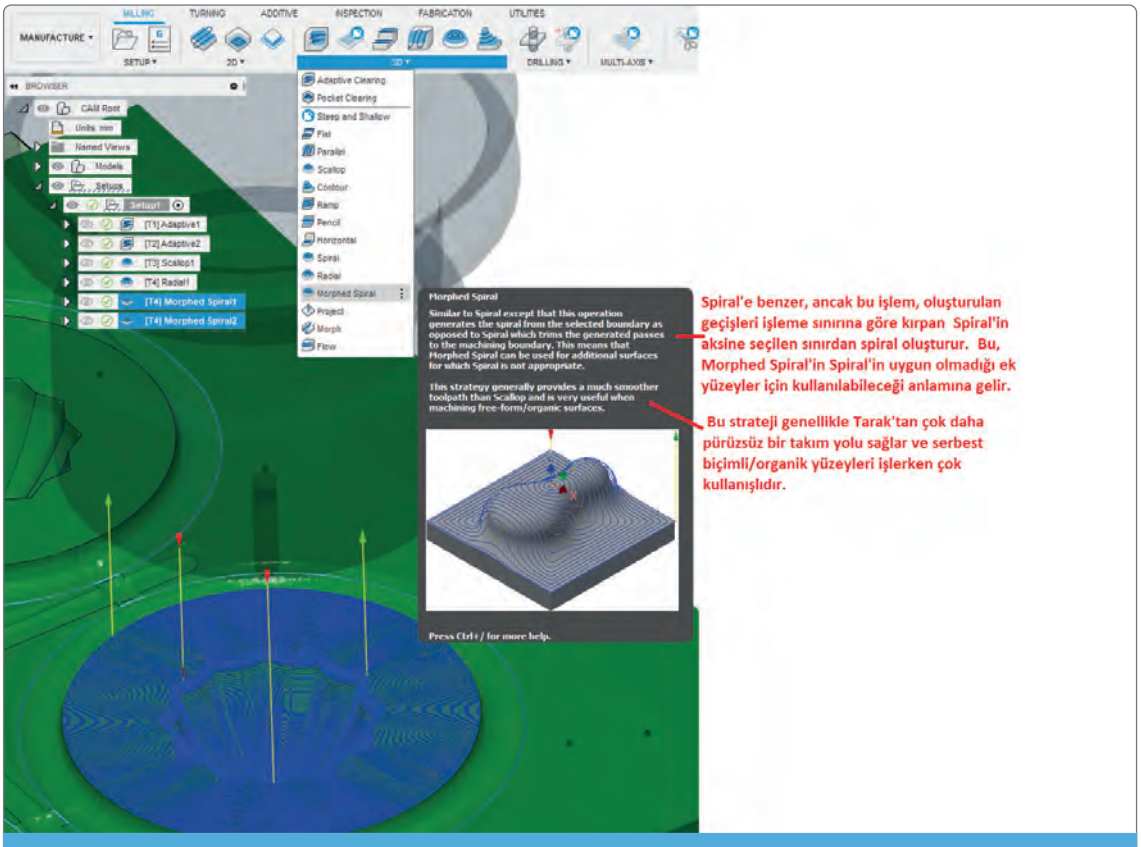
Tıpkı spiral işleme yönteminde olduğu gibi bir merkez noktası belirlenir ve bu nokta esas alınarak radyal takım yolu oluşturulur. Yan adım miktarı açının derece karşılığı girilerek belirlenir (Görsel 5.40).



Görsel 5.40: Radial operasyonu

5.4.12. Morphed Spiral (Morfid Spayrıl) Operasyonu

Seçilen bir veya iç içe geçmiş iki eğri arasında işleme gerçekleştirebilen bir yöntemdir. Seçilen eğri veya eğrilerin geometrisini esas alarak ötelenmiş takım yolu oluşturur (Görsel 5.41).



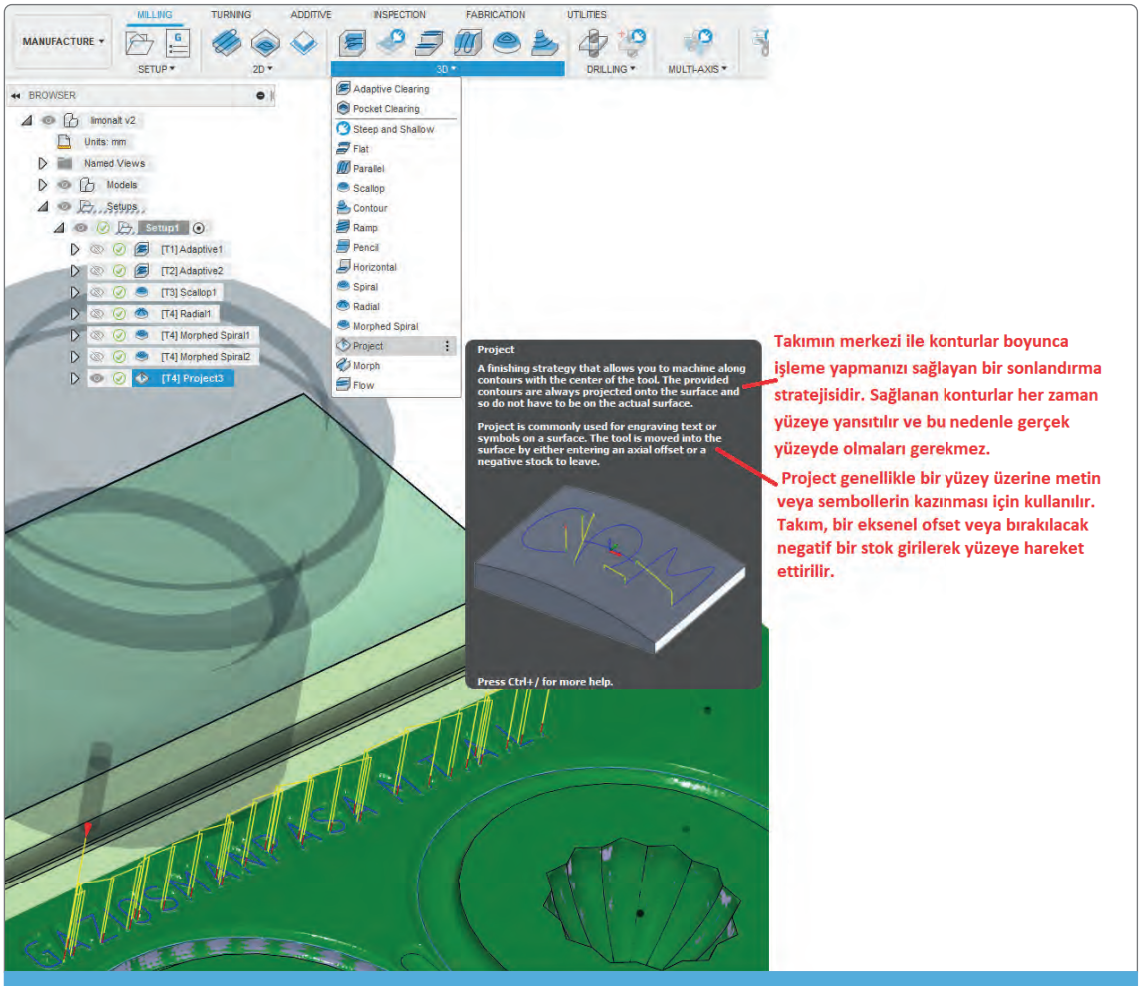
Görsel 5.41: Morphed Spiral operasyonu

5.4.13. Project Operasyonu

Project stratejisi, bir yüzey üzerine metin ve figürlerin işlenmesi için kullanılır. İşlenilecek yüzeylerin gerçek yüzeyde olmaları gerekli değildir. Oluşturulan çizimi iş parçası üzerine yansıtarak veya üzerinde yer alıyorsa da bu objelere takım yolu oluşturur (Görsel 5.42).

Project operasyonu, frezeleme işlemlerinde kullanılan bir kesme stratejisidir. Bu operasyon, iş parçasının belirli bir profil veya şekil üzerine projeksiyonunu gerçekleştirir. İş parçasının yüzeyine paralel olarak kesme işlemi yaparak istenen profilin oluşturulmasını sağlar. İş parçasının yüzeyine paralel kesme hareketi ile istenen profil oluşturulur. Bu operasyon, yüzeyler üzerinde hassas projeksiyon işlemleri gerektiren uygulamalarda tercih edilir. Kesici uç, işlenecek malzeme ve işleme gereksinimlerine uygun olarak seçilmelidir. İstenen projeksiyon profilinin şekline ve boyutuna bağlı olarak uygun bir kesici uç kullanılır. Malzeme özellikleri ve işleme gereksinimleri dikkate alınarak optimize edilmiş parametreler seçilir. Project operasyonunun temel adımları şunlardır:

İş Parçası ve Kesici Takım Hazırlığı: İş parçası freze tezgâhı tablasına sabitlenir ve uygun kesici takım seçilir. Kesici takım, işlenecek malzeme ve işleme gereksinimleri göz önünde bulundurularak tercih edilmelidir. İşlenmek istenen projeksiyon profilinin şekli ve boyutuna uygun kesici takım kullanılır.



Görsel 5.42: Project operasyonu

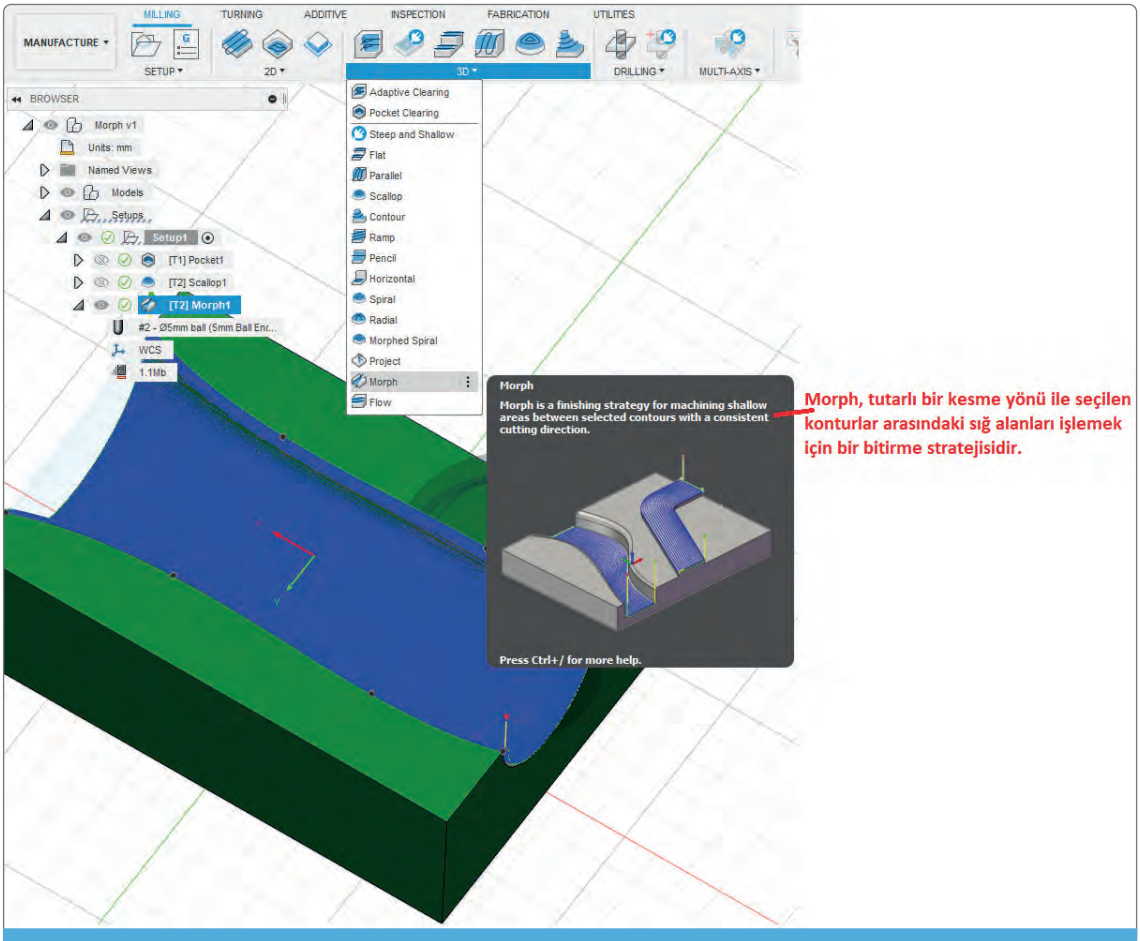
İşleme parametrelerinin belirlenmesi için kesme hızı, ilerleme hızı, devir sayısı ve takım yolu hızı gibi işleme parametreleri belirlenir. Malzeme özellikleri ve işleme gereksinimleri dikkate alınarak optimize edilmiş parametreler seçilir. Profil veya şeklin belirlenmesi için Project operasyonunda, iş parçasının yüzeyine paralel bir profil veya şekil belirlenir. Bu profil, kesme işlemi sırasında projeksiyon olarak oluşturulacak şekli ifade eder. Profil, CAD yazılımı veya tezgâhın kontrol paneli üzerinden tanımlanabilir.

Kesme işlemi için Project operasyonu sırasında kesici uç, belirlenen profil veya şekle paralel olarak ilerler ve kesme işlemini gerçekleştirir. İş parçasının yüzeyine projeksiyon yaparak istenen profilin oluşturulmasını sağlar. Kesme parametreleri ve takım yolu optimize edilerek yüzey kalitesi ve hassasiyet iyileştirilir.

Talaş yönetimi için Project operasyonu sırasında talaş yönetimi önemlidir. Kesici uç, iş parçasının yüzeyine paralel olarak kesme işlemi yaparken talaşların doğru bir şekilde kaldırılması ve atılması gerekmektedir. Talaş kırıcılar veya uygun soğutma sıvıları kullanılarak talaşların kontrol altında tutulması sağlanır.

5.4.14. Morph (Morf) Operasyonu

Seçilen iki eğrinin formunu referans alarak takım yolu oluşturur (Görsel 5.43).

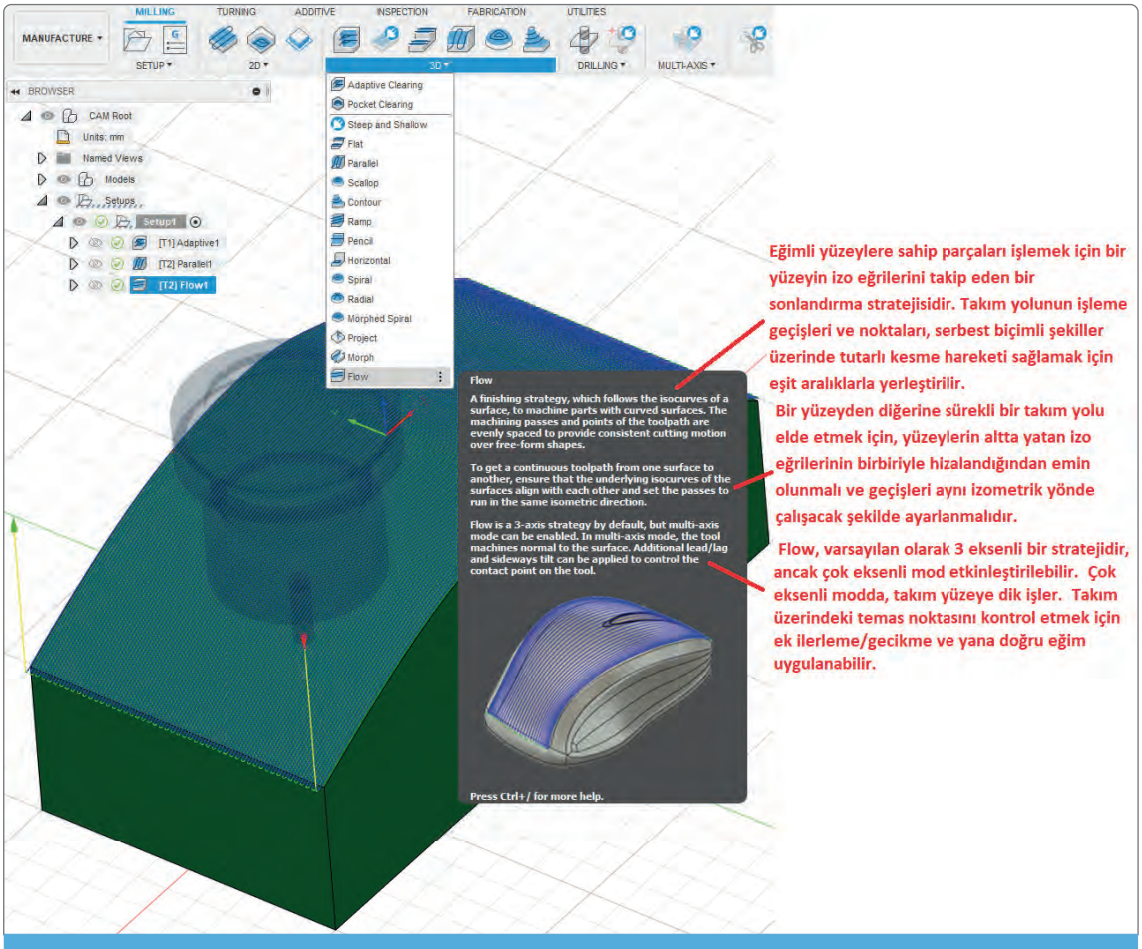


Görsel 5.43: Morph operasyonu

5.4.15. Flow (Flov) Operasyonu

Çok eksenli özelliklere sahip bir yöntemdir. Seçilen bir yüzeye yan adım sayısı girilerek takım yolu oluşturur (Görsel 5.44).

Operasyon, iş parçasının yüzeyindeki formu esas alarak takım yolu oluşturmak için kullanılır. Kesici uç, iş parçasının yüzey formuna bağlı olarak hareket eder ve belirli bir deseni veya akış yolunu izleyerek kesme işlemini gerçekleştirir. Kesici uç, işlenecek malzeme ve işleme gereksinimlerine uygun olarak seçilmelidir. Malzeme özellikleri ve işleme gereksinimleri dikkate alınarak optimize edilmiş parametreler seçilir. Kesme parametreleri ve takım yolu optimize edilerek yüzey kalitesi ve kesme hassasiyeti iyileştirilir.



Görsel 5.44: Flow operasyonu

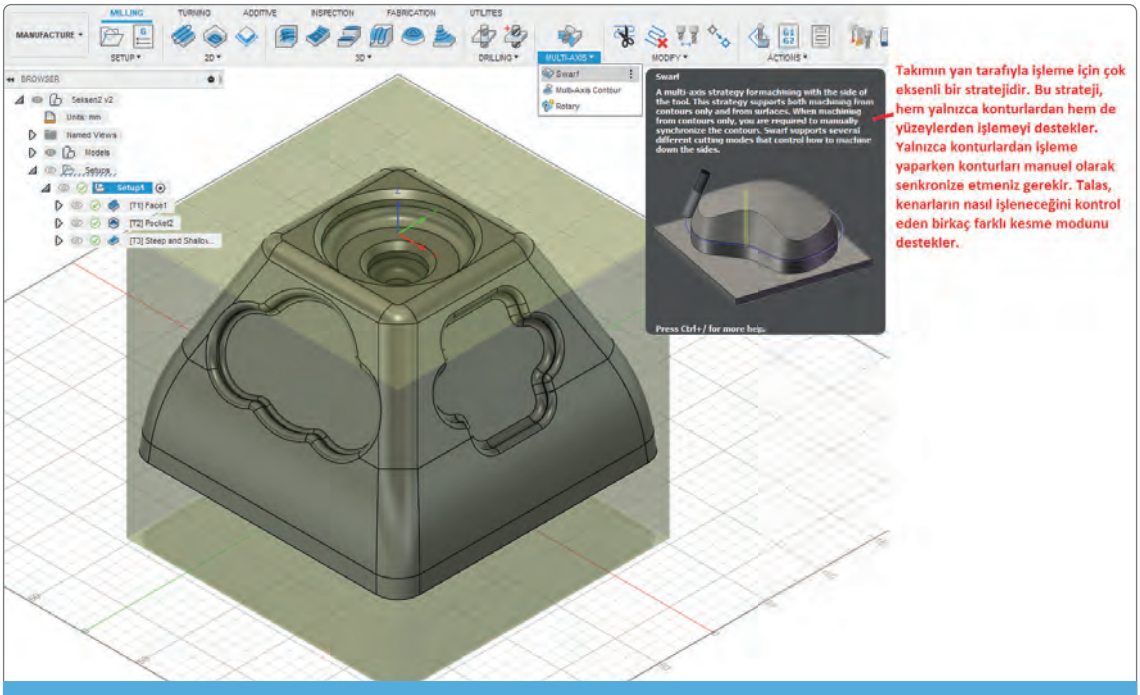
5.5. BEŞ EKSEN SİMULTANE İŞLEME

Eş zamanlı olarak çok eksenli iş parçaları işlemelerinin yapılabilmesi için MULTI-AXIS seçeneğinde bulunan Swarf (svorf), Multi-Axis Contour ve Rotary (Rotıriy) komutları kullanılabilir.

Eş zamanlı çok eksen işleme üç eksende (X,Y,Z) harekete ilave olarak işleme tezgâhlarında bulunan takımın bağlı olduğu kafanın, tezgâh tablasının ve tablaya bağlanan divizörün doğrusal ve döner hareket eksenlerinin eş zamanlı hareketi ile iş parçasını işleme işlemidir.

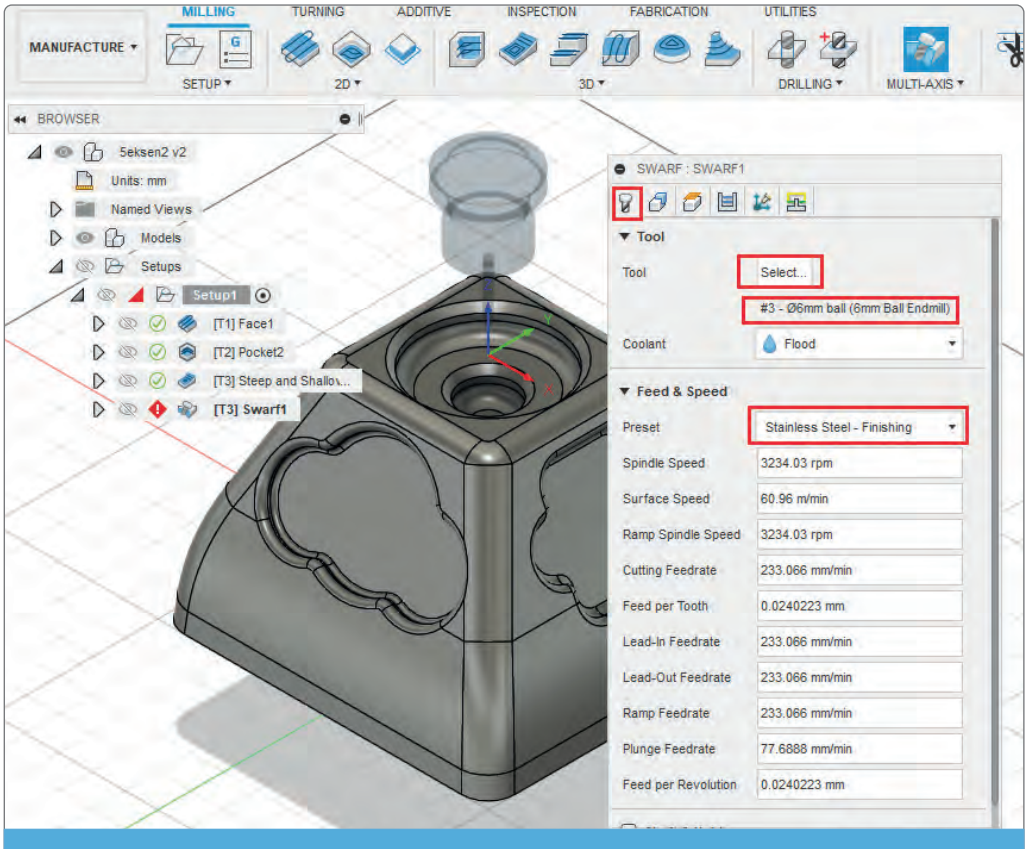
5.5.1. Swarf

Swarf 5 eksen işleme yöntemi takımın yan tarafıyla kesme işlemini oluşturma operasyonudur. Eğimli ve konik yan yüzeylere sahip parçaları işlemek için uygun bir yöntemdir (Görsel 5.45).



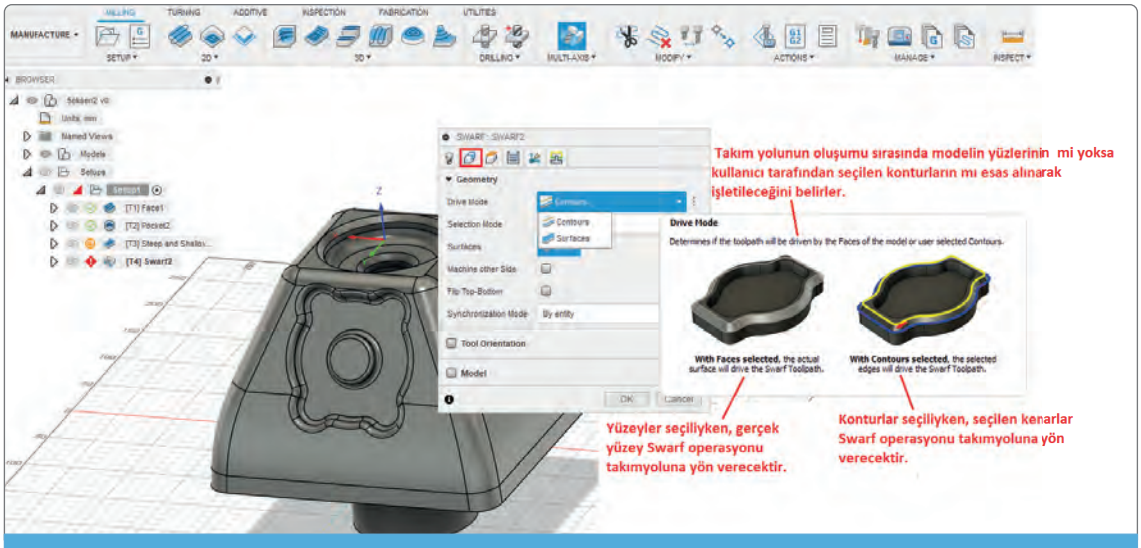
Görsel 5.45: Swarf operasyonu

Aşağıda yer alan Görsel 5.46'da takım ayarları bölümünde ilgili takım, malzeme ve operasyon tipi seçilir. Bu işlemlere ek olarak kesme değerlerinde de istenilen değişiklikler yapılır.



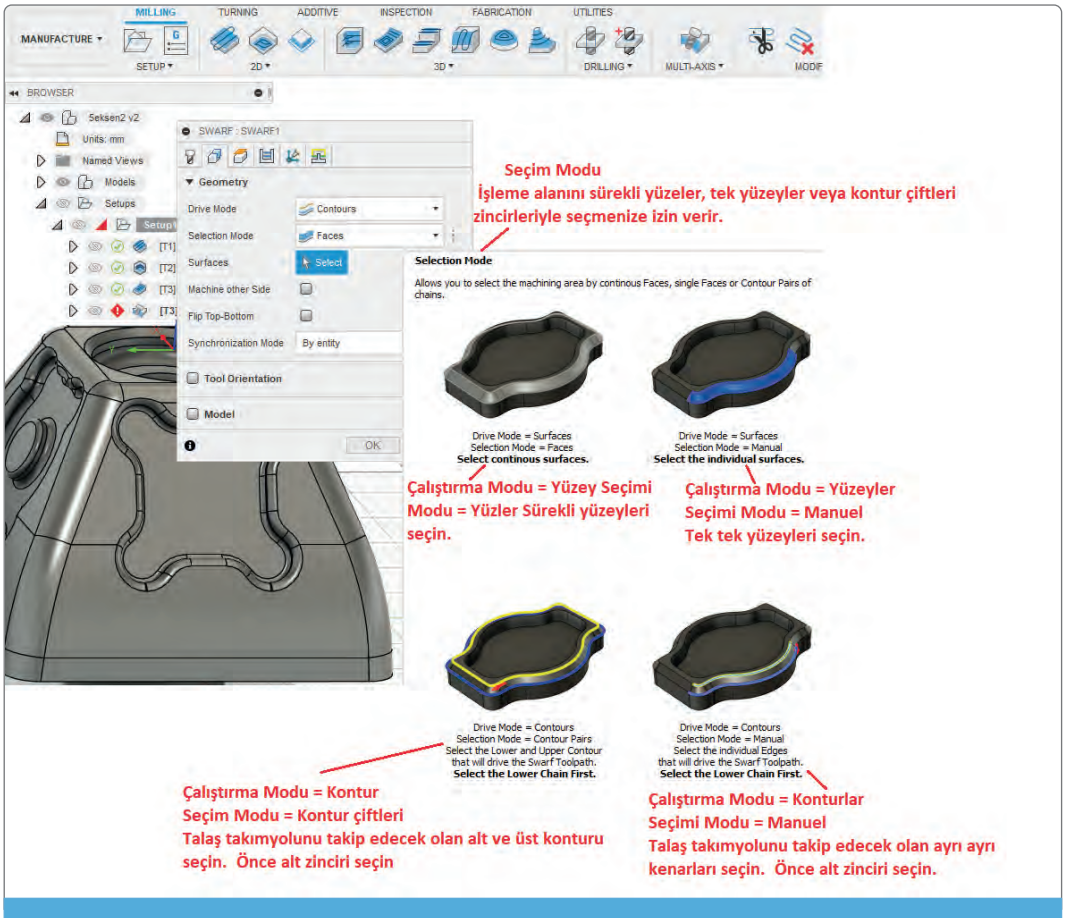
Görsel 5.46: Swarf operasyonu takım ayarları

Takım seçimi yapıldıktan sonra Görsel 5.47'de yer alan Geometry bölümünden ilk olarak Drive Mode (Draiv Mod) yöntemine karar verilir.



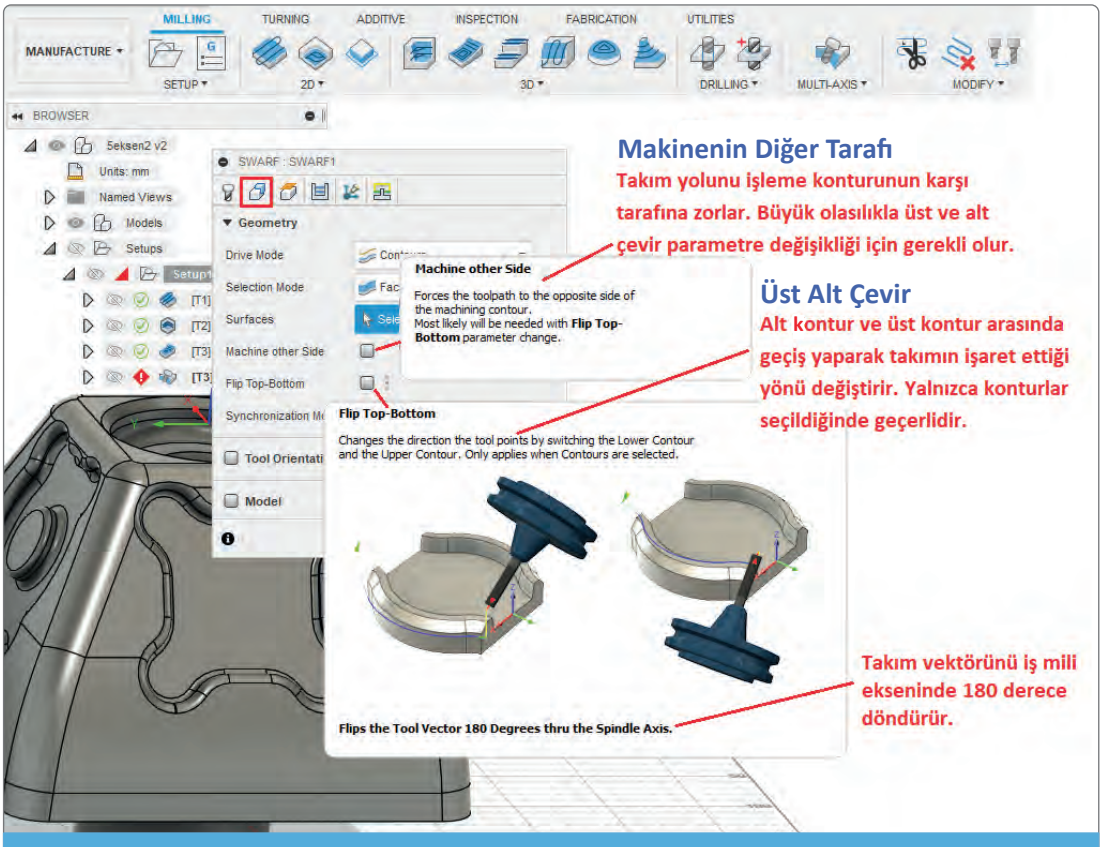
Görsel 5.47: Swarf operasyonu Geometry ayarları

Drive Mode yöntemine karar verildikten sonraki aşama ise Selection Mode altında yer alan seçeneklerden yapılan işin niteliğine göre birine karar vermektir (Görsel 5.48).

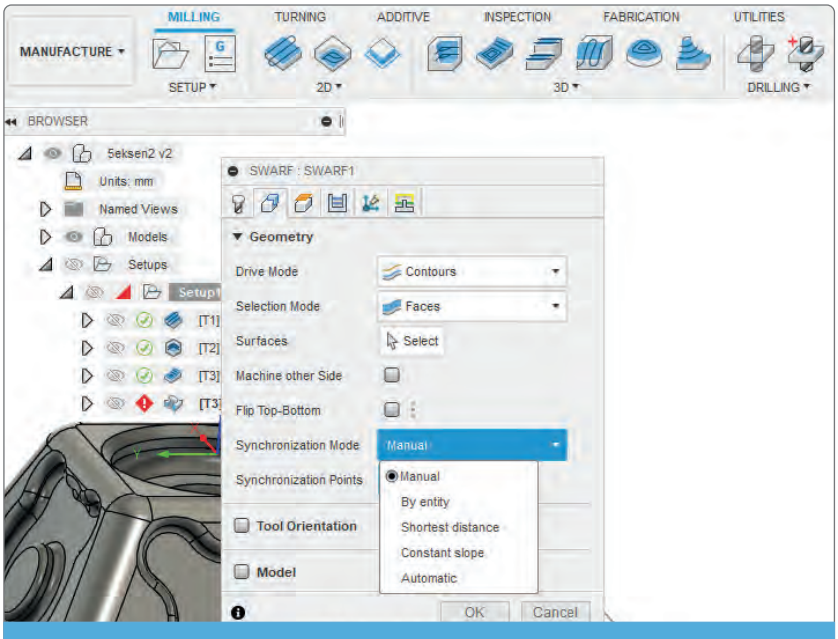


Görsel 5.48: Swarf operasyonu Geometry ayarları

Selection Mode yöntemine karar verildikten sonra işin niteliğine göre hemen altında yer alan Machine other Side (Meşhin adır said) ve Flip Top- Bottom (Fılip tap badım) tercihlerine karar vermektir (Görsel 5.49).



Görsel 5.49: Swarf operasyonu Geometry ayarları



Görsel 5.50: Swarf operasyonu Geometry ayarları

Synchronization Mode (Sinkrınızeyşın Mod): Kenar zincir çiftleri seçildiğinde ihtiyaç duyulur. Alt ve üst zincir uyumunda nasıl yapılması gerektiğine karar verir.

Manual (Menüıl): İki kenar zinciri senkronize etmek için noktalar manuel olarak seçilir.

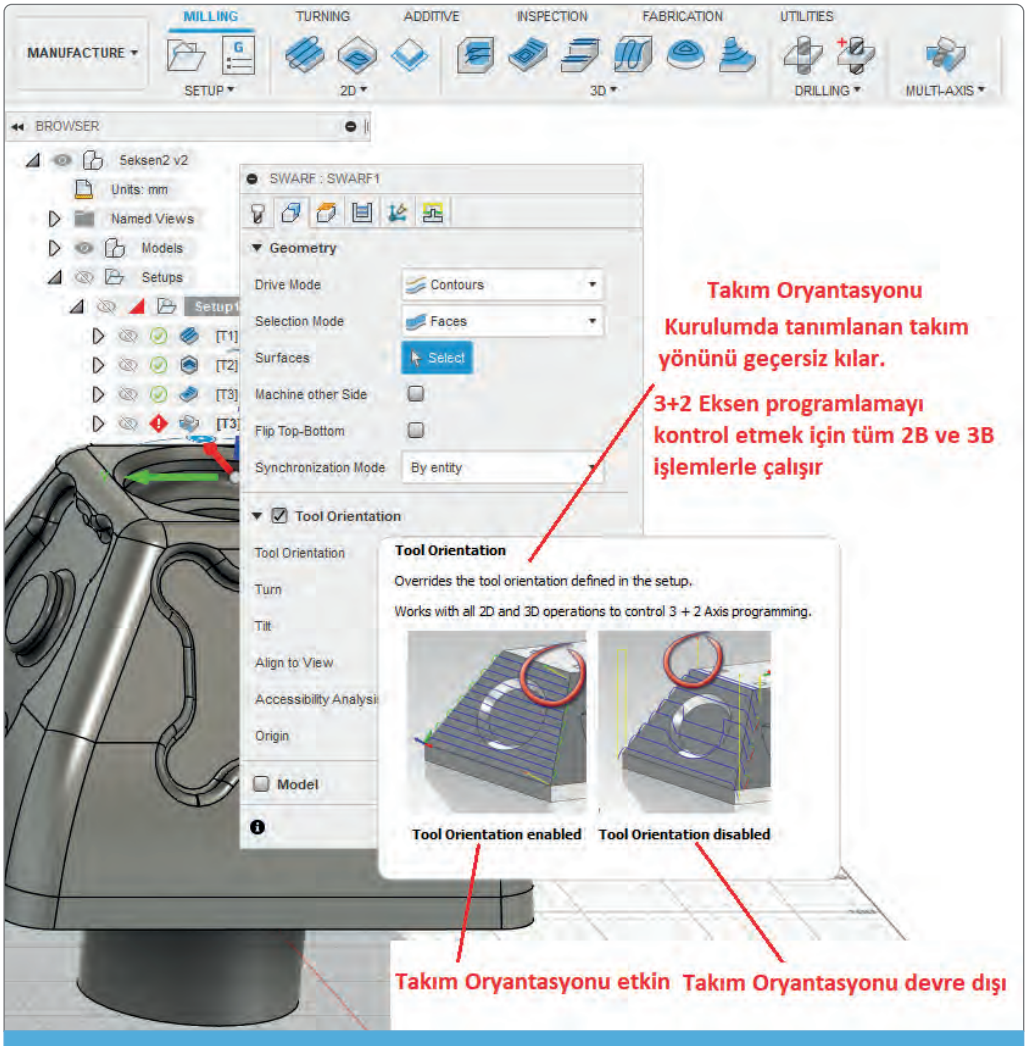
By entity (By entıtiy): Her iki zincirde eşit sayıda varlığa sahip ise, alt ve üst zincirler eşleşir.

Shortest distance (Şortıst distıns): İki zincir grubu arasındaki olası en kısa ve doğru yolu hesaplar.

Constant Slobe (Kantıst Sılob): Yüzey eğimine sabit adımda takım yolu hesaplar.

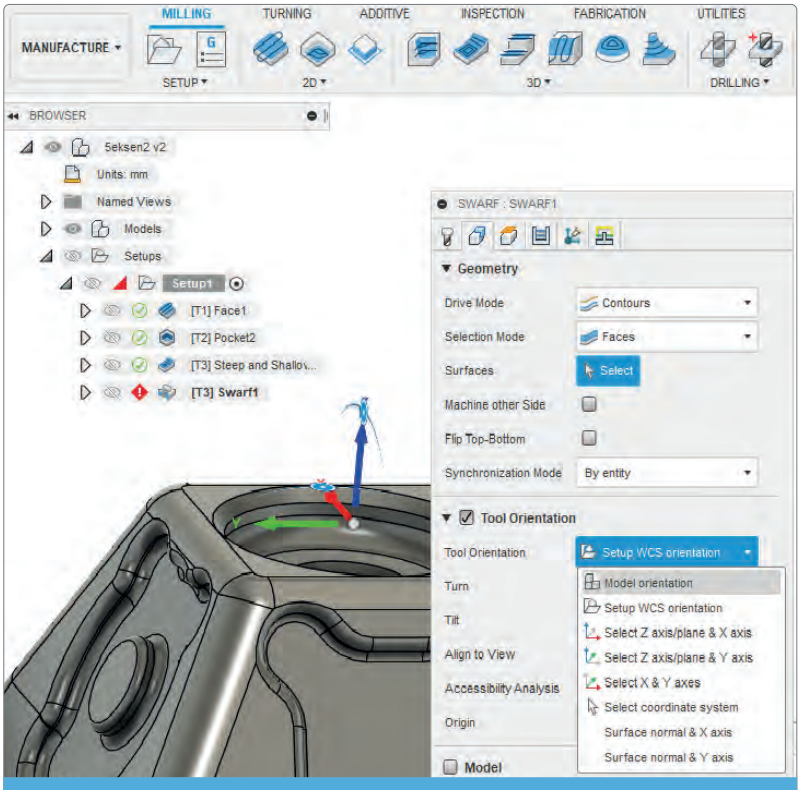
Otomatik: Takım yolunu en uygun olacak şekilde otomatik hesaplar (Görsel 5.50).

Tool Orientation seçeneği ile kesici takımın iş parçası yüzeyi üzerindeki duruş pozisyonu ayarlanır. İşleme sırasında referans alınacak sıfır noktası bu alandaki seçeneklerden yararlanılarak belirlenir (Görsel 5.51-52).

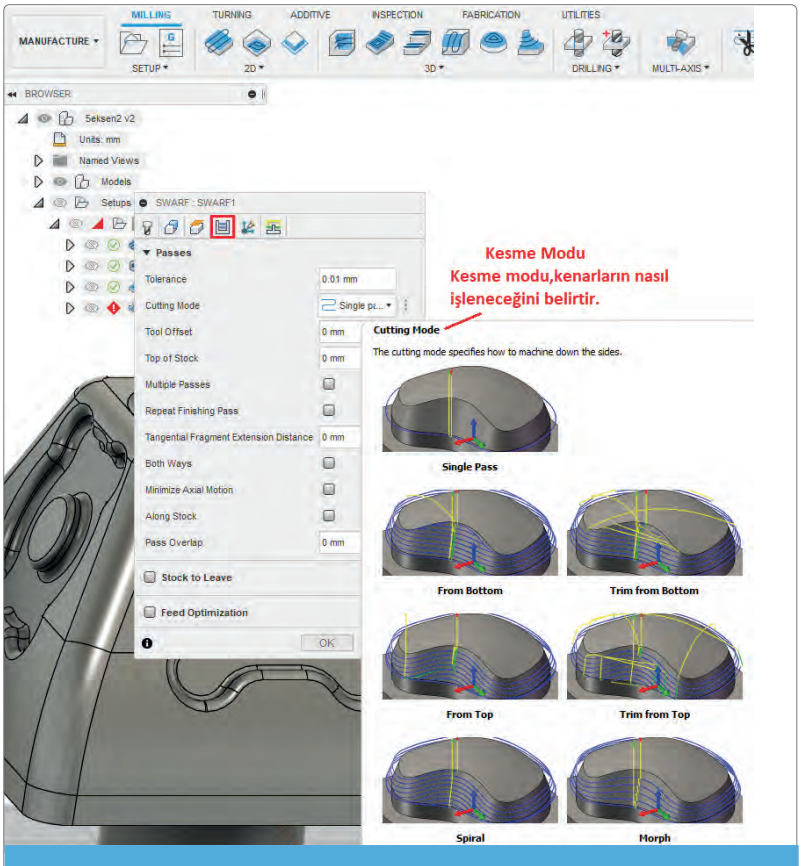


Görsel 5.51: Swarf operasyonu Geometry ayarları

Tool Orientation menüsü altındaki koordinat değiştirme seçeneklerinden yararlanılarak istenilen koordinat düzlemi oluşturulur.



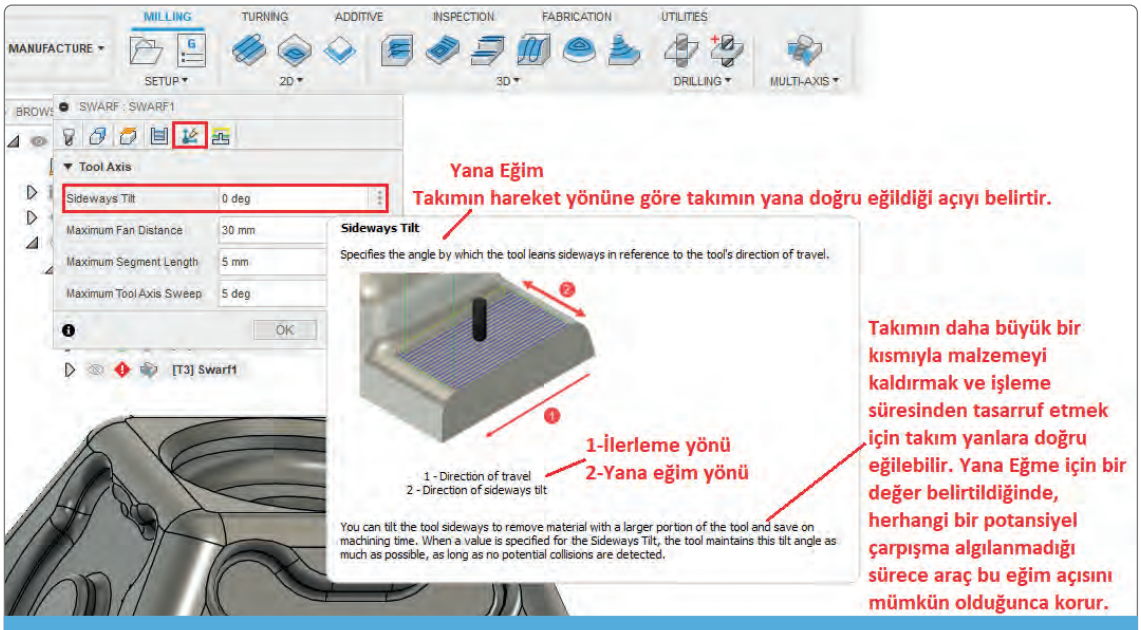
Görsel 5.52: Swarf operasyonu Geometry ayarları



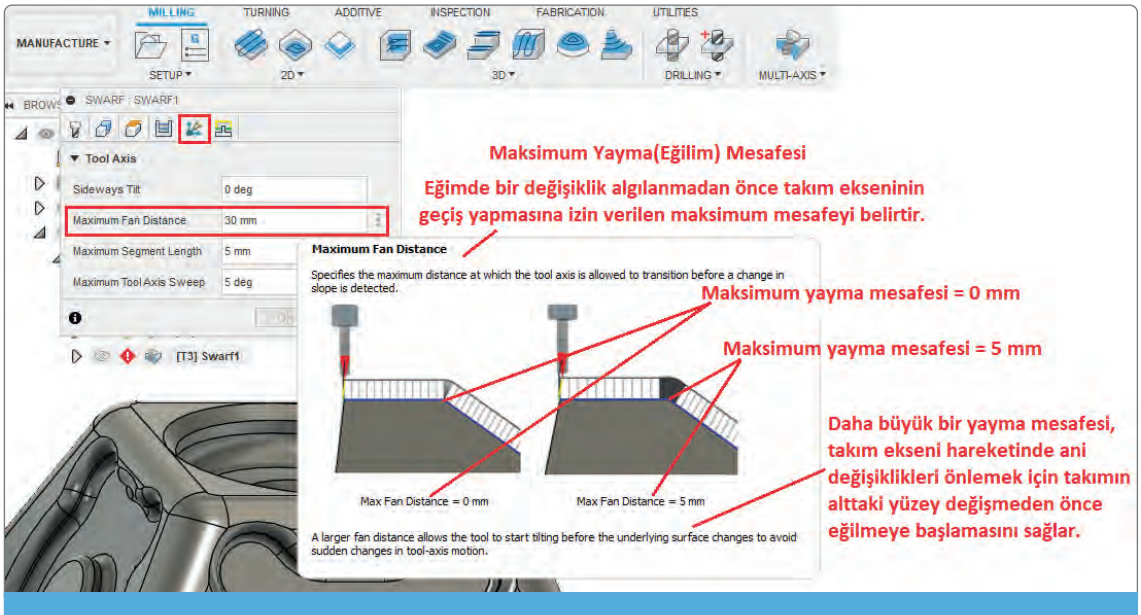
Görsel 5.53: Swarf operasyonu Passes ayarları

Cutting Mode (Kesme modu) kenarların işleme yöntemini seçmemize olanak tanır. Bu kesimler aşağıdan yukarıya veya yukarıdan aşağıya şeklinde olabilir. Spiral ve Morph seçenekleri, kesici takımın parça üzerinden ayrılmadan işleme yapmasına olanak tanır. Trim'li seçenekler, örsel 5.53'te görüldüğü gibi açık alanları budayarak işleme alanını azaltır. Tek Geçiş (Single Pass) haricindeki diğer kesme seçenekleri tercih edildiğinde, alta açılan yeni parametre giriş kutucuklarında talaş derinliği ve paso sayısı ile ilgili seçenekler açılır. Bu tercihlerde ilgili parametrelerin değerleri işlenerek operasyona devam edilir (Görsel 5.53).

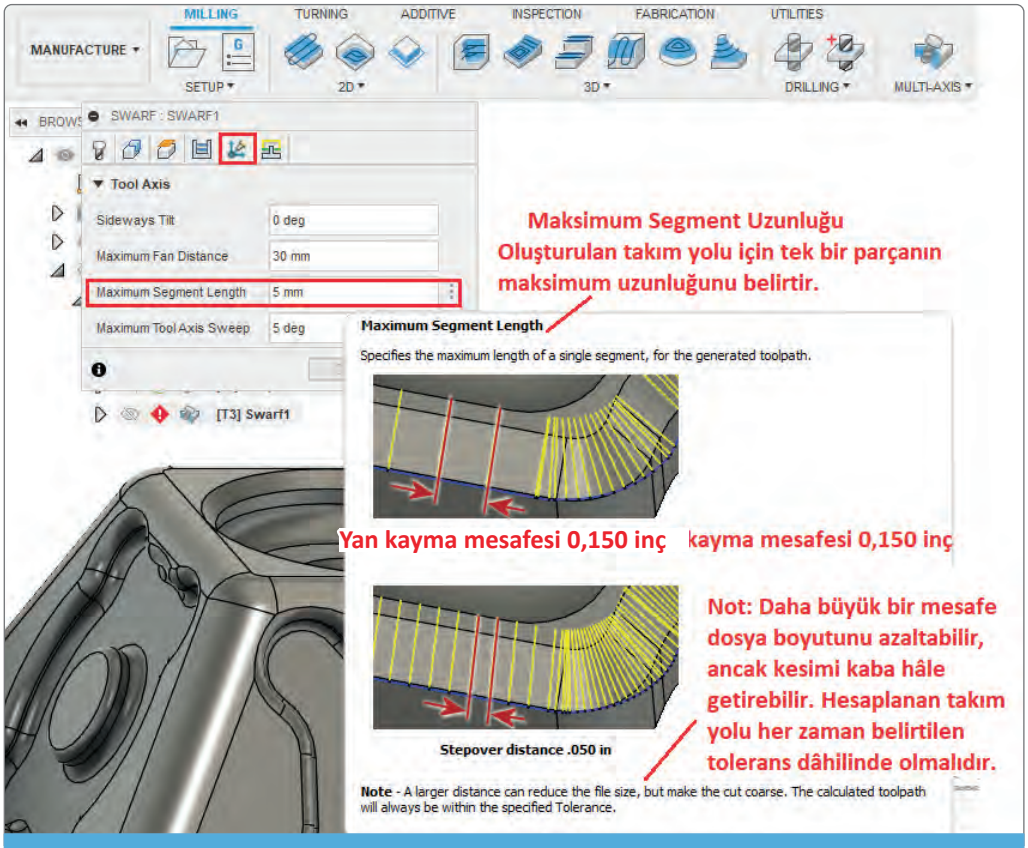
"Swarf" operasyonu Multi- Axis menü ayarları Görsel 5.54-55-56-57-58'deki açıklamalar göz önünde bulundurularak ihtiyaç çerçevesinde belirlenir.



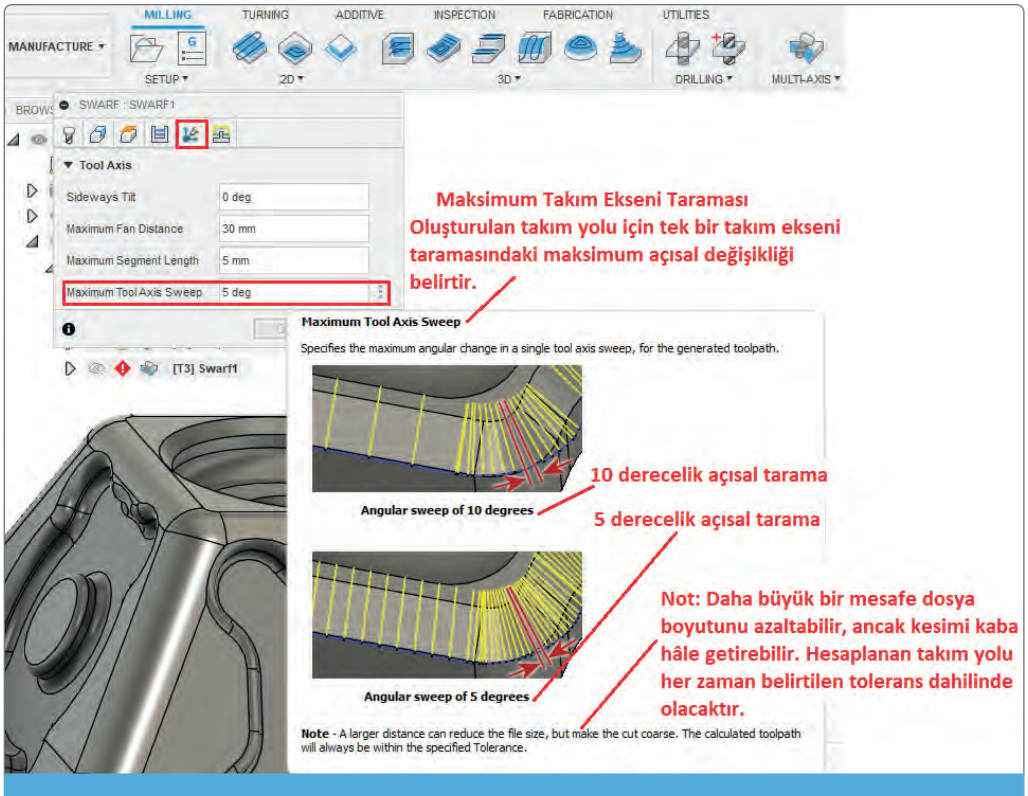
Görsel 5.54: Swarf operasyonu Multi- Axis menü ayarları



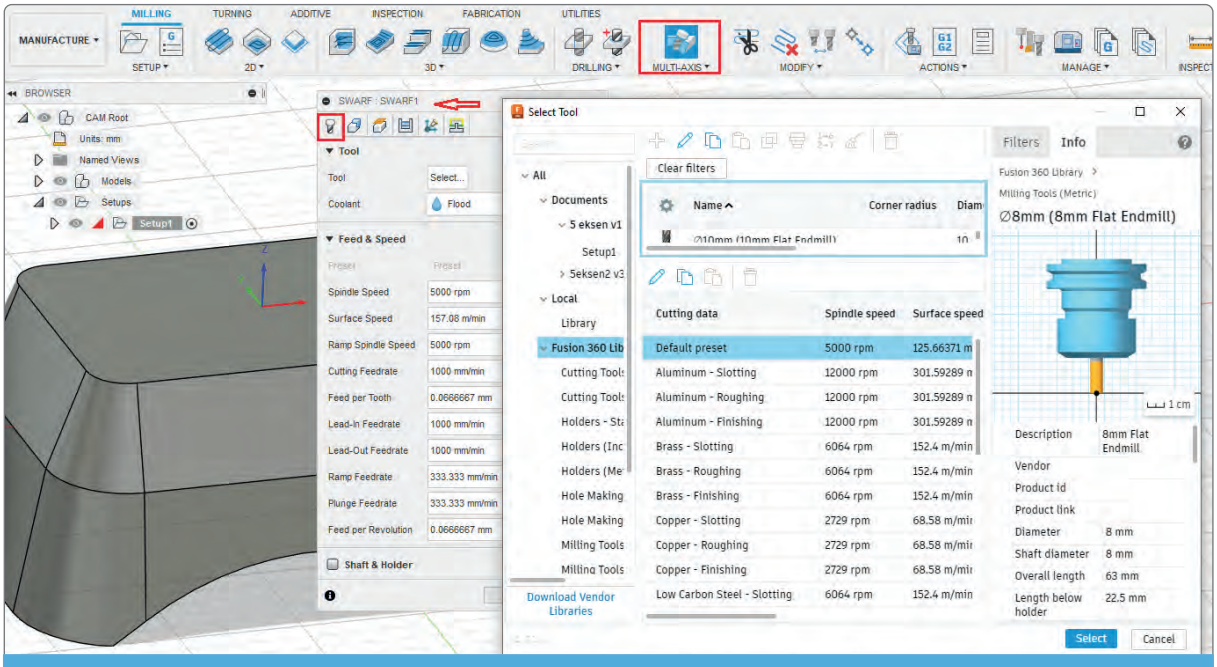
Görsel 5.55: Swarf operasyonu Multi- Axis menü ayarları



Görsel 5.56: Swarf operasyonu Multi- Axis menü ayarları



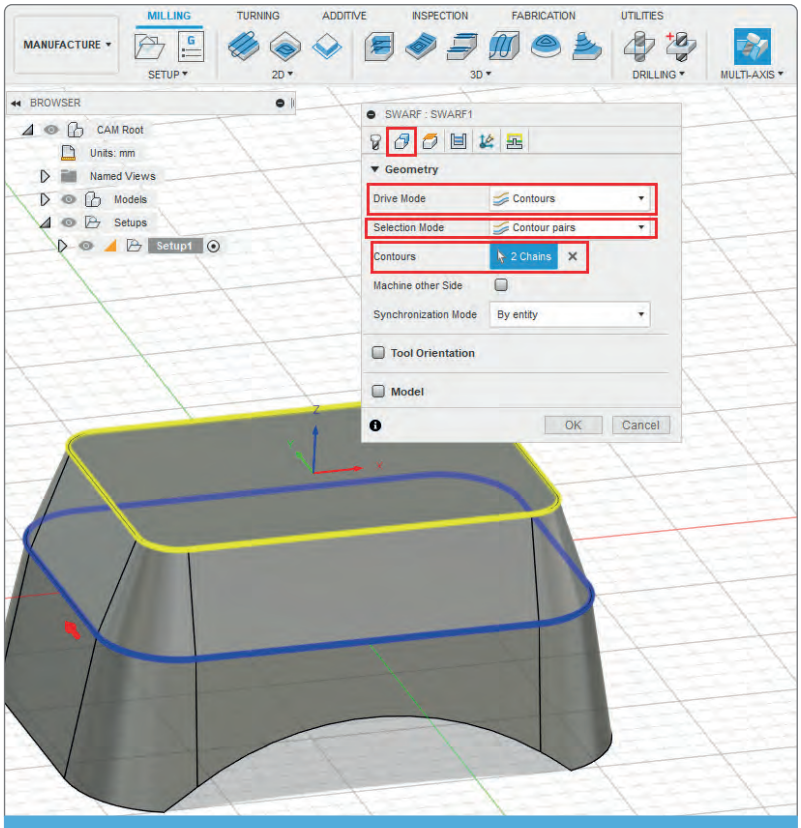
Görsel 5.57: Swarf operasyonu Multi- Axis menü ayarları



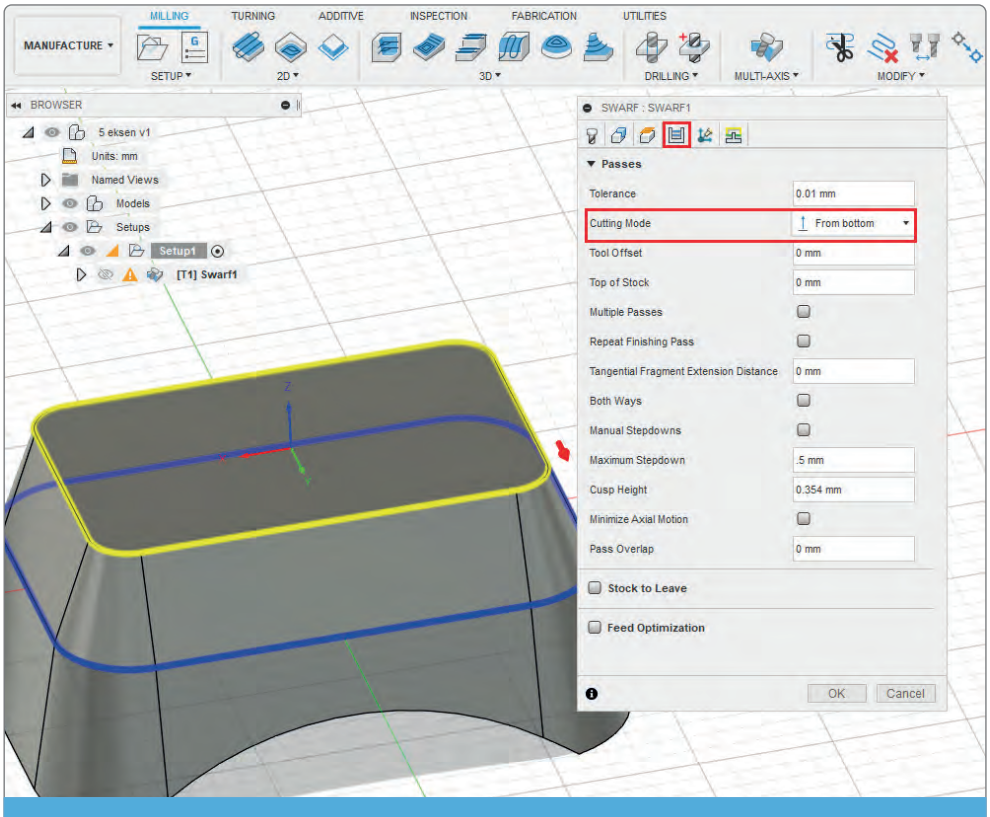
Görsel 5.58: Swarf operasyonu takım seçimi

Operasyonun takım seçimi yapıldıktan sonra Geometry bölümünden kontur kullanılarak işleme yapılacağına karar verildiğinde kontur seçiminde öncelikli olarak takımın alt sınır çizgisi seçilir, bu çizgi mavi renge ve seçilen üst sınır çizgisi de sarı renge dönüşür (Görsel 5.58-59). Passes (Görsel 5.60) bölümünden ilgili kesme ayarları yapıldıktan sonra Görsel 5.61'deki gibi takım yolu elde edilir.

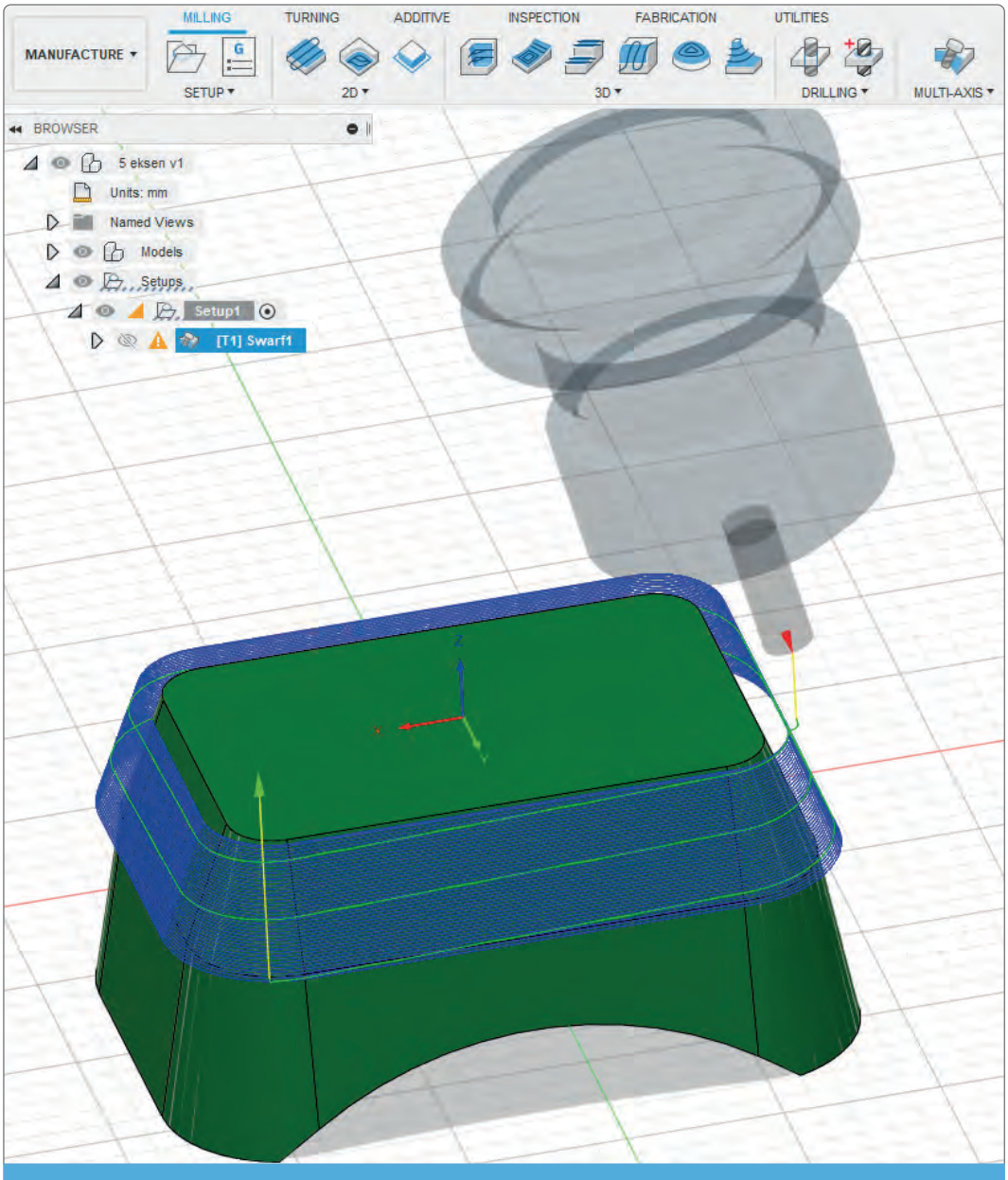
İlgili takım yolları kontrol edildiğinde Swarf operasyonunun, takımın yan tarafını iş parçasının eğimli veya konik yüzeyine yerleştirerek kesme işlemini gerçekleştirdiği ve bu sayede, parçanın eğimli veya konik yüzeyine paralel bir kesme yapılabildiği görülür. Bu operasyon, daha karmaşık parçaların işlenmesinde yüzey kalitesini artırırken işlem süresini de azaltabilir. Takımın eğimli veya konik yüzeye yerleştirilmesi, 5 eksenli tezgâhın eksen hareketlerini kullanarak takımın pozisyonunu ve açısını sürekli olarak ayarlamasını gerektirir. Bu, takımın iş parçasının yan yüzeyini takip etmesini ve doğru kesme işlemini oluşturmasını sağlar. İş parçasının yüzey kalitesini artırırken takımın ömrünü ve işleme süresini optimize etmeyi amaçlar.



Görsel 5.59: Swarf operasyonu Geometry ayarları



Görsel 5.60: Swarf operasyonu Passes ayarları

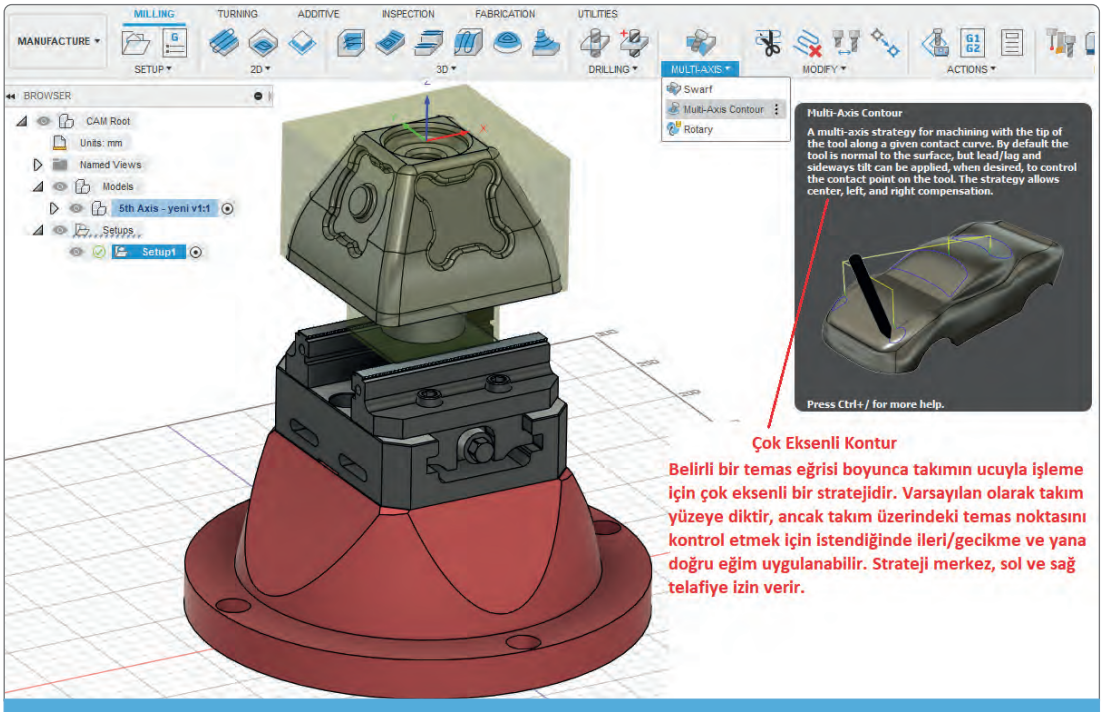


Görsel 5.61: Swarf operasyonu takım yolları

5.5.2. Multi-Axis Contour

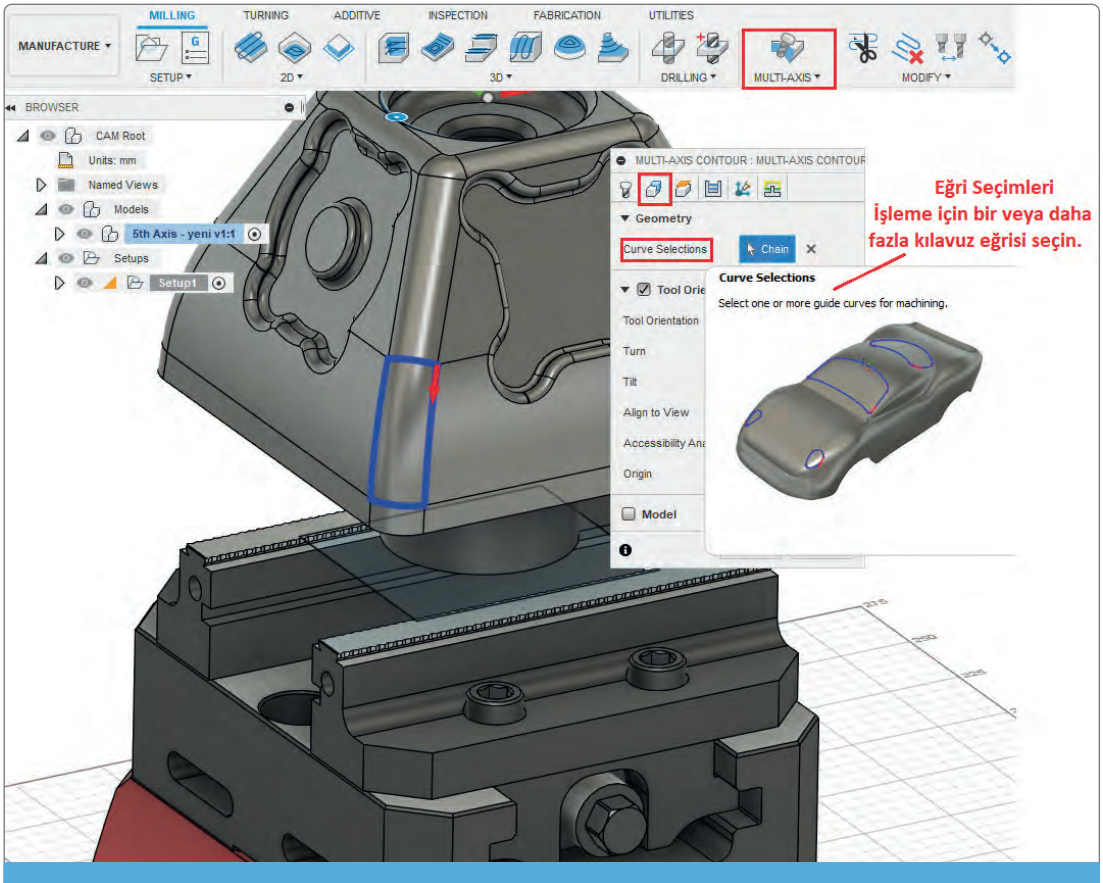
Yüzey eğrilerinin formuna uygun olarak beş eksen takım yolları oluşturabilmek için kullanılan bir stratejidir. Multi-Axis Contour, iş parçasının formlu yüzeylerinde bulunan **3B eğrilerini** formlarına uygun şekilde işlemek için kullanılır. Bu eğriler, iş parçası yüzeylerinin kenarları veya iş parçası üzerine yansıtılan 3B eğriler olabilir (Görsel 5.62).

Multi-Axis Contour yönteminde, sadece Geometry ve Passes menüleri farklılık gösterir.



Görsel 5.62: Multi – Axis Contour operasyonu

Seçimi yapılmak istenen yüzey seçimi yapıldığında alan sınırlarından kontur oluşmaktadır (Görsel 5.63).



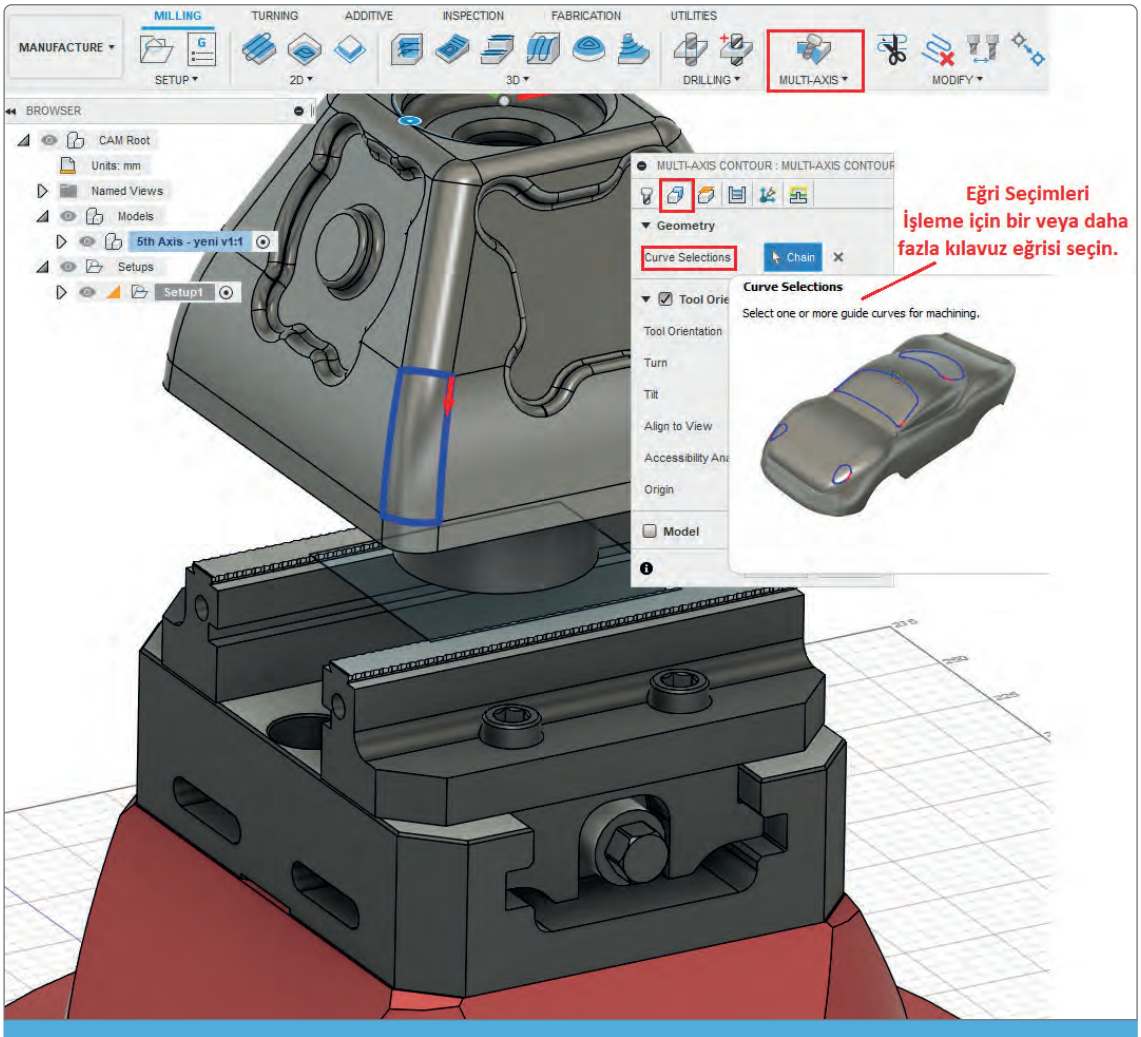
Görsel 5.63: Multi- Axis Contour operasyonu Geometry ayarları

Cutting Mode: 3B eğrisi referans alınarak takım yolu oluşturmak ve düzenlemekle ilgili seçenekleri sunar.

Trim impossible (Tırim impasıbıl): İmkânsız takım yolunu budar.

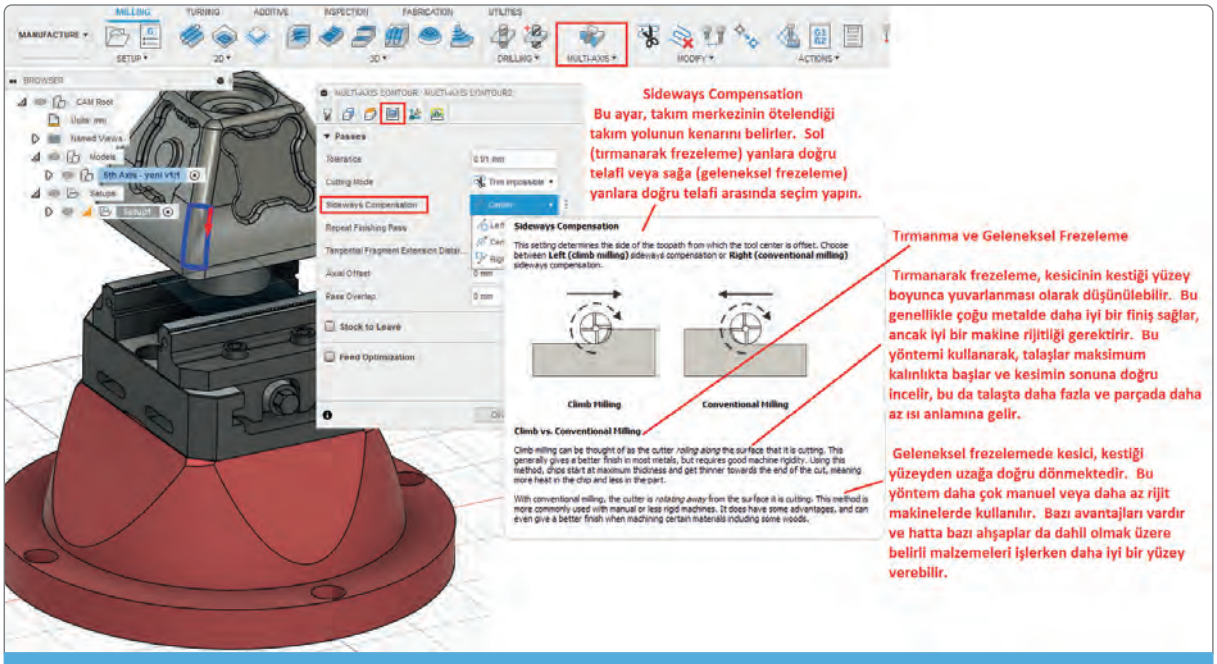
Fail when impossible (Feıl ven impasıbıl): İmkânsız takım yolu oluşturulduğunda hata mesajı verir.

Turn when impossible (Törn ven impasıbıl): İmkânsız takım yolu oluşumundan "dönüş" yapar (Görsel 5.64).

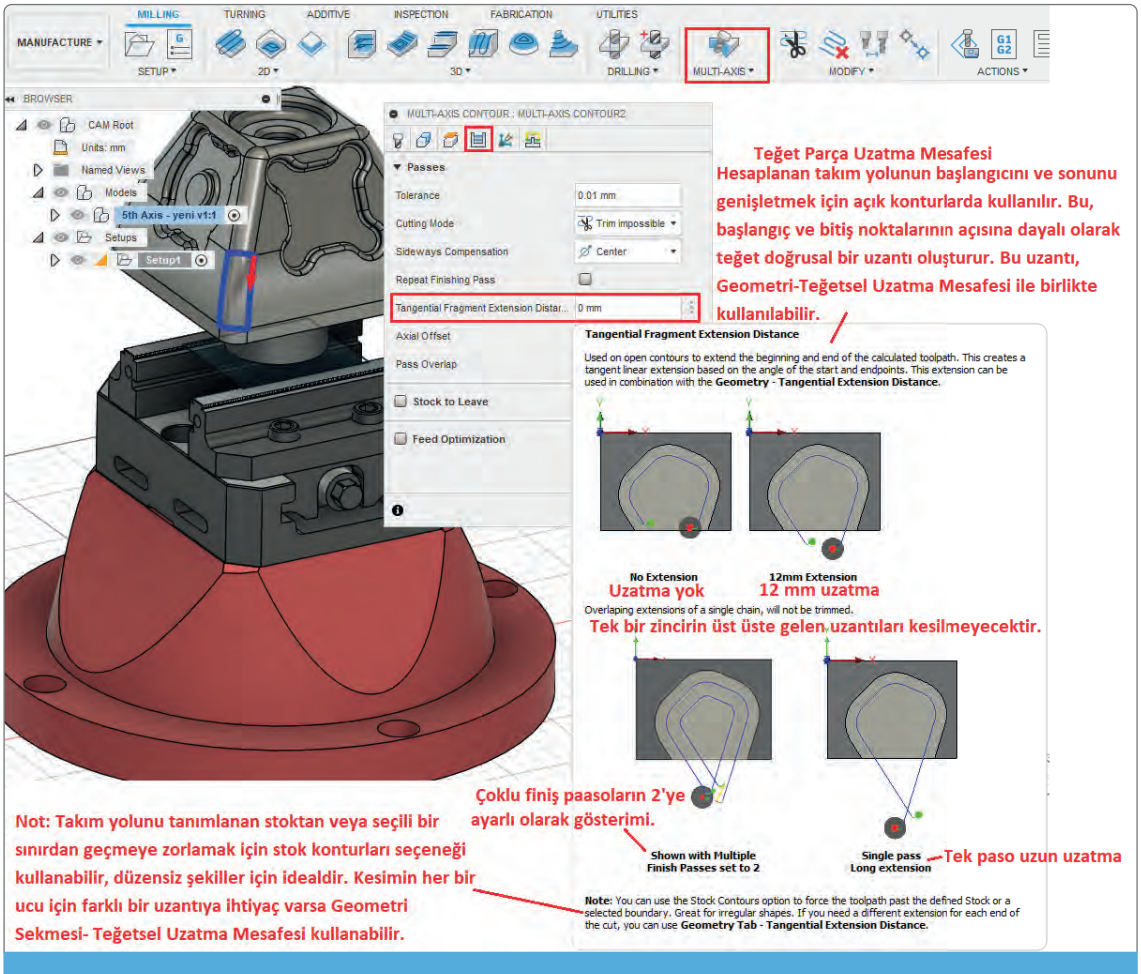


Görsel 5.64: Multi - Axis Contour operasyonu Geometry ayarları

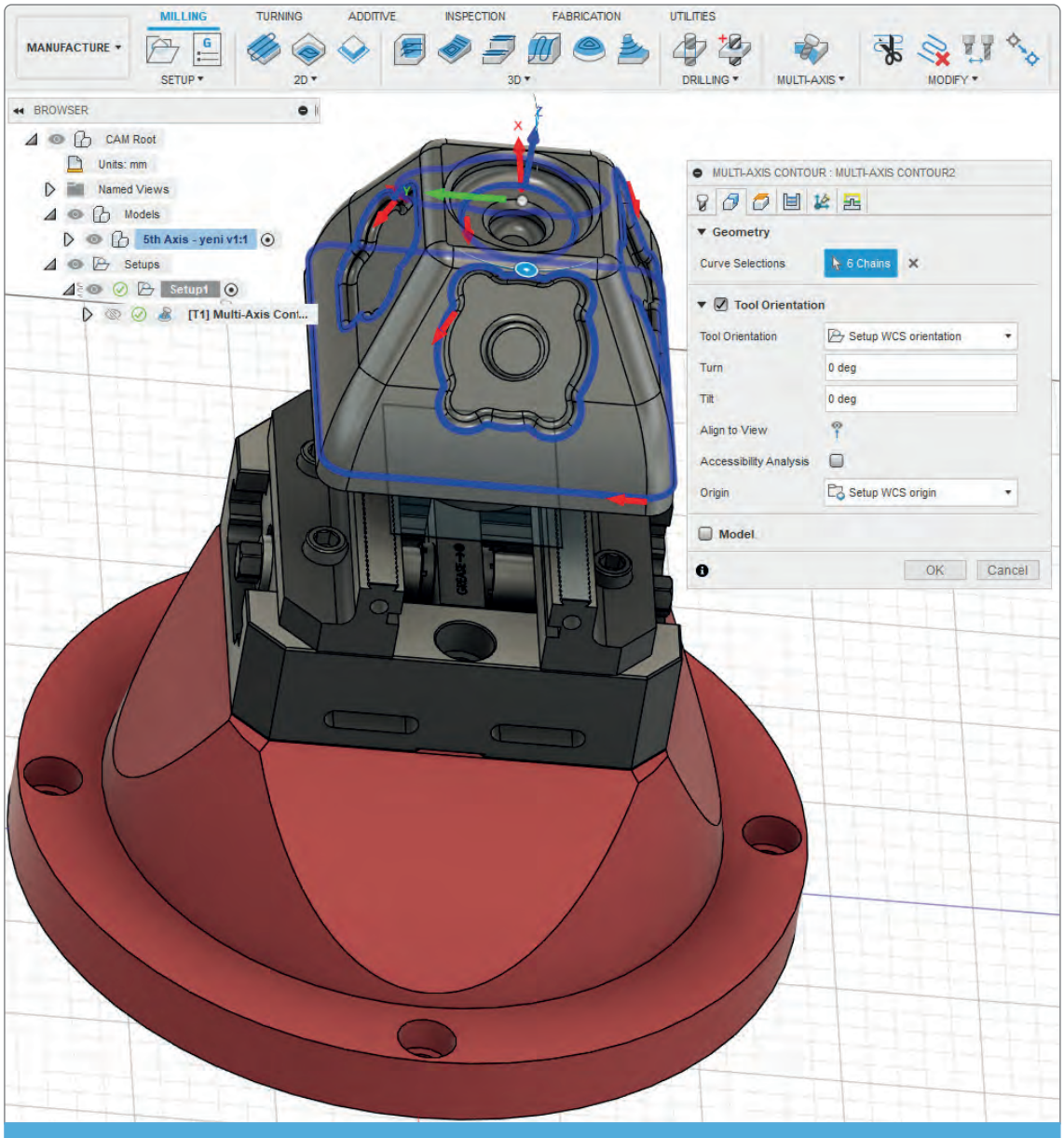
Passes ve Geometry menülerinden ilgili açıklamalar ışığında gerekli tercihler yapılarak takım yolu oluşturularak simülasyonda kontrol yapılır (Görsel 5.65-66-67-68-69).



Görsel 5.65: Multi – Axis Contour operasyonu

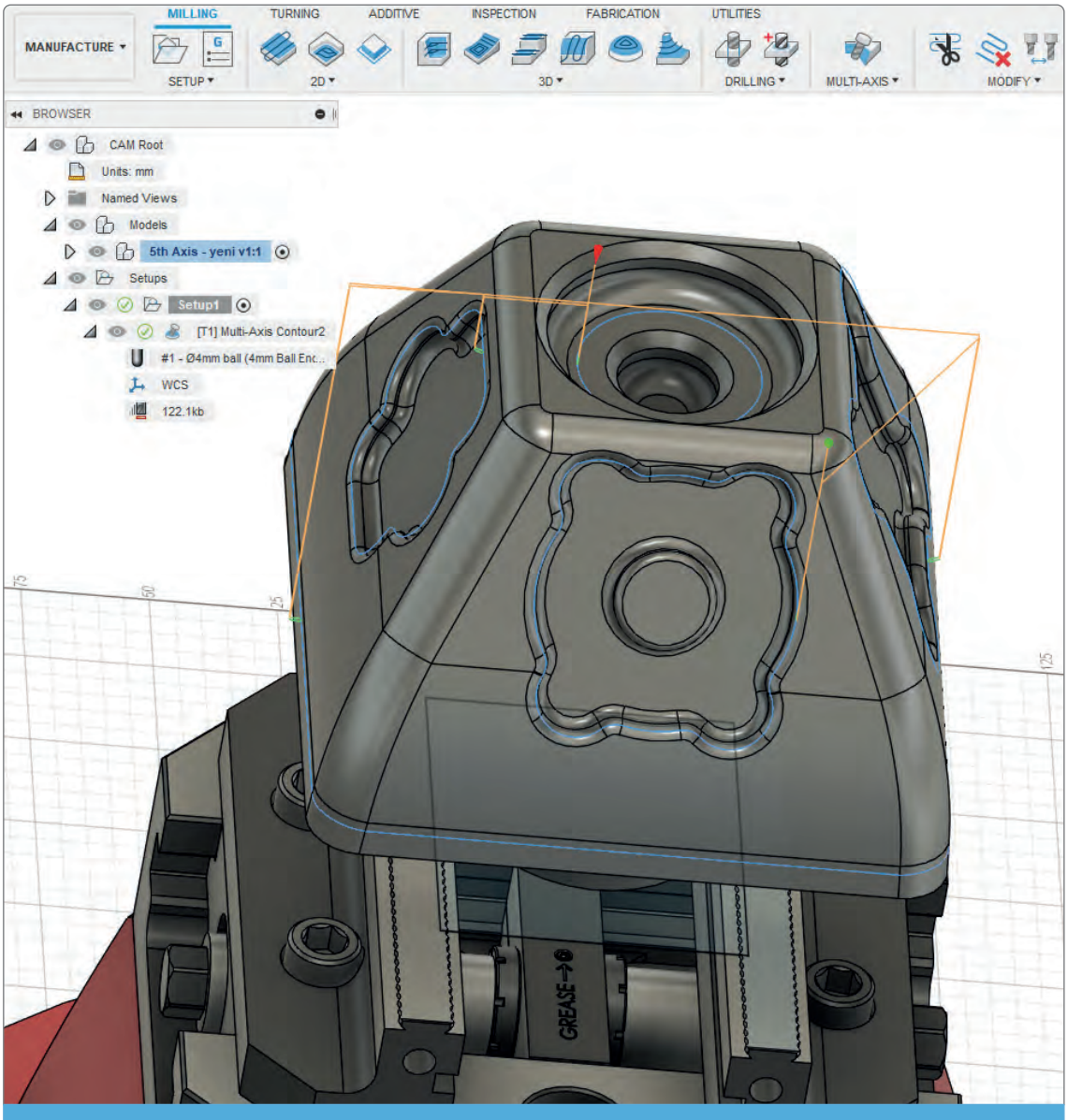


Görsel 5.66: Multi -Axis Contour operasyonu Passes ayarları



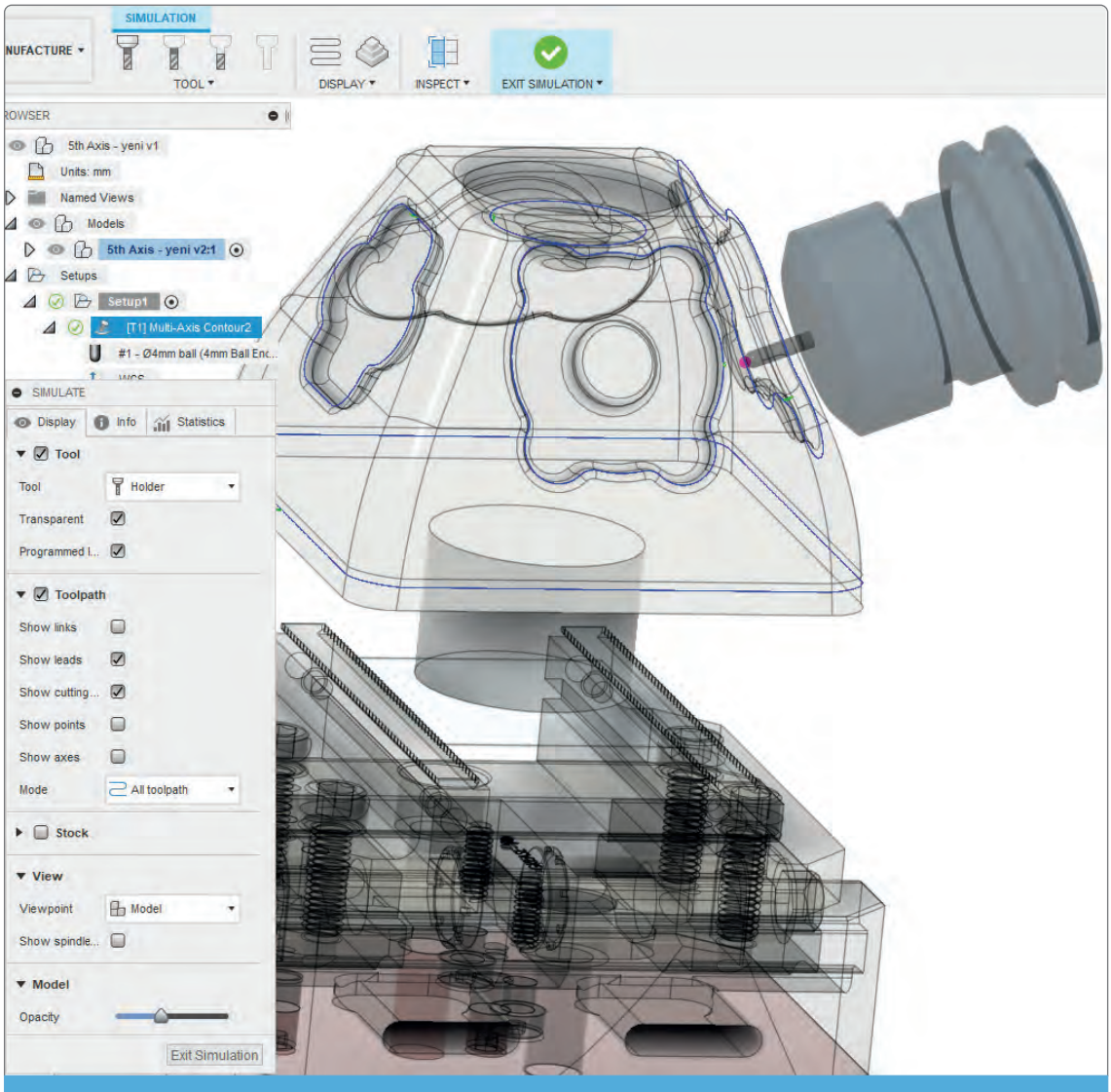
Görsel 5.67: Multi – Axis Contour operasyonu çoklu kontur seçimi

Multi-Axis Contour operasyonunda, işlenecek parçanın üzerinde birden fazla kontur belirlenir. Bu konturlar, iş parçasının şekline ve gereksinimlerine göre farklı şekillerde olabilir. Görsel 5.67'deki gibi operasyon sırasında, çoklu konturların işleneceği takım yolları belirlenir. Bu takım yolları, iş parçasının konturlarını takip ederek kesme işlemini gerçekleştirir. Çoklu eksen hareketleri kullanılarak takımın pozisyonu ve yönelimi sürekli olarak ayarlanır, böylece karmaşık konturların tamamı hassas bir şekilde işlenir. Takımın iş parçasının şekline ve tasarımına göre değişen yönelimlerde hareket etmesi, daha iyi bir yüzey kalitesi ve daha az işleme süresi sağlar. Ayrıca, takımın ömrünü ve aşınmayı azaltarak maliyetleri düşürebilir.



Görsel 5.68: Multi – Axis Contour operasyonu takım yolları

Operasyon, çok eksenli CNC freze tezgahlarıyla gerçekleştirilir ve karmaşık geometrilere sahip parçaların hassas bir şekilde işlenmesine olanak sağlar. Çoklu kontur takım yolları, Görsel 5.68'de görüldüğü üzere parçanın üzerinde belirlenen konturları takip eder. Bu konturlar yardımı ile operasyon sırasında, çok eksenli CNC tezgahın eksen hareketleri kullanılarak takımın pozisyonu ve yönelimi sürekli olarak ayarlanır. Bu sayede, takım parçanın konturlarını hassas bir şekilde takip eder ve doğru kesme işlemini gerçekleştirir. Konturlar arasında geçişler ve düzlem değişiklikleri sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilir. Çoklu kontur takım yolları, parçanın karmaşık geometrisine tam uyum sağlar ve işlem süresini optimize eder.

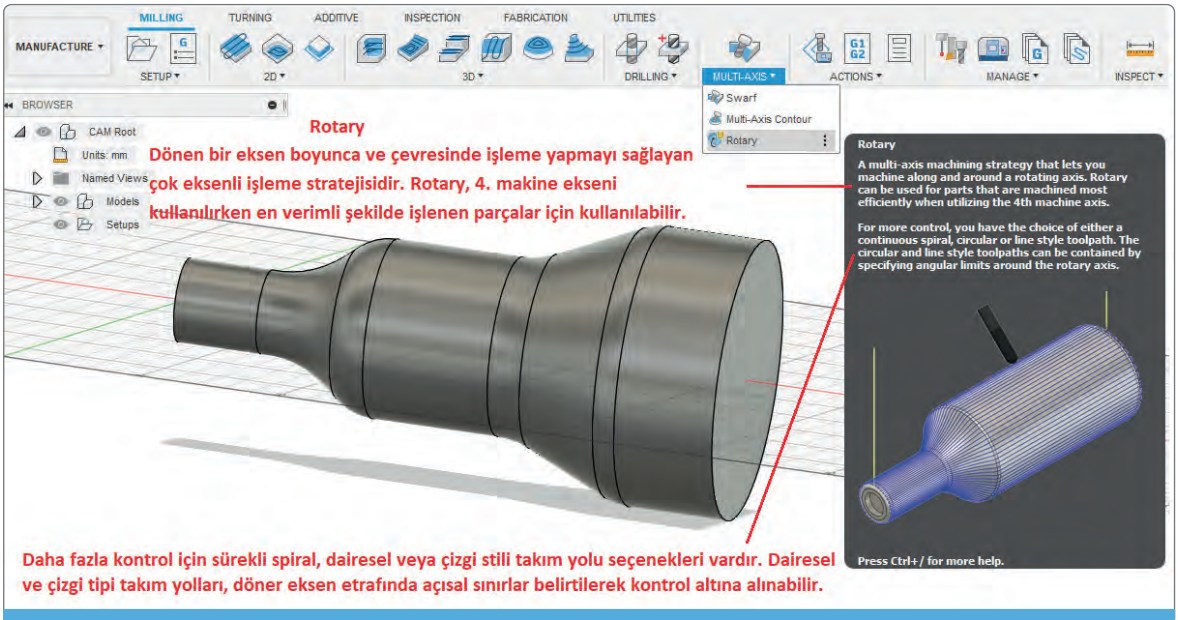


Görsel 5.69: Multi – Axis Contour operasyonu similasyonu

5.5.3. Rotary Operasyonu

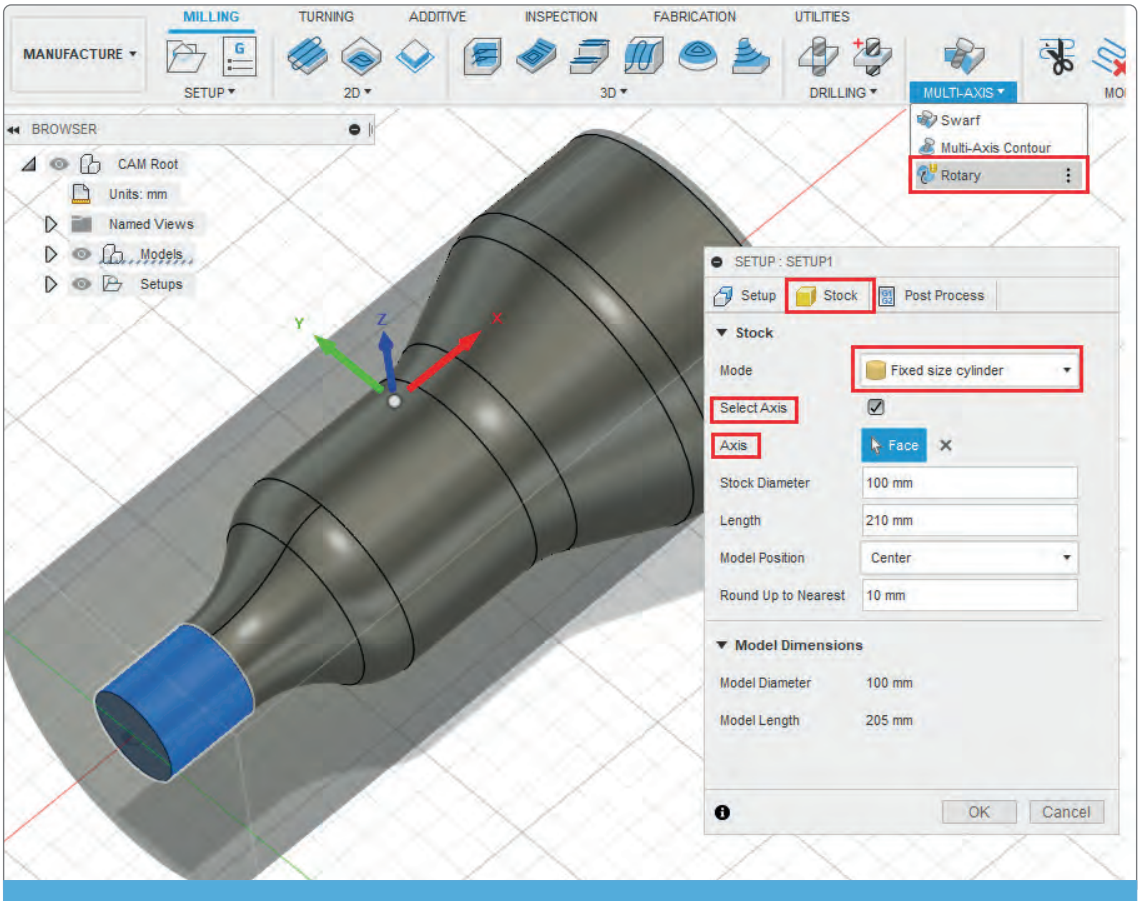
Silindirik veya bir divizöre bağlanabilen parçaların dönen bir eksen boyunca ve çevresinde çok eksenli işleme yapmanızı sağlayan işleme stratejisidir (Görsel 5.70).

Operasyon, çok eksenli CNC tezgahlarında kullanılarak parçaların daha karmaşık geometrilerini işleme yeteneği sunar. Rotary Operasyonu, parçaların döner bir eksen etrafında işlenmesini sağlamak için eksen hareketlerini kullanır. İş parçası, dönen bir divizör veya döner bir mili kullanarak sabitlenir ve işleme yapılacak yüzeyler belirlenir. Daha sonra, takım yolları bu dönen eksen etrafında planlanır ve takımın parça üzerinde kesme işlemini gerçekleştirmesi sağlanır. Parçaların döner eksen etrafında işlem görmesi, takımın daha kolay ve doğru bir şekilde erişim sağlamasını ve gereksiz hareketlerin azaltılmasını sağlar. Böylece, işlem süresi kısalır ve iş parçasının yüzey kalitesi artar.



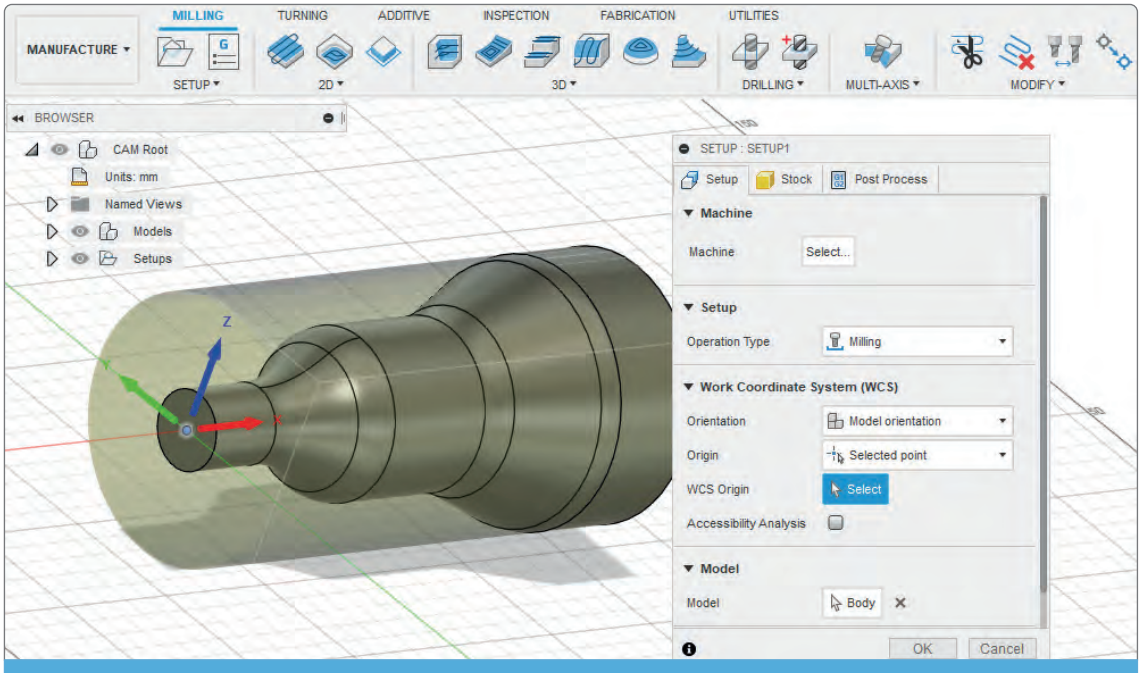
Görsel 5.70: Rotary operasyonu

Stok belirlenirken parça yapısına uygun olarak tercihler aktif edilir ve stok ekseni Axis seçeneği ile doğrultu referans yüzeyi seçilir ve ilgili parametreler girilerek süreç tamamlanır (Görsel 5.71).

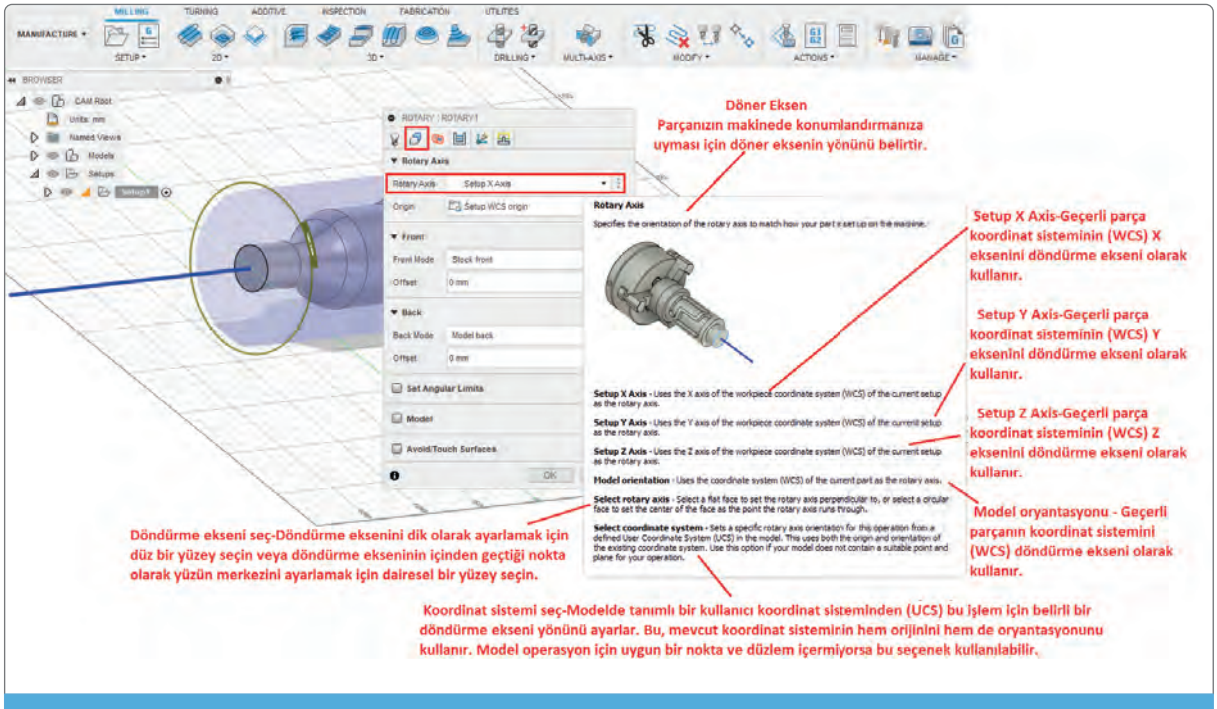


Görsel 5.71: Rotary operasyonu Stock ayarı

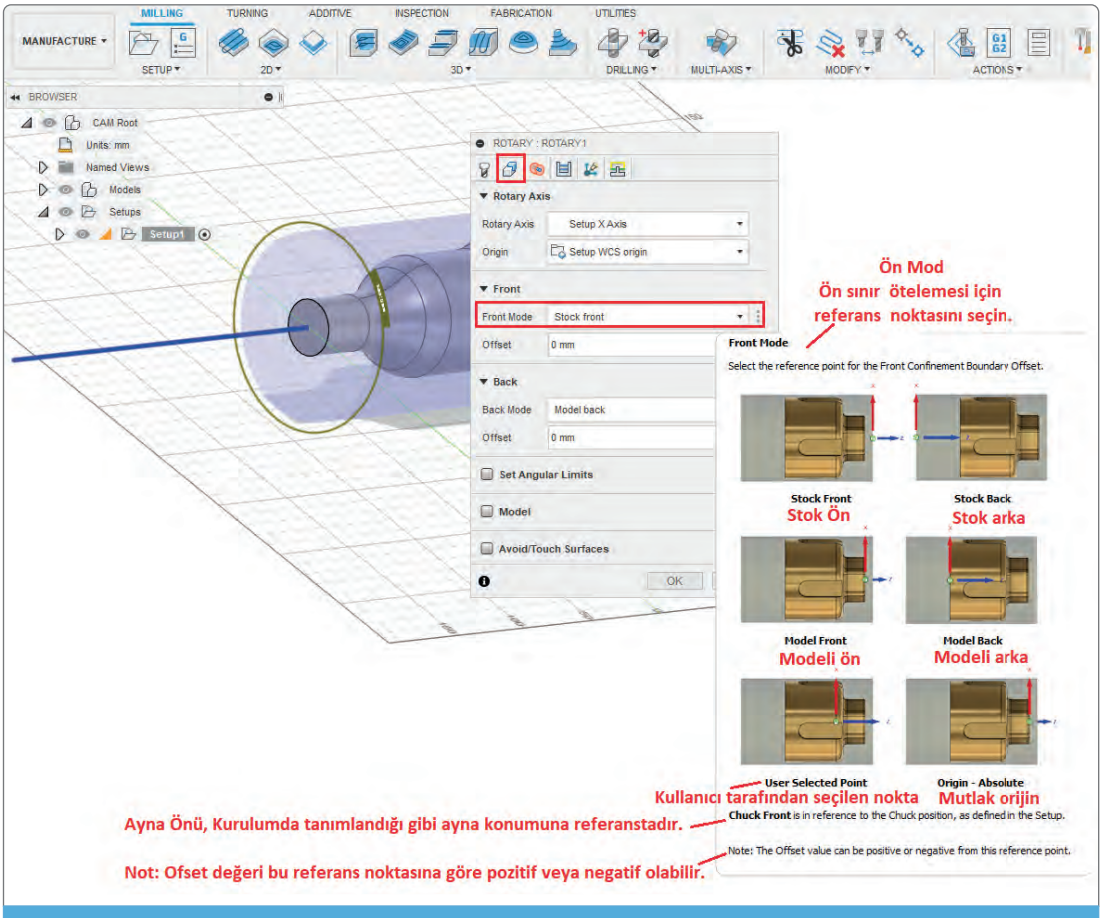
Rotary operasyonu için gerekli ayarlamalar Görsel 5.72-89'daki açıklamalar incelenerek ihtiyaç çerçevesinde belirlenir.



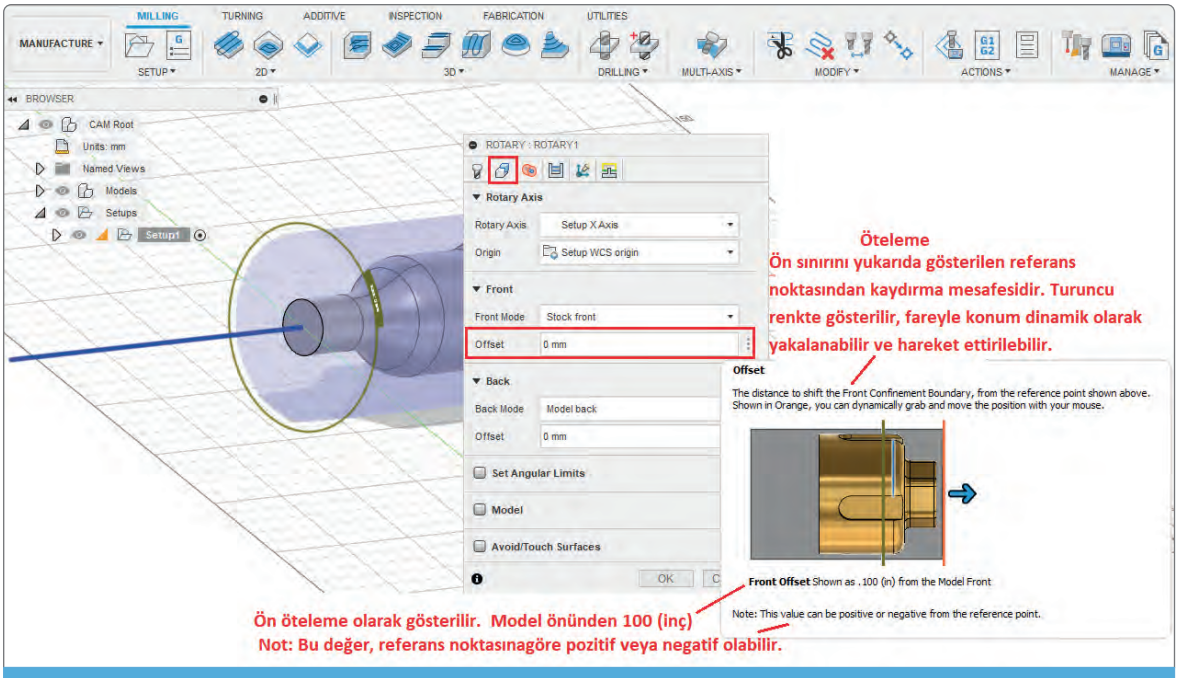
Görsel 5.72: Rotary operasyonu koordinat sistemi ayarı



Görsel 5.73: Rotary operasyonu koordinat sistemi ayarı

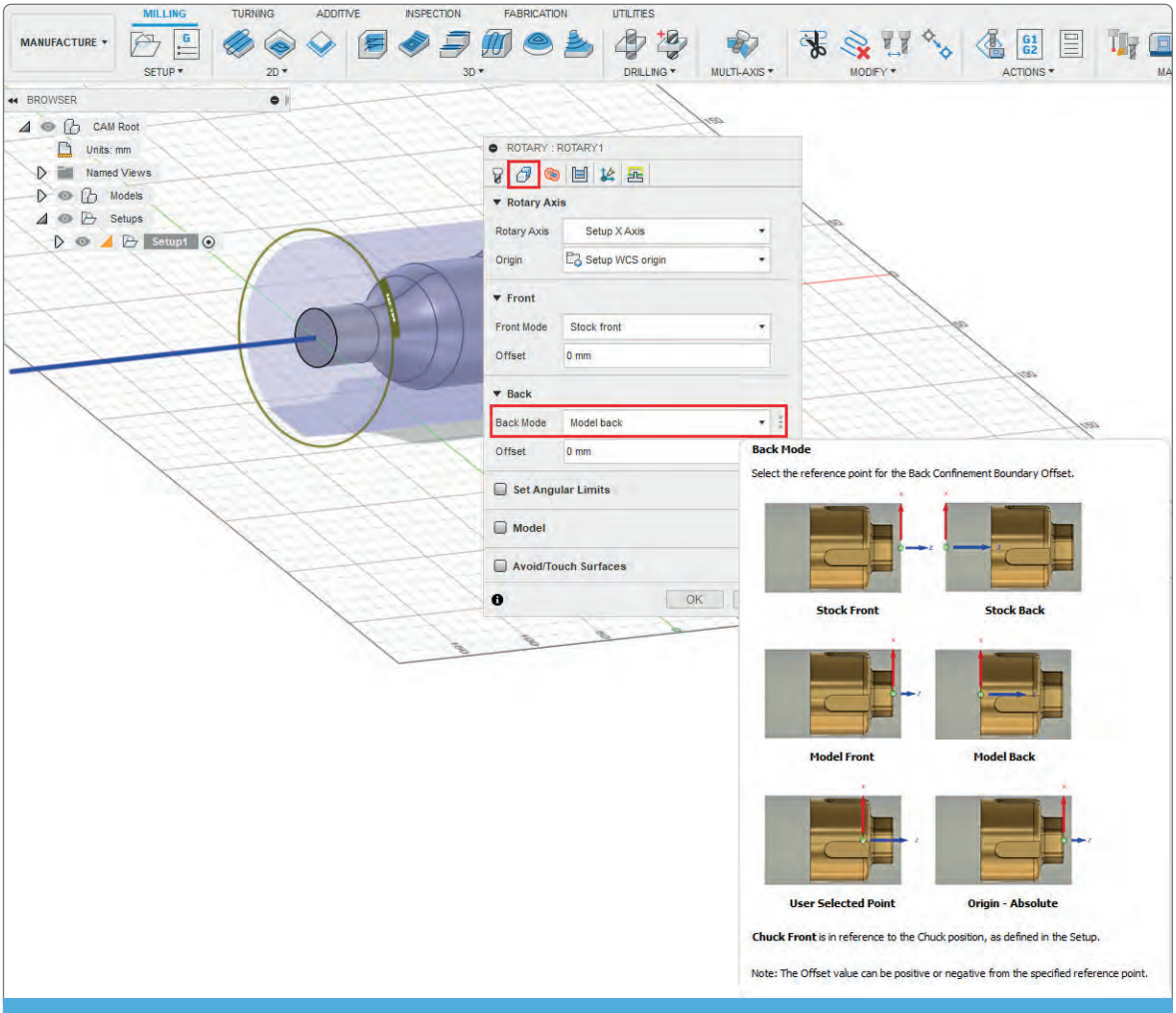


Görsel 5.74: Rotary operasyonu konumlandırma ayarı



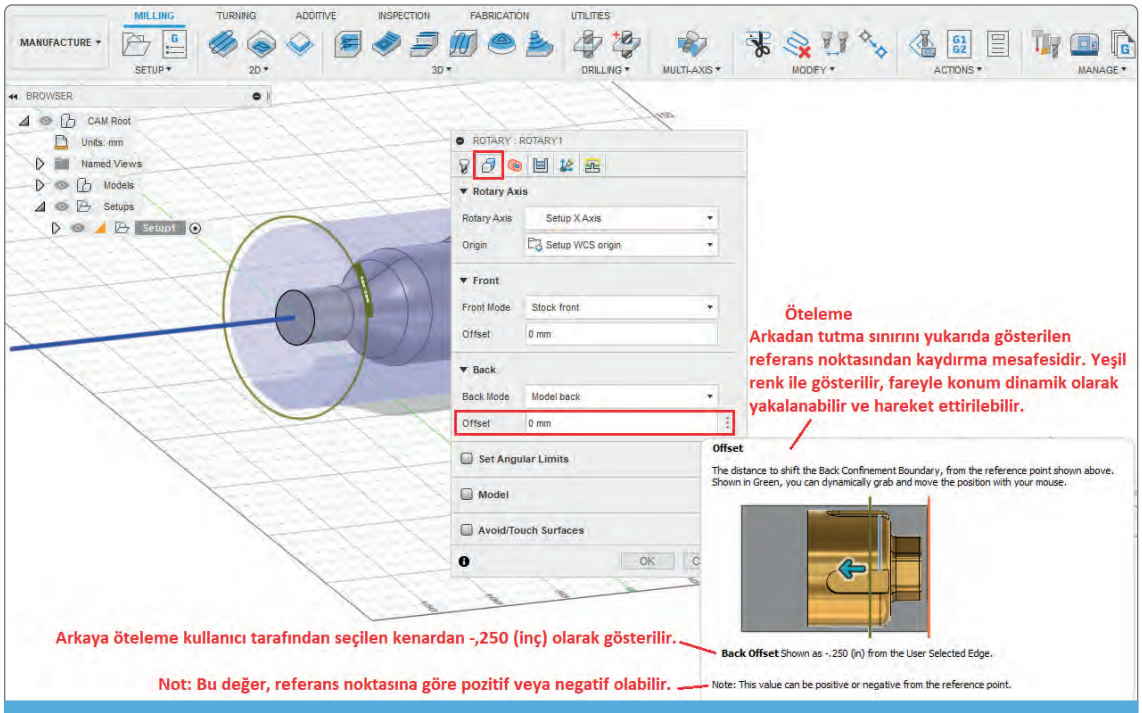
Görsel 5.75: Rotary operasyonu konumlandırma ayarı

Koordinat sistemi ayarı yapılırken iş parçasının arkasını referans alarak işlem gerçekleştirir. Mevcut seçenek tanımlamaları Görsel 5.75 ile benzerdir. O görselde ön yüzey referans alınırken bu görselde arka yüzey referans alınmaktadır.

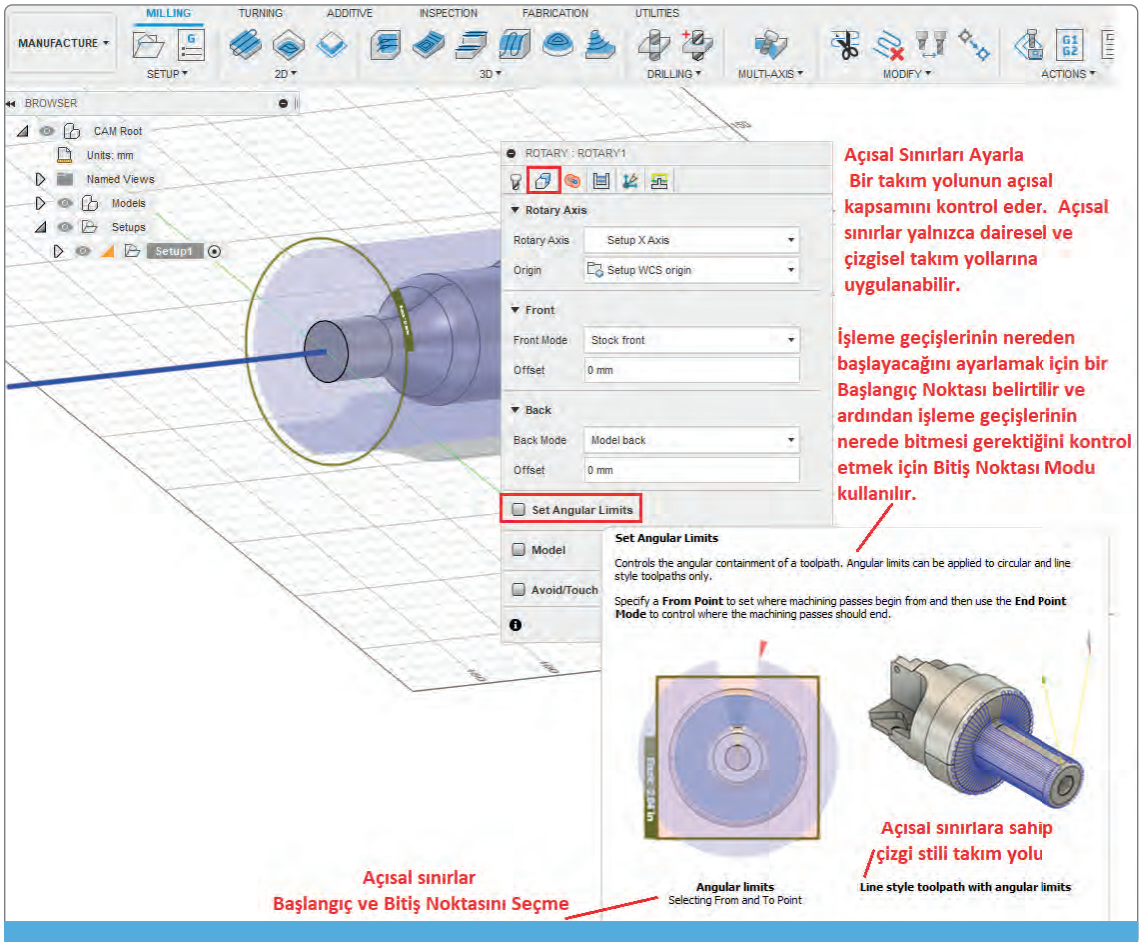


Görsel 5.76: Rotary operasyonu konumlandırma ayarı

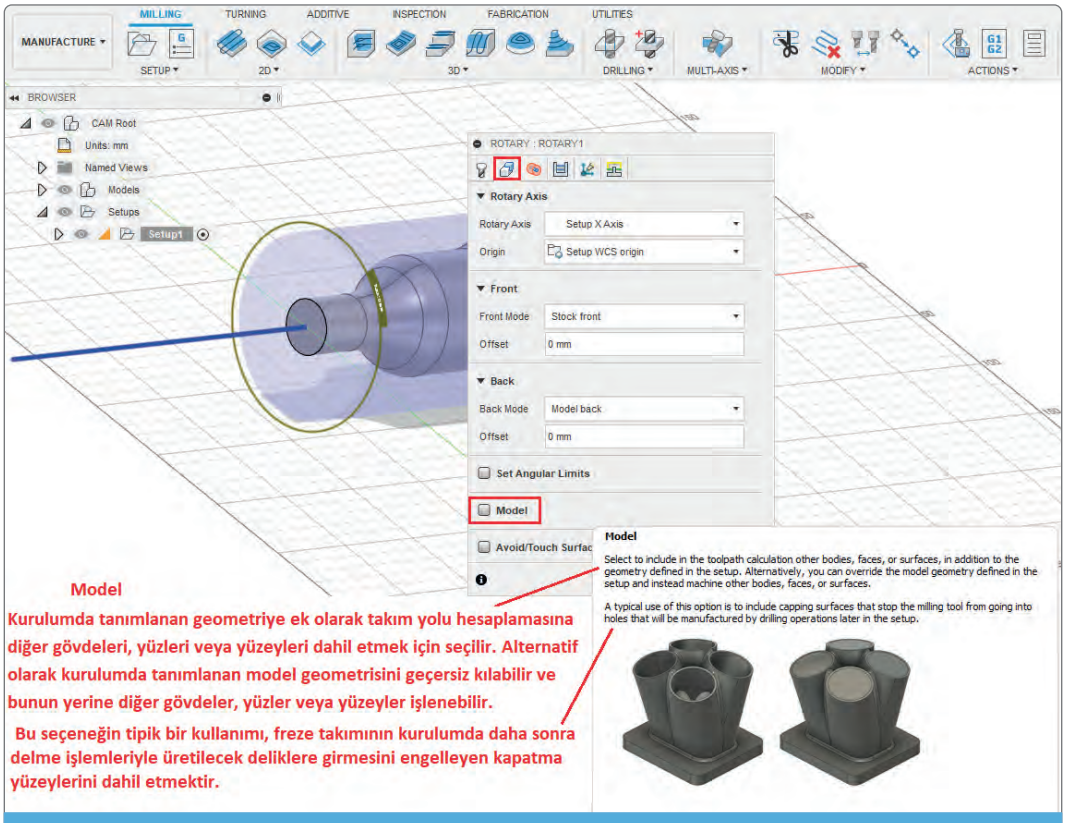
Rotary operasyonunda, konumlandırma ayarı, iş parçasının doğru konumda ve doğru yönde döner eksene sabitlenmesini sağlamak için yapılır. Bu, iş parçasının takımın doğru pozisyonda ve doğru açıda kesme işlemi yapabilmesi için kritik bir adımdır. İş parçasının doğru konumlandırılması, işleme doğruluğunu, tekrarlanabilirliği ve parça kalitesini etkiler. Konumlandırma ayarı, genellikle bir divizör veya döner tabla kullanılarak gerçekleştirilir. İş parçası, bu döner eksen etrafında istenen pozisyon ve açıya getirilir. Divizör aynasına konumlandırılırken güvenlik, ölçü tamlığı, kontrol kolaylığı ve seri imalat gerçekleştirilecek ise tekrar bağlama kolaylığı gibi iş ve işlemler dikkatli bir şekilde planlanmalıdır.



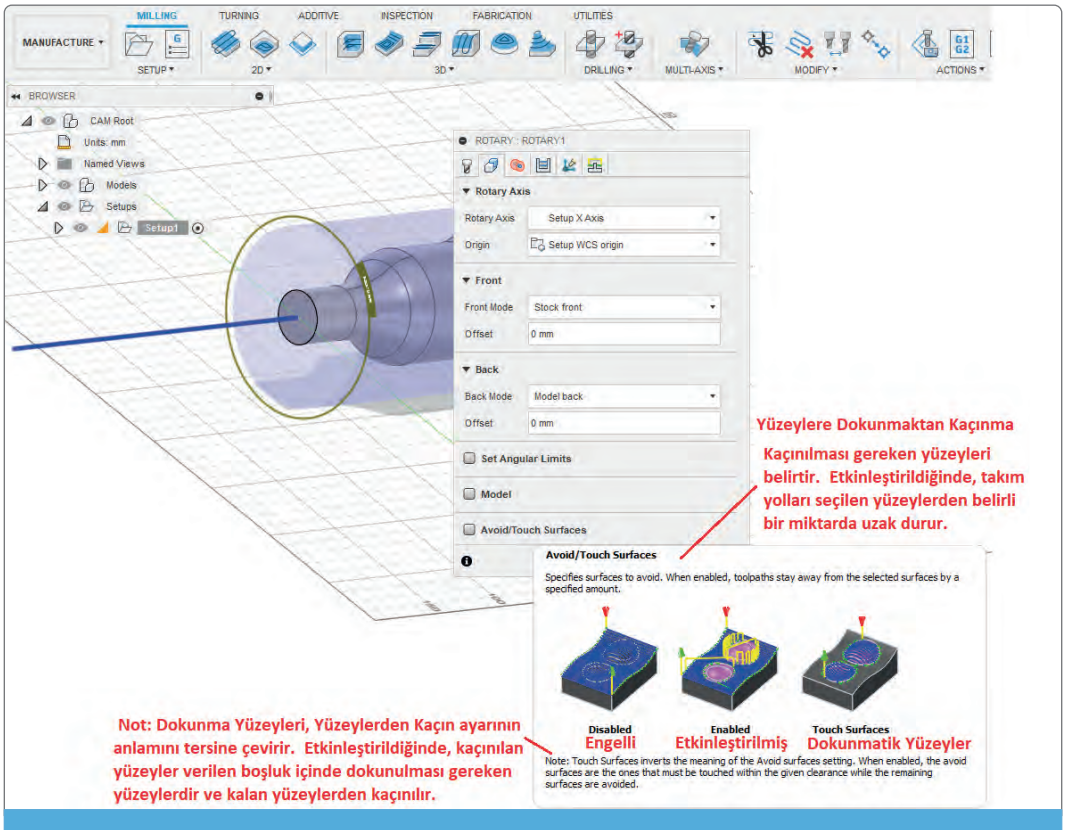
Görsel 5.77: Rotary operasyonu konumlandırma ayarı



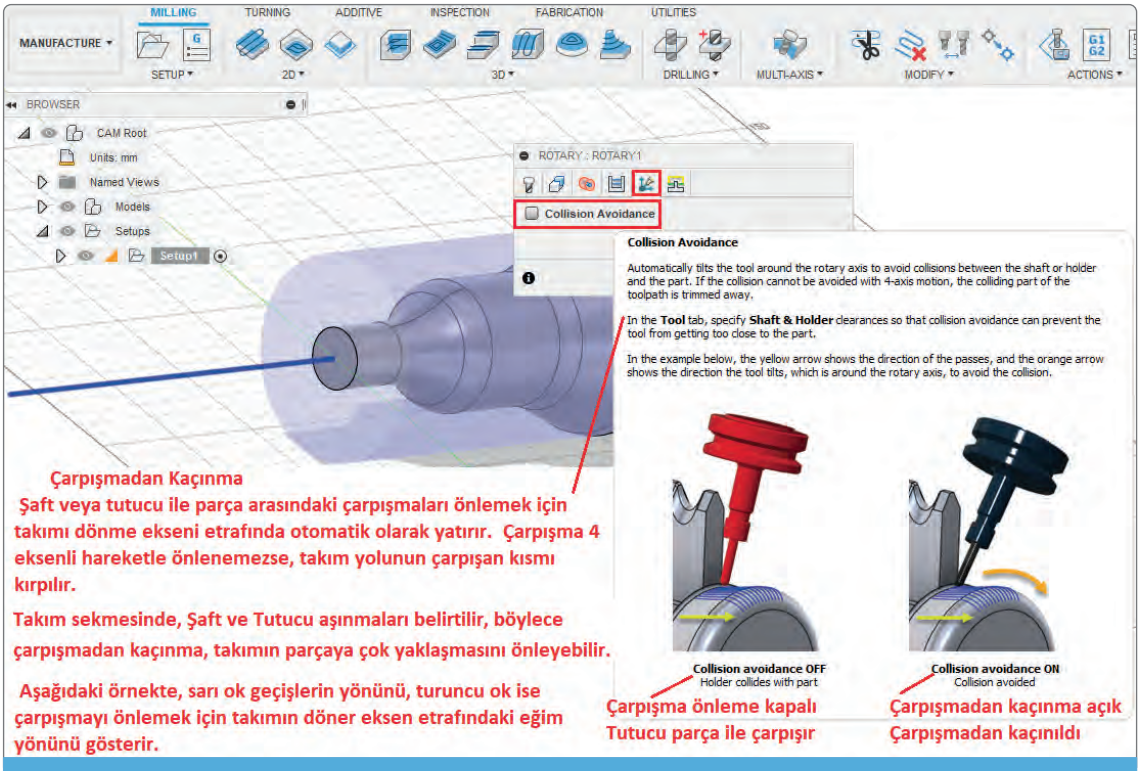
Görsel 5.78: Rotary operasyonu konumlandırma ayarı



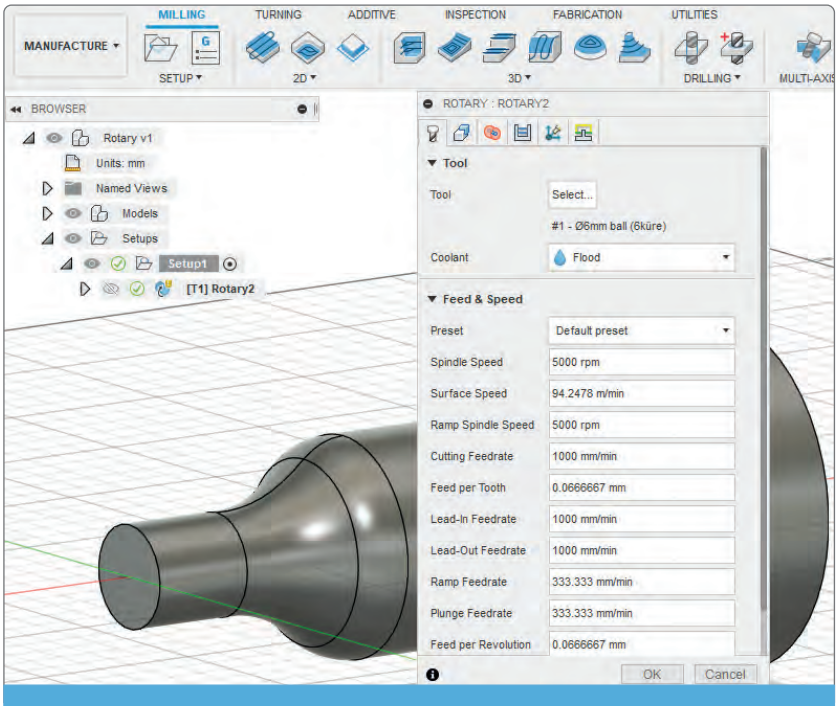
Görsel 5.79: Rotary operasyonu model işleme ayarı



Görsel 5.80: Rotary operasyonu referans yüzey ile sınır belirleme ayarı

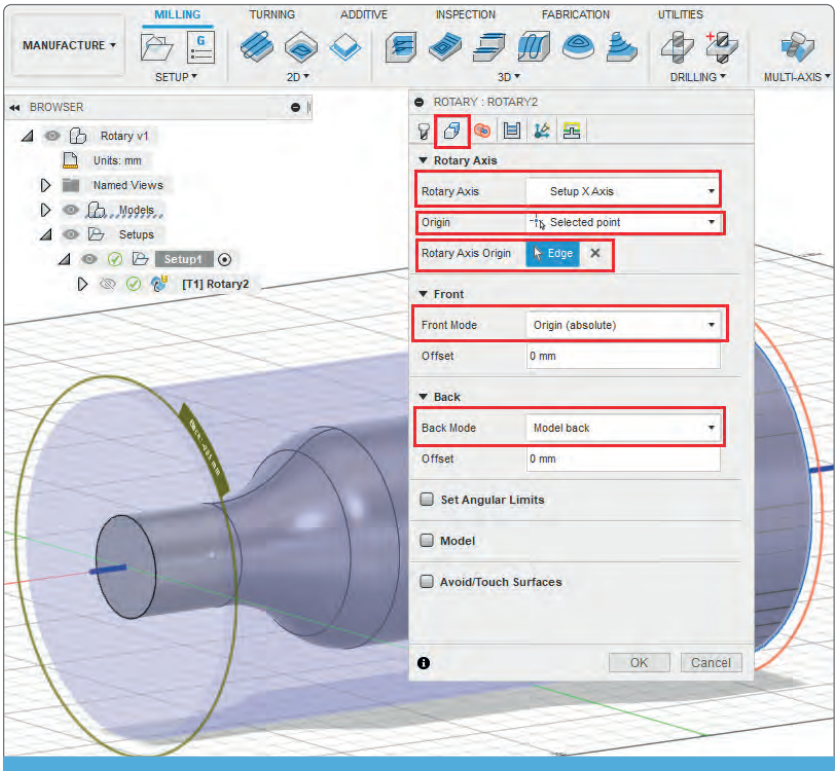


Görsel 5.81: Rotary operasyonu çarpışmadan kaçınma ayarı

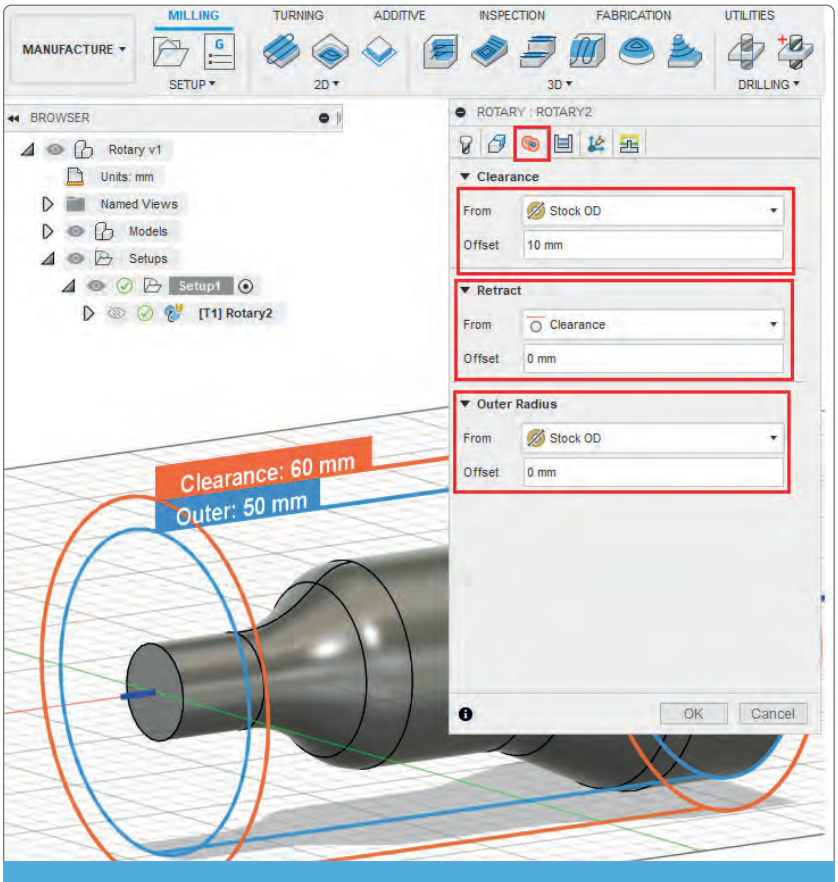


Görsel 5.82: Rotary operasyonu takım seçimi

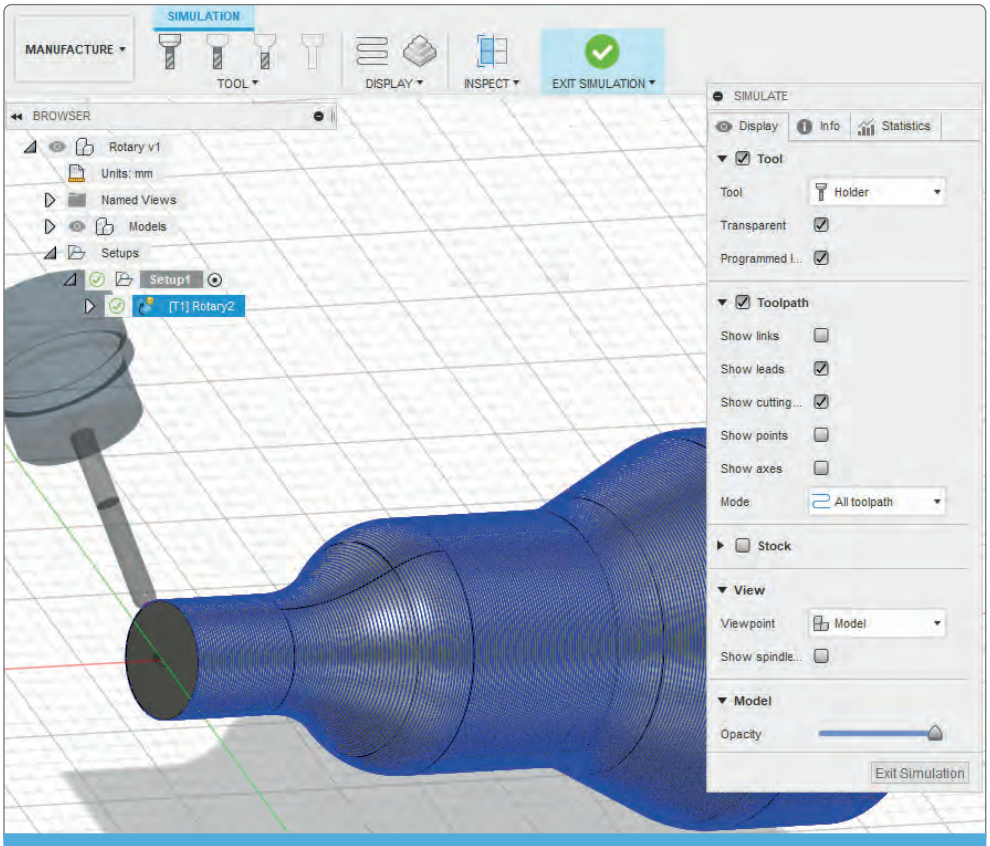
Takım seçimi yapıldıktan sonra Geometry menüsünden ilk olarak dönme ekseni daha sonra orijin ve dönme ekseninin orijini için kenar çizgi (ön yüzeydeki silindirin dış kenarı) seçimi yapıldı. Daha sonra işleme sınırları için ön seçeneğinde orijinden başlayarak arka modu için de modelin arkası sınır olarak belirlenir (Görsel 5.83).



Görsel 5.83: Rotary operasyonu Geometry menü ayarı



Görsel 5.84: Rotary operasyonu Güvenlik düzlem ayarları



Görsel 5.89: Rotary operasyonu CAM simülasyonu

5.5.4. Konumlamalı Çok Eksenli İşleme Yöntemi

CNC tezgâhlarında tezgâhın sahip olduğu özelliklere bağlı olarak tablanın hareketli olduğu veya kafanın hareketli olduğu dört/beş eksen işleme kapasitesine uygun bir şekilde, iş parçasının CNC tezgâh tablasında yardımcı aparatlarla (mengene, divizör, ayna) konumlandırılarak talaş kaldırma işlemi yapılır. İş parçasının sıfır noktası belirlenir ve buradaki koordinat düzlemi işlenecek yüzey ile bu işlemi gerçekleştirecek kesici takımın işleme ekseni uyumlu hâle getirilir. Konumlandırma işlemi yapıldıktan sonra üç eksen ve 2 ½ eksen işleme yöntemlerinden uygun olan yöntem kullanılarak parça işlenir. Bu tezgâhlarda tek bağlama işlemi parçanın terste kalan yüzeyleri veya farklı düzlemlerde işlenmesinin yüzey kalitesi, şekil konum ve boyut toleransları açısından daha büyük avantaj sağladığı durumlarda kullanılır. Parçanın sökülüp takılma durumu ortadan kalktığı için işlem kolaylığı, bağlama hassasiyeti ve zaman tasarrufu açısından avantajlı bir işlemdir.

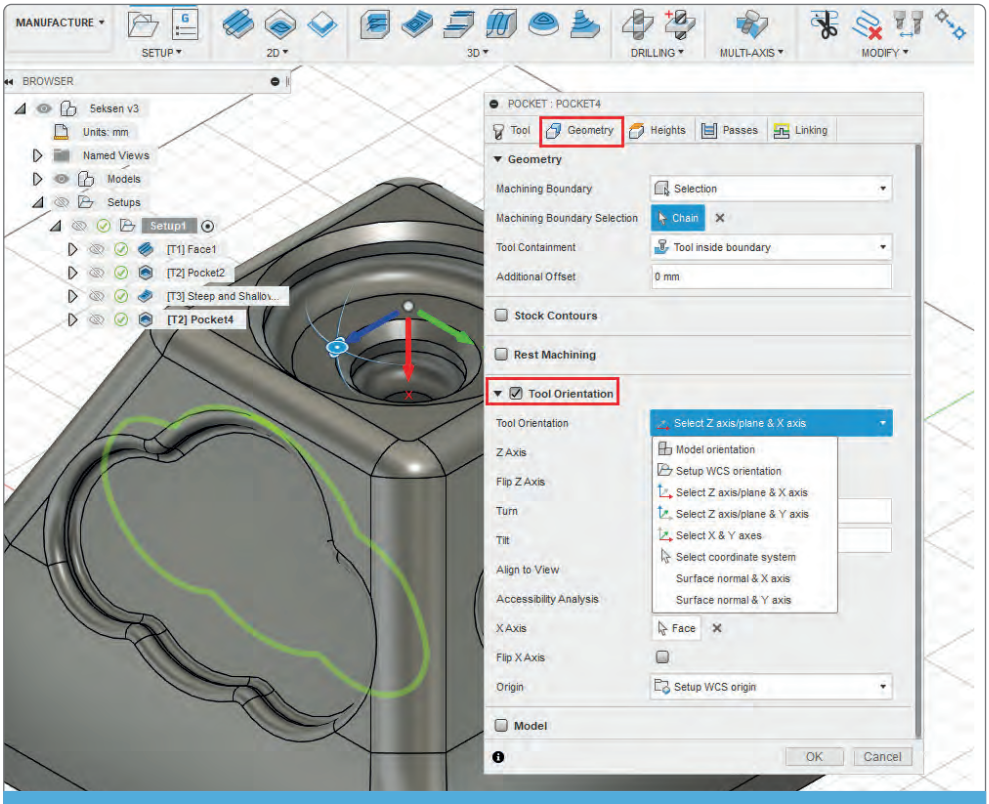
5.5.5. Konumlamalı Beş Eksen İşleme Yöntemleri

Fusion 360 CAM programında talaş kaldırma işlemini **çok eksenli konumlamalı işleme yöntemi** ile yapmak için üç eksen ve 2 ½ eksen işleme stratejileri kullanılarak kaba işleme, ara kaba işleme ve son işlemleri yapılabilir. Bu stratejilerle **çok eksenli işleme** yapmak için dikkat edilecek önemli parametrelerden biri kesici takımın işlenecek yüzey düzlemine göre konumlanması işlemidir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için üç eksen ve 2 ½ eksen işleme komutları ve Geometry menüsünde yer alan Tool Orientation seçeneği kullanılmaktadır.

5.5.5.1. Kesici Takımın Pozisyon Konumlaması

Kesici takımın işlenecek yüzeylere göre konumlanması Tool Oriantation seçeneği ile yapılır.

Takım oryantasyonunun, üçlü oryantasyonu ve orijin seçeneklerinin bir kombinasyonu kullanılarak nasıl belirlendiği belirtilir (Görsel 5.90).



Görsel 5.90: Tool Oriantation ayarı

Yönlendirme menüsü açılır, X, Y ve Z üçlü eksenlerinin yönünü ayarlamak için sunduğu seçenekler şunlardır:

Select Z axis/plane & X axis: Z eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar ve X eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem Z hem de X eksenleri 180 derece döndürülebilir.

Model orientation: Takım oryantasyonu için geçerli koordinat sistemini (WCS) kullanır.

Setup WCS orientation: Takım oryantasyonu için geçerli kurulumun iş parçası koordinat sistemini (WCS) kullanır.

Select Z axis/plane & Y axis: Z eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar ve Y eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem Z hem de Y eksenleri 180 derece döndürülebilir.

Select X & Y axis: X eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar ve Y eksenini tanımlamak için başka bir yüz veya kenar seçilir. Hem X hem de Y eksenleri 180 derece döndürülebilir.

Select coordinate system: Modelde tanımlı bir Kullanıcı Koordinat Sisteminden (UCS) bu işlem için belirli bir araç oryantasyonu ayarlar. Bu, mevcut koordinat sisteminin hem orijinini hem de oryantasyonunu kullanır. Model operasyon için uygun bir nokta ve düzlem içermiyorsa bu seçenek kullanılır.

Surface normal X axis: Takım oryantasyonunu o yüzeye normal olarak ayarlamak için bir yüzey üzerinde herhangi bir yere tıklanır, ardından X Eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar seçilir.

Surface normal Y axis: Takım oryantasyonunu o yüzeye dik olarak ayarlamak için bir yüzey üzerinde herhangi bir yere tıklanır, ardından Y Eksenini tanımlamak için bir yüz veya kenar seçilir.

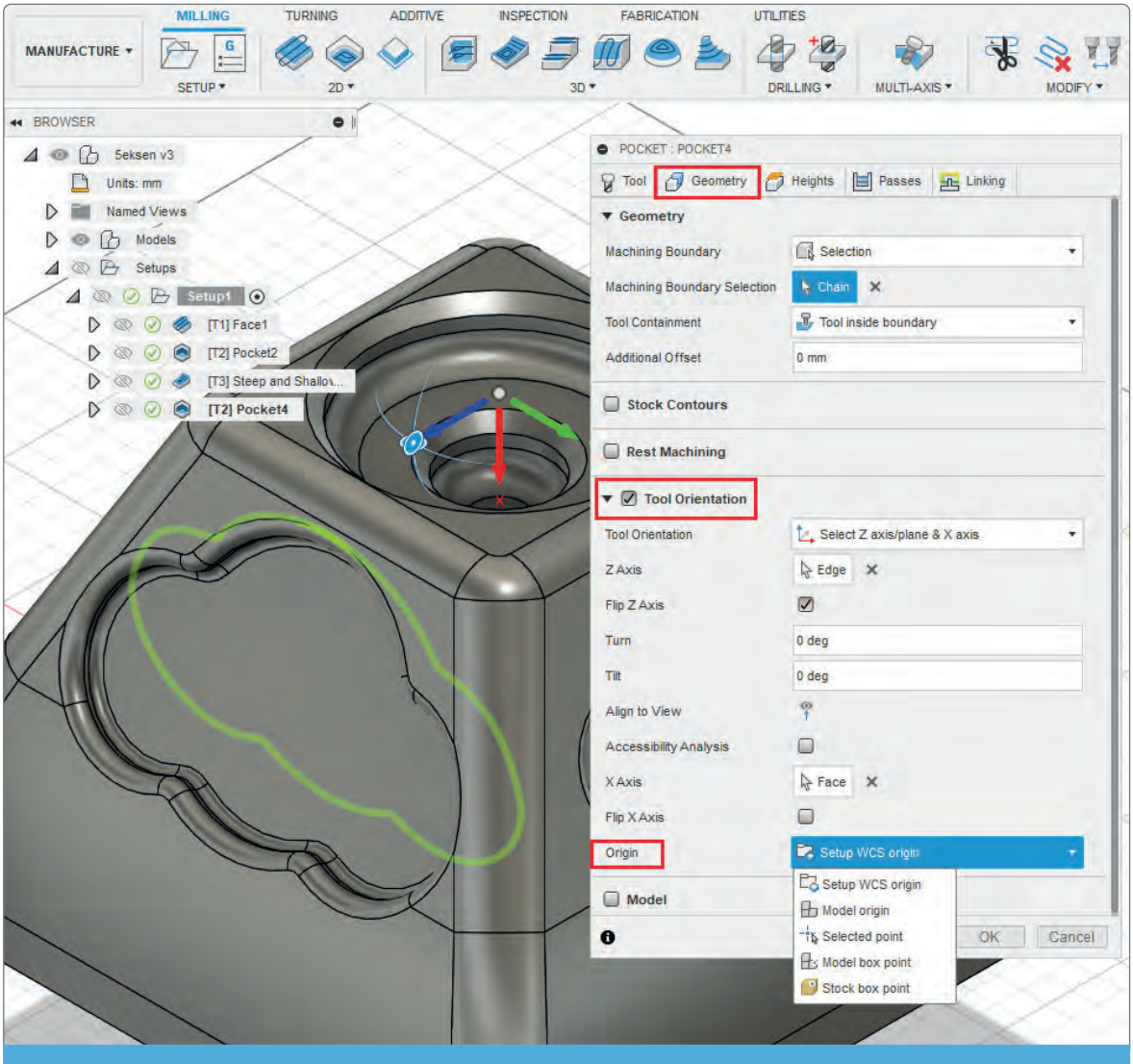
Flip X,Y,Z Axis: Seçenekleri ile yönler ters çevrilebilir (180 derece yön değiştirilebilir).

Turn: Z ekseninin eğildiği yönü değiştirir. Dönüş manipülatörü her zaman kurulum Z eksenine diktir.

Tilt (Tilt): Z eksenini dönüş manipülatörü tarafından ayarlanan yönde yatırır.

Aling to View (Elain to Viu): Z ekseni geçerli görünümü işaret edecek şekilde dönüş ve eğme değerlerini otomatik olarak girer.

Accessibility Analysis (Eksesıbılıtiy Enalısıs): Araç için erişilemeyecek alanları kontrol etmek için geçerli olarak ayarlanmış araç yönünü kullanır. Erişilemeyen alanlar kırmızı renkle vurgulanır, bu da altı çizili alanların kontrol edilmesini kolaylaştırır.



Görsel 5.91: Tool Oriantation ayarı

Orijin

Origin açılır menüsünün, üçlü orijinini belirlemek için sunduğu seçenekler şöyledir:

Setup WCS origin: Takım orijini için geçerli kurulumun iş parçası koordinat sistemi (WCS) orijinini kullanır.

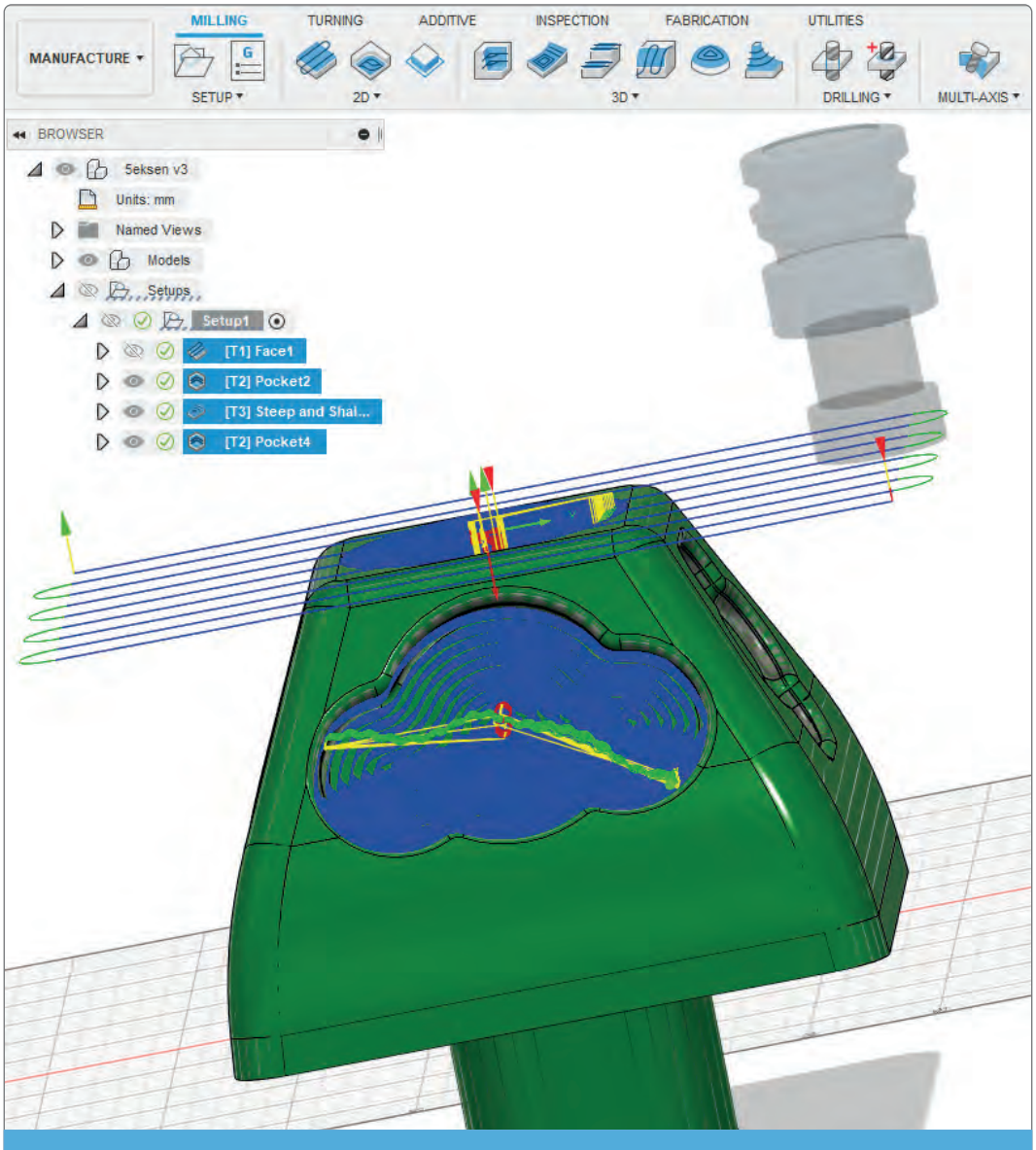
Model origin: Takım orijini için geçerli parçanın koordinat sistemi (WCS) orijinini kullanır.

Selected point: Üçlü orijin için bir köşe veya kenar seçilir.

Model box point: Üçlü orijin için model sınırlayıcı kutusunda bir nokta seçilir.

Stock box point: Üçlü orijin için stok sınırlama kutusunda bir nokta seçilir (Görsel 5.91).

İstenilen ayarlamalar yapıldıktan sonra Görsel 5.92'de görüldüğü üzere farklı işleme yöntemleri kullanılarak çok eksen konumlamalı işleme takım yolları oluşturulur.

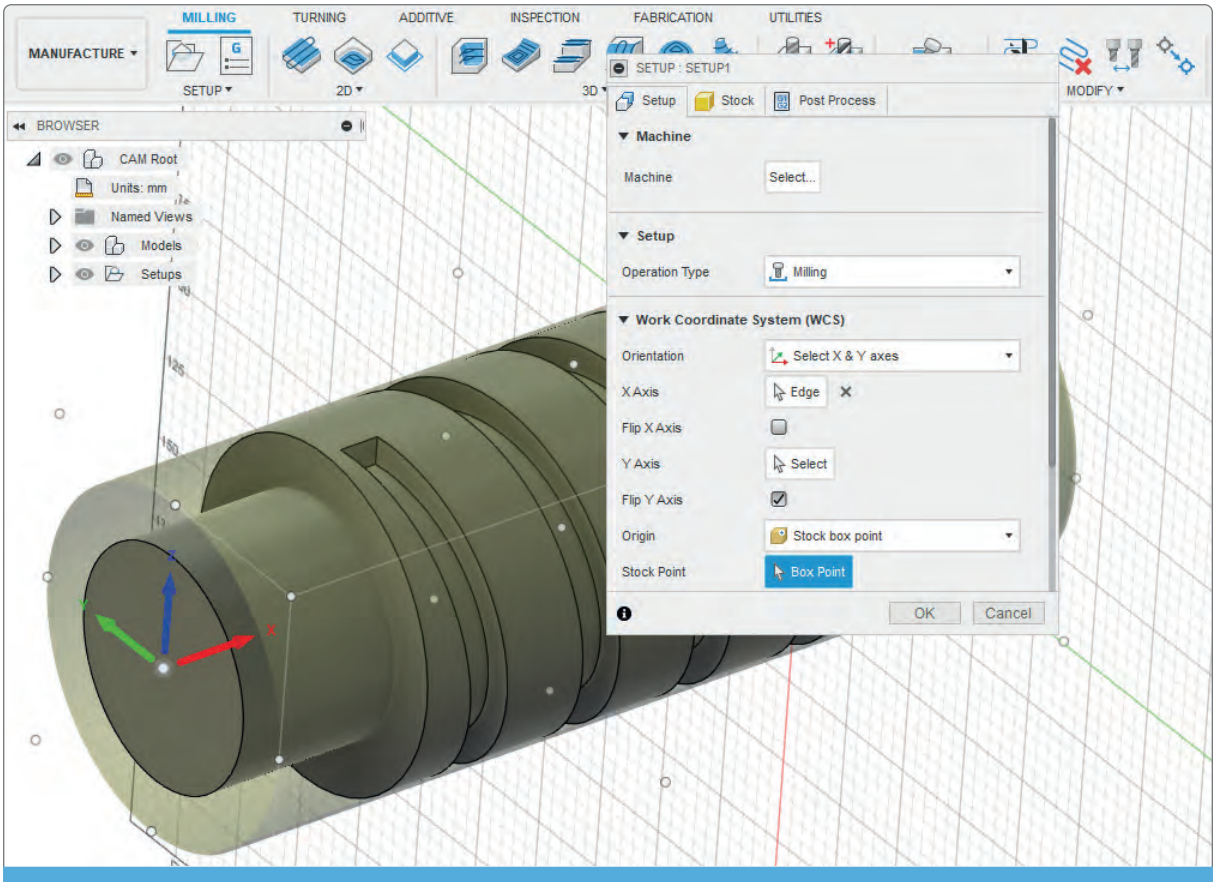


Görsel 5.92: Farklı işleme yöntemleri kullanarak çok eksen konumlamalı işleme ve kesici takım yolları

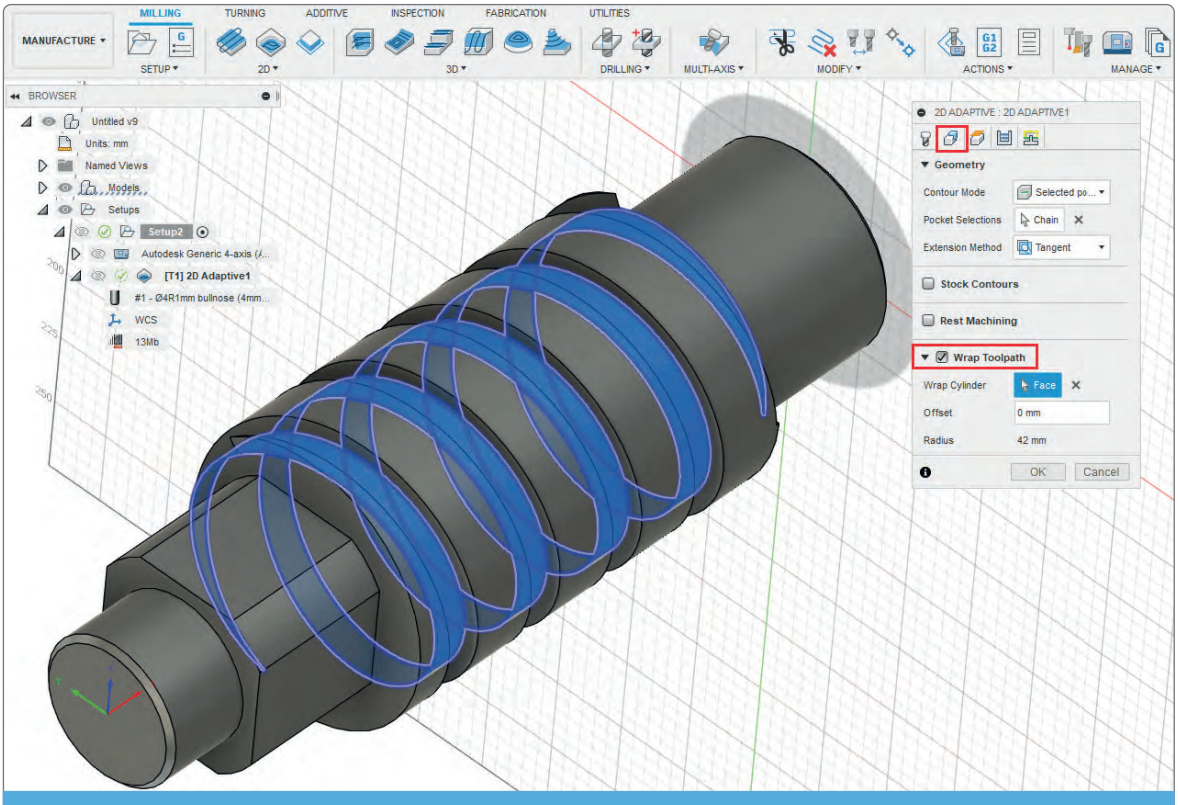
5.6. DÖRT EKSEN SARMAL (WRAP) İŞLEME

Sarmal takım yolu Wrap Toolpath (Rap Tolpat), oluşturmanın ilk adımı işlenecek silindirik parçanın yüzeyi ve ardından da konturu seçmektir. Bu seçimlerden sonra program zinciri analiz edilerek 4. eksen sarmal profile (divizör yardımıyla) göre takım yolu oluşturulabilir. Dört eksen sarmal takım yolu oluşturabilmek için **2D Adaptive Clearing, 2D Pocket** ve **2D Contour** operasyonları kullanılabilir. İşlenecek geometri olarak iki boyutlu veya üç boyutlu çizim model olarak kullanabilir fakat üç boyutlu modelden işlenecek geometri seçiminin yapılması takım yollarının modelle ilişki kurmasını kolaylaştırdığından önerilmektedir. Böylece işleme yüzeylerinin model üzerinden kontrolü kolaylaşmış olur. Fusion 360 yapılan seçimler sonrasında işlenecek sarmal geometriyi hesaplar ve bir takım yolu oluşturur.

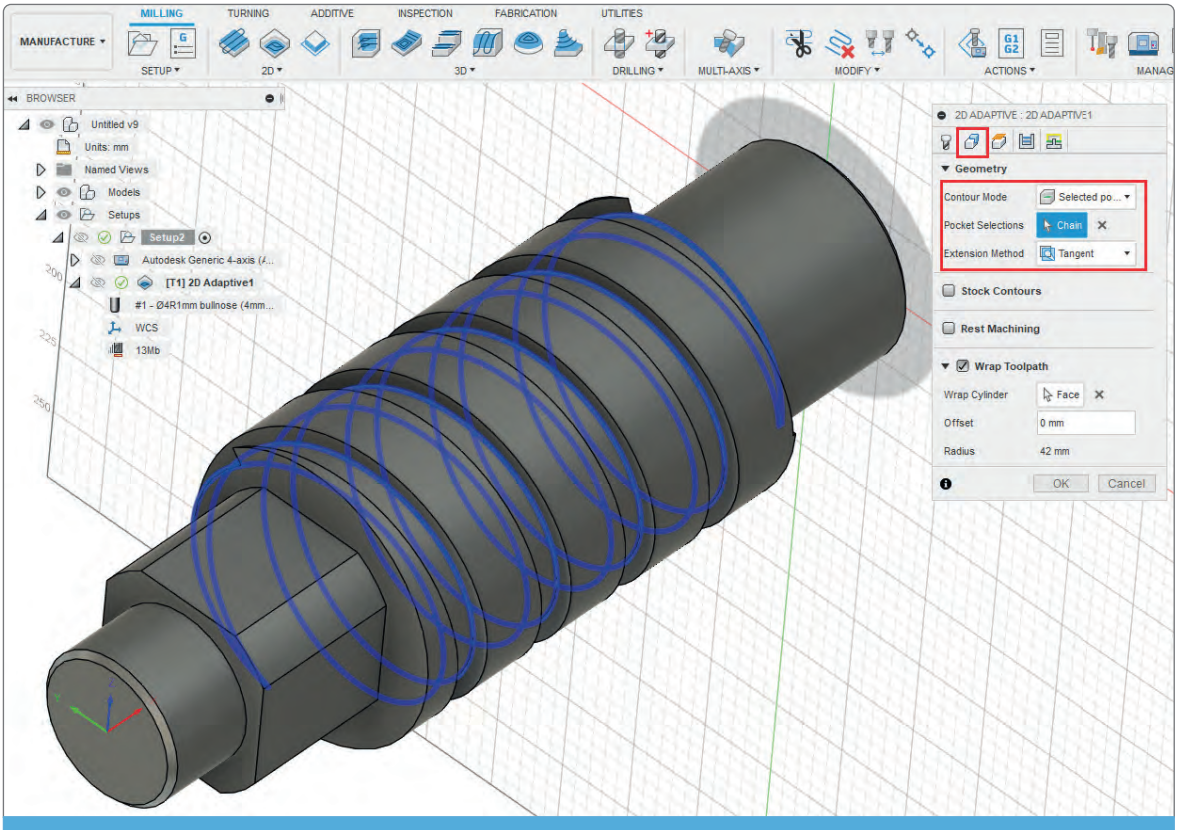
Sarmal takım yolu (Wrap toolpath) seçeneği, **2D Adaptive Clearing, 2D Pocket** ve **2D Contour komutlarının, Geometri** sekmesinde bulunur. Bu seçenekten ilk olarak Wrap Toolpath seçeneği aktif hâle getirilir. Bu seçenek ile ilgili yüzey seçimi yapılır (Görsel 5.94). Daha sonra Contour Mode'dan alt seçeneklerden isteğe bağlı tercih yapılır (Görsel 5.95). Böylece işlenecek alan geometrisi oluşur. Diğer parametrelerin oluşumu ve ayarlamaların yapılışı daha önceki çalışmalarda yapılanlarla aynı olduğundan o çalışmalar referans alınarak gerekli işlemler yapılır ve takım yolu oluşturulur. Dikkat edilmesi gereken nokta CNC tezgâhında dönme ekseni hangi eksen ise parça ekseni seçimi yapılırken de bu eksenin seçilmesidir (Görsel 5.93-97).



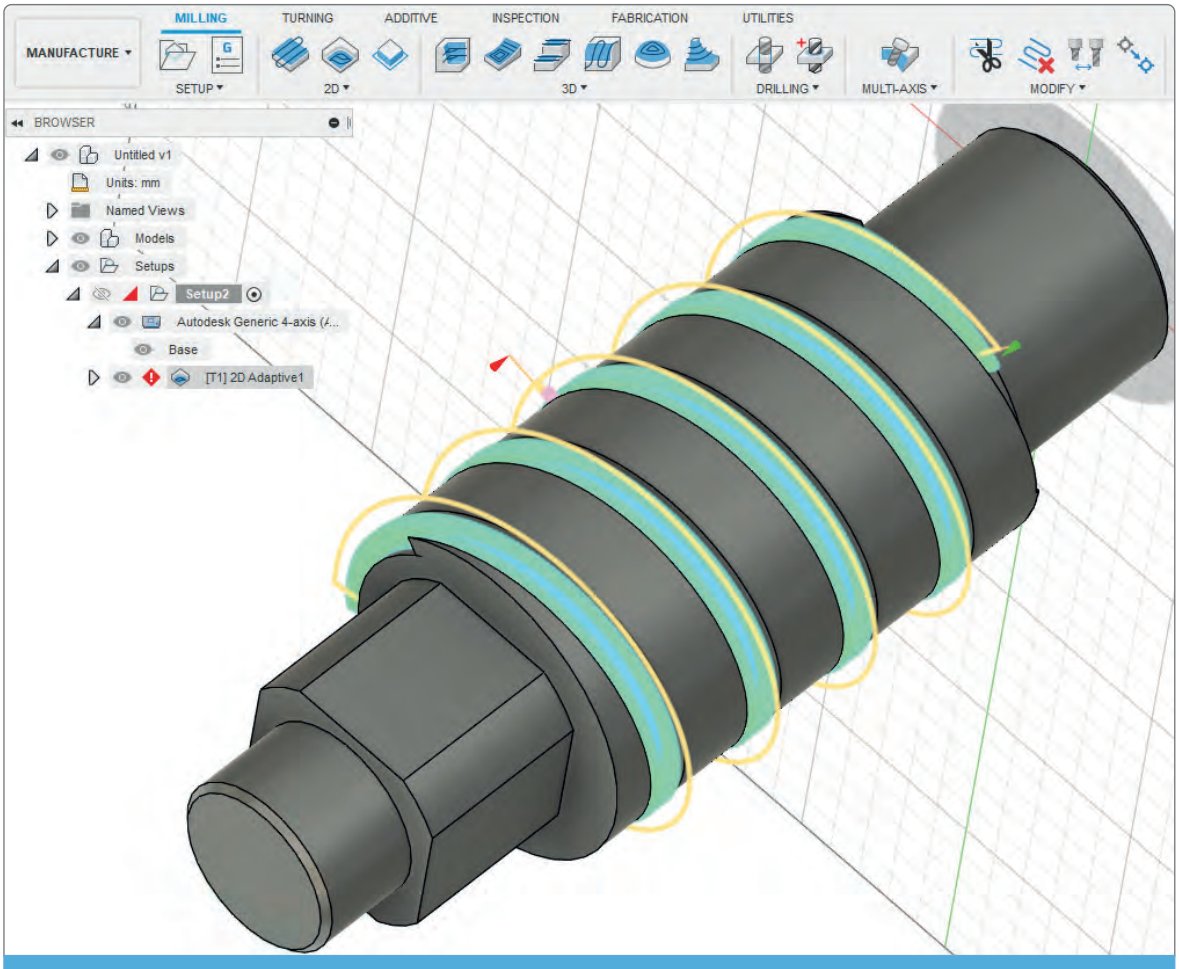
Görsel 5.93: Dört eksen işleme için koordinat düzleminin belirlenmesi



Görsel 5.94: Dört eksen işleme için Wrap Toolpath yüzey seçimi

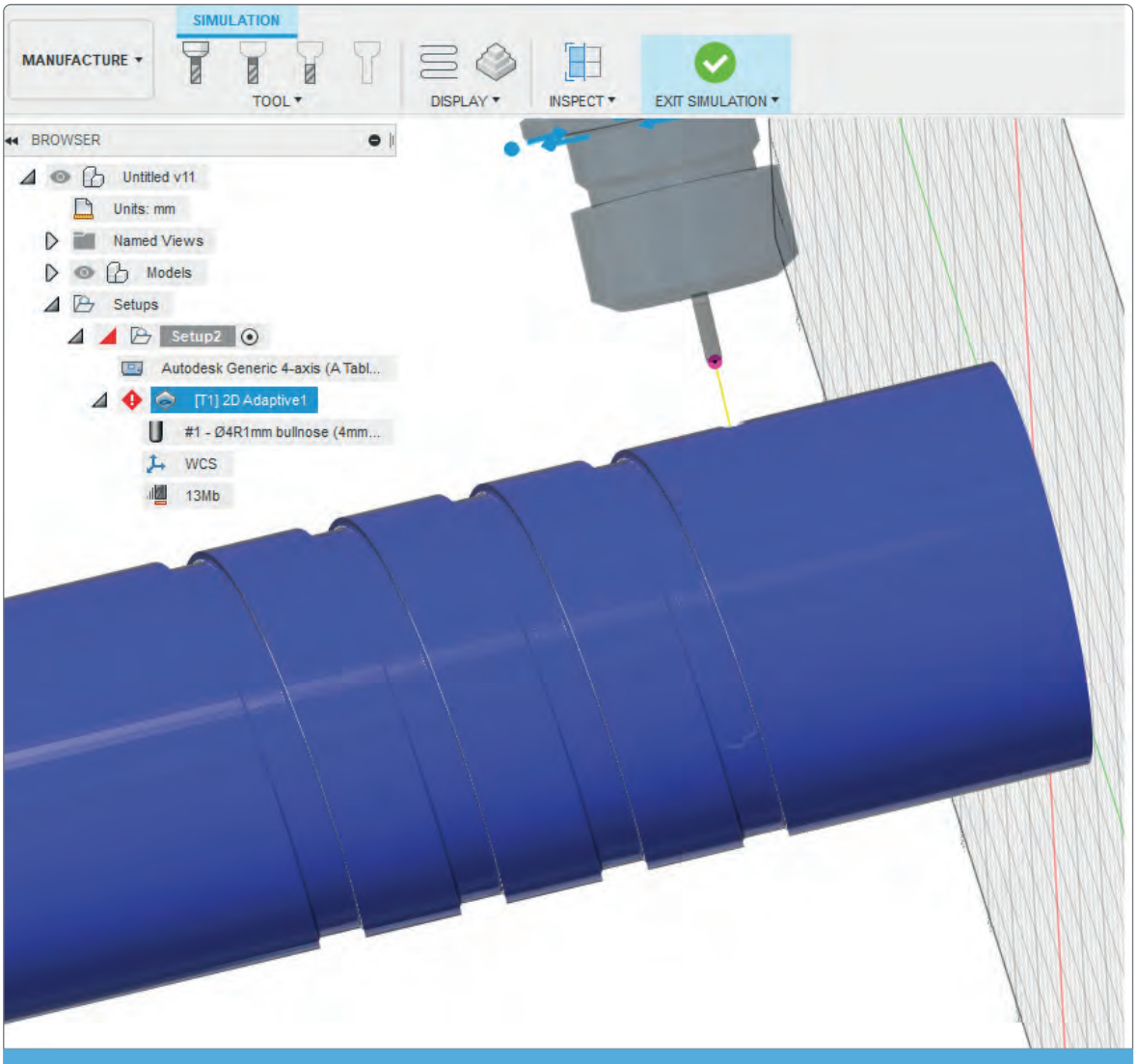


Görsel 5.95: Dört eksen işleme için Wrap Toolpath kontur seçimi



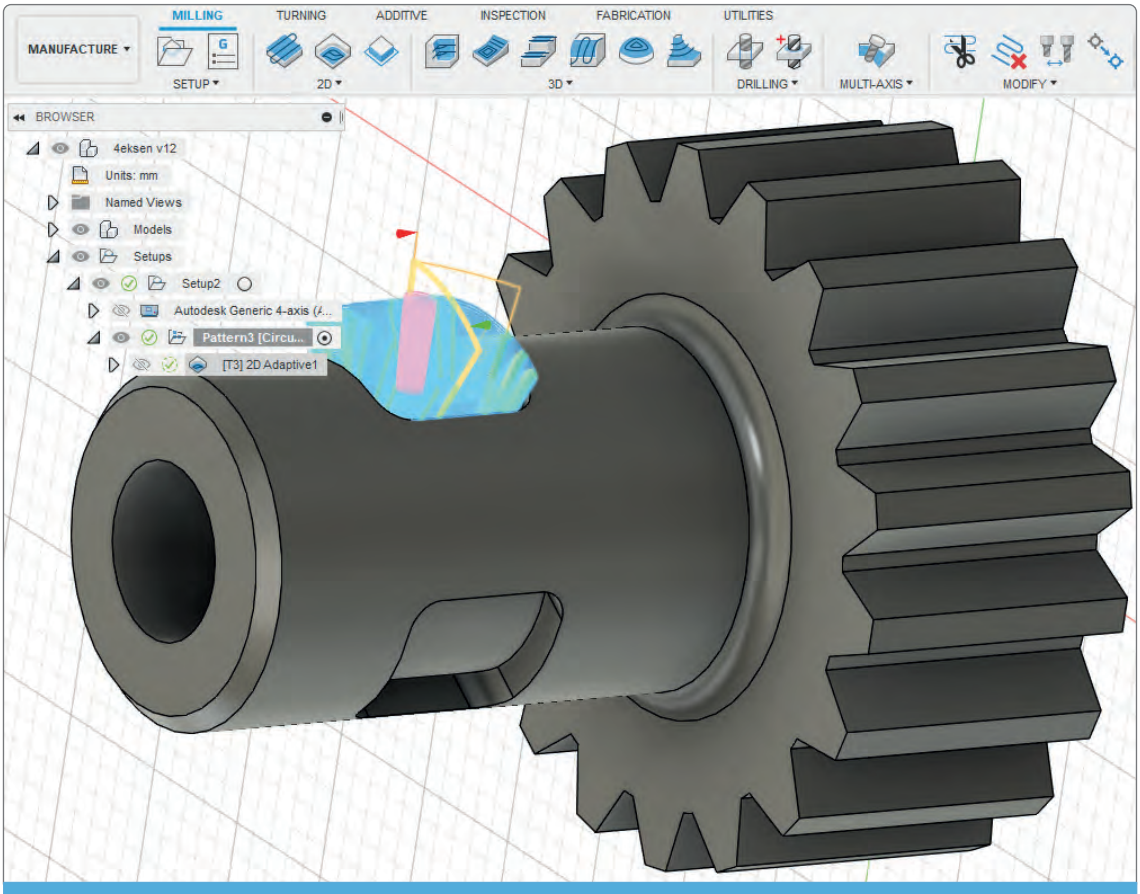
Görsel 5.96: Dört eksen işleme takım yolu

Dört eksen işleme sırasında oluşan takım yolunun kontrolü, işlenen parçanın istenen geometrisini ve kesme işlemini doğru bir şekilde gerçekleştirmek için önemlidir. Takım yolunun çevresinde bulunan diğer parçaların, tezgâh bileşenleri veya sabit objelerle çarpışmaması önemlidir. Bu riski azaltmak için takım yolunun tüm adımları dikkatlice değerlendirilmeli ve kontroller yapılmalıdır. Takım yolunun parça üzerindeki tüm kesilecek bölgelere erişim sağlaması gerekmektedir. İşlenecek parçanın geometrisi ve karmaşıklığı göz önünde bulundurularak takım yolunun tüm detaylarının uygun bir şekilde planlanması önemlidir. Bu yüzdende de Görsel 5.96'da oluşan takım yolunun iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Takım yolunun parça üzerinde kesme işlemi yaparken istenen yüzey kalitesini sağlaması gerekmektedir. Takım yolunun hassas ve dengeli bir şekilde planlanması, istenmeyen izler, çizikler veya talaş artıkları gibi sorunları minimize etmeye yardımcı olur.



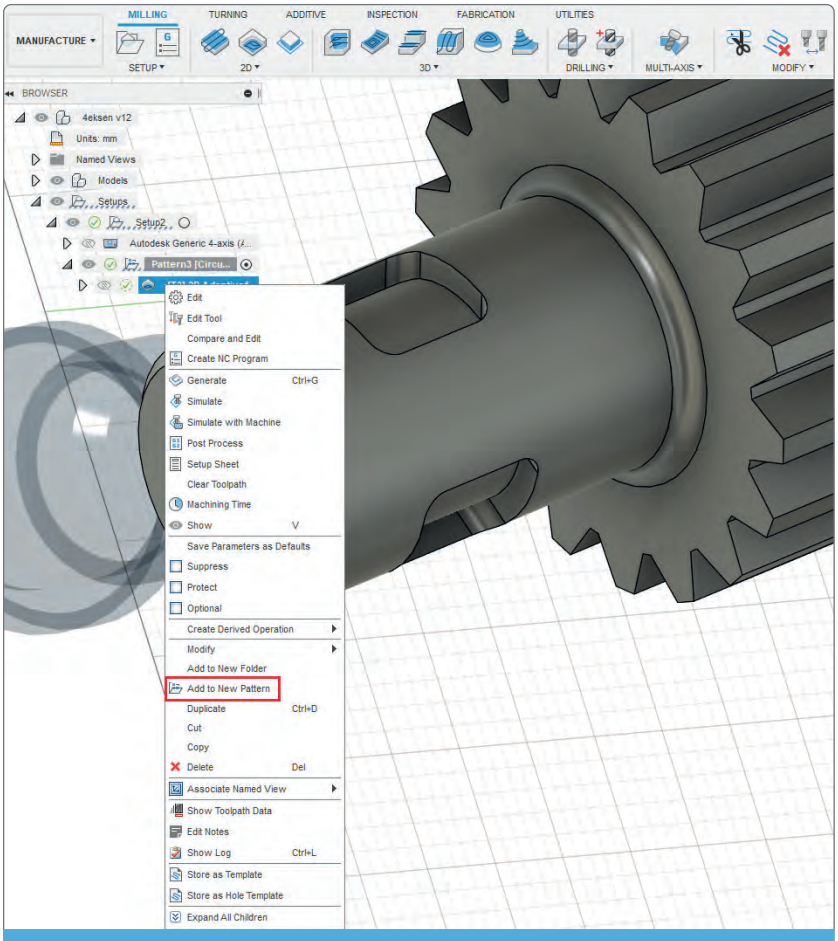
Görsel 5.97: Dört eksen işleme takım yolu simülasyonu

Silindirik bir parçanın yüzeyinde birden fazla eş aralıklarla oluşturulmuş eş geometriler mevcut ise tıpkı Görsel 5.98'deki gibi üç adet havuzun işlenebilmesi için çoğaltma komutundan faydalanılabilir. Öncelikle bir havuz işlenir (Görsel 5.98). Daha sonra oluşturulan bu takım yolunun üzerine farenin sağ tuşu ile tıklanarak Görsel 5.99'daki gibi açılan menüden Add to New Pattern (Ad to Niv Padırn) komutundan ilgili çoğaltma işlemleri (aynalama, dairesel çoğaltma ve dikdörtgensel çoğaltma) yapılır (Görsel 5.100).

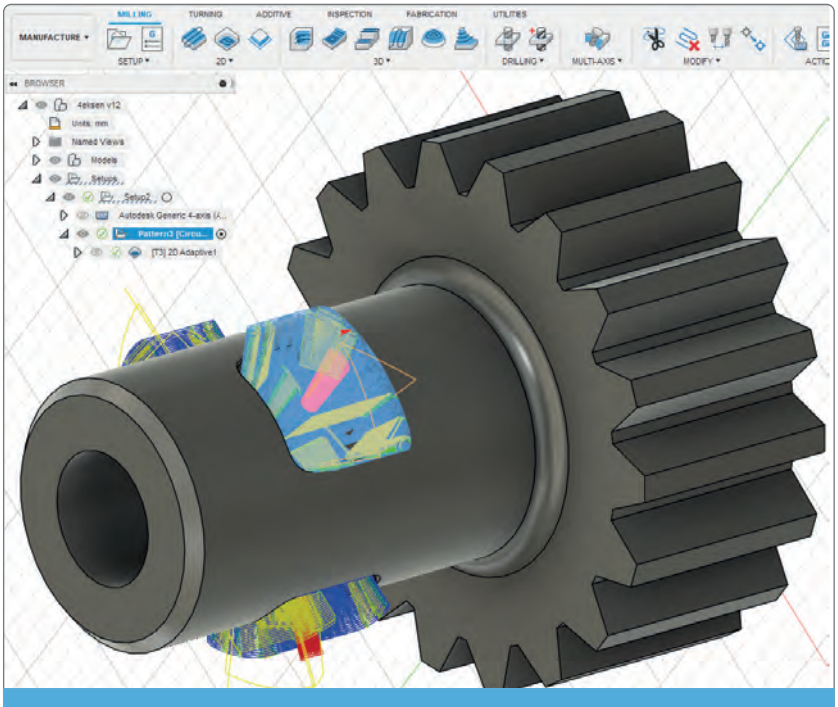


Görsel 5.98: 2D Adaptive Clearing operasyonu ile havuzun işlenmesi

Dört eksen sarmal işleme stratejisinde, 2D Adaptive Clearing operasyonunu kullanılarak havuzun işlenmesi için etkili bir yöntemdir. Bu strateji, iş parçasının eksenel olarak döndürülerek havuzun etrafında sarmal bir takım yolunun oluşturulmasını sağlar. Döner eksen, havuzun işlenecek yüzeyine paralel bir şekilde hizalanır. 2D Adaptive Clearing operasyonu seçildikten sonra, işleme parametreleri belirlenmelidir. Kesme hızı, ilerleme hızı, kesme derinliği gibi parametreler malzeme ve takım tipine göre ayarlanır. İşleme stratejisi olarak 2D Adaptive Clearing seçildiğinde, takım yolu olarak sarmal seçeneği seçilir(Wrap Toolpath seçeneği aktif hâle getirilir). Bu seçenek, takım yolunu havuzun etrafında sarmal bir şekilde ilerletirken talaş kaldırmayı gerçekleştirir. Döner eksenin hareketi, sarmal takım yolunun oluşturulmasında önemli bir rol oynar.

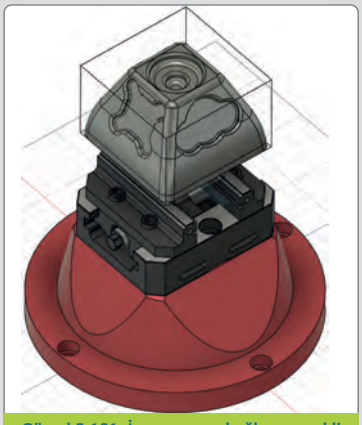


Görsel 5.99: 2D Adaptive Clearing operasyonun çoğaltılması



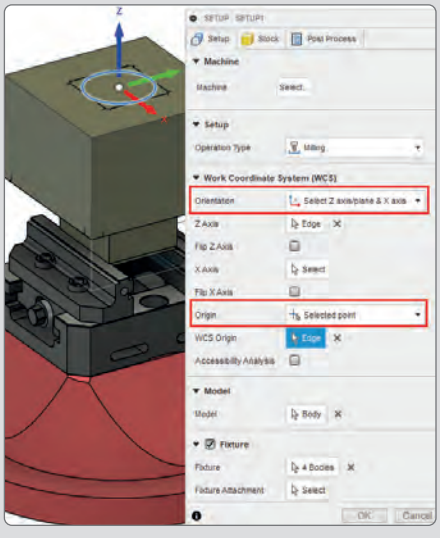
Görsel 5.100: 2D Adaptive Clearing operasyonun çoğaltılması

5.1. UYGULAMA

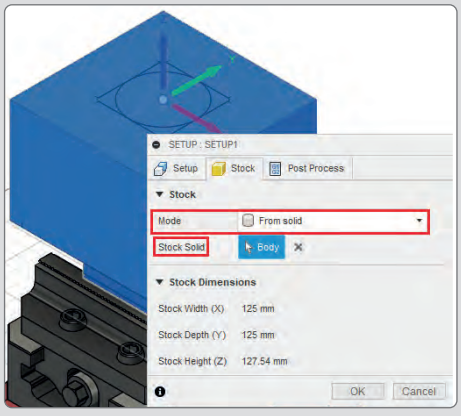
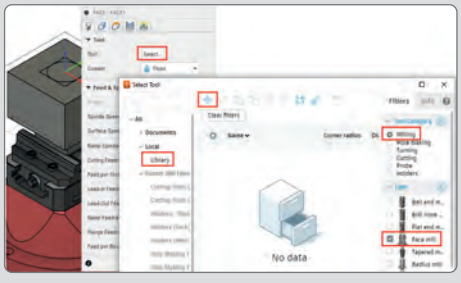
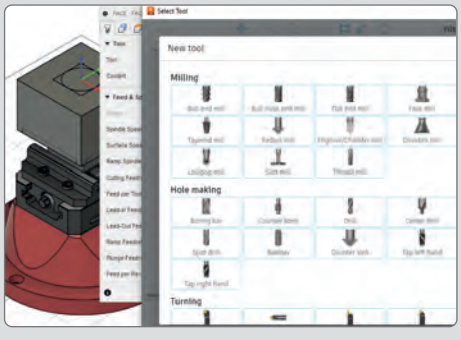
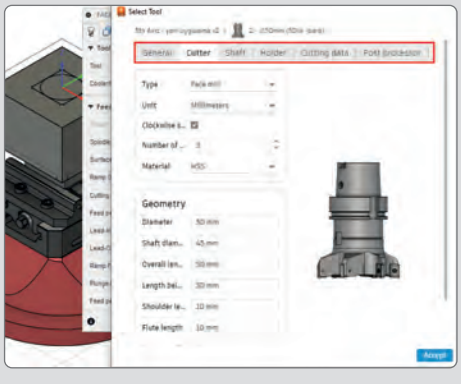


Görsel 5.101: İş parçası ve bağlanma şekli

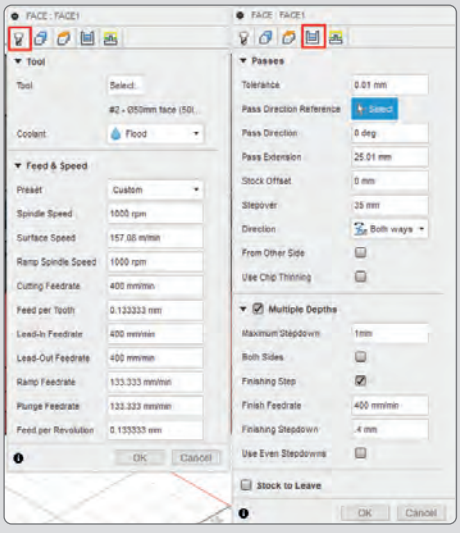
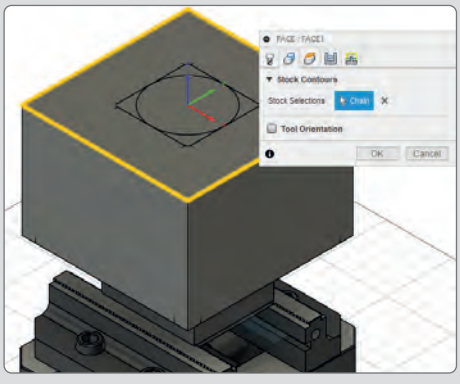
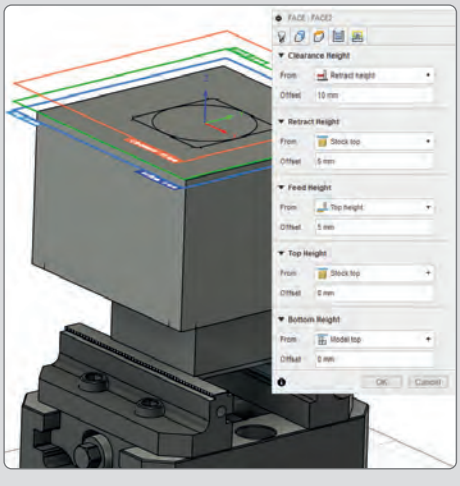
Görsel 5.101'de şekli verilen iş parçası konumlandırmalı beş eksen işleme (üç eksen ve 2 ½ eksen işleme operasyonları) kullanarak işlenecektir. Operasyonlarda kullanılacak kesici takım seçimlerini yaparak ve uygun kesme şartlarını belirleyerek parçayı işleyiniz. Parça kütük boyutları 125x125x130 olacak şekilde tanımlayınız.

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
Parçanın CAD ortamına çizilmesi	Fusion 360 programı içerisindeki oluşturduğunuz çizim parçasını açınız ve "Manufacture" seçeneği ile CAM ortamına geçiş yapınız.
Setup ayarının yapılması	CAM kısmından Setup ikonunu seçiniz.
İş parçası sıfır noktası ayarlarını gerçekleştirmek.	 Setup kısmında bulunan Work Coordinate System seçeneğinden iş parçasının üst yüzeyi delik merkezini "Origin" menüsünden Select Point komutunu kullanarak sıfır noktasını tanımlayınız. Z ve X eksen yönlerini belirleyiniz (Yön değiştirmek için "Flip " komutunu kullanabilirsiniz.).
Kütük tanımlaması yapmak.	Setup seçeneğinde bulunan Stock menüsüne girerek From Solid modunu kullanarak hazırlamış olduğunuz kütüğü tanımlayınız (Eğer kütük çizimi yapmadıysanız menüden tanımlayabilirsiniz.).

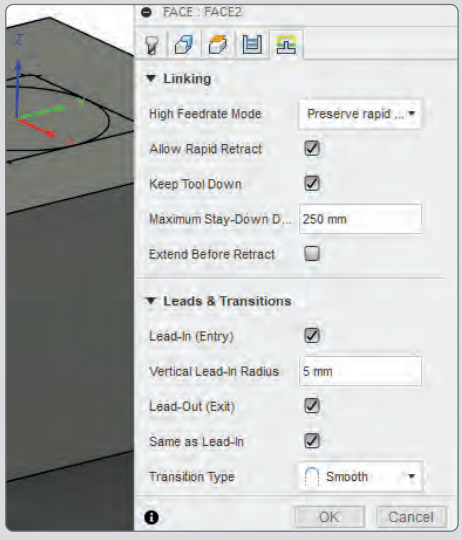
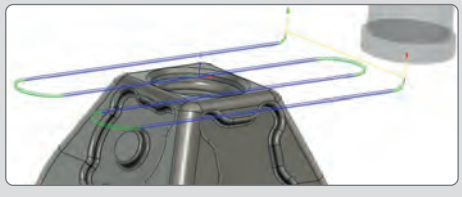
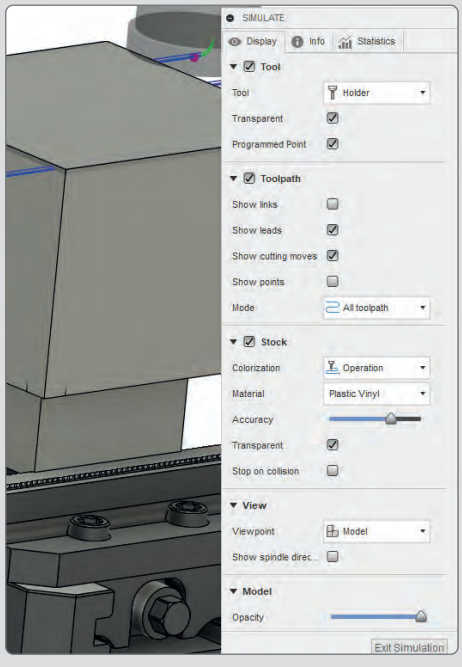
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

Kütük ölçülerini tanımlamak.	
Beş eksen CNC freze tezgâh seçimini yapmak.	**Setup** seçeneğinde bulunan **Machine** menüsüne girerek **tezgâh seçimi yapılır.**
Yüzeye frezeleme işlemi yapmak.	Yüzey frezeleme yapmanın ilk adımı takım seçimi yapmak eğer kütüphanede ilgili takım yer almıyorsa aşağıda belirtilen alan seçimleri yapılarak tanımlama yapılabilir. 
Yüzey işleme için takım seçimi ve kesme değerlerini tabloya girmek.	 

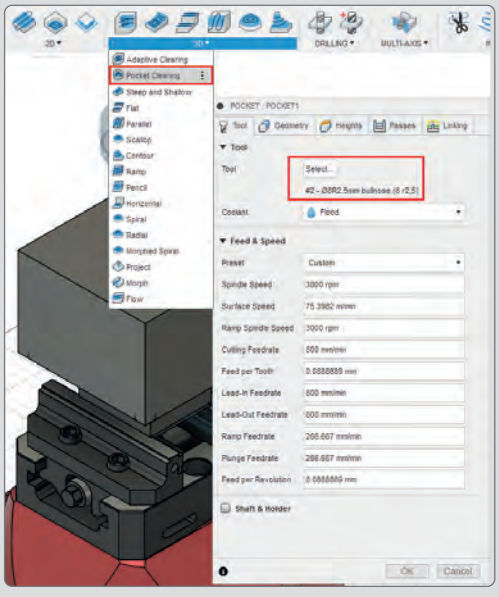
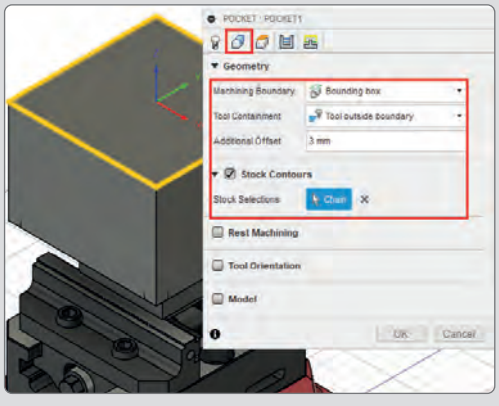
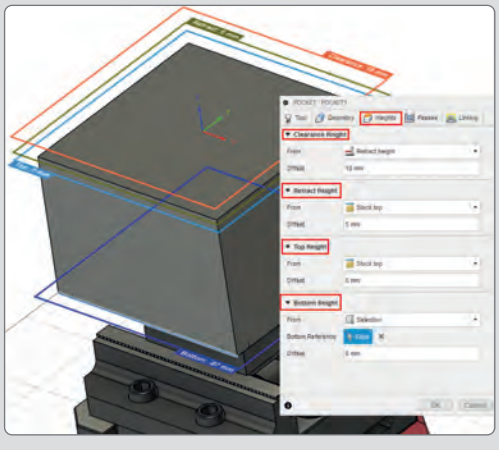
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

Yüzey Frezeleme operasyonu için kesici takım kesme parametrelerini ve paso değerlerini belirlemek.	
Yüzey frezeleme işlemi için geometri seçimi yapmak.	
İşleme yükseklik değerlerini seçmek.	

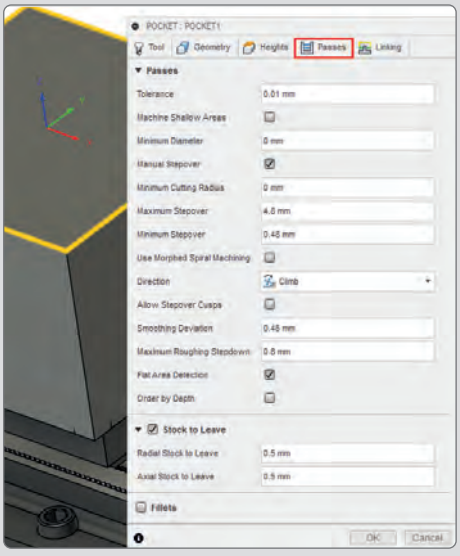
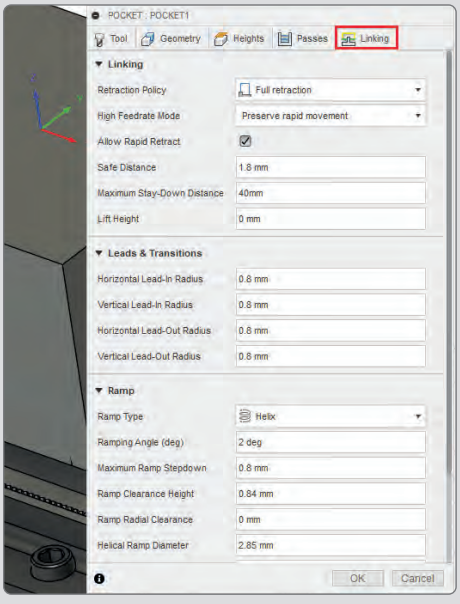
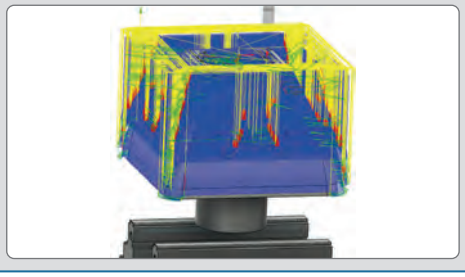
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

Geçiş parametrelerini seçmek.	
İlgili menülere girilen parametrelerle yüzey frezeleme operasyonuna ait takım yolu elde etmek.	
Yüzey frezeleme operasyonun ne kadar süreceğini öğrenmek.	
Yüzey frezeleme operasyonun simülasyonunu yapmak.	

5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İş parçasına kaba talaş kaldırma işlemi uygulamak.	Kaba işlem yapmak için 3D işleme stratejilerden Pocket Clearing stratejisini ve kesici takım olarak da Ø8R2,5mm Bull nose end mill'i takım kütüphanesinden seçiniz. Seçim sonrası kesme parametrelerini belirleyiniz. 
İş parçasına kaba işlem uygulamak için geometri seçimi yapmak.	
İş parçasına kaba işlem uygulamak için yükseklik değerlerini seçmek.	

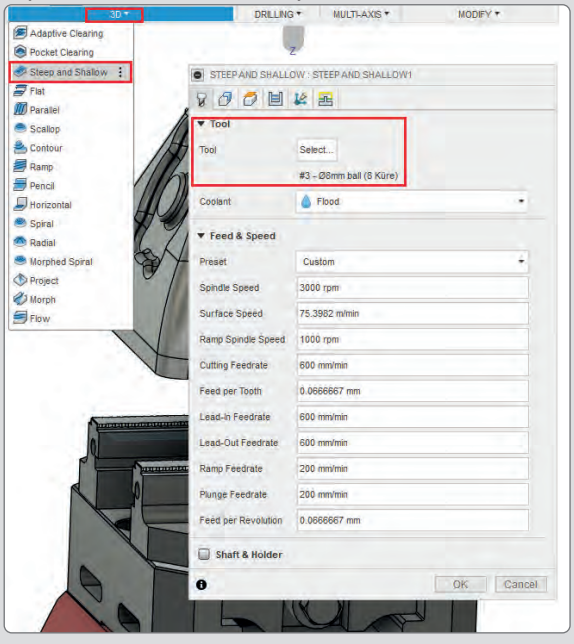
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İş parçasına kaba işlem uygulamak için paso değerlerini girmek.	
İş parçasına kaba işlem uygulamak için geçiş parametrelerini seçmek.	
İş parçası kaba işlem takım yolunu kontrol etmek.	Kaba işleme kaldırılacak kaba talaşı azaltmak için bazen birden fazla kaba ve ara kaba işlem gerektirir. Bu yüzden seçilen takımın girip girmediği yerler kontrol edilerek ihtiyaç çerçevesinde kaba ve ara kaba işlem sayısı belirlenir. Buradaki örnekte uygulamanın fazla yer kaplamaması için kaba işlem adedi bir adet yapılır. 

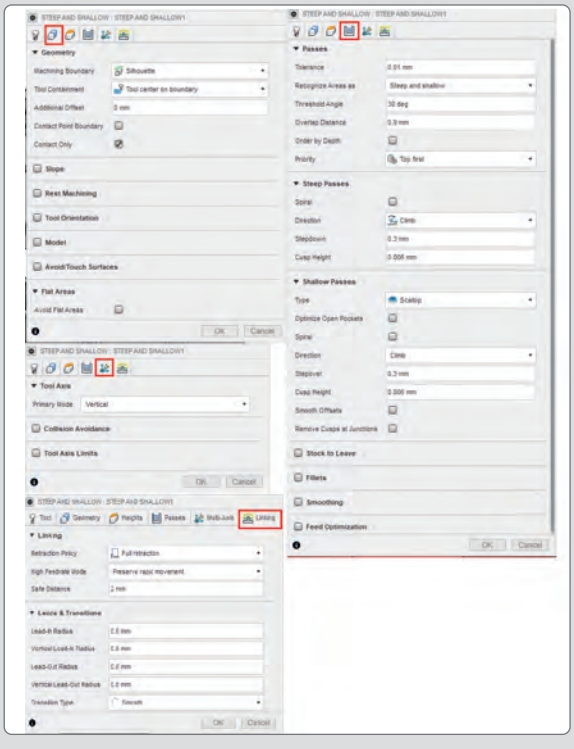
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İş parçasına finiş işlemi uygulamak.

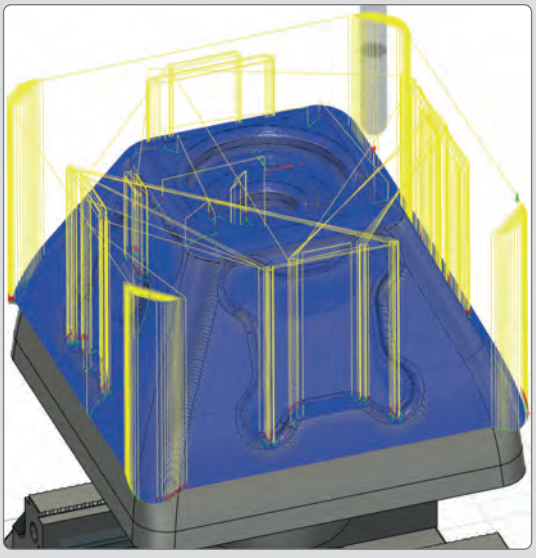
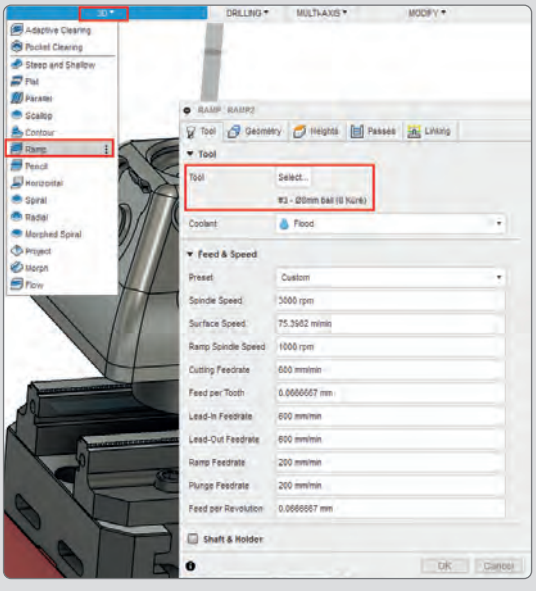
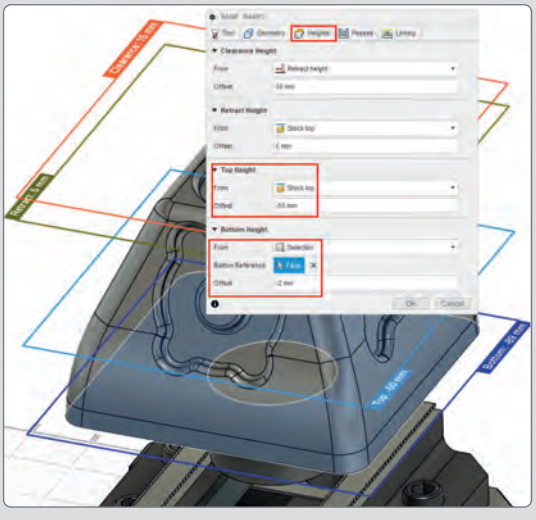
Finiş işlemi yapmak için 3D işleme stratejilerden Step and Shallowstratejisini ve kesici takım olarak da Ø8R4 mm Ball end mill'i takım kütüphanesinden seçiniz. Seçim sonrası kesme parametrelerini belirleyiniz.



İş parçasına finiş işlemi uygulamak için geometri, paso, eksen ve geçiş parametrelerini girmek.

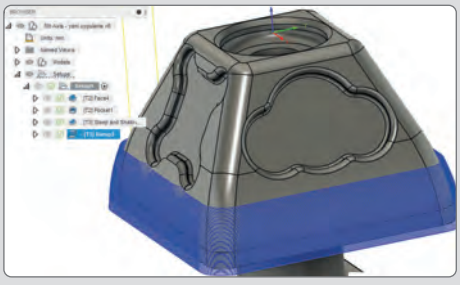


5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İş parçası finiş işlem takım yolunu kontrol etmek.	
İş parçası finiş işlem sonrası işlenmeden kalan alt kısmını işlemek için farklı bir finiş işlemi uygulamak.	
İş parçası finiş işlem sonrası işlenmeden kalan alt kısmını işlemek için yükseklik parametrelerini girmek (Bu stratejide bir önceki stratejiden farklı olarak yükseklikler menüsünde değişiklikler var bu yüzden bu menü ayrıca konuldu, diğer menüler yine benzer işlemler takip edilerek parametreleri girilecektir.).	

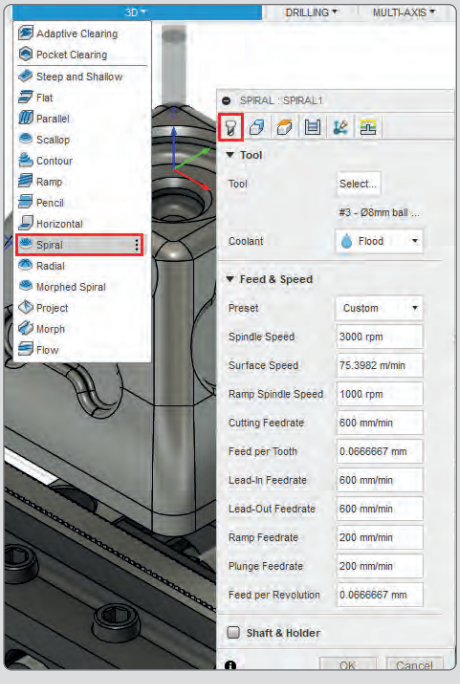
5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İş parçası finiş işlem takım yolunu kontrol etmek.



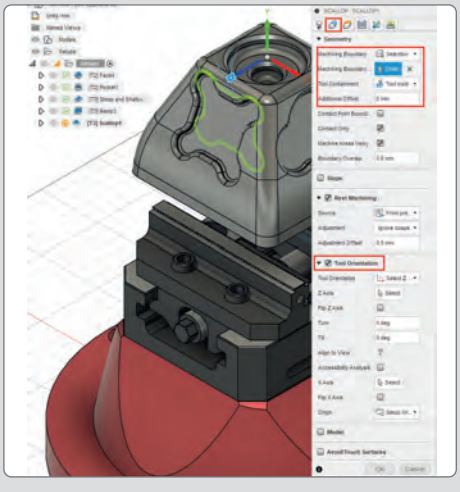
Yan yüzeye finiş işleme yapmak için kesici takım seçimi yaparak kesici takım kesme parametrelerini girmek.

Bir önceki işleme operasyonundan işlenmeden kalan alanı işlemek için Ramp stratejisidir. Bu stratejide kullanacağınız takımı seçerek parametrelerini giriniz.



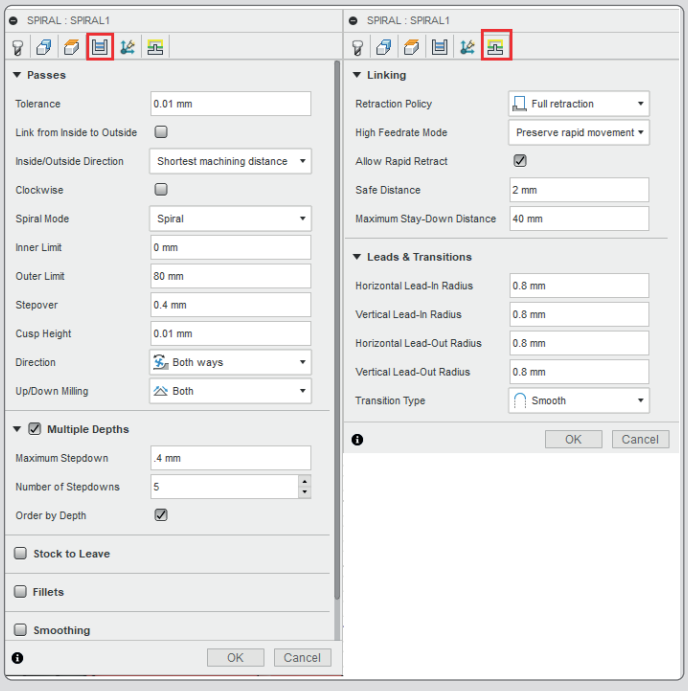
Yan yüzeyi işlemek için geometri seçimi ve kesici takım pozisyonu konumlaması yapmak.

Bu işleme stratejisinde Heights menüsündeki yükseklikleri bir önceki operasyona göre ayarlayınız.

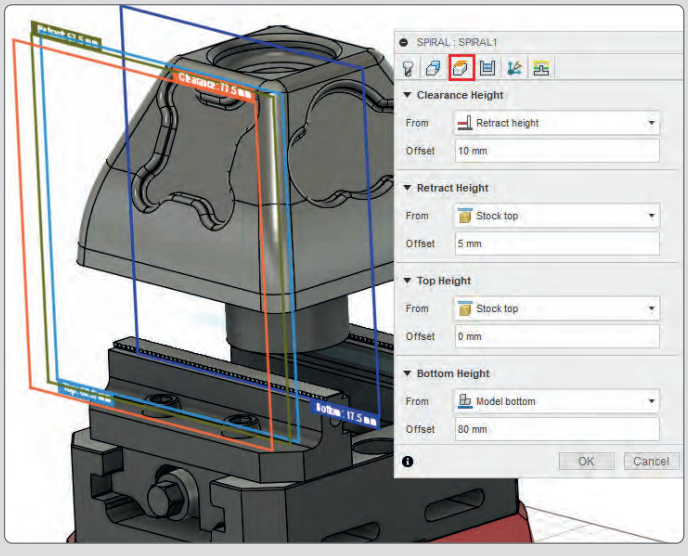


5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

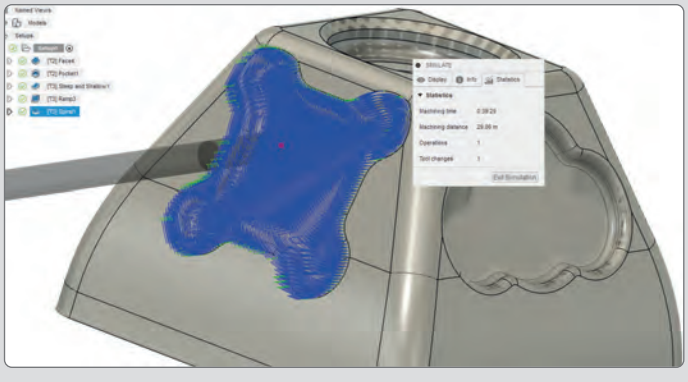
Yan yüzeyi işlemek için kesme değerlerini ve geçişleri seçmek.



Yan yüzeyi finiş işlemek için yükseklik değerlerini seçmek.

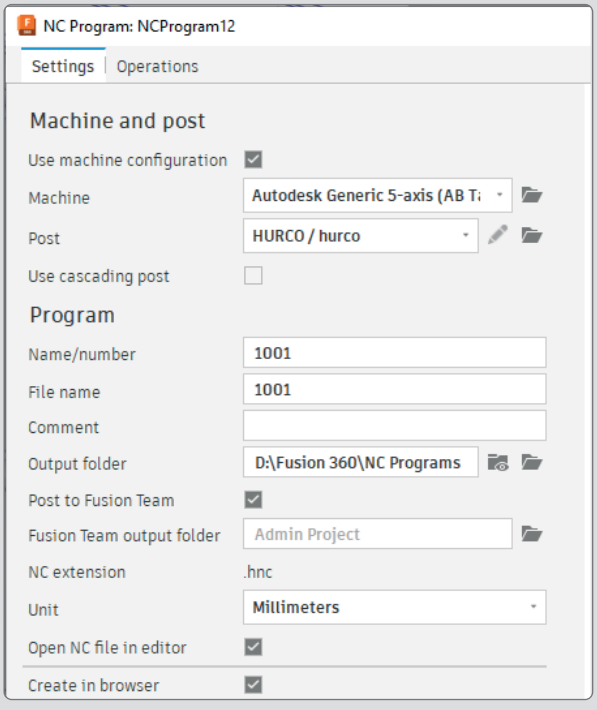


Yan yüzey finiş işleme operasyonu takım yolları ve işlem zamanını görmek



5.1. UYGULAMANIN DEVAMI

İşlenen parçanın NC kodlarını türetmek.



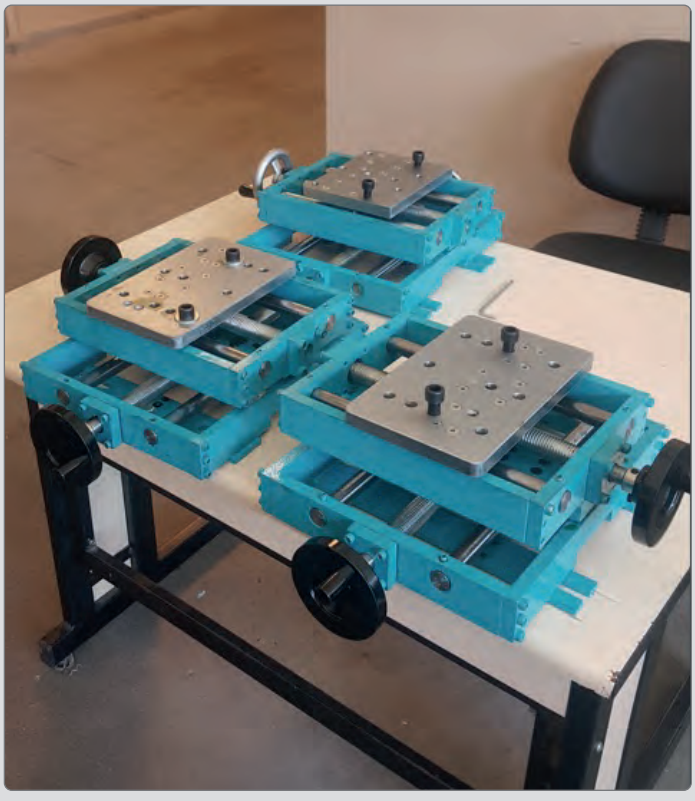
İşlenen Parçanın NC kodlarını incelemek.

```
%
O1001
(Using high feed G1 F100. instead of G0.)
(Machine)
(  vendor: Hurco)
(  model: VMX 24 HSi 5ax)
(  description: Hurco VMX 24 HSi 4ax)
(T3 D=8. CR=4. - ZMIN=-68.644 - ball end mill)
N1 G90 G17
N2 G21
N3 M59
N4 M31
N5 M126
N6 G0 M140
(Steep and Shallow1)
N7 T3 M6
N8 S3000 M3
N9 G54
N10 M33
N11 G0 M140
N12 G69
N13 G68.2 X0. Y0. Z0. A0.
N14 G0 G8.2 X25.367 Y-24.566 Z15. A0.
N15 M32
N16 M8
N17 G1 X25.367 Y-24.566 F100.
N18 G0 G43 Z15. H3
N19 Z0.8
N20 G1 Z-1.2 F200.
N21 X25.36 Z-1.304 F600.
N22 X25.34 Z-1.407
N23 X25.306 Y-24.567 Z-1.506
N24 X25.26 Z-1.6
N25 X25.202 Y-24.568 Z-1.687
```

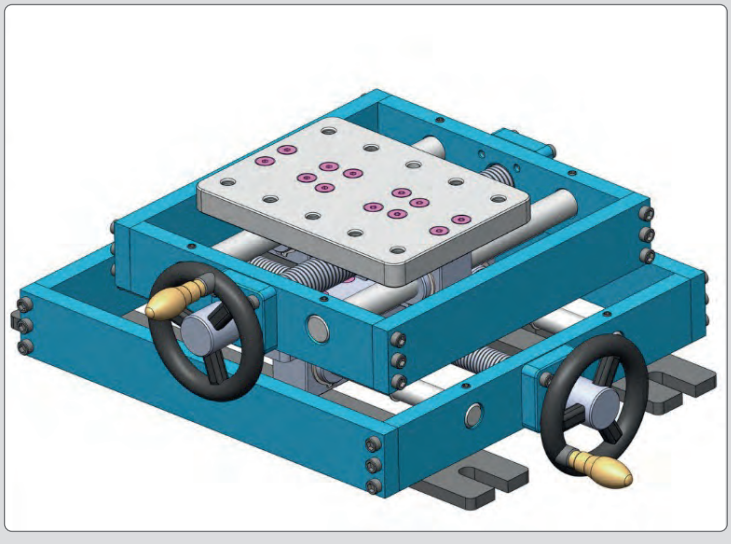
5.1. UYGULAMANIN DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
		EVET	**HAYIR**
1.	Çizilen parçayı çağırdı.		
2.	Setup ayarlarını yaptı.		
3.	Beş eksen CNC freze tezgâh seçimini yaptı.		
4.	Tüm yüzeyleri kaba işlemek için gerekli bütün ayarları hatasız olarak yaptı.		
5.	Tüm yüzeyleri hassas işlemek için gerekli bütün ayarları hatasız olarak yaptı.		
6.	Yüzey frezeleme operasyonlarının simülasyonunu yaptı.		
7.	İşlenen parçanın NC kodlarını türetti.		

5.2. UYGULAMA

Görsel 5.102'de verilen XY tablası imalatını yapınız.

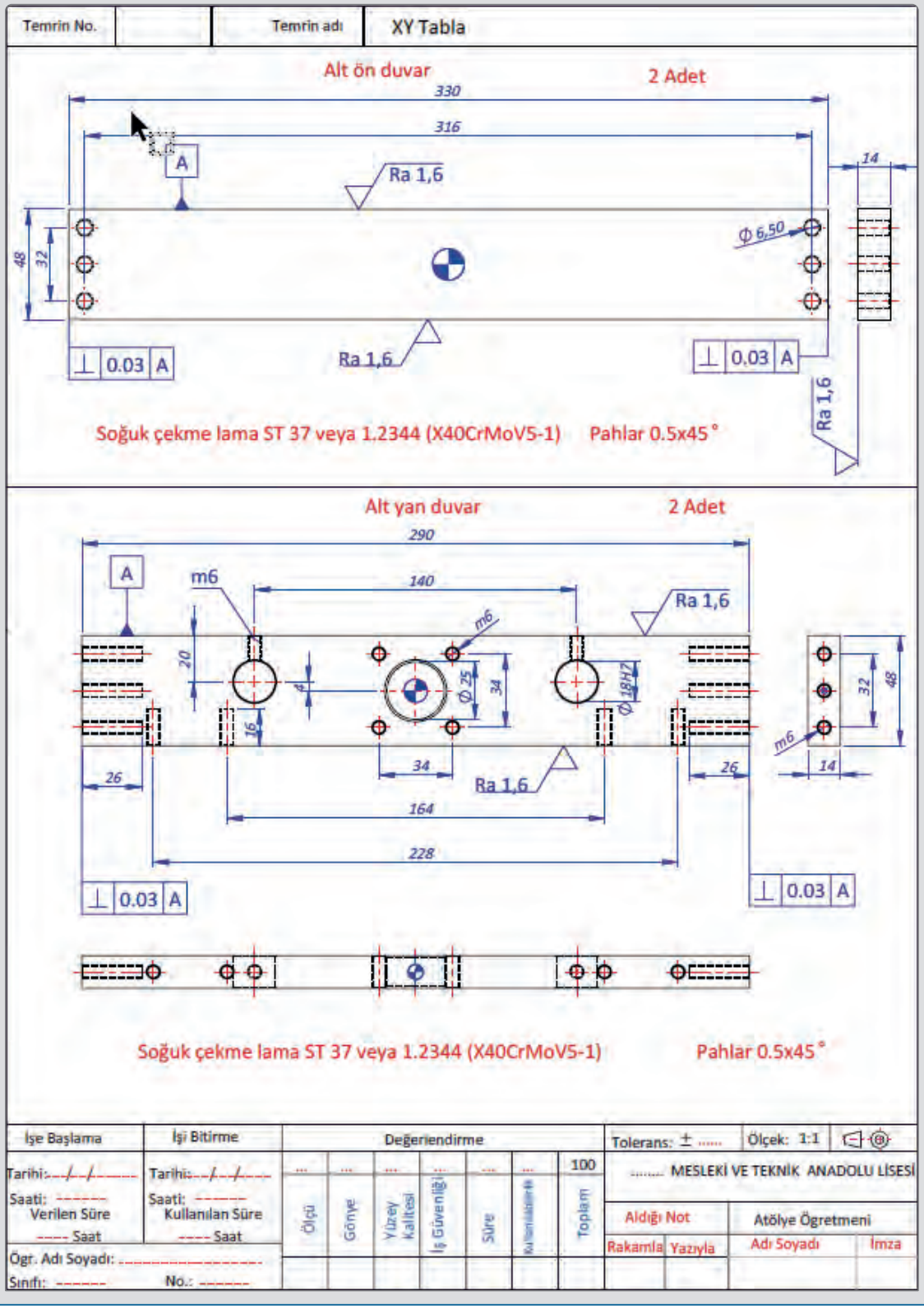


XY tabla montaj resmi



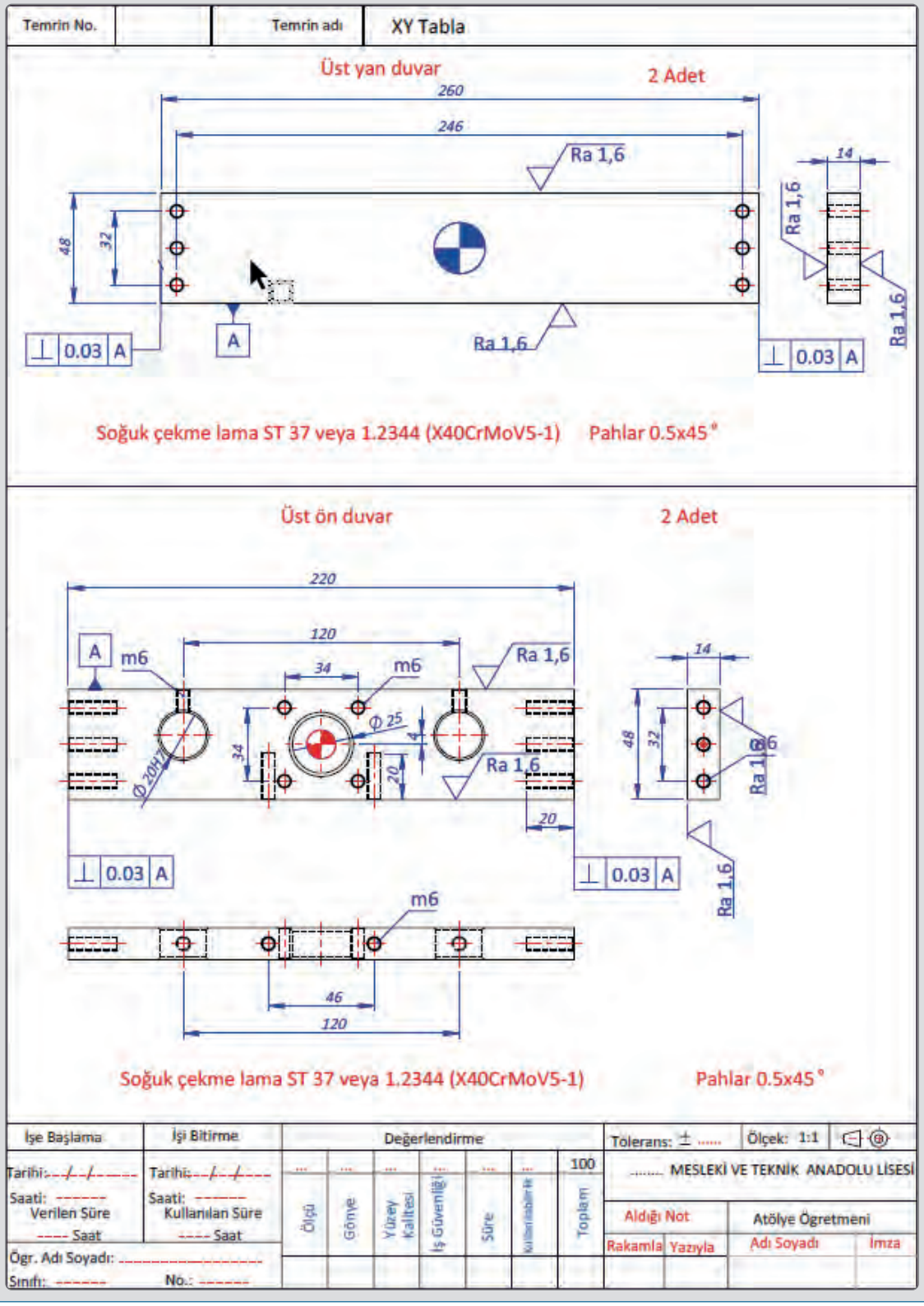
5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Alt duvar yapım resmi



5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Üst duvar yapım resmi

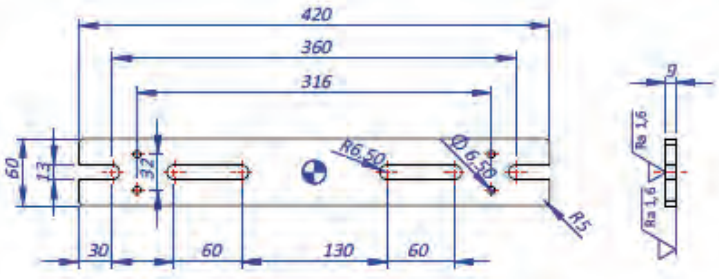


5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Bağlantı parçaları

Temrin No.		Temrin adı	XY Tabla

Alt bağlama parçası 4 Adet

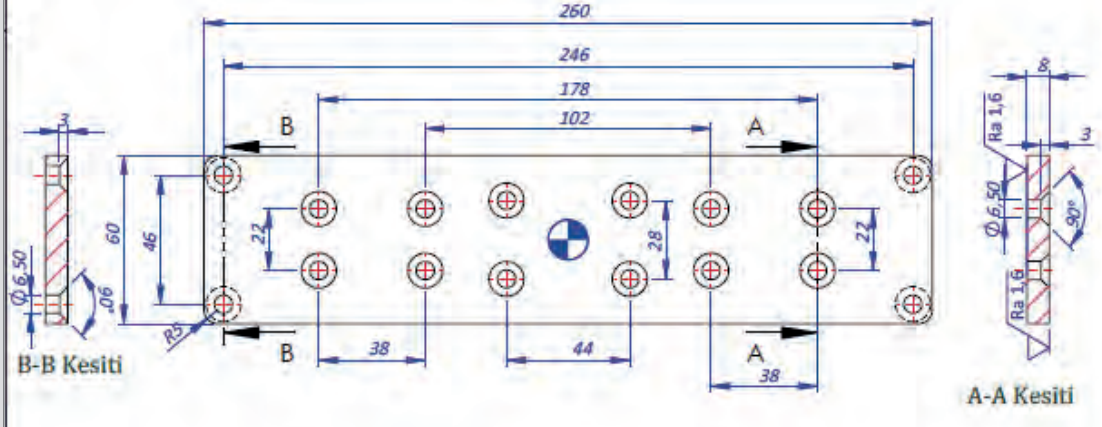


Soğuk çekme lama ST 37 veya 1.2344 (X40CrMoV5-1)

Pahlar 1x45°

Üst bağlama parçası

4 Adet



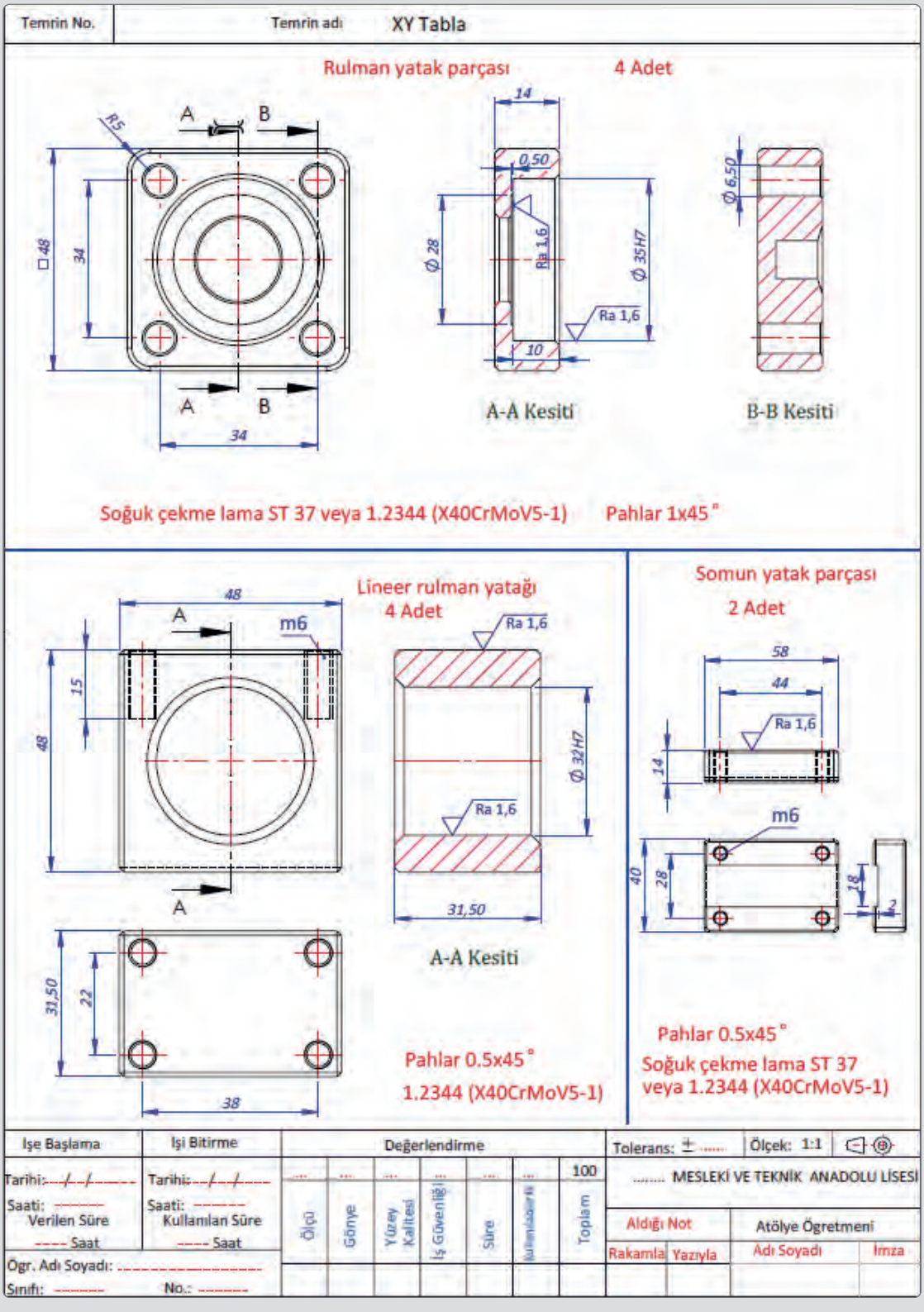
Pahlar 0.5x45°

Soğuk çekme lama ST 37 veya 1.2344 (X40CrMoV5-1)

İşe Başlama	İşi Bitirme	Değerlendirme							Tolerans: ±	Ölçek: 1:1
Tarihi: --/--/----	Tarihi: --/--/----	...	...	...	...	...	...	100	..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	
Saati: ------ Verilen Süre ----- Saat	Saati: ------ Kullanılan Süre ----- Saat	Ölçü	Görüye	Yüzey Kalitesi	İş Güvenliği	Süre	Kullanışlılık	Toplam	Aldığı Not: Rakamla / Yazıyla	Atölye Öğretmeni: Adı Soyadı / İmza
Ögr. Adı Soyadı: ----------										
Sınıfı: ------	No.: ------									

5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Rulman yatak parçaları

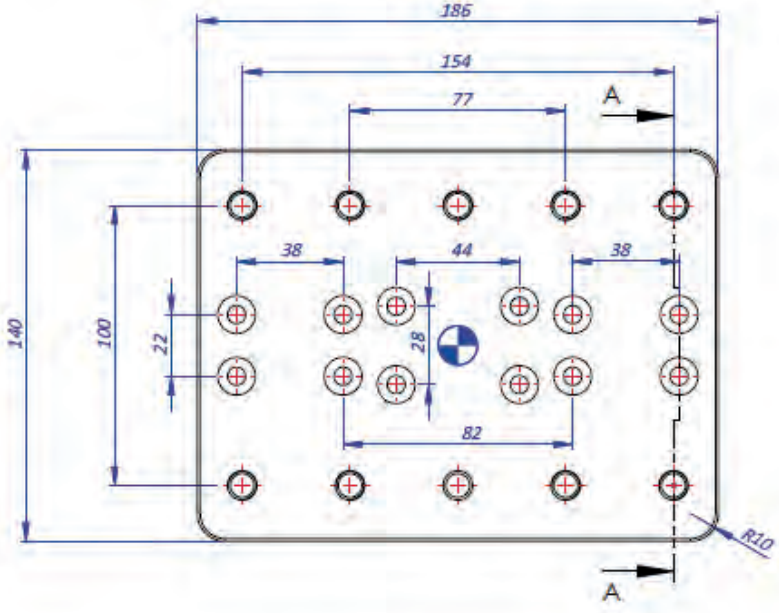


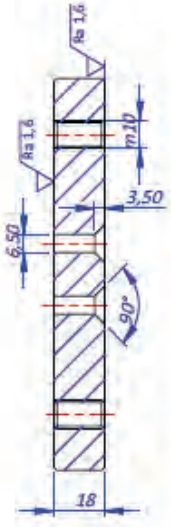
5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Tabla

Temrin No.	Temrin adı	XY Tabla

Alt bağlama parçası

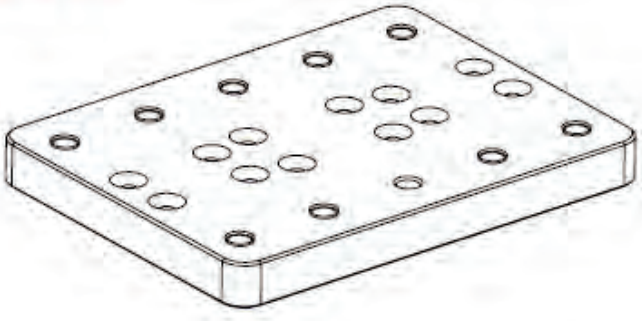




A-A Kesiti

1.2738 (40CrMnNiMo8-6-4)

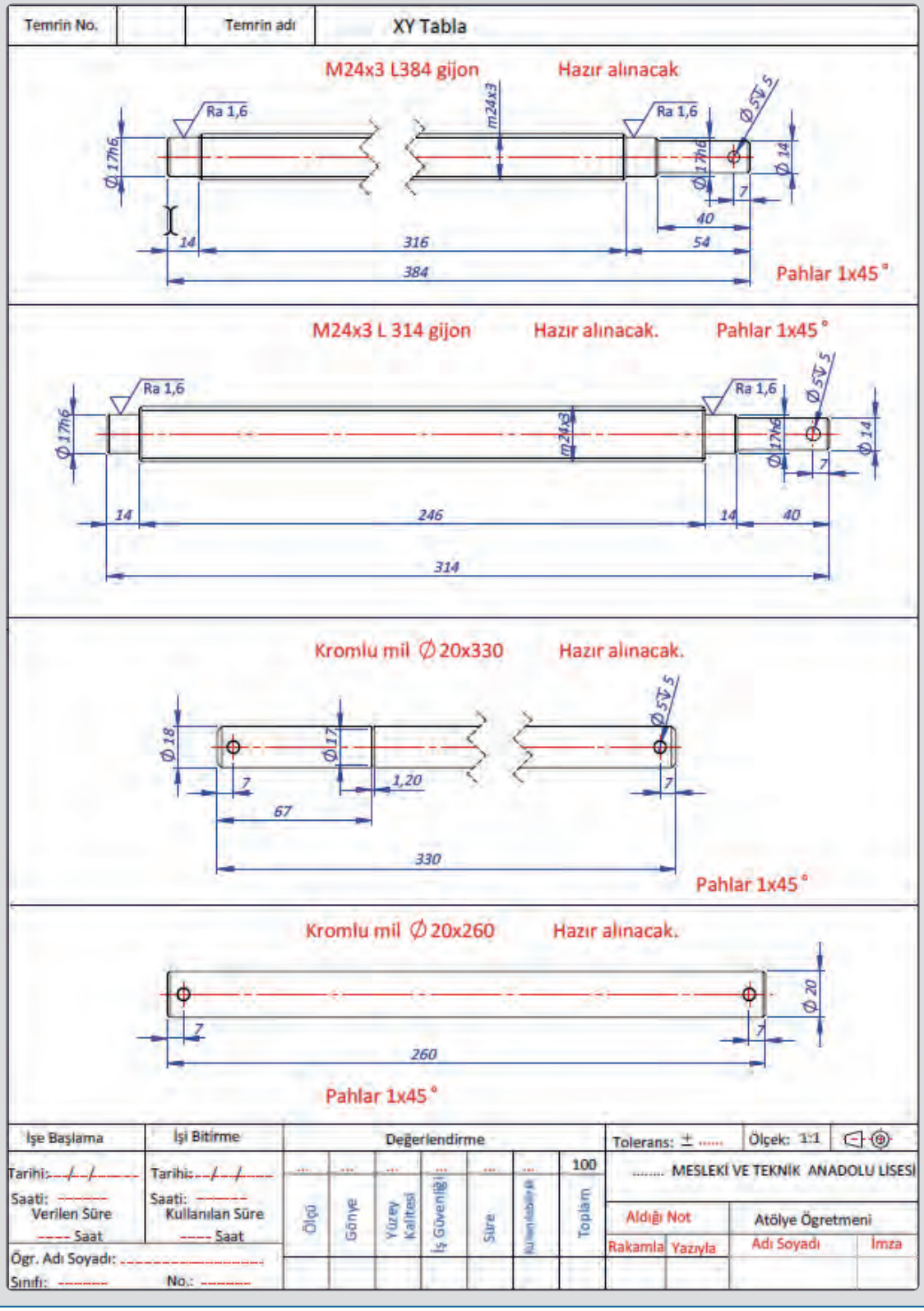
Pahlar 2x45°



İşe Başlama	İşi Bitirme	Değerlendirme							Tolerans: ±	Ölçek: 1:1
Tarihi: --/--/----	Tarihi: --/--/----	+	+	+	+	—	—	100	..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	
Saati: ------- Verilen Süre ---- Saat	Saati: ------- Kullanılan Süre ---- Saat	Ölçü	Görünüş	Yüzey Kalitesi	İş Güvenliği	Süre	Kullanışlılık	Toplam	Aldığı Not: Rakamla / Yazıyla	Atölye Öğretmeni: Adı Soyadı / İmza
Ögr. Adı Soyadı: ----------										
Sınıfı: -------	No.: -------									

5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

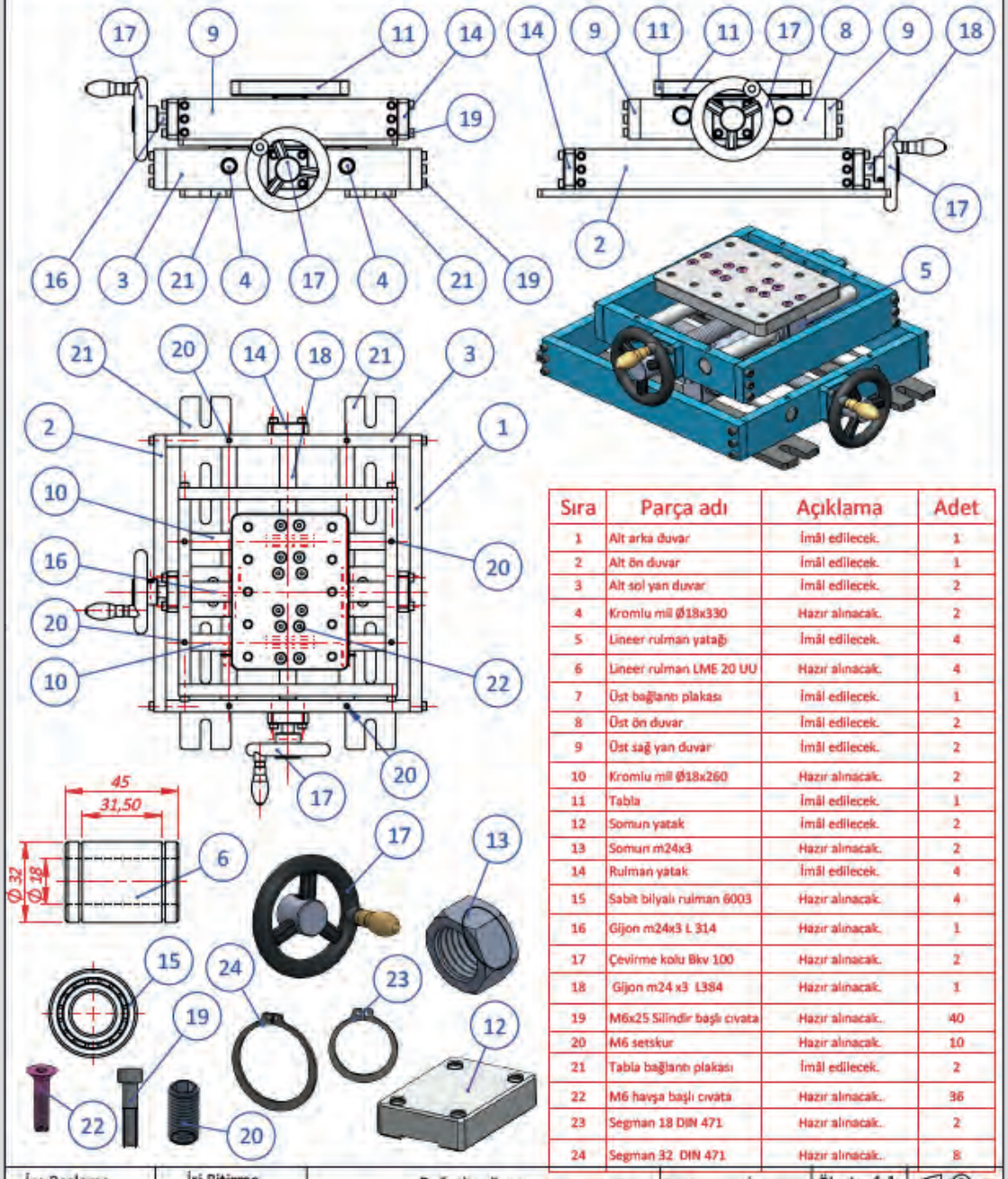
Gijon ve kromlu mil yapım resmi



5.2. UYGULAMANIN DEVAMI

Montaj resmi

Temrin No.		Temrin adı	XY Tablası



Sıra	Parça adı	Açıklama	Adet
1	Alt arka duvar	İmâl edilecek.	1
2	Alt ön duvar	İmâl edilecek.	1
3	Alt sol yan duvar	İmâl edilecek.	2
4	Kromlu mil Ø18x330	Hazır alınacak.	2
5	Lineer rulman yatağı	İmâl edilecek.	4
6	Lineer rulman LME 20 UU	Hazır alınacak.	4
7	Üst bağlantı plakası	İmâl edilecek.	1
8	Üst ön duvar	İmâl edilecek.	2
9	Üst sağ yan duvar	İmâl edilecek.	2
10	Kromlu mil Ø18x260	Hazır alınacak.	2
11	Tabla	İmâl edilecek.	1
12	Somun yatak	İmâl edilecek.	2
13	Somun m24x3	Hazır alınacak.	2
14	Rulman yatak	İmâl edilecek.	4
15	Sabit bilyalı rulman 6003	Hazır alınacak.	4
16	Gijon m24x3 L 314	Hazır alınacak.	1
17	Çevirme kolu Bkv 100	Hazır alınacak.	2
18	Gijon m24 x3 L384	Hazır alınacak.	1
19	M6x25 Silindir başlı cıvata	Hazır alınacak.	40
20	M6 setskur	Hazır alınacak.	10
21	Tabla bağlantı plakası	İmâl edilecek.	2
22	M6 havşa başlı cıvata	Hazır alınacak.	36
23	Segman 18 DIN 471	Hazır alınacak.	2
24	Segman 32 DIN 471	Hazır alınacak.	8

İşe Başlama	İşi Bitirme	Değerlendirme							Tolerans: ±	Ölçek: 1:1
Tarihi: / /	Tarihi: / /	... Ölçü	... Görüntü	... Yüzey Kalitesi	... İş Güvenliği	... Süre	... Kullanılabilirlik	100 Toplam	..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ	
Saati: Verilen Süre ---- Saat	Saati: Kullanılan Süre ---- Saat								Aldığı Not: Rakamla / Yazıyla	Atölye Öğretmeni: Adı Soyadı / İmza
Ögr. Adı Soyadı:										
Sınıfı: ------	No.: ------									

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Fusion 360 programında menüler arası geçişler DESING menüsü altındaki seçeneklerden yapılır.

2. (.....) MANUFACTURE menüsünden CAM modülüne geçiş yapılır.

3. (.....) Kullanıcı tarafından daha önceden hazırlanmış parça stok olarak atanır.

4. (.....) Takım kütüphanesine yeni takım eklemek için New Tool menüsü kullanılır.

5. (.....) Tüm parçaları tek bir takım ve strateji kullanarak işleyebiliriz.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki seçeneklerde verilen yöntemlerden hangisi kütük (Stok) tanımlama için kullanılan bir yöntem değildir?

A) Relative size tube
B) Fixed size cylinder
C) Fixed size box
D) Relative size box
E) Machine

2. CAM ortamında parça sıfır noktası belirlenirken bu işlem için aşağıdaki hangi alt seçenek kullanılmaktadır?

A) Fixture
B) Machine
C) Model
D) Operation Type
E) Work Coordinate System (WCS)

3. Takım kütüphanesine ulaşarak yeni takımlar oluşturmak için aşağıdaki seçeneklerden hangisi kullanılır?

A) Copy tool
B) Delete tool
C) Duplicate tool
D) Edit tool
E) New tool (Create new tool)

4. İş parçası üzerindeki işlenecek bölgelerin seçimi aşağıdaki menülerin hangisinden yapılır?

A) Geometry
B) Heights
C) Linking
D) Passes
E) Tool

5. İş parçasını işlemek için takım seçimi aşağıdaki menülerin hangisinden yapılır?

A) Geometry
B) Tool
C) Heights
D) Passes
E) Linking

6. İş parçası işlenirken işleme derinliklerini (pasolarını) girme işlemi aşağıdaki menülerin hangisinden yapılır?

A) Geometry
B) Tool
C) Heights
D) Passes
E) Linking

7. İş parçası üzerindeki işlenecek bölgelerin yükseklik ayarları aşağıdaki menülerin hangisinden yapılır?

A) Geometry

B) Tool

C) Heights

D) Passes

E) Linking

8. İş parçası işlenirken parçaya yaklaşma ve paso geçişlerinin belirlenmesi aşağıdaki menülerin hangisinden yapılır?

A) Geometry

B) Tool

C) Heights

D) Passes

E) Linking

9. Çoklu eksen işlemelerinde kesici takımın işleme yüzeyine konumlandırılması işlemi aşağıdaki hangi seçeneğin kullanılması ile yapılmaktadır?

A) Fixture

B) Geometry

C) Model

D) Tool Orientation

E) Tool Setup

10. Aşağıdaki yöntemlerden hangisi Fusion 360 CAM programında çoklu işleme yöntemleri (Multi-Axis) menüsü altında yer almaktadır?

I. Swarf

II. Rotary

III. Multi-Axis Contour

A) Yalnızca I

B) Yalnızca II

C) I ve II

D) I ve III

E) I, II ve III

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ

A	
1	D
2	D
3	Y
4	D
5	Y
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	D

B	
1	E
2	A
3	B
4	D
5	C
6	A
7	E
8	B
9	E
10	A

B	
11	B
12	E
13	C
14	B
15	A
16	D
17	C
18	D
19	D

2. ÖĞRENME BİRİMİ

A	
1	E
2	D
3	Y
4	D
5	D

B	
1	D
2	A
3	A
4	C
5	E
6	C
7	B

B	
8	C
9	D
10	E
11	B
12	A

3. ÖĞRENME BİRİMİ

A	
1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	D

B	
1	B
2	D
3	A
4	C
5	E
6	D
7	B
8	C
9	E
10	A

4. ÖĞRENME BİRİMİ

A	
1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	D

B	
1	A
2	C
3	E
4	B
5	D
6	A
7	E

B	
8	B
9	C
10	A
11	D
12	E
13	E
14	D

5. ÖĞRENME BİRİMİ

A	
1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	D

A	
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	D

B	
1	E
2	D
3	A
4	A
5	B

B	
6	D
7	C
8	E
9	B
10	C

KAYNAKÇA

BAĞCI, B. (1998). Teknik Resim, İstanbul, Birsen Yayınevi.

MEB. (2022). Makine ve Tasarım Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, Ankara.

TDK. (2023). Yazım Kılavuzu, 27. Tıpkı Basım, Ankara.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI

Materyalin görsel kaynakçasına buradan ulaşılır.
Karekoda ulaşılamaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.
http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2188

NOT: Kaynakça, APA 6.0 yazım kuralları ve kaynakça gösterme biçimine göre düzenlenmiştir.

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR