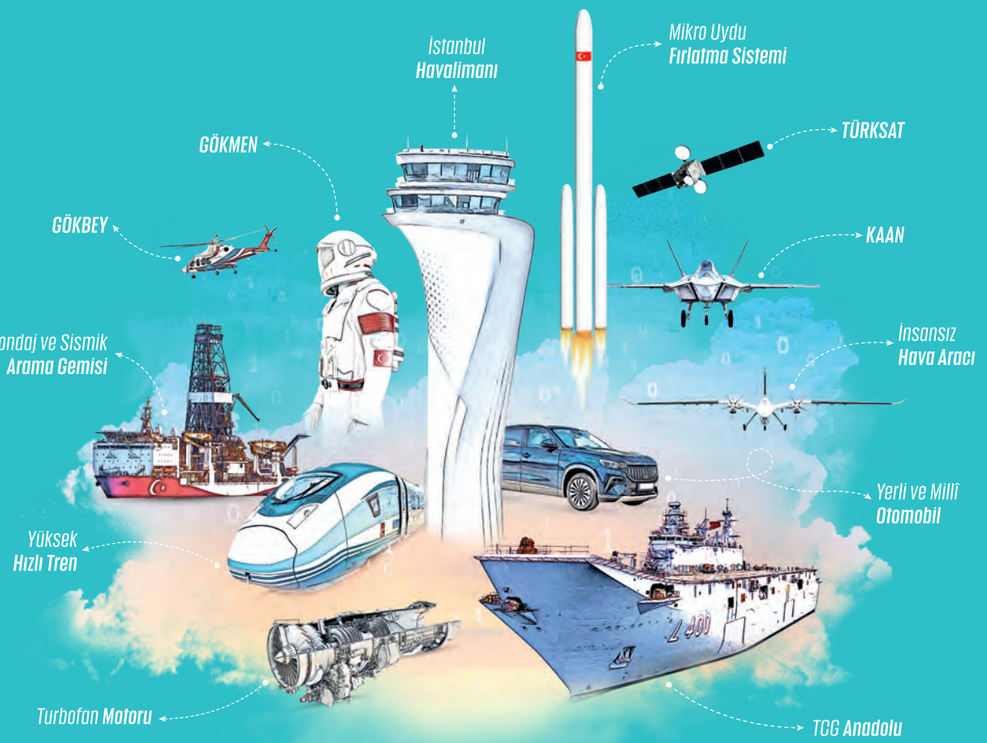
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-7015-6

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

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMELER Ders Materyali

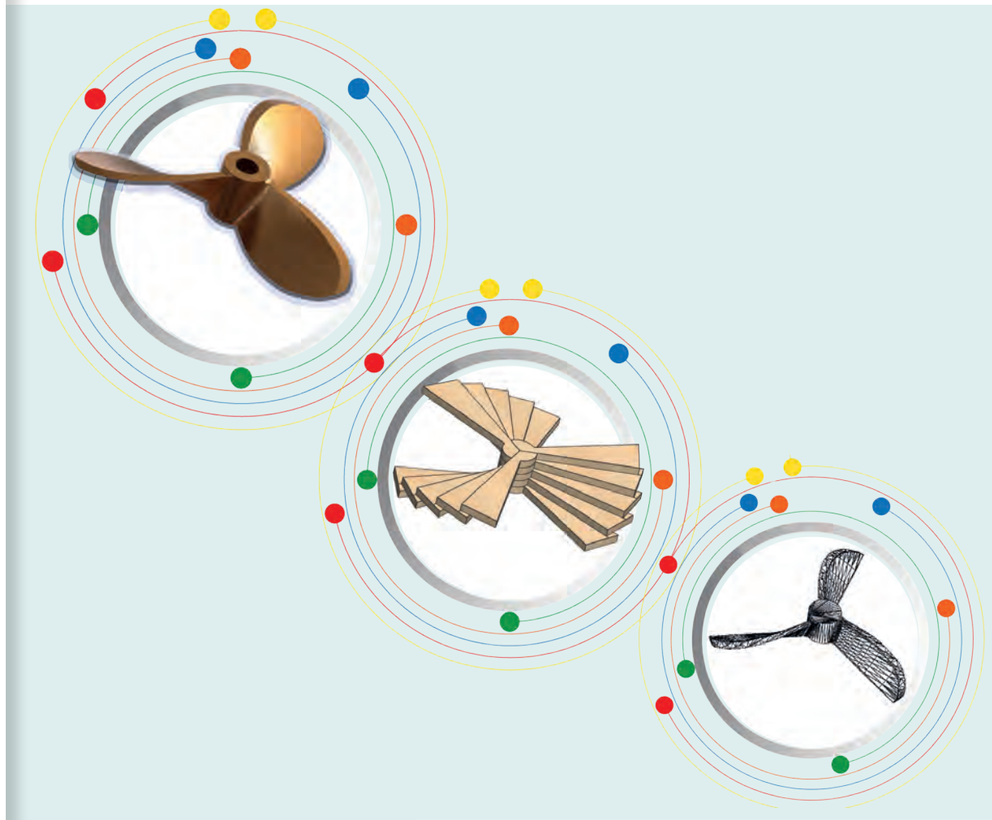
11

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ ALANI

11

DERS MATERYALİ



BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMELER

MEB__ 206200-BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMELER 11

MEB__ 206200-BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMELER 11

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MAKİNE VE TASARIM TEKNOLOJİSİ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MODELLEMELER

DERS MATERYALİ

11

YAZARLAR

Ayhan AYDIN
Hasan BOYLAS
Levent YILDIRIM
Osman KARACA
Yakup YILDIZELİ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8583
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 2475

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

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI_____Canan DEMİRCİ
PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI_____Murat DAĞ
ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI_____Mustafa ÇELİK
GÖRSEL TASARIM UZMANI_____Fatih GÜNDÜZ
REHBERLİK UZMANI_____Elif BAYRAK

ISBN: 978-975-11-7015-6

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

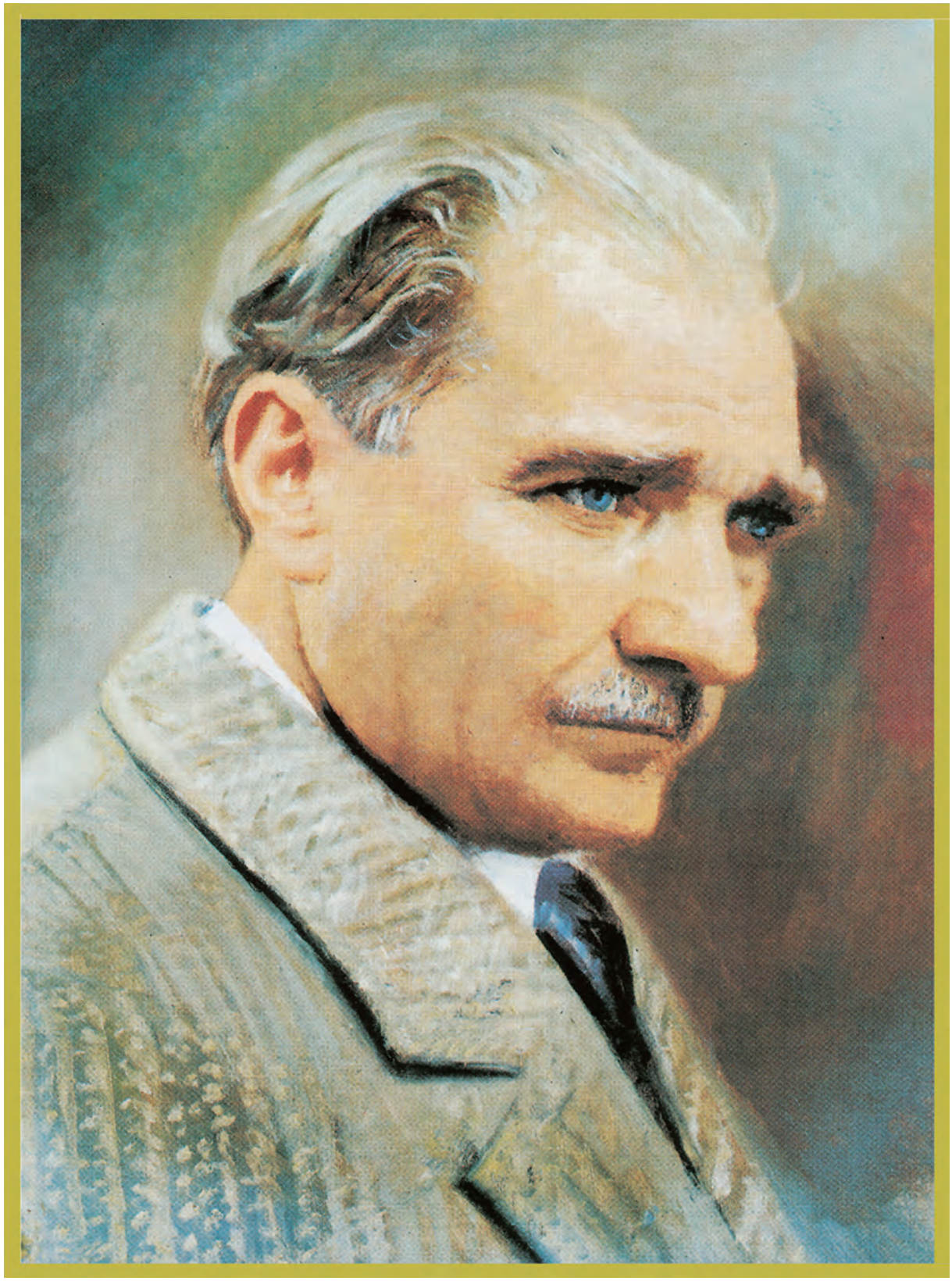
GENÇLİĞE HİTABE

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

İÇİNDEKİLER

MateryalinTanıtımı (Bilgi Yaprağı) 14

Materyalin Tanıtımı (Uygulama Yaprağı) 15

ÖĞRENME BİRİMİ 1: CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA 17

1.1. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA..... 18

1.1.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ 19

1.1.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI..... 20

1.1.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU 25

1.1.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ 39

UYGULAMA 1.1. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI 42

UYGULAMA 1.2. ÖRNEK UYGULAMALAR 45

UYGULAMA 1.3 . ÖRNEK UYGULAMALAR 46

1.2. C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA..... 47

1.2.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ 48

1.2.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI..... 48

1.2.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU 51

1.2.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ 57

UYGULAMA 1.4. C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI 60

UYGULAMA 1.5. ÖRNEK UYGULAMALAR 63

UYGULAMA 1.6. ÖRNEK UYGULAMALAR 64

ÖĞRENME BİRİMİ 2: CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA 65

2. 1. 2 ½ EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME..... 66

2.1.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ 67

2.1.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI..... 68

2.1.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU 72

2.1.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ 91

UYGULAMA 2.1. 2 ½ EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI..... 94

UYGULAMA 2.2. ÖRNEK UYGULAMALAR 97

UYGULAMA 2.3. ÖRNEK UYGULAMALAR 98

UYGULAMA 2.4. ÖRNEK UYGULAMALAR 99

2.2. 3 EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME 100

2.2.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ 101

2.2.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI..... 101

2.2.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU 106

2.2.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ 128

UYGULAMA 2.5. 3 EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI 131
UYGULAMA 2.6. ÖRNEK UYGULAMALAR 134
UYGULAMA 2.7. ÖRNEK UYGULAMALAR 135
UYGULAMA 2.8. ÖRNEK UYGULAMALAR 136

ÖĞRENME BİRİMİ 3: DİK MAÇALI MODELLEME 137

3.1. DİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 138
3.2. DİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 139
3.3. DİK MAÇALI MODELLEME YAPMA 139
UYGULAMA 3.1. DİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 140
UYGULAMA 3.2. DİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 145
UYGULAMA 3.3. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 148
UYGULAMA 3.4. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 152
UYGULAMA 3.5. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 155
UYGULAMA 3.6. ÖRNEK UYGULAMALAR 159
UYGULAMA 3.7. ÖRNEK UYGULAMALAR 160
UYGULAMA 3.8. ÖRNEK UYGULAMALAR 161
UYGULAMA 3.9. ÖRNEK UYGULAMALAR 162
UYGULAMA 3.10. ÖRNEK UYGULAMALAR 163
UYGULAMA 3.11. ÖRNEK UYGULAMALAR 164

ÖĞRENME BİRİMİ 4: YATIK MAÇALI MODELLEME 165

4.1. YATIK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 166
4.2. YATIK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 166
4.3. YATIK MAÇALI MODELLEME YAPMA 167
UYGULAMA 4.1. YATIK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 168
UYGULAMA 4.2. YATIK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 173
UYGULAMA 4.3. YATIK MAÇALI MODELLEME YAPMA 176
UYGULAMA 4.4. YATIK MAÇALI MODELLEME YAPMA 180
UYGULAMA 4.5. YATIK MAÇALI MODELLEME YAPMA 183
UYGULAMA 4.6. ÖRNEK UYGULAMALAR 187
UYGULAMA 4.7. ÖRNEK UYGULAMALAR 188

ÖĞRENME BİRİMİ 5: TOPUK MAÇALI MODELLEME 189

5.1. TOPUK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 190

5.2. TOPUK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI..... 190

5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA..... 191

UYGULAMA 5.1. TOPUK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 192

UYGULAMA 5.2. TOPUK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 197

UYGULAMA 5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEME YAPMA 200

UYGULAMA 5.4. TOPUK MAÇALI MODELLEME YAPMA 204

UYGULAMA 5.5. TOPUK MAÇALI MODELLEME YAPMA 207

UYGULAMA 5.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 211

UYGULAMA 5.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 212

ÖĞRENME BİRİMİ 6: ASMA MAÇALI MODELLEME.....213

6.1. ASMA MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 214

6.2. ASMA MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI..... 215

6.3. ASMA MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 215

UYGULAMA 6.1. ASMA MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 216

UYGULAMA 6.2. ASMA MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 221

UYGULAMA 6.3. ASMA MAÇALI MODELLEME YAPMA 224

UYGULAMA 6.4. ASMA MAÇALI MODELLEME YAPMA 228

UYGULAMA 6.5. ASMA MAÇALI MODELLEME YAPMA 231

UYGULAMA 6.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 235

UYGULAMA 6.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 236

ÖĞRENME BİRİMİ 7: BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME.....237

7.1. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 238

7.2. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI..... 239

7.3. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 239

UYGULAMA 7.1. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 240

UYGULAMA 7.2. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 245

UYGULAMA 7.3. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME YAPMA 248

UYGULAMA 7.4. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME YAPMA 252
UYGULAMA 7.5. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME YAPMA 255
UYGULAMA 7.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 259
UYGULAMA 7.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 260

ÖĞRENME BİRİMİ 8: TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME 261

8.1. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 262
8.2. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 263
8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA 263
UYGULAMA 8.1. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 254
UYGULAMA 8.2. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 269
UYGULAMA 8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA 272
UYGULAMA 8.4. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA 276
UYGULAMA 8.5. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA 279
UYGULAMA 8.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 284

ÖĞRENME BİRİMİ 9: MONTAJ MAÇALI MODELLEME 285

9.1. MONTAJ MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 286
9.2. MONTAJ MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 287
9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 287
UYGULAMA 9.1. MONTAJ MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 288
UYGULAMA 9.2. MONTAJ MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 293
UYGULAMA 9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEME YAPMA 296
UYGULAMA 9.4. MONTAJ MAÇALI MODELLEME YAPMA 300
UYGULAMA 9.5. MONTAJ MAÇALI MODELLEME YAPMA 303
UYGULAMA 9.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 307
UYGULAMA 9.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 308

ÖĞRENME BİRİMİ 10: GÖMLEK MAÇALI MODELLEME.....309

10.1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 310
10.2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 310

10.3. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA 310
UYGULAMA 10.1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 311
UYGULAMA 10.2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 317
UYGULAMA 10.3. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME YAPMA 320
UYGULAMA 10.4. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME YAPMA 324
UYGULAMA 10.5. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME YAPMA 327
UYGULAMA 10.6. ÖRNEK UYGULAMALAR. 331
UYGULAMA 10.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 332

ÖĞRENME BİRİMİ 11: HELİS VE PERVANE MODELLEMERİ 333

11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME 336
11.2. HELİS VE PERVANE MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 336
11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA 336
UYGULAMA 11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME. 337
UYGULAMA 11.2. HELİS VE PERVANE MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI. 341
UYGULAMA 11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEME YAPMA 344
UYGULAMA 11.4. HELİS VE PERVANE MODELLEME YAPMA 348
UYGULAMA 11.5. HELİS VE PERVANE MODELLEME YAPMA 352
UYGULAMA 11.6. HELİS VE PERVANE MODELLEME YAPMA 355
UYGULAMA 11.7. ÖRNEK UYGULAMALAR. 365
UYGULAMA 11.8. ÖRNEK UYGULAMALAR. 366

Öğrenci İş Takip Çizelgesi 367
KAYNAKÇA 370

MATERYALİN TANITIMI

Bilgi Yaprağı

Öğrenme biriminin ismini belirtir.

İçerik türünü belirtir.

Konunun ismini belirtir.

Konu başlığı

Alt konu başlığı

Konu ile ilgili görseller

Konu içeriği

ÖĞRENME BİRİMİ 1

1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA **BİLGİ YAPRAĞI**

1.1. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA

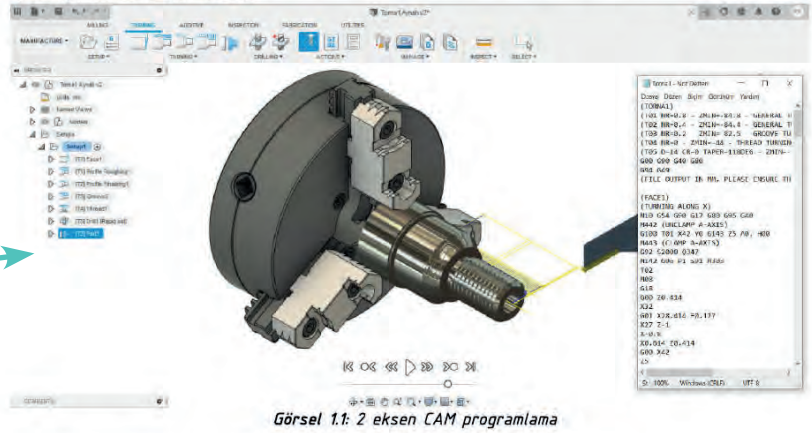
1.2. C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA

1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA

CAM programları CNC torna tezgâhlarında karmaşık yapıdaki silindirik parçaları işleyebilmek ve takım yollarını oluşturabilmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. CAM programları üretimde hata riskini azaltarak daha hızlı üretim yapma ve daha kaliteli ürünler elde etme imkanı sağlar.

1.1. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA

2 eksen CNC torna tezgâhlarında kesici takım X ve Z eksenlerinde talaş alma hareketi yapmaktadır. X ekseninde parçanın çapından Z ekseninde ise parçanın profili boyunca talaş kaldırma işlemi yapılmaktadır **(Görsel 1.1)**.



Görsel 1.1: 2 eksen CAM programlama

2 eksen CNC torna tezgâhı için 2 eksen takım yollarını oluşturma işlem sırası:

- Önce işlenecek parçanın şekli **DESIGN** (tasarım) çalışma alanında 3 boyutlu olarak çizilir.
- Parçayı işlemek için parçanın tasarımı **MANUFACTURE** (üretim) modülüne aktarılır.
- Araç çubuğundan **TURNING** (tornalama) sekmesi ve **SETUP** (kurulum) klasörü, **New Setup** (yeni kurulum) tıklanır.
- **SETUP** iletişim penceresinden:
  - **Machine** (makine) ve Operation Type (operasyon tipi) seçilir.
  - **Work Coordinate System** (parçası sıfır noktası) tanımlanır.
  - **Safe Z** (güvenlik mesafesi) ayarlanır.
  - **Model** (model) seçimi yapılır.
  - **Stock** (stok parça) tanımlanır.
  - **Post process** (son işlem ayarları) belirlenir.
- **TURNING** iletişim penceresinden:
  - Parçanın şekline uygun işleme stratejisi seçilir. (Face, Profile, Groove, Thread, Chamfer ve Part)

Bu sekmenin altında aşağıdaki işlemler yapılır:

- **Tool** (kesici) ayarlanır.
- **Feed & Speed** (ilerleme ve devir) ayarları yapılır.
- **Geometry** (parça geometrisi) seçilir.

18

*Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

MATERYALİN TANITIMI

Uygulama Yaprağı

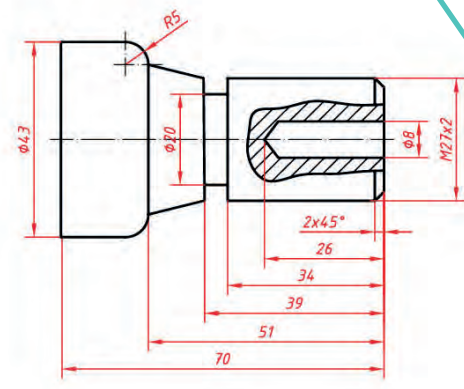
Öğrenme biriminin ismini belirtir.

İçerik türünü belirtir.

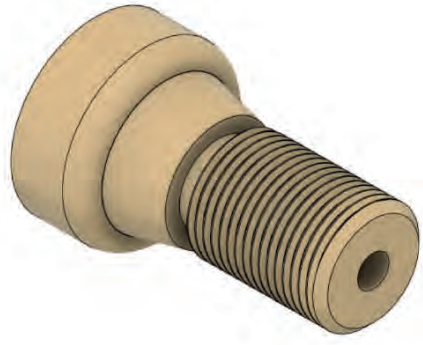
Öğrenme birimi ve uygulama numarasını belirtir.

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.1
KONU	1.1.5. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI	SÜRE 8 DERS SAATİ

TORNA 2



http://kitap.eba.gov.tr/kodSor.php?KOD=29510



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	.....
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../...../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../...../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

Uygulama için verilen süreyi belirtir.

Uygulama videosunun bağlantı adresi

Uygulama videosunun bağlantı karekodu

Konunun ismini belirtir.

ANTET Çizim ve uygulamayı yapan, değerlendiren ve değerlendirme kriterleri ile tarih ve okul bilgilerini içerir.

ÖĞRENCİ İŞ TAKİP ÇİZELGESİ

..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:..... SINIFI:..... NO:.....

TARİH	ÇALIŞTIĞI SAAT	YAPILAN İŞ	TEMRİNDE GEÇEN ZAMAN
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			

DERS ÖĞRETMENİ İMZA

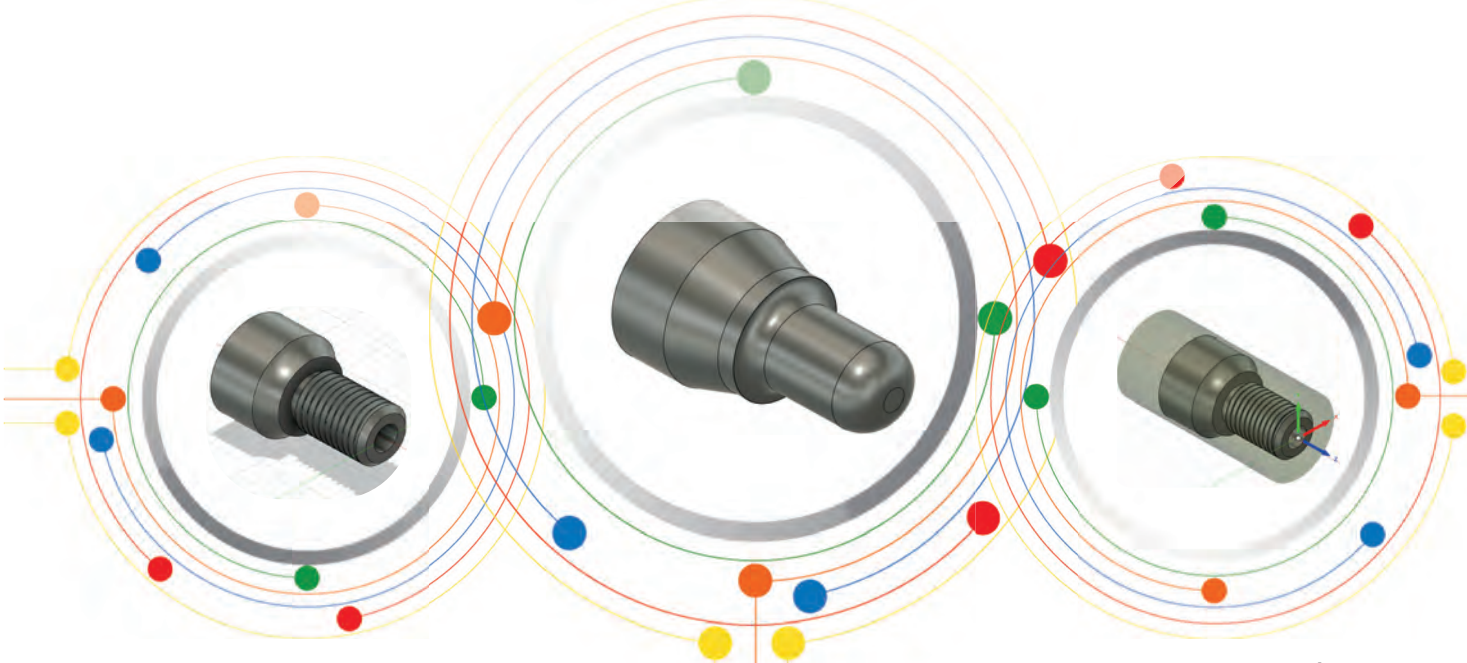
ÖĞRENME BİRİMİ

1

CNC TORNA İÇİN
CAM PROGRAMLAMA

Bu bölümde;

2 eksen CAM programıyla tornalama ve C eksen CAM programıyla tornalama yapmayı öğreneceksiniz.

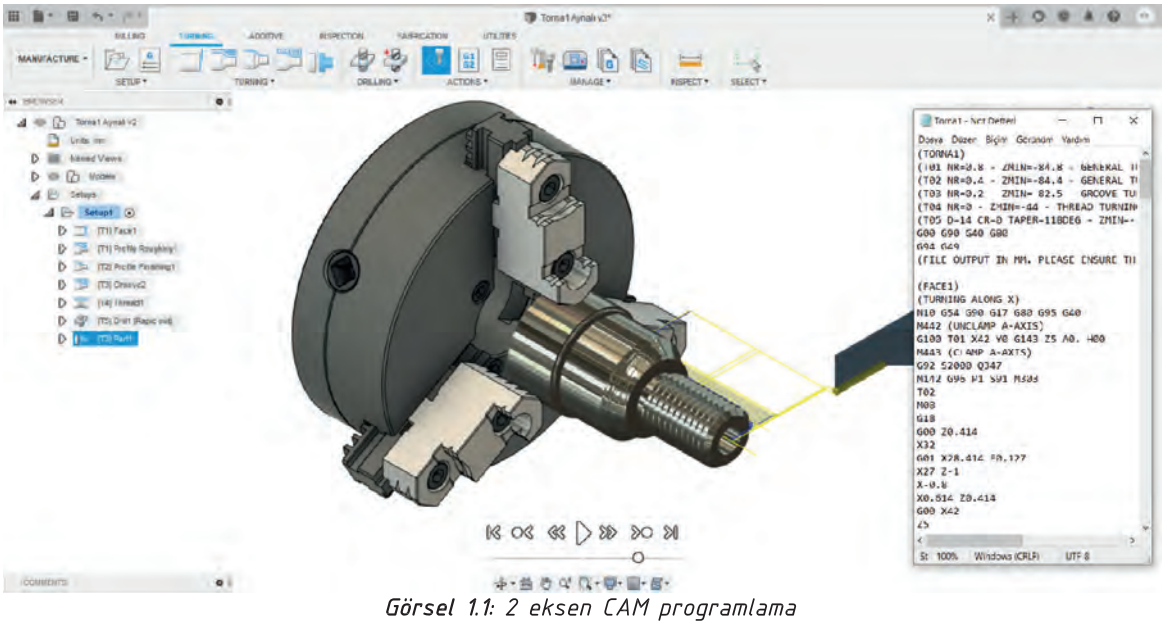


1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA

CAM programları CNC torna tezgâhlarında karmaşık yapıdaki silindirik parçaları işleyebilmek ve takım yollarını oluşturabilmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. CAM programları üretimde hata riskini azaltarak daha hızlı üretim yapma ve daha kaliteli ürünler elde etme imkânı sağlar.

1.1. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA

2 eksen CNC torna tezgâhlarında kesici takım X ve Z eksenlerinde talaş alma hareketi yapmaktadır. X ekseninde parçanın çapından Z ekseninde ise parçanın profili boyunca talaş kaldırma işlemi yapılmaktadır **(Görsel 1.1)**.



Görsel 1.1: 2 eksen CAM programlama

2 eksen CNC torna tezgâhı için 2 eksen takım yollarını oluşturma işlem sırası:

- Önce işlenecek parçanın şekli **DESIGN** (tasarım) çalışma alanında 3 boyutlu olarak çizilir.
- Parçayı işlemek için parçanın tasarımı **MANUFACTURE** (üretim) modülüne aktarılır.
- Araç çubuğundan **TURNING** (tornalama) sekmesi ve **SETUP** (kurulum) klasörü, **New Setup** (yeni kurulum) tıklanır.
- **SETUP** iletişim penceresinden:
  - **Machine** (makine) ve Operation Type (operasyon tipi) seçilir.
  - **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktası) tanımlanır.
  - **Safe Z** (güvenlik mesafesi) ayarlanır.
  - **Model** (model) seçimi yapılır.
  - **Stock** (stok parça) tanımlanır.
  - **Post process** (son işlem ayarları) belirlenir.
- **TURNING** iletişim penceresinden:
  - Parçanın şekline uygun işleme stratejisi seçilir. (Face, Profile, Groove, Thread, Chamfer ve Part)

Bu sekmenin altında aşağıdaki işlemler yapılır:

- **Tool** (kesici) ayarlanır.
- **Feed & Speed** (ilerleme ve devir) ayarları yapılır.
- **Geometry** (parça geometrisi) seçilir.

- ***Radii*** *(işleme yükseklikleri) seçilir.*
- ***Passes*** *(kesme ayarları) yapılır.*
- ***Linking*** *(bağlantılar) ayarlanır.*

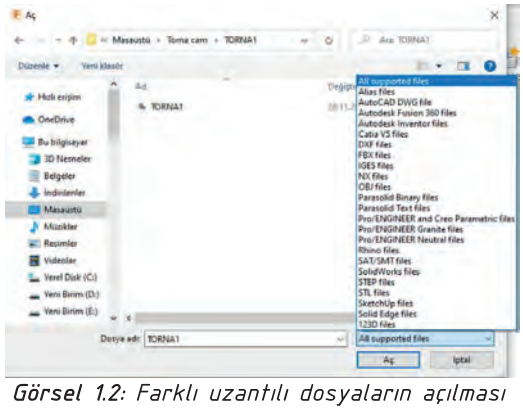
➢ ***Simülate*** *(simülasyon) takım yollarının 3 boyutlu simulasyonu izlenir.*

➢ ***Post Process*** *(G kodu) çıkarma işlemi yapılır.*

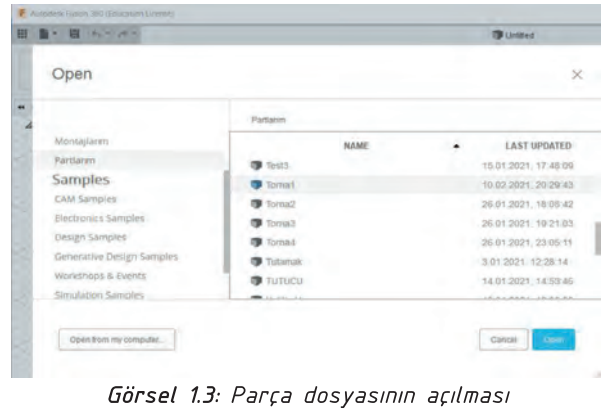
1.1.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ

*CNC torna parçaları CAD/CAM programında çizilebileceği gibi başka bir programda çizilmiş parçalar da kullanılan programa aktarılabilir. İşlenecek parça dosyasını transfer etmek için yapılan çizimler, transfer edilecek programın desteklediği uzantılarda kaydedilmesi gerekir. Genellikle 2 boyut çizimlerin .dwg, .dxf uzantıları, 3 boyut çizimlerin ise; **Step, Parasolid, Iges, Sat** ve **Stl** uzantıları kullanılmaktadır. Ayrıca **Fusion 360, Catia, Solidworks, Pro/Engineer, NX, Rehino, Solid Edge** dosyalarını dosya formatını değiştirmeden açabilmektedir **(Görsel 1.2).***

*Parça dosyasının açılması için program penceresindeki **File** (dosya) menüsünden **Open** (aç) sekmesi seçilerek daha önce çizilen parçalar CAM programına çağrılır ve açılır **(Görsel 1.3).***

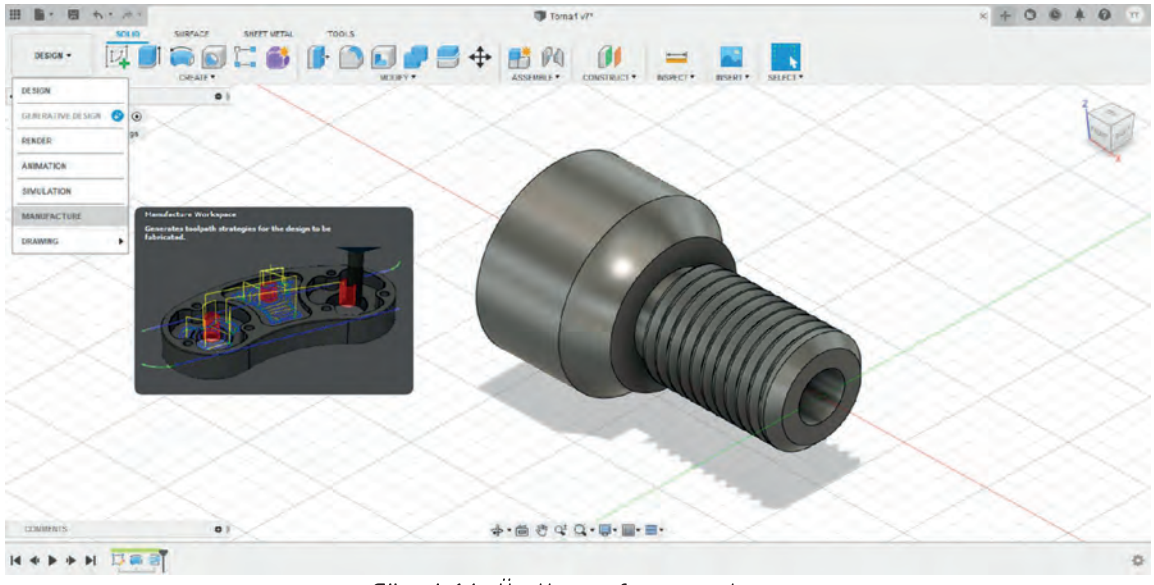


Görsel 1.2: *Farklı uzantılı dosyaların açılması*



Görsel 1.3: *Parça dosyasının açılması*

*CAD Programında **DESIGN** (tasarım) modülü içindeyken **Change Workspace** (çalışma alanını değiştir) yapılır. Karşımıza gelen modül seçimlerinden **MANUFACTURE** (üretim) modülü tıklanır ve CAM sayfası açılır **(Görsel 1.4).** Açılan dosya daha sonra **Save** ile kaydedilir.*



Görsel 1.4: *Üretim sayfasının açılması*

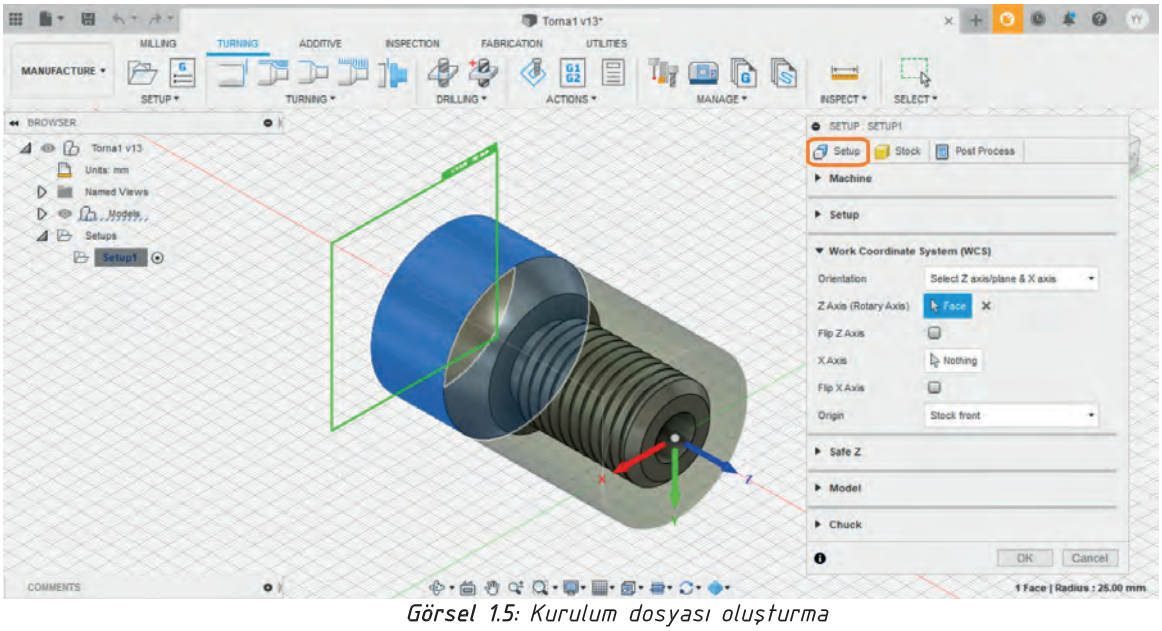
1.1.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI

1.1.2.1. Kurulum Dosyası Oluşturma

CAM Programında takım yolu oluşturmak için ilk işlem program ekranında yer alan **Toolbar** (araç çubuğu)ndaki **SETUP** (kurulum) ve **TURNING** (tornalama) sekmesi tıklanır. Yapılacak işe göre ilave bir setup dosyası oluşturulmaktadır **(Görsel 1.5).**

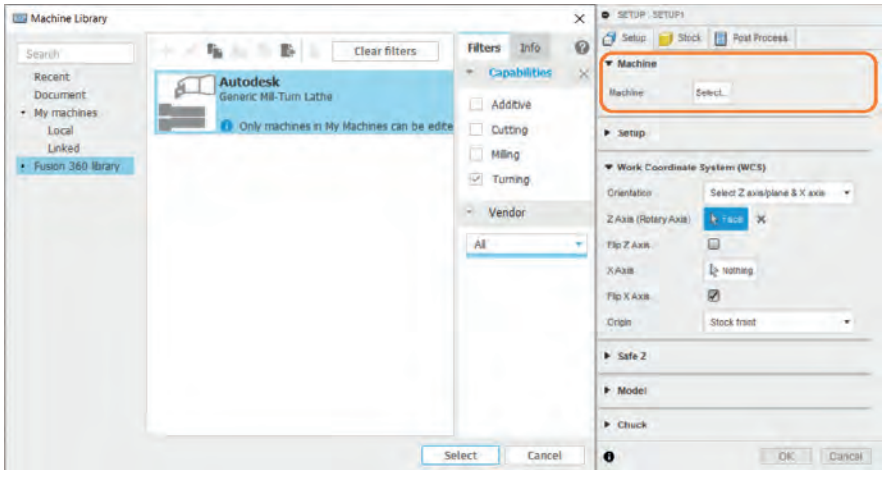
Setup sekmesi seçildiğinde:

- Makine seçimi,
- Operasyon tipi seçimi,
- İş parçası sıfır noktası tanımlama,
- Z ekseni güvenlik mesafesi,
- İşlenecek parça seçimi,
- Torna tezgâhı aynasının konum seçimi yapılır.



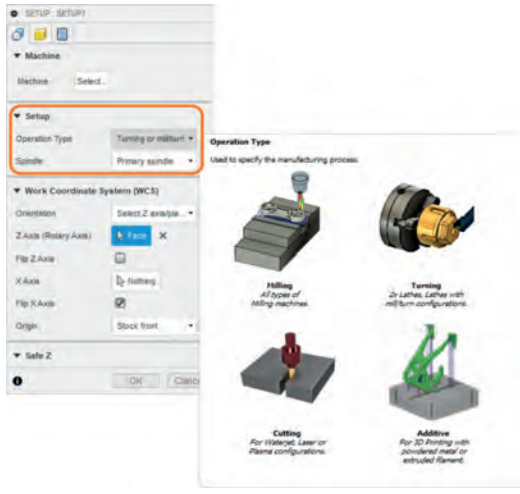
Görsel 1.5: Kurulum dosyası oluşturma

a) Makine Seçimi: İşlenecek parçaya göre tezgâh seçimi **Machine** (makine) menüsünden yapılır. **Select** (seç) sekmesi tıklandığında makine tipleri gelir. Makine tipi seçildikten sonra **Select** tıklanır **(Görsel 1.6).** Makine tipi seçimi G kodları alınırken de yapılabilir.

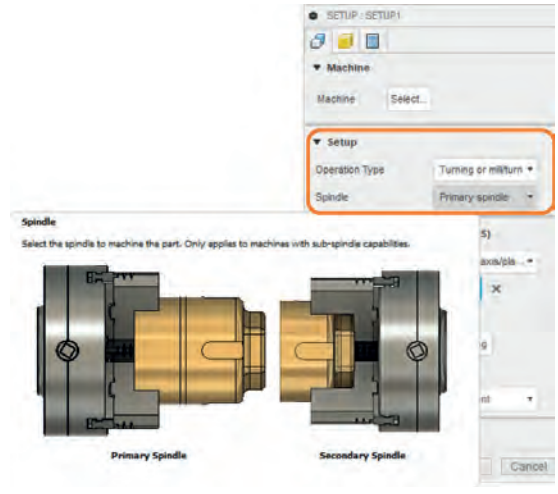


Görsel 1.6: Makine seçimi

b) Kurulum Seçimi: Standart 2 eksenli torna tezgâhları ve çok milli torna tezgâhları için ayarları içerir. İş parçasına göre **Operation type**`ın (operasyon tipi) seçimi yapılır. Bu operasyon aynı zamanda makine tipini de belirler. Operasyon tipi olarak **Turning or mill/turn** (2 eksen tornalama veya C eksen tornalama) seçimi yapılır **(Görsel 1.7)**. **Spindle** (iş mili) ayna konumu **Primary spindle** (birincil konum) seçimi yapılır **(Görsel 1.8)**.



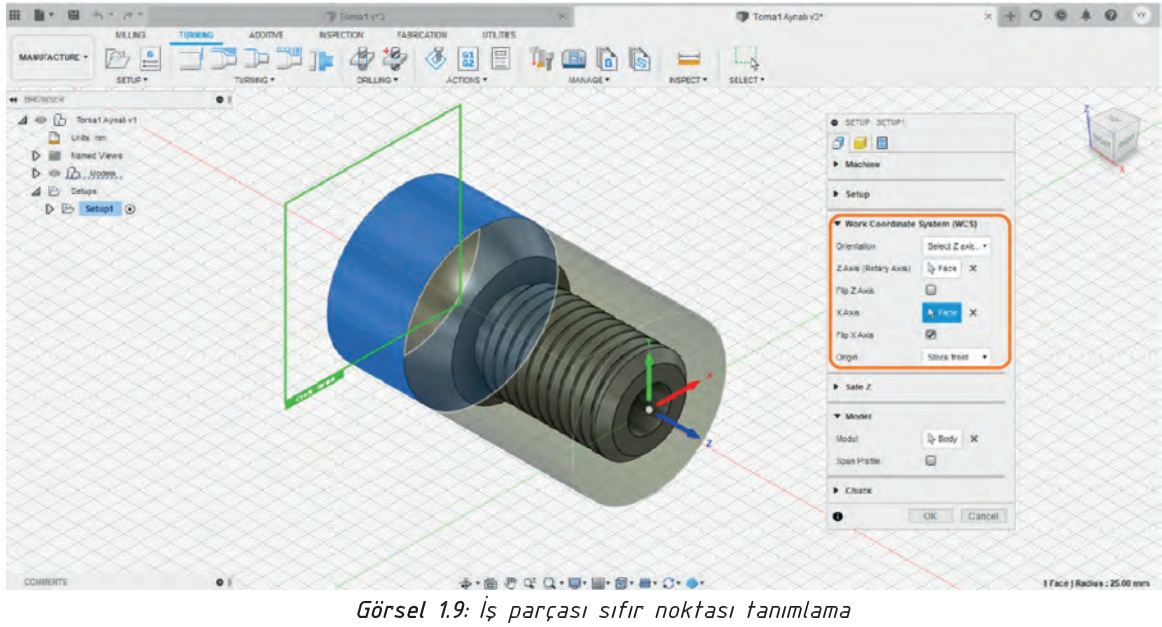
Görsel 1.7: Operasyon tipi seçimi



Görsel 1.8: Birincil konum seçimi

c) İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama: **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktası) X ve Z iş mili eksen yönünü ayarlamayı sağlar. İşleme süreci, parçanın yönünü, eksen yönünü ve parça sıfır konumunu belirler. **Orientation** (yönlendirme) içindeyken **Select Z axis / plane & X axis** (Z eksen ve X eksen) tanımlanır.

Z eksen ve X eksen tanımlaması yapıldıktan sonra X ekseninin yönü ok ucu tıklanarak değiştirilebilir. Sıfır noktası genellikle iş parçasının ön alın bölgesi seçildiği için **Origin** (başlangıç noktası) menüsünden **Stock front** (stok ön düzlemi) seçilmelidir **(Görsel 1.9)**.



Görsel 1.9: İş parçası sıfır noktası tanımlama

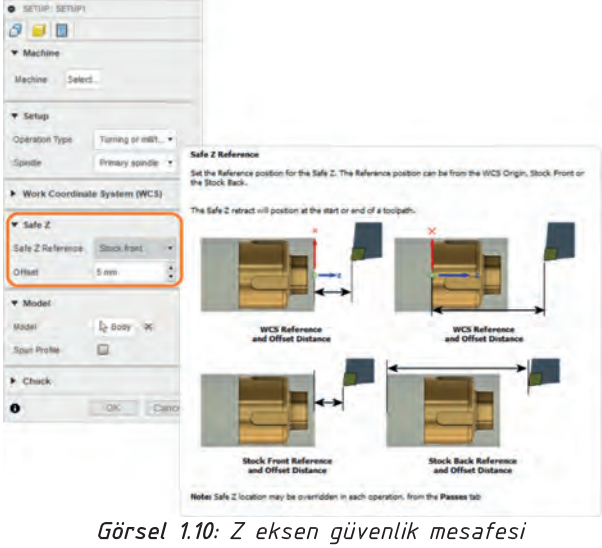
- **Orientation (Oryantasyon):** X ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir.
  - **Z Axis (Rotary Axis) [Z Ekseni (Dönen Eksen)]:** Parçanın kendi etrafında döndüğü ekseni belirler. Ekseni belirlemek için bir silindir veya çizgi seçilir.
  - **Flip Z Axis (Z Eksenini Çevir):** Z eksenini 180^0 çevirir.

- *X Axis (X Ekseni): Parçanın X ekseni yönünü belirlemek için bir kenar veya çizgi seçilir.*
- *Flip X Axis (X Eksenini Çevir): X eksenini 180° çevirir.*

– Origin (Başlangıç Noktası): Parça başlangıç noktası olarak stok önü, stok arkası, model ön veya model arka kısmı seçilebilir.

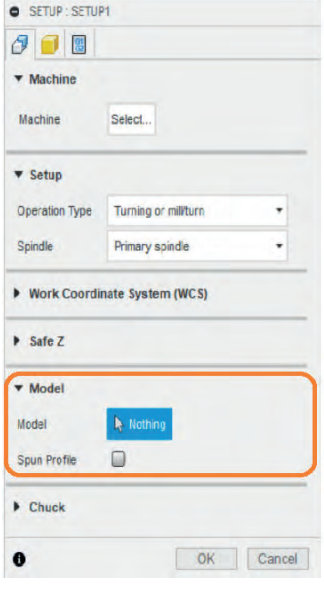
İş parçası sıfır noktası alınırken Z ekseni için alın düzlemden, X ekseni için ise profil düzlemden ince talaş kaldırılarak parça sıfır noktasının doğru alınması sağlanmalıdır.

*d) Z Eksen Güvenlik Mesafesi: CNC torna tezgâhında **Safe Z** (güvenli Z) kesici takımların Z eksende geri çekilme konumunu ayarlar. Güvenli Z'de takım, bir takım yolunun başlangıcına veya sonuna konumlandırılır. Güvenli Z referans konumu, WCS model veya stoktan alınabilir. Takım için yeterli boşluk sağlamak için **Safe Z Reference** (güvenli Z referansı) menüsünde **Offset** (ofset) ayarlanır **(Görsel 1.10).***

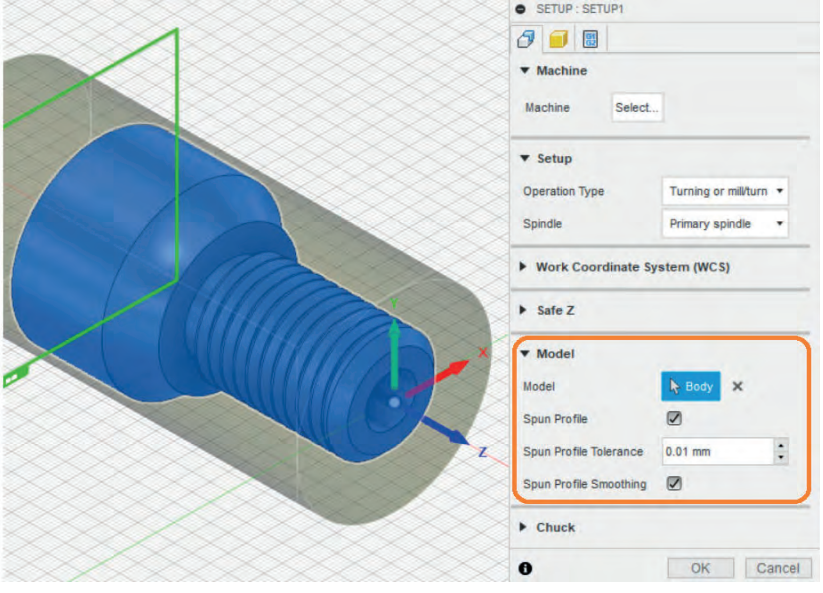


Görsel 1.10: Z eksen güvenlik mesafesi

*e) Hedef Model Seçimi: CNC torna tezgâhlarında işlenecek parçanın seçimi **Model** (model) menüsünden **Nothing** (seçim yok) sekmesi ve ardından hedef model tıklanarak yapılır. Model seçimi otomatik olarak seçildiğinde tekrar seçim yapmaya gerek yoktur **(Görsel 1.11).** Birden çok parçayı temsil eden birden çok model varsa kuruluma dâhil edilmesi istenilen modeller ayrı ayrı seçilebilir **(Görsel 1.12).***



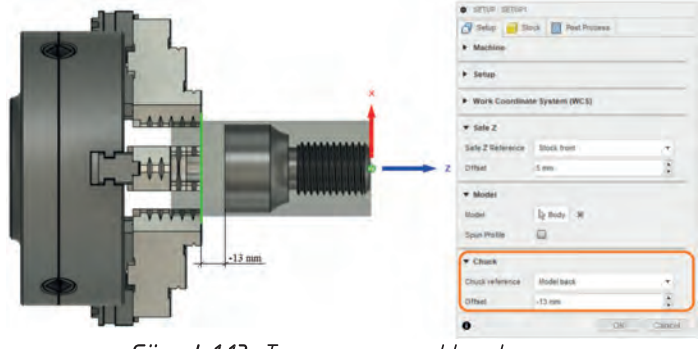
Görsel 1.11: Model seçimi yok



Görsel 1.12: Model seçimi var

CNC tornada işlenmiş bazı parçalar, tornalama sonrası frezeleme işlemlerini gerektirebilir. Tornalama parçasında çapraz delikler, çapraz yuvalar veya alttan kesmeler varsa 2 eksenli tornalama işleminin yapılabilmesi için parça üzerindeki profillerin gerçek çap üzerinden algılanması amacıyla ***Spun Profile*** *(döndürme profili) seçeneği kullanılır.*

f) Torna Ayna Ayaklarının Konumu: CNC torna aynasına iş parçası sıkıştırılırken oluşturulacak bir mesafe durumu vardır. ***Chuck*** *(ayna) yüzeyine olan referans konumunu ve ofset mesafesini belirler.* ***Chuck reference*** *(ayna referansı) sıkma bölgesinin yerini* ***Offset*** *(ofset) değeri verilerek iş parçasının* ***Model back*** *(model arka kısmı) ile ayna sıkma bölgesi arasındaki mesafeyi tanımlar* ***(Görsel 1.13).***



Görsel 1.13: *Torna ayna ayakları konumu*

1.1.2.2. Stok Parça Oluşturma

İşlenecek model için operasyona başlamadan önce genellikle stok parça oluşturulması gerekmektedir. Stok parça, tornalama işlemlerinin yapıldığı ham parçayı temsil eder ***(Görsel 1.14).***

Stock *sekmesi seçildiğinde:*

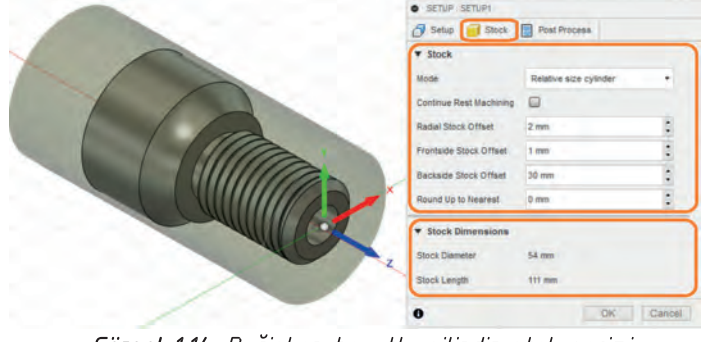
- ***Stok parça seçimi yapılır.***

– ***Stock (Stok):*** *İş parçası dış ölçülerine göre stok oluşturmak için kullanılır.*

Mode (Mod): *Stok boyutlarını ve görünümünü ayarlamak için genellikle* ***Relative Size Cylinder*** *ve* ***Fixed Size Cylinder*** *seçimi yapılır.*

❖ ***Relative Size Cylinder (Değişken Boyutlu Silindir):*** *Parçanın dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte silindir stok içine sığdır yapılır ve aşağıdaki seçenekler açılır* ***(Görsel 1.14).***

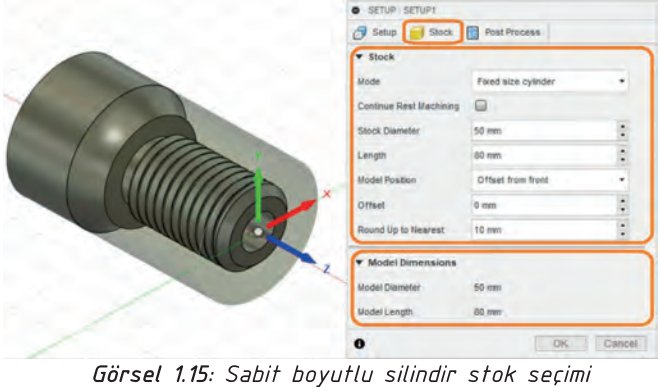
- ***Continue Rest Machining (Kalanı Makineyle İşleme):*** *Kalan talaşı işlemeyi gerçekleştirir.*
- ***Radial Stock Offset (Stok Yarıçap Ofseti):*** *Radyal olarak verilen ek miktardır.*
- ***Frontside Stock Offset (Ön Yüz Stok Ofseti):*** *Modelin ön tarafına verilen ek miktardır.*
- ***Backside Stock Offset (Arka Yüz Stok Ofseti):*** *Modelin arka tarafına verilen ek miktardır.*
- ***Round Up to Nearest (En Yakına Yuvarlama):*** *Stok boyutu için artışı yuvarlamadır.*
- ***Stock Diameter (Stok Çapı):*** *Parçanın stok çapını görüntüler.*
- ***Stock Length (Stok Uzunluğu):*** *Parçanın stok uzunluğunu görüntüler.*



Görsel 1.14: *Değişken boyutlu silindir stok seçimi*

❖ ***Fixed Size Cylinder (Sabit Boyutlu Silindir):*** *İş parçasını dış ölçülerine göre bir silindirin içine sığdır yapılır ve aşağıdaki seçenekler açılır* ***(Görsel 1.15).***

- ***Stock Diameter (Stok Çapı):*** *Stok parçanın çapı ayarlanır.*
- ***Length (Stok Boyu):*** *Stok parçanın uzunluğu belirlenir.*
- ***Model Position (Model Pozisyonu):*** *Modeli konumlandırmak için* ***Offset from front*** *(stok önünden ofset) seçimi ile stok parçasını modelin ön yüzüyle aynı hizada olacak şekilde ayarlar.*
- ***Offset (Ofset):*** *Modelin ön yüzü ile stok parça ön yüzü arasındaki mesafeyi oluşturur.*
- ***Model Diameter (Model Çapı):*** *Orijinal parçanın çapını görüntüler.*
- ***Model Length (Model Boyu):*** *Orijinal parçanın uzunluğunu görüntüler.*



Görsel 1.15: *Sabit boyutlu silindir stok seçimi*

1.1.2.3. İşlem Sonrası Ayarlar

CNC torna tezgâhları için gerekli olan G kodlarının oluşturulması öncesinde program ve koordinat sistemi ofsetlerinde ayarlamalar yapılır ***(Görsel 1.16).*** *Ancak bu sekme içinde istenilirse bu özellik ayarlanmadan G kodları oluşturulurken de ayarlar yapılabilir.*

Post Process *sekmesi seçildiğinde:*

- ***Program numarası veya ismi girilir.***
- ***Makine sıfır noktasının ofseti ayarlanır.***

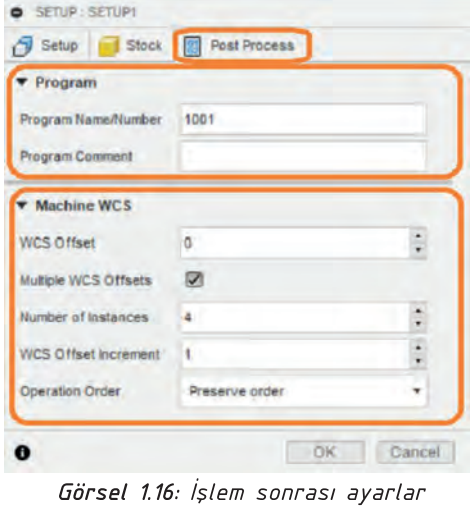
*– **Program (Program):** Program seçimi ile Post Process (son işlemci) için ayarlamalar yapılır.*

Program Name/Number (Program İsmi/Numarası): *Son işlemciye aktarılacak olan program adı veya numarası yazılır.*

Program Commend (Program Açıklaması): *Tornalama parçasına ait gerekli açıklama yazılır.*

*– **Machine WCS (Makine Koordinat Sistemi):** Makine koordinat sistemi için ayarlamalar yapılır.*

WCS Offset (İş Parçası Koordinat Sistemi Ofseti): *CNC kontrolünde karşılık gelen referans değerine (G54-G59) eşlenir. Ofset değeri olarak 0 ve 1 değeri girilirse (G54) iş parçası referans değeri olacak şekilde ayarlanacaktır.*



Görsel 1.16: *İşlem sonrası ayarlar*

Multiple WCS Offsets (Çoklu İş Parçası Koordinat Sistemi Ofseti): *Aynı NC programında birden fazla iş parçası ofseti tanımlanır. Yineleme sayısı 4 olarak girildiğinde sonraki ofsetlerin her biri 1 artırılır ve ardından G55, G56 ve G57 olur. Yapılan ayarlamalar kaydedildiğinde son işlemciye (G koduna) sunulur.*

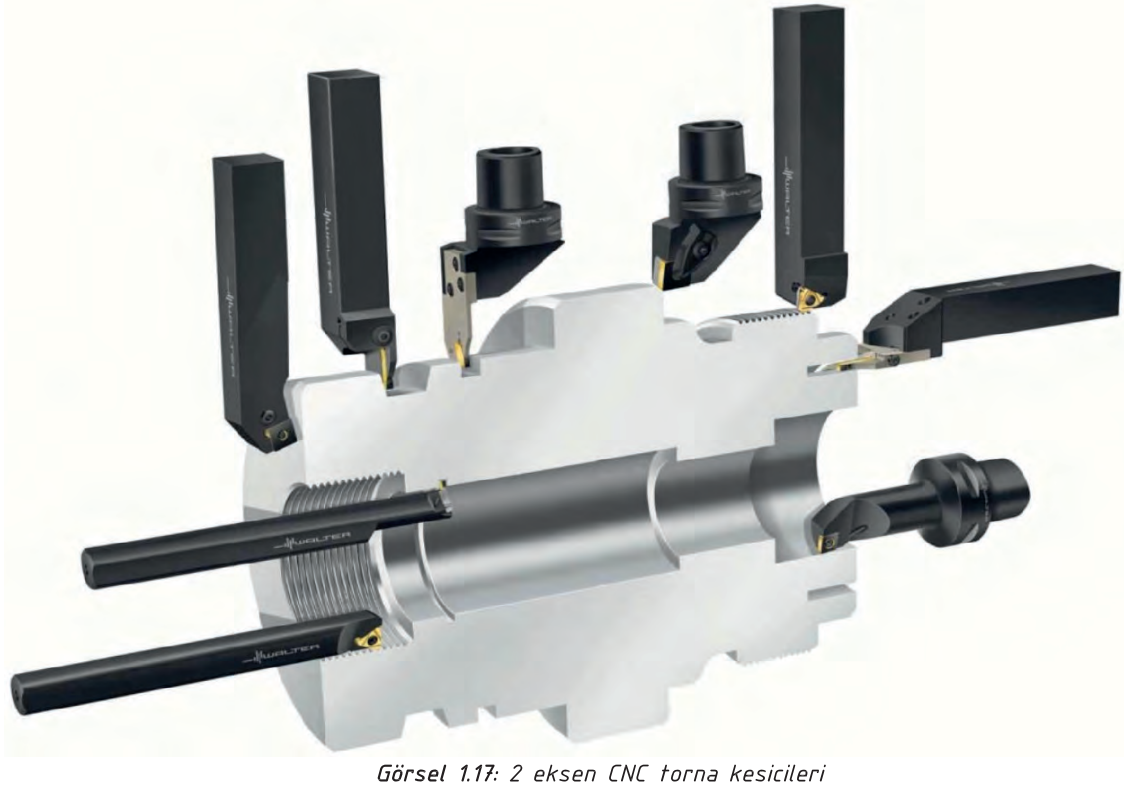
1.1.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU

1.1.3.1. Takım Yollarının Oluşturulması

Takım yolları iş parçası ile silindirik stok parça geometrisi, işlenmiş ürün geometrisi ve her operasyonda değişecek olan geometri bilgilerini taşıyan boyutsal bilgilerden oluşmaktadır.

Parçaya istenilen profilin verilmesi, iş parçası ve takımın birbiri ile uyumlu hareketleriyle olmaktadır. Bu hareketler esnasında takımın parça üzerinde izlediği yollara takım yolu denmektedir. Takım yolu için takımın parça üzerindeki hareketleri ile ilgili bilgiler tezgâha G kodları ile aktarılmaktadır.

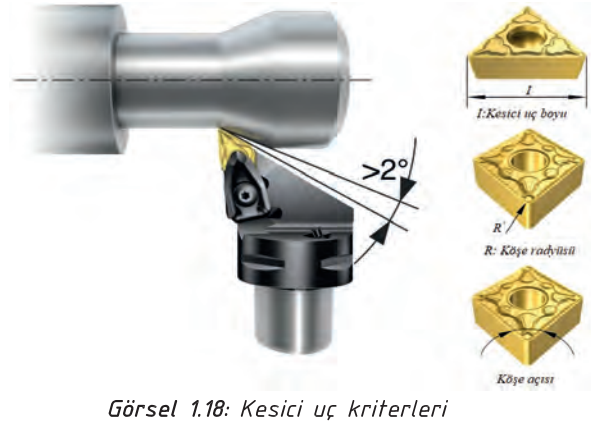
a) CNC Torna Kesicileri: Tornalama ile tek uçlu takımlarla silindirik ve yuvarlak formlar oluşturulur. Tornalama işlemi yapılırken takım sabit ve iş parçası döner pozisyondadır. Tornalama işleminin en verimli şekilde yapılması için kesicilerin operasyona uygun seçilmesi gerekir **(Görsel 1.17)**.



Görsel 1.17: 2 eksen CNC torna kesicileri

➢ **İş Parçasını İşlerken Kesici Uç Kriterleri:** Tornalama işleminde kesici ucu seçerken parça ile kesici uç arasındaki açının 2°`den az olmamasına dikkat edilmelidir. İyi bir talaş kontrolü ve işleme performansı elde etmek için kesici uç geometrisi, kesici uç kalitesi, kesici uç şekli (köşe açısı), kesici uç boyutu, köşe radyüsü ve giriş (boşluk) açısı dikkatle seçilir **(Görsel 1.18)**.

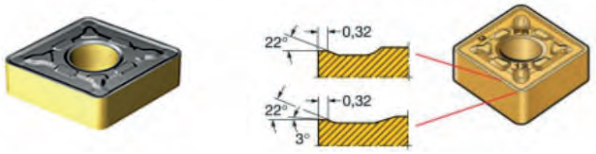
- İnce talaş işleme gibi seçilen işlemlere göre uç geometrisi,
- Güç ve ekonomi sağlamak için uçta mümkün olan en büyük köşe açısı,
- Kesme derinliğine göre kesici uç boyutu,
- Uç kuvveti için mümkün olan en büyük köşe radyüsü,
- Titreşim eğilimi mevcutsa daha küçük bir köşe radyüsü seçilir.



Görsel 1.18: Kesici uç kriterleri

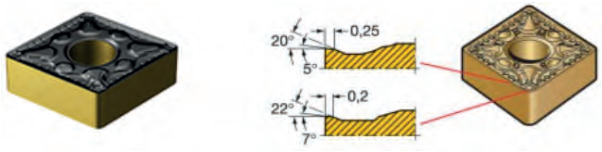
➢***Tornalama Kesici Uç Geometrisi:*** *Tornalama geometrileri, ince işleme, orta ve kaba işleme için optimize edilmiş tipler olarak üçe ayrılır.*

• ***Kaba talaş işleme:*** *Yüksek kesme derinliği ve ilerleme hızı kombinasyonlarıdır. Takımın en yüksek kenar güvenliğini gerektiren operasyonlardır* ***(Görsel 1.19).***



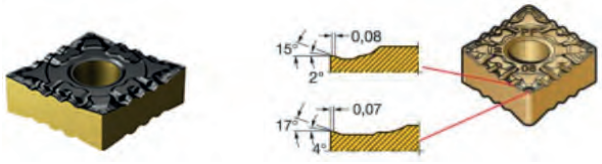
Görsel 1.19: Kaba talaş işleme kesici ucu

• ***Orta talaş işleme:*** *Orta ve hafif kaba işleme operasyonlarıdır. Geniş kesme derinliği ve ilerleme hızı birleşimleridir* ***(Görsel 1.20).***



Görsel 1.20: Orta talaş işleme kesici ucu

• ***İnce talaş işleme:*** *Hafif kesme derinliği ve düşük ilerleme hızlarına sahip düşük kesme kuvveti gerektiren operasyondur* ***(Görsel 1.21).***

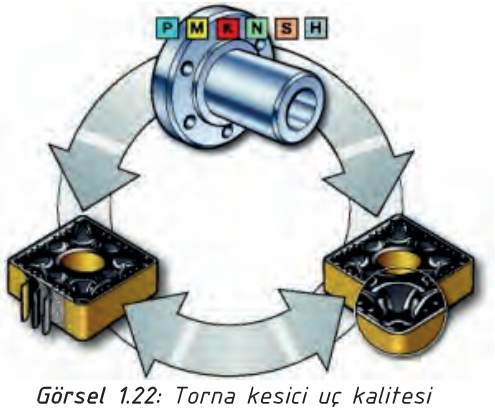


Görsel 1.21: İnce talaş işleme kesici ucu

• ***Tornalama kesici uç kalitesi:*** *Kesici uç kalitesi temel olarak aşağıdakilere göre seçilir:*

- *Parça malzemesi (ISO P, M, K, N, S, H)*
- *Yöntem tipi (ince, orta, kaba işleme)*
- *İşleme koşulları (iyi, orta, zor)*

Kesici uç geometrisi ve kesici uç kalitesi birbirini tamamlar. Örneğin bir kesicinin kalitesi, kesici uç geometrisinde güç eksikliğini telafi edebilir ***(Görsel 1.22).***



Görsel 1.22: Torna kesici uç kalitesi

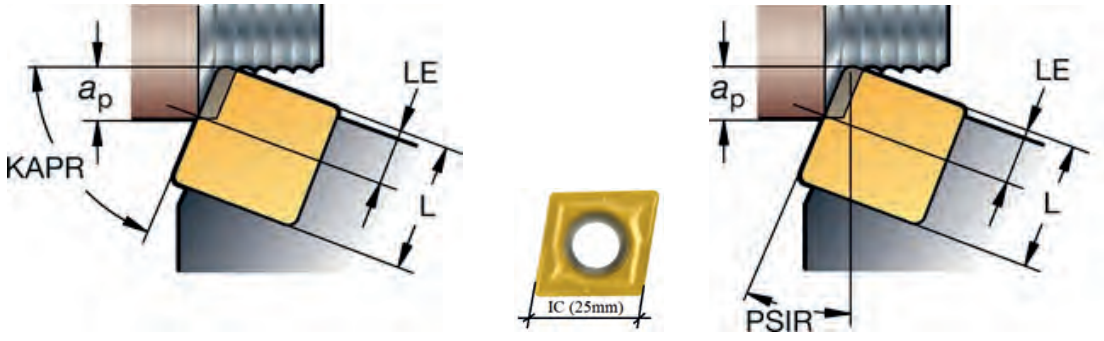
• ***Tornalama kesici uç şekli:*** *Kesici uç şekli, takımın gerektirdiği giriş açısı erişilebilirliğine uygun olarak seçilmelidir. Kesici uç mukavemeti ve güvenilirliği için mümkün olan en büyük köşe açısı seçilmelidir. Ancak, yapılacak farklı kesimlere göre dengelenmelidir. Büyük köşe açısı güçlüdür ancak daha fazla tezgâh gücü gerektirir ve titreşim daha olasıdır. Küçük köşe açısı daha zayıftır ve küçük kesme kenarı kavramasına sahiptir. Bu yüzden ısı etkilerine karşı daha hassastır* ***(Görsel 1.23).***



Görsel 1.23: Tornalama kesici uç şekilleri

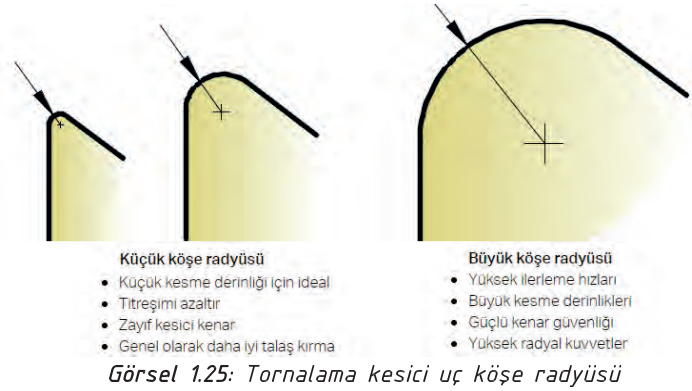
• **Tornalama kesici uç boyutu:** Uygulama taleplerine ve uygulamadaki kesici takımın alanına bağlı olarak kesici uç boyutu seçilir. Daha büyük bir kesici uç boyutu daha iyi stabilite sağlar. Ağır işleme için kesici ucun boyutu 25 mm'nin üzerindedir (1 inç). İnce talaş işlemede boyut, çoğu durumda düşürülebilir **(Görsel 1.24).**

- En büyük kesme derinliği (ap) belirlenir.
- Gereken kesme uzunluğu ve LE belirlenip takım tutucunun giriş (boşluk) açısını, kesme derinliğini ap ve tezgâh spesifikasyonu dikkate alınır.
- Gereken LE ve ap'ye göre doğru kesme kenarı uzunluğu L ve uç IC seçilir.



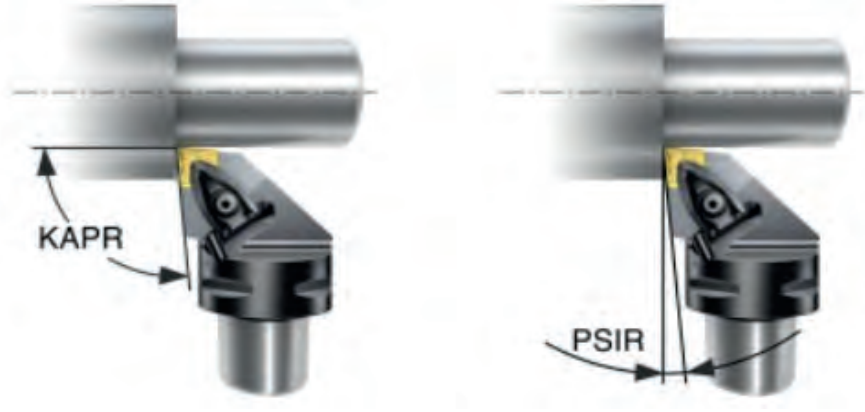
Görsel 1.24: Tornalama kesici uç boyutu

• **Tornalama kesici uç köşe radyüsü:** Köşe radyüsü (RE) tornalama işlemlerinde çok önemli bir etkendir. Çeşitli köşe radyüsü boyutlarında kesici uçlar bulunmaktadır. Köşe radyüsünün seçilmesi kesme derinliğine ve ilerlemeye bağlıdır ve yüzey kalitesini, talaş kırmayı ve uç kuvvetini etkiler **(Görsel 1.25).**



Görsel 1.25: Tornalama kesici uç köşe radyüsü

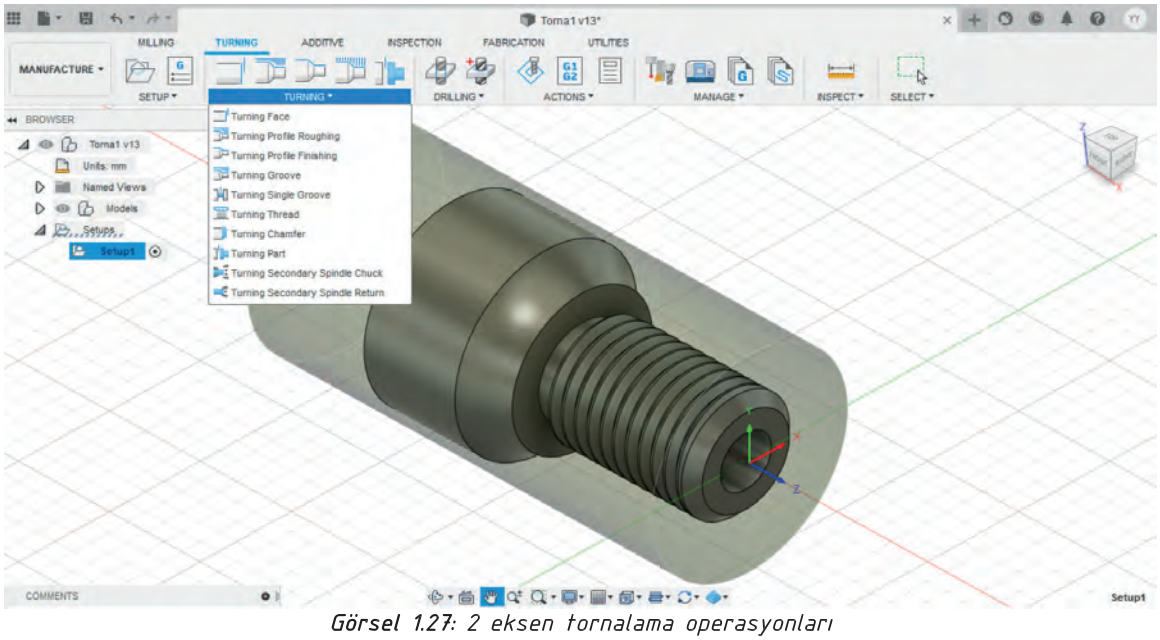
• **Tornalama giriş açısı:** Giriş açısı, KAPR, veya boşluk açısı PISR, kesme kenarı ile ilerleme yönü arasındaki açıdır. Başarılı bir tornalama işlemi için doğru giriş/boşluk açısının seçilmesi önemlidir. Giriş açısı ve boşluk açısı en az 2mm olmalıdır **(Görsel 1.26).**



Görsel 1.26: Tornalama giriş açısı

b) 2 Eksen Tornalama Operasyonları: CAM programlarının ortak özellikleri işlenecek dairesel kesitin veya işlenecek profillerin programlara tanımlanmasıdır. Bu sebeple kesici hareketi X ve Z ekseninde çalışır. Takım yolu operasyonu için araç çubuğunda **TURNING** (tornalama) sekmesi tıklanır ve ilgili operasyon sekmelerine bu şekilde ulaşılır **(Görsel 1.27).**

- ***Turning Face:*** *Alın tornalama işlemidir.*
- ***Turning Profile Roughing:*** *Parçanın kaba tornalama işleminde kullanılır.*
- ***Turning Profile Finishing:*** *Parçanın ince tornalama işleminde kullanılır.*
- ***Turning Groove:*** *Kanal bölgelerini işleme komutudur. Dikine kesme işlemi ile boşaltma yapar.*
- ***Turning Single Groove:*** *Tekli kanal işlemedir.*
- ***Turning Thread:*** *Vida açma işlemidir.*
- ***Turning Chamfer:*** *Silindirik parçaların köşlerine pah kırma işlemidir.*
- ***Turning Part:*** *İşleme operasyonları biten parçanın kütükten kesilmesi işlemidir.*

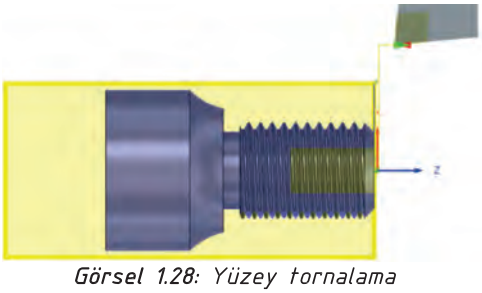


Görsel 1.27: *2 eksen tornalama operasyonları*

- ***Turning Face (Yüzey Tornalama):*** *Kaba ve ince malzemeyi silindirik parçanın yüzeyinden çıkarmak için kullanılır.*

MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Face** *sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

Alın tornalama stratejisi, parçanın ön tarafını işlemek için kullanılır **(Görsel 1.28).**

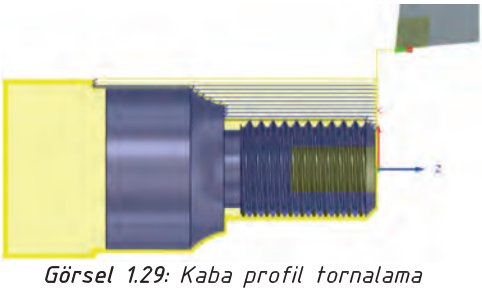


Görsel 1.28: *Yüzey tornalama*

- ***Turning Profile Roughing (Kaba Profil Tornalama):*** *Kütüğü parçadan çıkarmak için kullanılır. Geometri sınırlarını kullanarak kesme yönünü, takım yönünü kontrol edilebilir ve takım yolu alanını sınırlandırılabilir.*

MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Profile Roughing** *sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

Kaba profil tornalama stratejisi, parçanın iç ve dış profilini kabaca işlemek için kullanılır **(Görsel 1.29).**

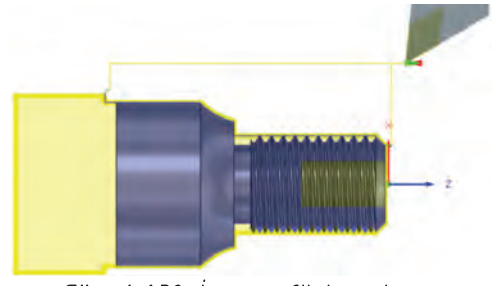


Görsel 1.29: *Kaba profil tornalama*

Turning Profile Finishing (İnce Profil Tornalama): *Parçanın bitirilmesi için kullanılır. Geometri sınırlarını kullanarak kesme yönünü, takım yönünü kontrol edebilir ve takım yolu alanını sınırlandırılabilir.*

*MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Profile Finishing** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*İnce profil tornalama stratejisi, parçanın iç ve dış profilini ince işlemek için kullanılır **(Görsel 1.30).***

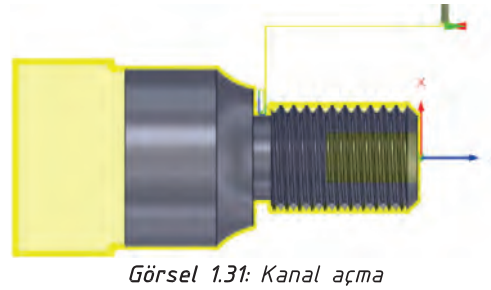


***Görsel 1.30:** İnce profil tornalama*

- ***Turning Groove (Kanal Tornalama):*** *Parça yüzeyindeki kanal bölgeleri işleme komutudur. Dikine kesme işlemi yaparak boşaltma yapar.*

*MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Groove** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*Kanal açma stratejisi, parça profilini dikine işlemek veya kanal işlemek için kullanılır **(Görsel 1.31).***

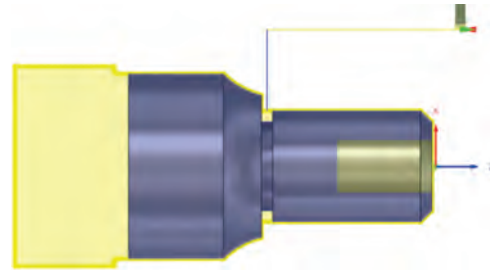


***Görsel 1.31:** Kanal açma*

- ***Turning Single Groove (Tek Paso Kanal Tornalama):*** *Yalnızca seçilen konumlarda kanal açma için kullanılır. Ek parça genişliğine eşit bir oluk oluşturur. Dişin arkasında boşluk oluğu yapmak için mükemmeldir.*

*MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Single Groove** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*Tek paso kanal açma stratejisi, parça profiline dikey konumda tek kademede işlemek için kullanılır **(Görsel 1.32).***

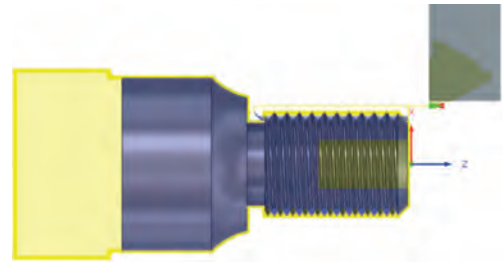


***Görsel 1.32:** Tek paso kanal açma*

- ***Turning Thread (Vida Açma):*** *Diş stratejisi silindirik ve konik dişleri açmak için kullanılır. CNC kontrol ünitesi, iş milini ve tareti senkronize ederek diş açma işlemini yapar.*

*MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Thread** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*Vida açma stratejisi dış çap veya iç çap yüzeylerine diş açmak için kullanılır **(Görsel 1.33).***

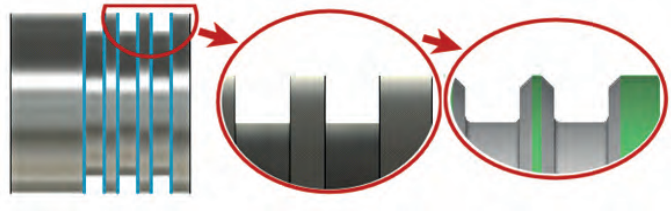


***Görsel 1.33:** Vida açma*

- ***Turning Chamfer (Pah Kırma):*** *Tasarım esnasında pah verilmemiş yerlere sonradan pah verilmesidir.*

*MANUFACTURE > TURNING > TURNING > iletişim penceresinden **Turning Chamfer** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*Pah kırma stratejisi pah kırılmamış keskin köşelere pah kırılması için kullanılır **(Görsel 1.34).***

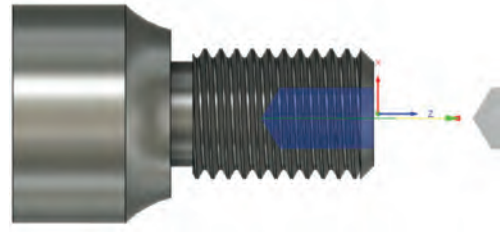


***Görsel 1.34:** Pah kırma*

• **Drill (Delme):** Ön düzlemdeki deliği delme işlemini yapar.

MANUFACTURE > TURNING > DRILLING > iletişim penceresinden **Drill** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır. Açılan pencereden takım, geometri ve yükseklikler ayarlandıktan sonra **Cycle** (çevrim) tıklanır ve **Cycle Type** (çevrim tipi) seçilir.

Delme stratejisi basit merkez hattını delmek için kullanılır **(Görsel 1.35).**

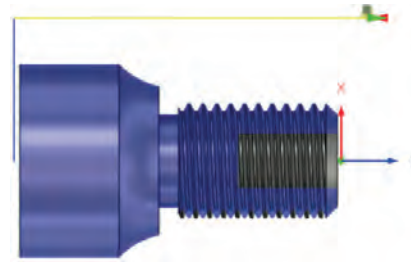


Görsel 1.35: Delme

• **Turning Part (Parçayı Kesme):** Parçayı bulunduğu silindirik stoktan kesip işlenmiş parça olarak tezgâh dışına çıkarmak için kullanılır.

MANUFACTURE > TURNİNG > TURNİNG > iletişim penceresinden **Turning Part** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

Parça kesme stratejisi, işlenmiş parçayı stok parçadan kesmek için kullanılır **(Görsel 1.36).**



Görsel 1.36: Parça kesme

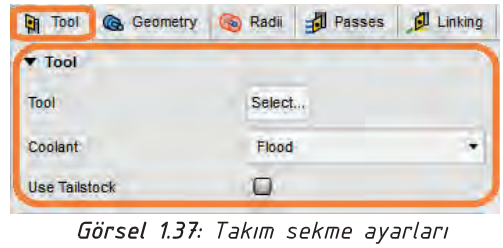
c) 2 Eksen Tornalama Operasyonu İşlemleri: Takım yolu oluşturulurken tornalama operasyonlarının her birinde birbiri ile aynı çeşitli operasyon işlemleri bulunmaktadır. Bu işlemler için ayarlamalar yapıldıktan sonra tornalama operasyonu tamamlanır.

- **Tool :** Kesici seçimi
- **Geometry :** İş parçası geometrisi seçimi
- **Radii :** Kesme yükseklik ayarları
- **Passes:** Kesme değerleri
- **Linking :** Kesici giriş, çıkış ve bağlantıları

• **Tool Tap Settings (Takım Sekme Ayarları):** İş parçasını işleme operasyonlarına göre kesicileri eklemenizi sağlar **(Görsel 1.37).**

– **Tool (Takım):** Takım eklemek için **Select** (seç) tıklanır.

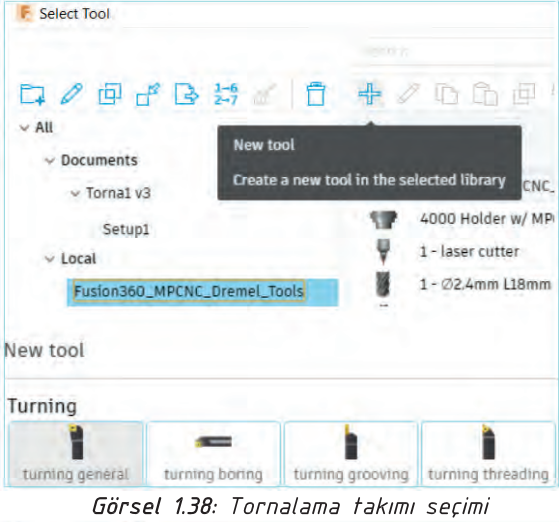
Açılan pencereden **New Tool** (yeni takım) sekmesi, Turning (tornalama) menüden tornalama takımı seçilir **(Görsel 1.38).**



Görsel 1.37: Takım sekme ayarları

Coolant (Soğutma Sıvısı): Takım için kullanılması gereken soğutma sıvısı türü seçilir.

Use Tailstock (Döner Punta): Torna tezgâhında programlanabilir puntayı etkinleştir.



Görsel 1.38: Tornalama takımı seçimi

Tool Library (takım kütüphanesi) yönetilebilir ve takım oluşturulabilir. Açılan pencereden Insert (ekle) sekmesi ile ilgili ayarlar yapılır **(Görsel 1.39).**



Görsel 1.39: Takım ekleme

Post process sekmesinden takımın taret üzerindeki yeri **Number** (numara) kısmına rakamsal olarak yazılır **(Görsel 1.40)**.



Görsel 1.40: Takım numarası yazma

- *Mode & Direction (Mod ve Yön): Mod takımın nasıl işleme yapacağını, yön ise takımın yönünü belirler* **(Görsel 1.41)**.

Turning Mode (Tornalama Modu): Takımın nasıl işleme yapacağı belirtilir. Bu ayar, takımın dış çapta mı, iç çapta mı yoksa parçanın yüzeyi boyunca radyal olarak mı işleme yapacağını belirler. Bu seçim aynı zamanda yaklaşma ve geri çekilme yönünü de belirler.



Görsel 1.41: Mod ve yön ayarları

Outside profiling *(dış profil oluşturma) işleminde takım, geçiş yönü ayarına bağlı olarak kütüğün dışına yaklaşır veya geri çekilir ve iş mili ekseni boyunca işleme yapar* **(Görsel 1.42)**.

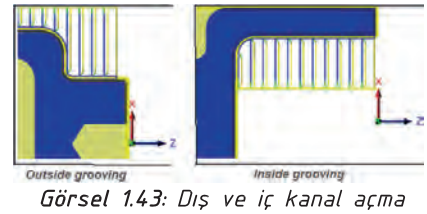
Inside profiling *(iç profil oluşturma) işleminde takım, geçiş yönü ayarına bağlı olarak merkez hattına yaklaşır veya geri çekilir ve eksenel olarak işlenir* **(Görsel 1.42)**.



Görsel 1.42: Dış ve iç profil oluşturma

Outside grooving *(dış kanal açma) işleminde takım, stoğun dışına yaklaşır, geri çekilir ve radyal olarak işlenir* **(Görsel 1.43)**.

Inside grooving *(iç kanal açma) takım merkez çizgisine yaklaşır, geri çekilir ve radyal olarak işlenir* **(Görsel 1.43)**.



Görsel 1.43: Dış ve iç kanal açma

Direction (Yön): *Tornalama modu ile bağlantılı olarak, bu ayar takım kesme yönünü belirler. Tüm takımlar her iki yönde de kesemez. Uygun bir takım seçmek gerekir.*

Tool Orientation (Takım Yönü): *Takımın işaret ettiği yön değiştirilebilir. Bu, torna taretinin programlanabilir bir B eksenine sahip olması durumunda çok kullanışlıdır.*

- *Tool Settings (Takım Ayarları): Takımın açısal ve yön ayarları için kullanılır* **(Görsel 1.44)**.

Tool Clearance Back ve Front (Takım Açıklığı Arka ve Ön): Ek parçanın ön ve arka kenarları için ekstra bir takım boşluk açısı belirtir.

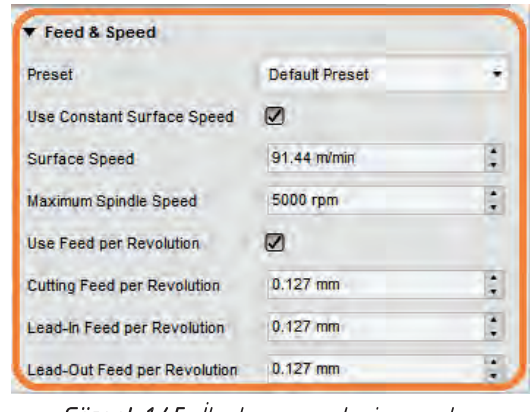


Görsel 1.44: Takım ayarları

- *Feed & Speed (İlerleme ve Devir): Takım yolu hareketinde takımın devir, ilerleme ve kesme ayarları yapılır* **(Görsel 1.45)**.

Preset (Ön Ayar): Seçilen takımın birden fazla ilerleme ve hız ayarı varsa, bu takım yolunda hangi parametre setinin kullanılması gerektiği seçilir.

Use Constant Surface Speed (Sabit Yüzey Hızını Kullanma): Etkinleştirildiğinde, kesme çapı değiştikçe takım ile iş parçası arasında sabit bir yüzey hacmi sağlamak için makinedeki iş mili hızını değiştirir. Sabit Yüzey Hızı (CSS) çoğu makinede G96 kullanılarak belirtilir.



Görsel 1.45: İlerleme ve devir ayarları

Surface Speed (Yüzey Hızı): Parça yüzeyi boyunca takımın hızı olarak ifade edilir. Birim ayarına bağlı olarak ft/dak veya m/dak´dır.

Maximum Spindle Speed (Maksimum İş Mili Hızı): Sabit kesme hızı kullanılırken izin verilen maksimum iş mili hızını belirler.

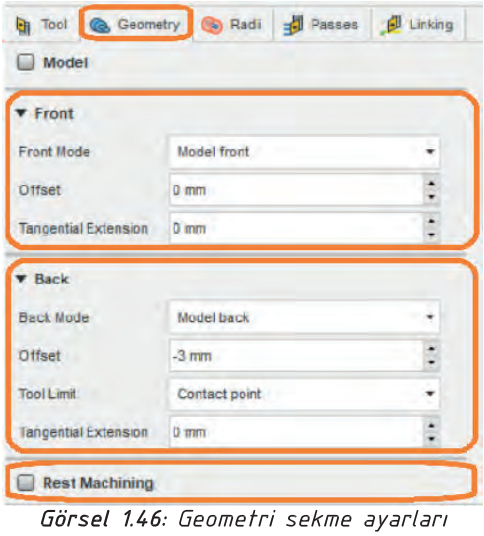
Use Feed per Revolution (Devir Başına İlerleme Kullanma): Devir başına ilerleme, iş mili devri ne olursa olsun sabit bir talaş yükü oluşturur.

Cutting Feedrate per Revolution (Devir Başına Kesme İlerleme Hızı): Devir başına kullanılan kesme ilerleme hızıdır.

Lead-In Feedrate (Giriş Anında İlerleme): Kesme hareketine girerken kullanılan ilerlemedir.

Lead-Out Feedrate (Çıkış Anında İlerleme): Kesme hareketinden dışarı çıkarken kullanılan ilerlemedir.

• *Geometry Tap Settings (Geometri Sekme Ayarları):* Bir alana sınır ekleyerek takım yolunu sınırlar ve belirli bir bölge içinde tutar **(Görsel 1.46).**



Görsel 1.46: Geometri sekme ayarları

- Front / Back (Ön ve Arka Düzlem): Ön ve arka sınırlandırma modu, takım yolunun sınırlama alanını tanımlamak için referans noktasını ayarlamanıza izin verir. Genellikle model ön düzlemi ve model arka düzlemi kullanılır **(Görsel 1.47).**

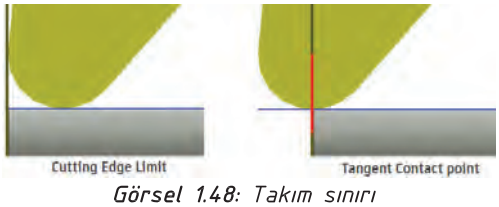
- Model Front (Model Ön Düzlemi): İşleme başlangıcını modelin ön düzlemine göre ayarlamanızı sağlar. Ön sınır turuncu renkte gösterilir.

- Model Back (Model Arka Düzlemi): İşleme sınırını modelin arkasına göre ayarlamanızı sağlar. Arka sınır ise yeşil renkli olarak gösterilmiştir.



Görsel 1.47: Ön ve arka düzlem

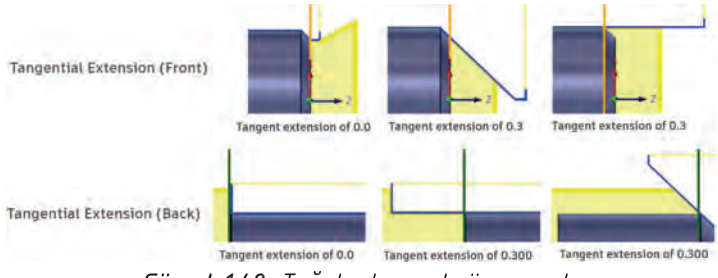
- Offset (Ofset): Parça işleme sınırını referans konumundan uzatmak için mesafeyi belirler.



Görsel 1.48: Takım sınırı

- Tool Limit (Takım Sınırı): Geri modu konum sınırlarına veya takım ucu yarıçapının temas noktasına göre Z ekseni konumunu sınırlar. Koyu yeşil çizgi geri modu sınırını temsil etmektedir **(Görsel 1.48).**

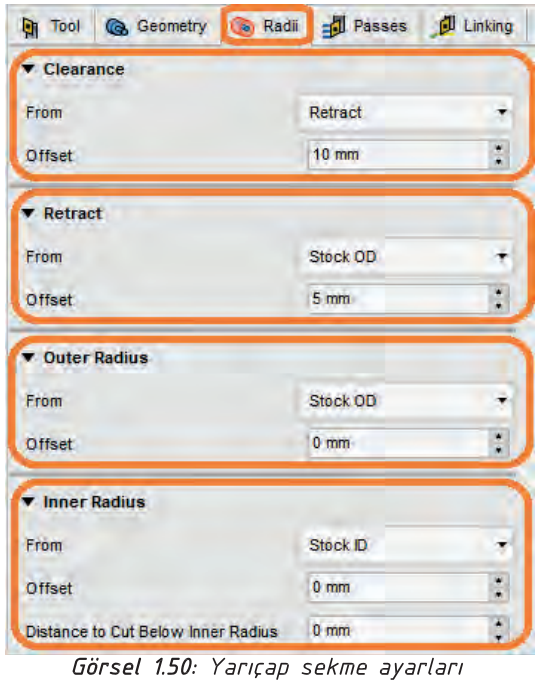
- Tangential Extension Front and Back (Teğetsel Uzantı Ön ve Arka): Ön ve arka sınırdan geometrinin teğetsel bir uzantısını oluşturur **(Görsel 1.49).**



Görsel 1.49: Teğetsel uzantı ön ve arka

- Rest Machining (Kalanı Talaş İşleme): Yalnızca önceki işlemlerden kalan kütüğün makinede işleneceğini belirtmek için etkinleştirilir.

• **Radii Tap Settings (Yarıçap Sekme Ayarları):** CNC torna tezgâhında parçayı işlemek için bir radyal çevreleme alanı ayarlamanıza imkan tanır ve takımın güvenli bir şekilde giriş ve çıkışını sağlar. Bu parametreler, kolay tanımlama için renk kodludur **(Görsel 1.50).**



Görsel 1.50: Yarıçap sekme ayarları

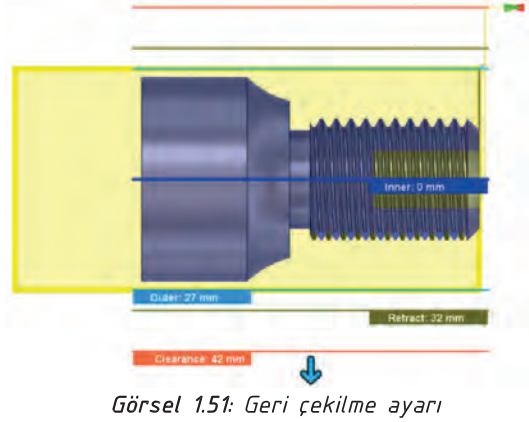
-Clearance (Boşluk): Turuncu renkte gösterilen bu boşluk takım yolunun başında ve sonunda takımın hızla gittiği yarıçapı kontrol eder. Takım bu pozisyondan yaklaşır ve geri çekilir. Takımın geri çekildiği güvenli bölgedir.

-Retract (Geri Çekilme): Kesicinin parça üstündeki çıkış mesafesidir.

-Outer Radius (Dış Yarıçap): Açık mavi renk ile gösterilen bu kısım, kesme alanının en büyük radyal sınırını tanımlar. Dış yarıçap işlemeyi planladığınız dış malzeme yüzeyini tanımlar.

-Inner Radius (İç Yarıçap): Koyu mavi ile gösterilen bu kısım kesme alanının en küçük radyal sınırını tanımlar. İç yarıçap kesim alanı için maksimum derinliğini kontrol eder.

-Distance to Cut Below Inner Radius (İç Yarıçapın Altında Kesim Mesafesi): Bu, takım ucunun iç yarıçap konumunu geçecek şekilde son konumuna yapılan bir ayarlamadır. Parçanın merkez çizgisini geçmek için bu kullanılır.



Görsel 1.51: Geri çekilme ayarı

- From (Başlangıç): Koyu yeşil renkte gösterilen başlangıç, geri çekilme referans konumunu ayarlar. Referans, stok, model, belirli bir yarıçap, çap veya diğer radyal konumlardan herhangi biri ile ilişkili olabilir. Bu referans konumu, pozitif veya negatif bir ofset değeri ile kaydırılabilir **(Görsel 1.51).**

-Offset (Ofset): Güvenlik mesafesi, emniyet mesafesi, stok parça yüzeyi ve maksimum kesme derinliğine göre girilen ofset değerlerini belirler.

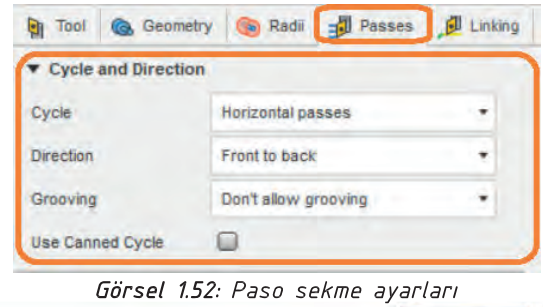
• **Passes Tap Settings (Paso Sekme Ayarları):** Takım yolu hareketlerinde takımın aşağı ve yan adımlarıyla ilgili ayarlar yapılır.

-Cycle and Direction (Döngü ve Yön): Takımın, takım yolunda döngü ve kesme yönünü belirlemede kullanılır **(Görsel 1.52).**

- Cycle (Döngü): Takım yolunun hareketini kontrol etmek veya geri kesme parametrelerini etkinleştirmek için kullanılır.

-Direction (Yön): Tornalama modu yatay veya dikey olarak ayarlanmışsa, bu ayar takımın kesme yönünü belirlemede kullanılır.

- Grooving (Kanal Açma): Takımın, parça yüzünün altını kesmesine izin verir. Devre dışı bırakılırsa, takım yalnızca kütüğün dış yüzü boyunca düz hareket eden kesimler oluşturabilir.



Görsel 1.52: Paso sekme ayarları

-Don't Allow Groove (Kanal Açmaya İzin Verme): Bu ayarla takım, parçanın herhangi kanal boşluğuna dalmayacaktır (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Kanal açmaya izin verme

-Allow Radial Grooving (Radyal Kanal Açmaya İzin Ver): Takım, modeli bozmadan yalnızca parçanın alt kanal boşluğunu kesen alanlara dalacaktır (Görsel 1.54).



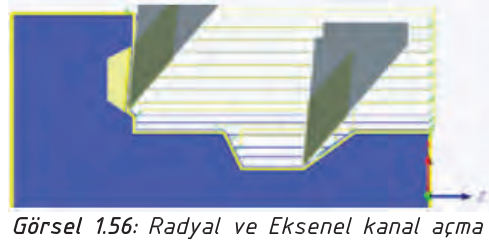
Görsel 1.54: Radyal kanal açma

-Allow Axial Grooving (Eksenel Kanal Açmaya İzin Ver): Takım, modeli ihlal etmeden yalnızca parçanın herhangi bir yüzünün kanal boşluğunu kesen alanlara dalacaktır (Görsel 1.55).



Görsel 1.55: Eksenel kanal açma

-Allow Radial and Axial Grooving (Radyal ve Eksenel Kanal Açmaya İzin Ver): Takım, modeli ihlal etmeden parçanın kanal boşluğunu kesen herhangi bir alana dalacaktır. Takımın doğru seçilmesi iş verimini artırır (Görsel 1.56).

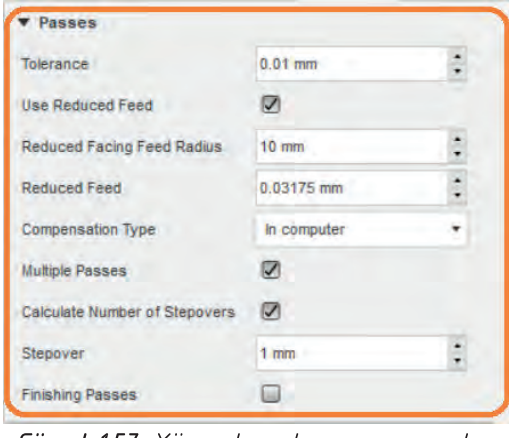


Görsel 1.56: Radyal ve Eksenel kanal açma

-Use Canned Cycle (Hazır Döngüyü Kullanmak): Etkinleştirildiğinde CNC kontrolü için formatlanmış bir hazır çevrim çıktısı almaya zorlar. Bu, NC kodunuzun boyutunu azaltabilir ancak aynı zamanda kesim alma seçeneklerinizi de sınırlar.

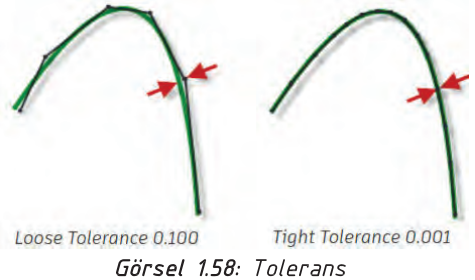
- Passes (Pasolar): Kesme değerlerini ayarlamak için kullanılır. Paso ayarları operasyon türüne göre bazı farklılıklar göstermektedir.

Turning Face (yüzey tornalama) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Yüzey tornalama paso ayarları

-Tolerance (Tolerans): Kesim Toleransı olarak da bilinen bu tolerans, takım yolu oluşturmak içindir. kesim için toplam toleransı elde etmek için, yumuşatma gibi herhangi bir ek filtreleme toleransı bu toleransa eklenmelidir (Görsel 1.58).



Görsel 1.58: Tolerans

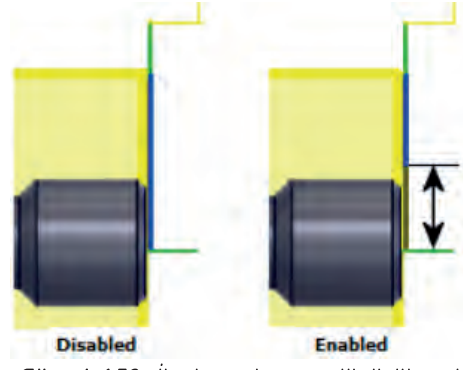
Use Reduced Feed (Azaltılmış İlerleme Kullanmak): Kesme bitmeden ilerleme hızının düşürülmesi takım üzerindeki yükü azaltır **(Görsel 1.59).**

Reduced Feed (Azaltılmış İlerleme): Yeni ilerleme hızını ilerleme yarıçapı konumuna uygulanacak şekilde ayarlar.

Compensation Type (Telafi Tipi): Telafi tipini belirler.

Multiple Passes (Çoklu Pasolar): Birden fazla yanal adım değeri girmek için etkinleştirilir.

Calculate Number of Stepovers (Yan Adım Sayısını Hesapla): Devre dışı bırakıldığında, kesim yan adım sayısı ve yanaşma mesafesi ile tanımlanır. Etkinleştirildiğinde, yalnızca artırma tanımlanır ve kesim sayısı stok miktarına göre belirlenir.



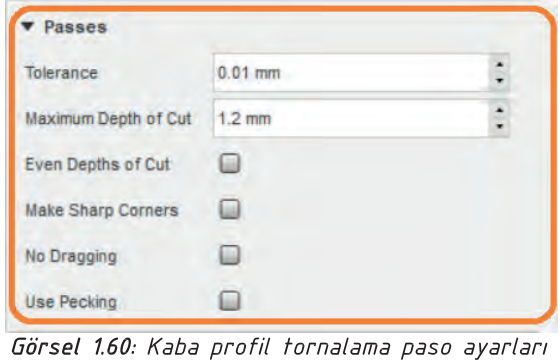
Görsel 1.59: İlerleme hızının düşürülmesi

Number of Stepovers (Yan Adım Sayısı): Kaba işleme adımlarının sayısı belirlenir.

Stepover (Yan Adım): Geçişler arasındaki mesafeyi belirler.

Finishing Passes (İnce Paso): Kaba pasodan ince pasoya geçişlerini gerçekleştirmek için etkinleştirilir. Bu seçenek yalnızca kaba ve ince işleme aynı takımla yapıldığında kullanılır.

Turning Profile Roughing (kaba profil tornalama) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 1.60).**



Görsel 1.60: Kaba profil tornalama paso ayarları

Maximum Depth of Cut (Maksimum Kesme Derinliği): Kaba işleme için kesme adımını belirler. Sıralı yavaşlamalar maksimum kesme derinliği değerinde alınır.

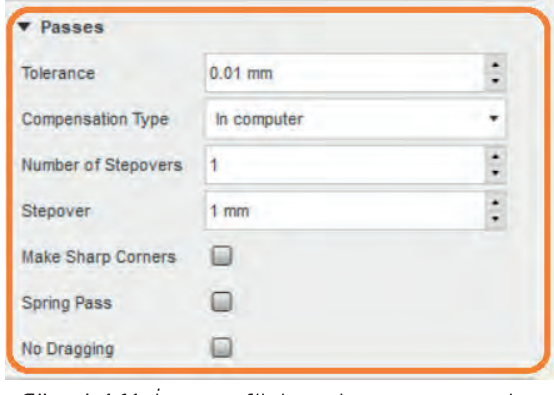
Even Depths of Cut (Eşit Kesme Derinlikleri): Kesme derinliği ile kesim derinliği boyunca eşit aralıklarla yerleştirilmiş geçişler oluşturur.

Make Sharp Corners (Keskin Köşeler Yap): etkinleştirildiğinde takım yolu hareketinde keskin köşeleri zorlar. Devre dışı bırakıldığında takımı tüm keskin köşelerde döndürür.

No Drag (Sürükleme Yok): Seçildiğinde, kesici uca negatif basınç uygulayan hareketler ortadan kaldırılır. Dikey duvarları ve yüzleri açı sınırı dahilinde kaldırır. Kesimin sonuna ulaşmadan önce, takım geri çekilir ve duvarı kesmek için konumunu değiştirir.

Use Pecking (Gagalama Yapmak): Kesme yönünün uzunluğu boyunca birden fazla adım oluşturur. Gagalama derinlikleri arasında takım, belirtilen gagalama geri çekilme mesafesi boyunca geri çekilir.

Turning Profile Finishing (ince profil tornalama) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 1.61).**



Görsel 1.61: İnce profil tornalama paso ayarları

Spring Pass (Yay Geçişi): Etkinleştirildiğinde takım sapması nedeniyle kalan kütüğü kaldırır.

CompensationType (Uç Çapı Telafisi): Takım çap telefisinin ayarlanmasını sağlar.

In computer (Bilgisayarda): Takım yolu seçilen takım çapına göre CAM ile hesaplanır.

In control (Kontrol Altında): Parça kenarının gerçek koordinatları çıkar.

Wear (Aşınma): Makinede takım aşınması için ayarlama yapmayı sağlar.

In versewear (İç Aşınma): Kesici uç çapı sağdan telafisini kullanır.

Turning Groove and Single Groove (kanal ve tek paso kanal tornalama) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 1.62).**



Görsel 1.62: Kanal ve tek paso kanal tornalama paso ayarları

Use Reduced Feedrate (Azaltılmış İlerleme Hızı Kullanmak): Kanal açarken ilerlemeyi azaltmayı etkinleştirir.

Allow Rapid Retract (Hızlı Geri Çekilmeye İzin Ver): Takımın çıkışlarda hızlı ilerleme değerini kullanmasına izin verir.

Up/Down Direction(Yukarı ve Aşağı Yön): Son işlem geçişini kontrol eder.

Pass Overlap (Örtüşmeyi Geç): Yukarı ve aşağı işleme geçişleri için kullanılan üst üste binme mesafesini belirler.

Backoff Distance: Pasolar arası geçişten önce stoktan geriye çekilecek mesafeyi belirler.

Finish Feedrate (İnce İşleme Hızı: En son yapılan ince işlemedeki kesme yüksekliğini belirler.

Repeat Finishing Pass (İnce İşlemeleri Tekrarla): Takım, tasarlanan parçanın nihai ölçülerine ulaşması için son olarak bir paso işlemi gerçekleştirir. Takım sapması nedeniyle kalan stokları temizler.

Turning Thread (vida açma) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 1.63).**



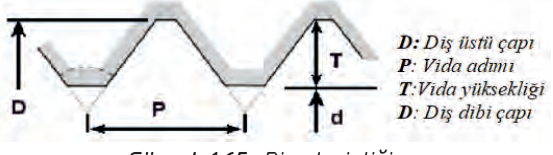
Görsel 1.63: Vida açma paso ayarları

Threading Hand (Sağ ve Sol Diş Açma): Vida yönü seçime bağlı olarak sağ veya sol açılabilir **(Görsel 1.64).**



Görsel 1.64: Sağ ve sol diş açma

Thread Depth (Diş Derinliği): Vida derinliği veya yüksekliğidir **(Görsel 1.65).**



Görsel 1.65: Diş derinliği

Number of Stepdowns (Paso Sayısı): Tam diş derinliğini tamamlamak için kesme sayısını belirler.

Thread Pitch (Vida Adımı): Vida diş aralığını belirler.

Do Multi Threads (Vida Ağız Sayısı): Birden çok diş adımı dizisini etkinleştirir.

Infeed Mode (İlerleme Modu): İlerlemenin geçiş başına kesme derinliğidir ve diş açmada kritik öneme sahiptir. İlerleme modu, takımın parçayı nasıl beslemesi gerektiğini tanımlamak için kullanılır.

Infeed Agle (Giriş İilerleme Açısı): İlerleme açısını belirler.

Fade Thread End (Diş Sonu Çıkış): Kademeli kesim sonunda takımın parçadan çıkışını çapraz yapar. Takım sapması nedeniyle kalan malzemeyi çıkarmak için son işlem geçişini iki kez gerçekleştirir. Yaylı kesim olarak da adlandırılır.

Use Cycle (Döngü): Çevrimleri aktif ederek G kodları çıkarılırken döngü kullanır.

Turning Chamfer (tornalama pahı) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 1.66)**.



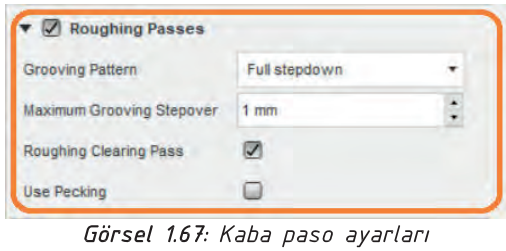
Görsel 1.66: Tornalama pahı paso ayarları

Chamfer Width (Pah Genişliği): Pahın (ek) genişliğidir. Pah kırılmamış kenarlar için bu, pahın son genişliğidir.

Chamfer Extension (Pah Uzantısı): Pah kırma geçişini, pah kenarını geçecek şekilde uzatmak için mesafedir.

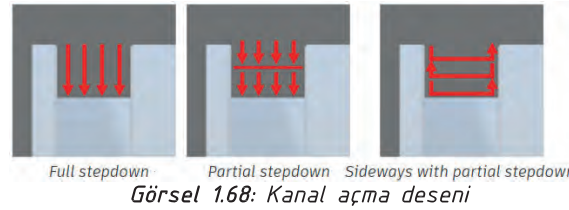
Chamfer Angle (Pah Açısı): Z ekseninden ölçülen pah açısıdır.

-Raughing Passes (Kaba Paso): Kaba işleme geçişlerini gerçekleştirmek için bu sekme etkinleştirilir. **(Görsel 1.67)**.



Görsel 1.67: Kaba paso ayarları

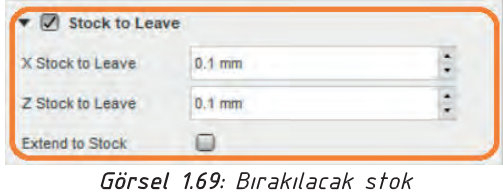
Grooving Pattern (Kanal Açma Deseni): Üç çeşit kanal açma deseni seçeneği vardır **(Görsel 1.68)**.



Görsel 1.68: Kanal açma deseni

Roughing Clearing Pass (Kaba İşleme Takas Geçişi): Kaba işleme geçişlerinin bıraktığı tüm çıkıntıların temizlenmesi gerektiğini belirtir. Kaba işleme duvarlardan geçtikten sonra kalan stokta takım çarpışmasını önlemek için bu ayar etkinleştirilir.

-Stock to Leave (Bırakılacak Stok): İnce işleme operasyonu için stokta bırakılacak paso miktarını ayarlamanızı sağlar **(Görsel 1.69)**.



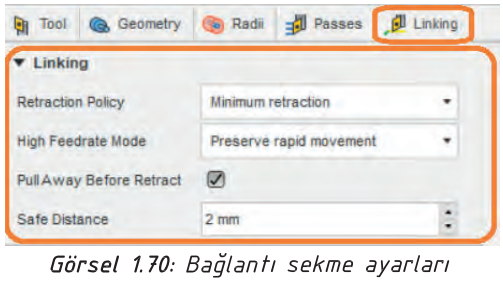
Görsel 1.69: Bırakılacak stok

X Stock to Leave (X Kalan Stok): Radyal yönde bırakılacak malzeme miktarını, yani dış çap veya iç çapı kontrol eder. Kalan talaş miktarını belirler.

Z Stock to Leave (Z Kalan Stok): Parçanın eksenel yönde (Z ekseni boyunca), yani flanş yüzeylerinde bırakılacak malzeme miktarını belirler.

Extend to Stock (Stoğa Uzatmak): Etkinleştirildiğinde, bitiş payını (çıkacak stok tarafından tanımlanan) modele ek olarak kütüğe uygular. Bu, takım yolunun eğilmediği ve bunun yerine düz bir çizgide devam ettiği ve kütüğe bir bitiş payı bıraktığı anlamına gelir.

• ***Linking Tab Settings (Bağlantı Sekme Ayarları):*** Tüm kesme olmayan takım yollarında kesicinin iş parçasına giriş ve çıkış hareketleri ile havada gezinme hareketleri kontrol edilir **(Görsel 1.70)**.



Görsel 1.70: Bağlantı sekme ayarları

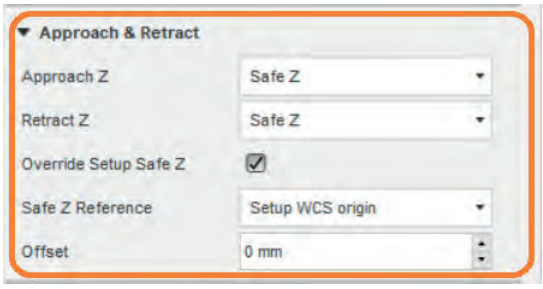
-Linking (Bağlantı): Bu sekmedeki parametreler şunları içerir: Geri çekilme, güvenli mesafe, giriş ve çıkış, rampa, geçişler ve giriş pozisyonları.

Retraction Policy (Geri Çekilme Yöntemi): Her kesme geçişinden sonra takımın boşluk çapına nasıl geri çekilmesi gerektiğini kontrol eder ya da işten kısa bir mesafe uzağa geri çekilir.

Pull Away Before Retract (Geri Çekilmeden Önce Çekilme): Mümkün olduğunda geri çekilmeden önce stoktan uzaklaşmayı etkinleştir.

Safe Distance (Güvenli Mesafe): Geri çekilme hareketleri sırasında takım ile parça yüzeyleri arasına güvenlik için minimum mesafe bırakılır.

High Feedrate Mode (Yüksek İlerleme Hızı Modu): Hızlı hareketlerin ne zaman gerçek hız (G0) olması gerektiğini ve ne zaman yüksek ilerleme hızı hareketi (G1) olması gerektiğini belirler.



Görsel 1.71: Yaklaşma ve geri çekilme

-Approach&Retract (Yaklaşma ve Geri Çekilme): Takımın operasyonun başlangıcında ve operasyonun sonunda nasıl durması gerektiğini tanımlamak için kullanılır (Görsel 1.71).

Override Setup Safe Z (Kurulum Güvenli Z'yi Geçersiz Kıl): Yaklaşmayı veya geri çekilmeyi yeni bir pozisyona göre değiştirmeye olanak sağlar.

Safe Z Reference&Offset: Yaklaşma ve geri çekilme hareketlerinin referans konumunu değiştirmek için kullanılır.



Görsel 1.72: Geçiş kontrolleri

-Leadand Transitions (Geçiş Kontrolleri): Kesme hareketi için yaklaşma ve geri çekilme hareklerini kontrol eder (Görsel 1.72).

Use Fixed Lead Direction (Sabit Yönü Kullanmak): Belirtilen yön talimatlarının her zaman X, Z koordinat sistemine göre olduğunu belirler. Devre dışı bırakıldığında, uçlar bireysel geçişin ön ve arka kesim yönüne göre olur.

Lead-In (Entry) (İçten Giriş): Bu seçenek etkinleştirildiğinde kesici parçaya giriş yapar.

Lead-In Radius (Giriş Yarıçapı): Bir kesme geçişinin başlangıcındaki giriş hareketinin yarıçapını belirler.

Linear Lead-In Length (Doğrusal Giriş Uzunluğu): Bir kesme geçişinin başlangıcındaki giriş hareketinin mesafesini belirtir.

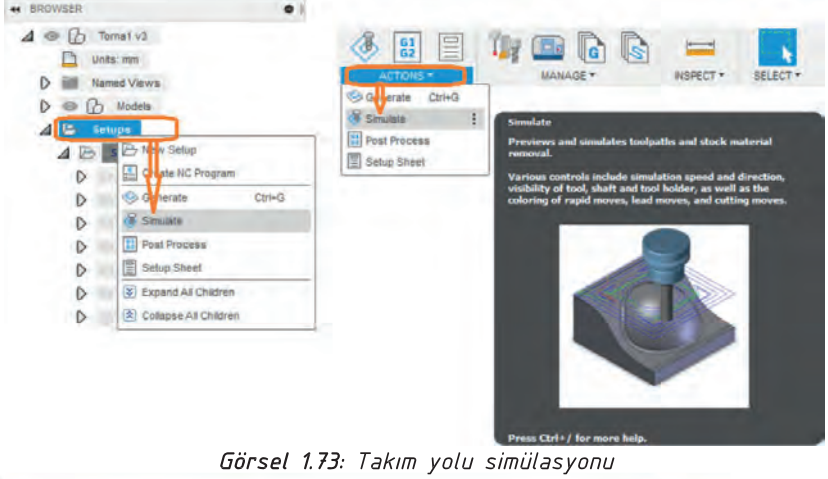
Linear Lead-In Angle (Doğrusal Giriş Açısı): Bir kesme geçişinin başlangıcındaki giriş hareketinin açısını belirtir.

Lead-Out (Exit) (Dışarı Çıkış): Takımın kesme işlemi bittikten sonra iş parçası üzerinde yaptığı kontrollü çıkış hareketleridir.

Same as Lead-In (Giriş İle Aynı): Takımın kesim bittikten sonra dışarı çıkma ve dışarı aktarma ile aynı olması gerektiğini belirler.

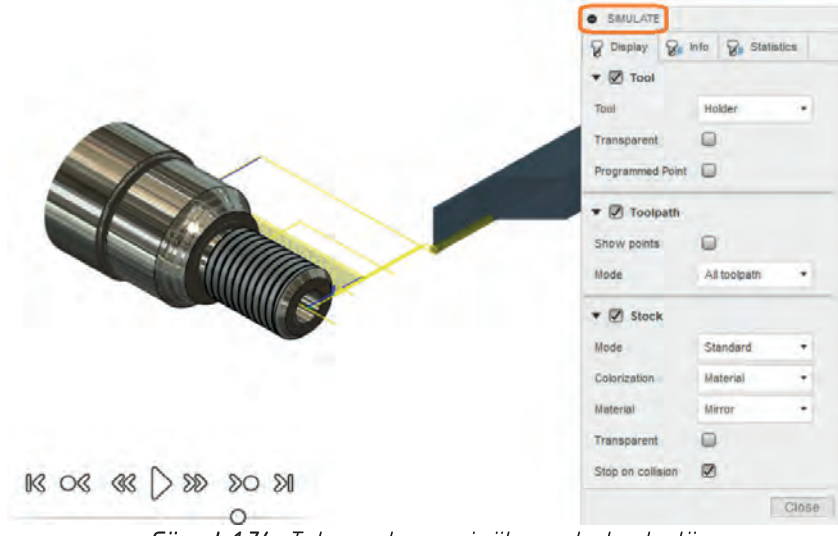
1.1.3.2. Takım Yolu Simülasyonu

*Takım yolu oluşturulan modelin doğru yöntemlerle yapılıp yapılmadığı kontrol edilerek sonuç incelenebilir. Simülasyon, CNC Torna tezgahında yapılacak gerçek kesme hareketini önceden bilgisayar ekranından görmeyi sağlar. Takım yolları ekranın sol tarafında bulunan işlem ağacındaki **Setups** menüsünden operasyon sırasına göre **Simulate** tıklanarak simüle edilebildiği gibi **Actions** menüsününden de **Simulate** tıklanarak simüle edilebilir (Görsel 1.73).*



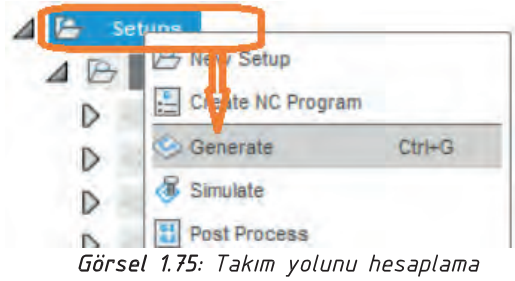
Görsel 1.73: Takım yolu simülasyonu

Simülasyon penceresi açıldığında, operasyonların doğru yapılıp yapılmadığı başlat butonu ile simüle edilerek görülebilir ***(Görsel 1.74).***



Görsel 1.74: *Takım yolunun simülasyonla kontrolü*

Gerekirse geriye dönülerek düzenlemeler yapılabilir. Yapılan düzenlemeler sonrası ***Setups*** *sekmesi altındaki* ***Generate*** *(üretmek) seçeneği ile yeniden hesaplama yapılarak oluşturulan takım yolu düzenlemesi aktif hâle getirilir* ***(Görsel 1.75).***

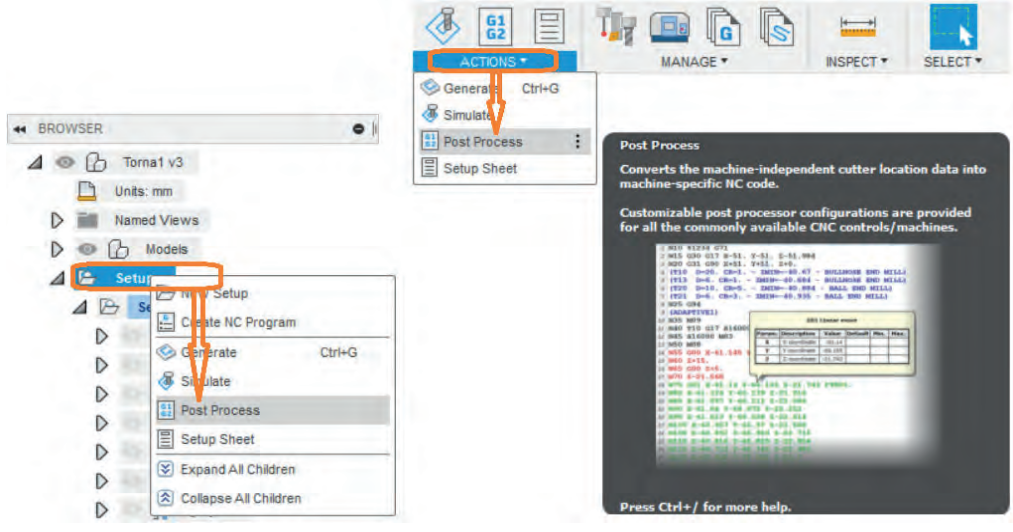


Görsel 1.75: *Takım yolunu hesaplama*

1.1.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ

1.1.4.1. G Kodlarının Oluşturulması

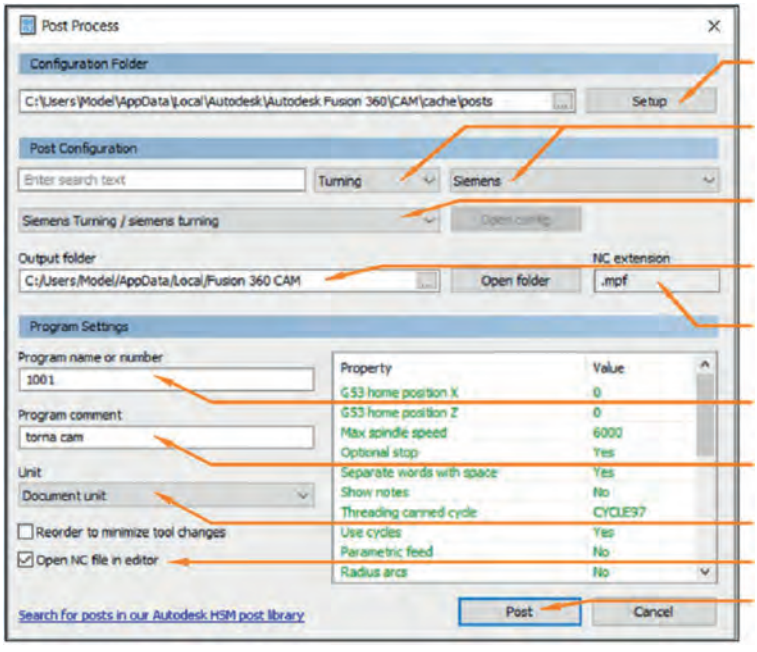
NC kodlarını ekranın sol tarafında bulunan ürün ağaçındaki ***Setups*** *menüsünden* ***Post Process*** *tıklanarak oluşturulabildiği gibi* ***Actions*** *menüsününden de* ***Post Process*** *tıklanarak NC kodları oluşturulabilir* ***(Görsel 1.76).*** *Ürün ağacında istenilirse tek bir operasyon içinde G kodları üretmek mümkündür. Ayrıca seçilen operasyon üzerinde sağ tuş* ***Post Process*** *sekmesi tıklanarak G kodları üretilebilir.*



Görsel 1.76: *G kodlarının oluşturulması*

Oluşturulan G kodları, çalışılan tezgâh tipine ve yapısına uygun olmalıdır. Kodların belli standart özellikleri olduğundan, tüm tezgâhlar aynı G kodu formatını kullanmaz.

G kodları oluşturulmak istendiğinde ürün ağaçındaki ***Setups*** *menüsünden* ***Post Process*** *sekmesi tıklandıktan sonra açılan pencereden konfigürasyon ve program ayarları yapılır* ***(Görsel 1.77).***



Post kütüphanesi ile oluşturulan post dosyalarına ulaşılabilir.

Torna tezgâhı seçimi yapılır.

Torna tezgâhına uygun bir kontrol ünitesi seçilir.

Çıktı dosyası seçilerek istenilen yere aktarılabilir.

Kontrol paneline göre dosya uzantısı otomatik ayarlanır.

Oluşturulan G koduna bir isim veya numara verilebilir.

Açıklama eklenebilir.

Ölçü birimi seçilebilir.

NC editörde dosya açılabilir.

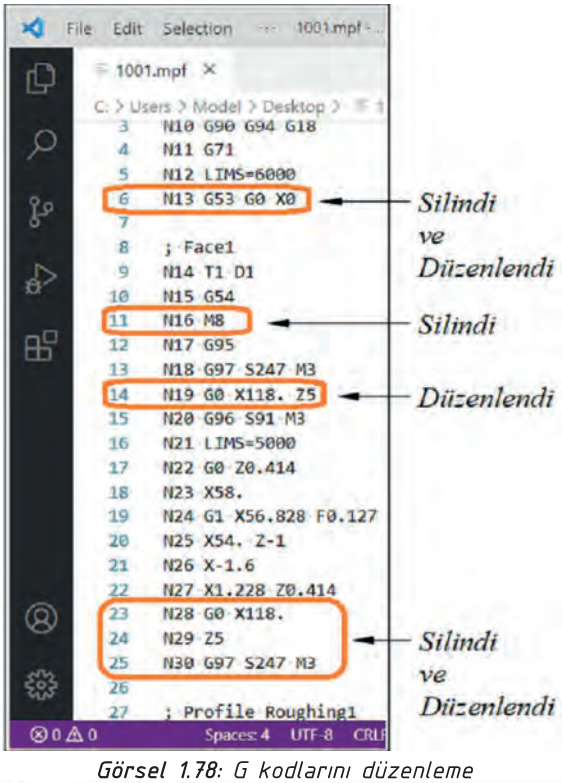
Post butonu ile kodlar oluşturulabilir.

Görsel 1.77: *İşlem sonrası konfigürasyon ayarları*

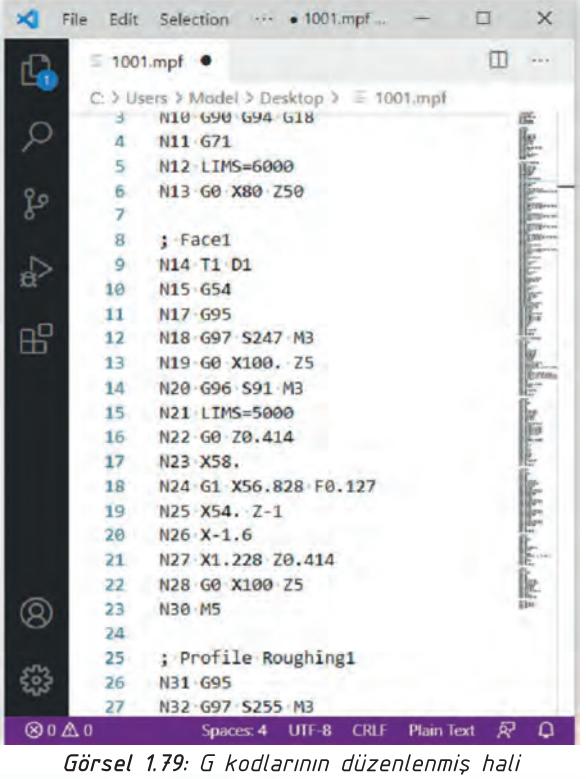
1.1.4.2. G Kodlarinin Düzenlenmesi

Post butununa tıklanarak oluşturulan G kodlarında gerekirse bazı satırlar silinir, bazı satırlarda da düzenlemeler yapılabilir ***(Görsel 1.78).***

G kodlarının düzenlemeleri yapıldıktan sonra tekrar kaydedilir ***(Görsel 1.79).*** *Yapılan ayarlamalar sonrası istenilen özelliklere uygun NC kodları torna tezgâhına aktarılabilir.*



Görsel 1.78: *G kodlarını düzenleme*

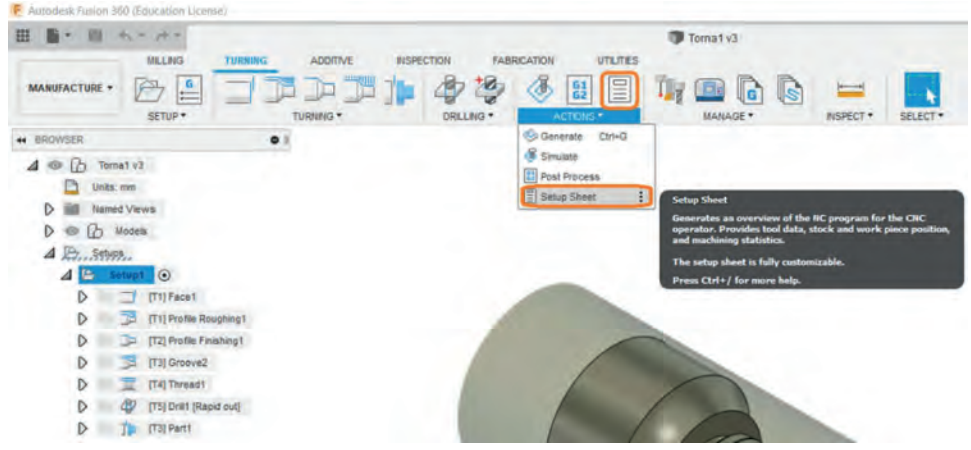


Görsel 1.79: *G kodlarının düzenlenmiş hali*

1.1.4.3. Kurulum Sayfası Alma

Kurulum sayfası genellikle makine operatörü için çıktıdır ve herhangi bir standart internet tarayıcısında görüntülenebilir. Sayfa basılabilir ve atölyeye gönderilebilir veya makineye bağlı bilgisayar varsa bir belge yazdırmaya gerek kalmadan kullanılabilir.

Kurulum sayfasını almak için, **MANUFACTURE > TURNING > ACTIONS > Setup Sheet** veya araç çubuğundan **Setup Sheet** (kurulum sayfası) sekmesi tıklanır **(Görsel 1.80).**



Görsel 1.80: Kurulum sayfası almak

Kurulum sayfası; stok boyutu, iş tanımı, sıfır konumu, takımlar, ilerlemeler, hızlar ve iş ofsetleri ile ilgili bilgiler içerir. Bilgisayardaki ilgili CAM klasörü seçilerek kaydedilir ve sayfanın çıktısı alınarak CNC torna tezgâhında doğru bir sıfırlama yapılması sağlanır **(Görsel 1.81).**

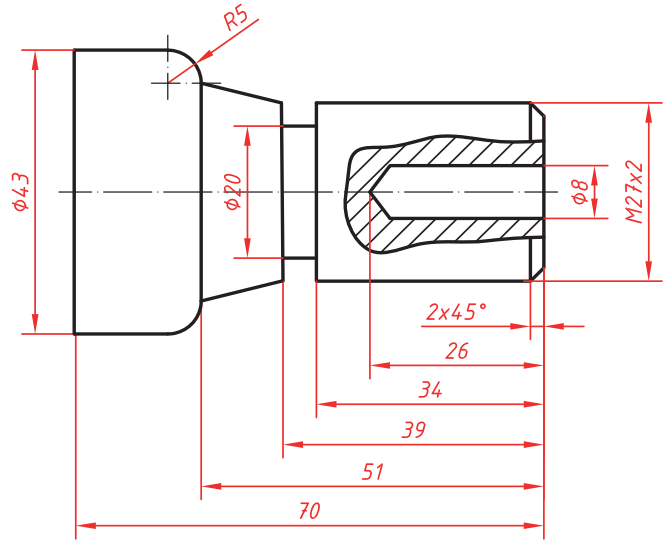


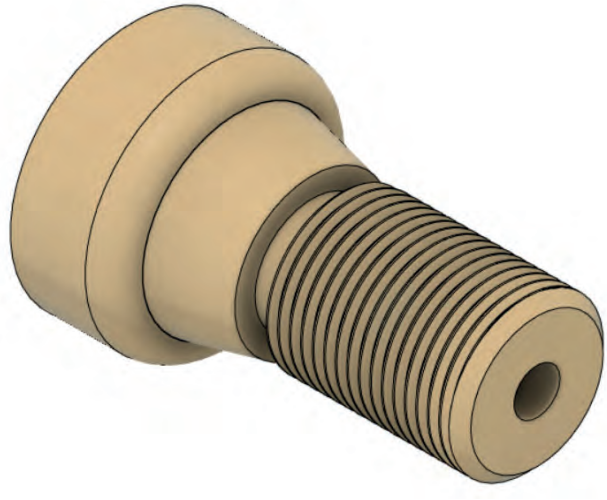
Görsel 1.81: Kurulum sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29509

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.1
KONU	1.1.5. 2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI	SÜRE 8 DERS SAATİ

TORNA 2





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

2 EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI

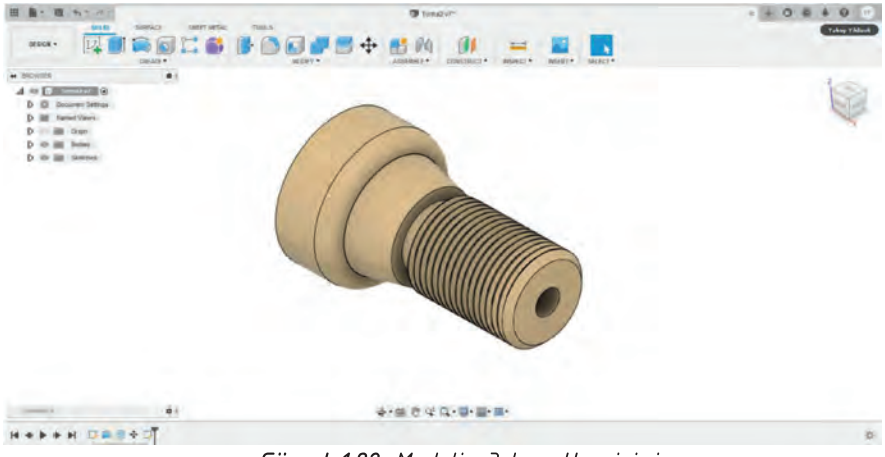
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

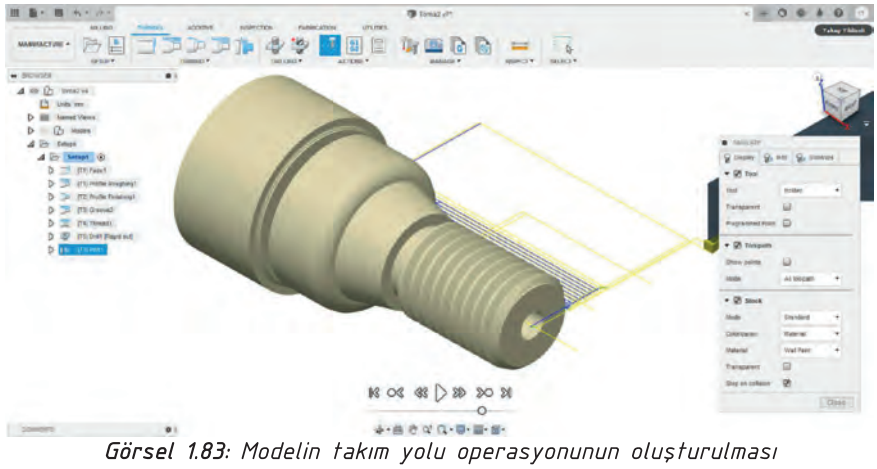
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. Torna 2 parçasının üç boyutlu resmini CAD ortamında çiziniz ve kaydediniz.
3. Torna 2 parçasını CAM sayfasına aktarınız ve takım yollarını oluşturarak kaydediniz.
   a) Alın tornalama,
   b) Kaba tornalama,
   c) İnce tornalama,
   d) Kanal tornalama,
   e) Vida açma işlemi,
   f) Delme işlemi,
   g) Kesme işlemi,
4. Parçanın G kodunu oluşturunuz.
5. CAD-CAM çalışmalarını ve G kodunu masa üstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
6. Numaranızla kayıtlı klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

Teknik resmi verilen modelin 3 boyutlu çizimi CAD programı kullanılarak uygun bir düzlemde ve ölçüde çizilir ***(Görsel 1.82).***



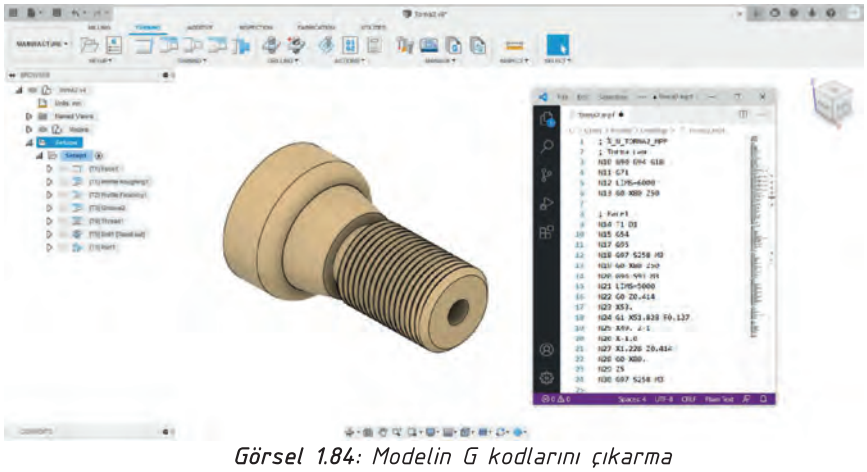
Görsel 1.82*: Modelin 3 boyutlu çizimi*

3 boyutlu modeli CAD programı ile çizilen parça, CAM programına aktarılarak takım yolu oluşturulur ***(Görsel 1.83).*** *Takım yolu oluşturulan parça simüle edilerek doğru takım yolu oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilir.*



Görsel 1.83*: Modelin takım yolu operasyonunun oluşturulması*

Simülasyon ile takım yolu kontrolleri yapılan model kaydedilir ve G kodları çıkarılır ***(Görsel 1.84).*** *G kodları düzenleme işlemlerinin ardından son kontrolleri de yapılarak CNC torna tezgâhına aktarılmak üzere taşınabilir belleğe aktarılır.*

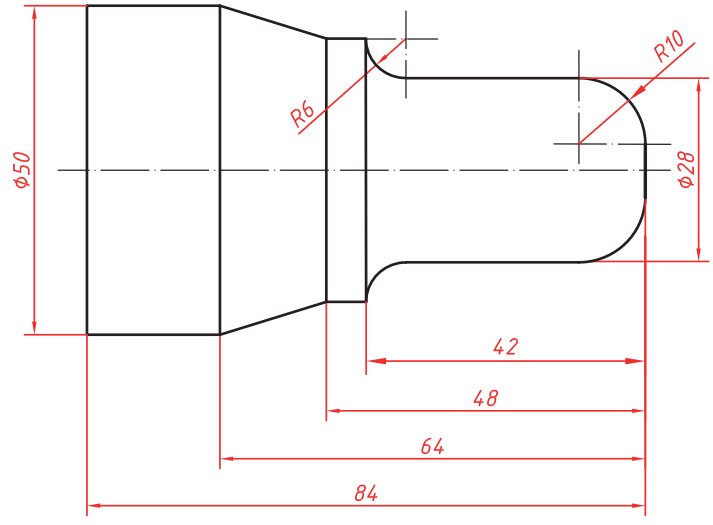


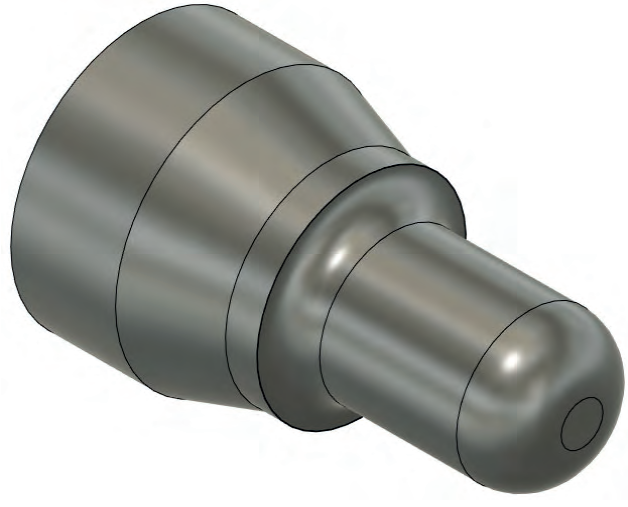
Görsel 1.84*: Modelin G kodlarını çıkarma*

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.2
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29510

TORNA 3





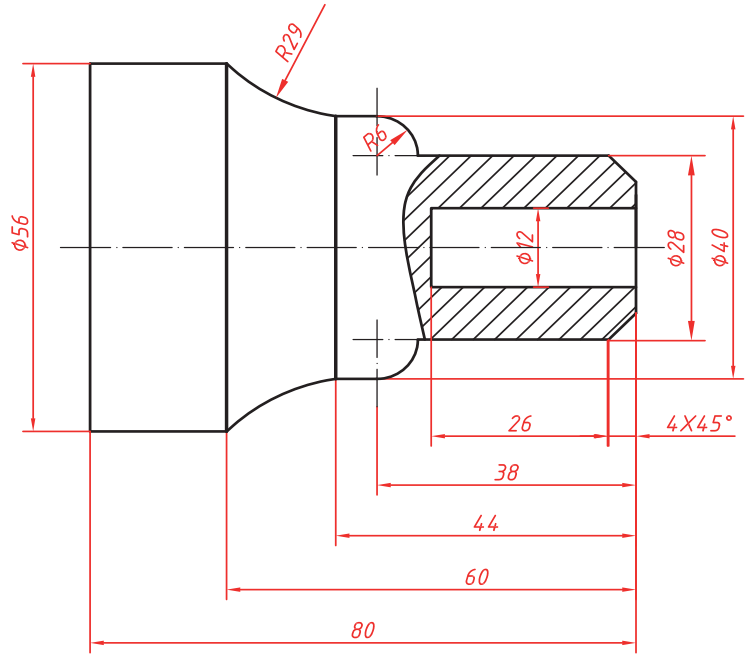
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . . MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

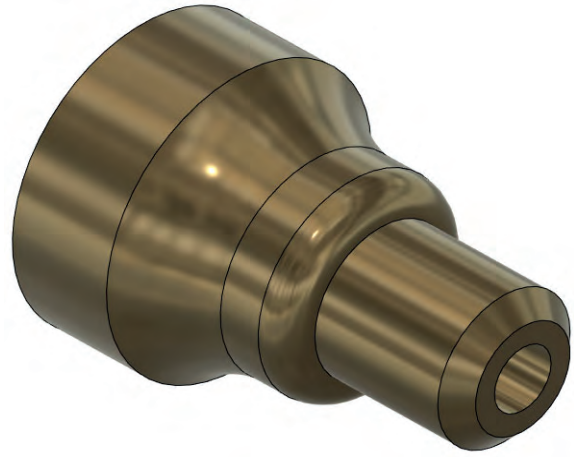
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29511

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.3
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

TORNA 4



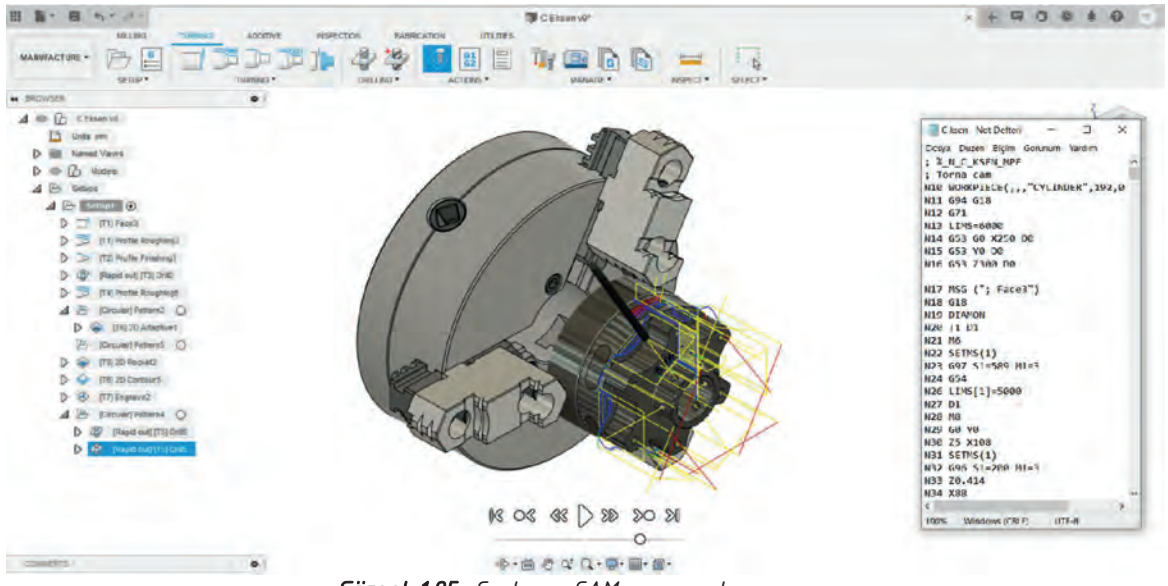


ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

1.2. C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA

C eksen CNC torna tezgâhlarında takım X ve Z eksenlerinin yanı sıra kendi ekseninde de dönerek iş parçası üzerinden frezeleme işlemi ile talaş kaldırarak modelin işlenmesini sağlar. CNC torna tezgâhlarında C ekseni, frezeleme işlemlerini yapmak amacı ile kullanılır. C eksen operasyonlarında Y eksen hareketi olmaz. CNC torna tezgâhının Y ekseni hareketi varsa bu tezgâhlarda C eksen işlemleri de yapılabilir. Parça profilinde veya alın düzleminde; çeşitli profilleri frezeleme, kanal açma, delik delme, çeşitli helisel kanallar açma gibi işlemler C eksenli CNC torna tezgâhlarında yapılan işlerden birkaç tanesidir **(Görsel 1.85).**



Görsel 1.85: C eksen CAM programlama

C eksen CNC torna tezgâhı kullanıldığında ikinci bir tezgâha ihtiyaç duyulmadan sadece C eksen CAM programı ile tornalama yöntemiyle 2 eksen **CAM** programı ile tornalama ve 2½ eksen **CAM** programı ile frezeleme işlemlerinden bazıları yapılabilir.

C eksen CNC torna tezgâhı için C eksen takım yollarını oluşturma işlem sırası:

- Önce işlenecek parçanın şekli **DESIGN** (tasarım) çalışma alanında 3 boyutlu olarak çizilir.
- Parçayı işlemek için parçanın tasarımı **MANUFACTURE** (üretim) modülüne aktarılır.
- Araç çubuğundan **TURNING** (tornalama) sekmesi ve **Setup** (kurulum) klasörü, **New Setup** (yeni kurulum) tıklanır.
- **SETUP** iletişim penceresinden:
  - **Machine** (makine) ve **Operation Type** (operasyon tipi) seçilir.
  - **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktası) tanımlanır.
  - **Safe Z** (güvenlik mesafesi) ayarlanır.
  - **Model** (model) seçimi yapılır.
  - **Stock** (stok parça) tanımlanır.
  - **Post process** (program numarası ve makine sıfır noktasını ofsetleme) belirlenir.
- **TURNING** ve **MILLING** iletişim penceresinden:
  - Parçanın şekline uygun işleme stratejisi seçilir. (2D Adaptive Clearing, 2D Pocket, 2D Contour, Engrave, Face, Profile, Groove, Thread ve Part)

Bu sekmenin altında aşağıdaki işlemler yapılır:

- **Tools** (kesiciler) ayarlanır.
- **Feed & Speed** (ilerleme ve devir) ayarları yapılır.
- **Geometry** (parça geometrisi) seçilir.
- **Radii** veya **Height** (işleme yükseklikleri) seçilir.
- **Passes** (kesme ayarları) yapılır.

- ***Linking*** *(kesicinin parçaya giriş ve çıkışları) ayarlanır.*

➢ ***Simülate*** *(simülasyon) takım yollarının 3 boyutlu simulasyonu izlenir.*

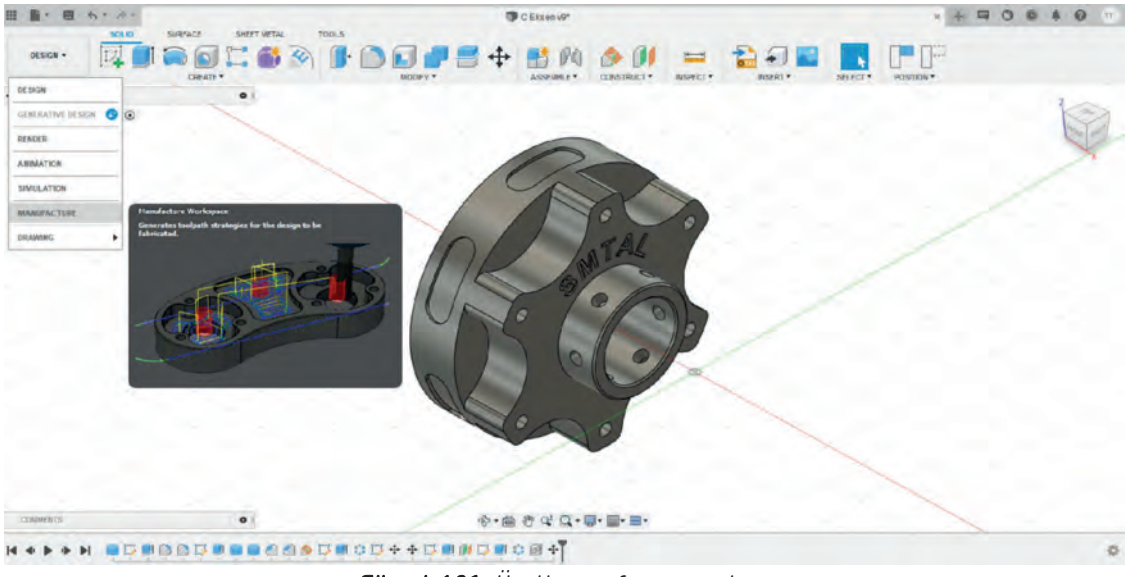
➢ ***Post Process*** *(G kodu) çıkarma işlemi yapılır.*

1.2.1. Parçanın CAM Programına Aktarılması ve Kaydedilmesi

C eksen CAM programıyla tornalama işlemlerinde 2 eksen CAM programıyla tornalamada olduğu gibi parça dosyasının açılması için program penceresindeki File menüsünden Open seçilerek daha önce çizilen parçalar gerek bilgisayardan gerekse bulut tabanlı saklama klasörlerinden CAM programına çağrılır ve açılır ***(Görsel 1.86).***

Bulut tabanlı çalışmalarda çizimler üzerinde gerekli değişiklikler yerinde yapılabildiği gibi bulutta dosyaları saklamaya, gerçek zamanlı olarak iş birliği yapmaya imkân tanır. Ayrıca bulutun dosyaları kaydetme imkânı da bulunmaktadır.

CAD Programında ***DESIGN*** *(Tasarım) modülü içindeyken çizim 3 boyutlu model* ***MANUFACTURE*** *(üretim) modülü tıklanır ve CAM sayfasına aktarılır* ***(Görsel 1.86.).*** *Açılan dosya daha sonra Save ile kaydedilir.*



Görsel 1.86: *Üretim sayfasının açılması*

1.2.2. CAM Programına Aktarılan Parçanın Operasyona Hazırlanması

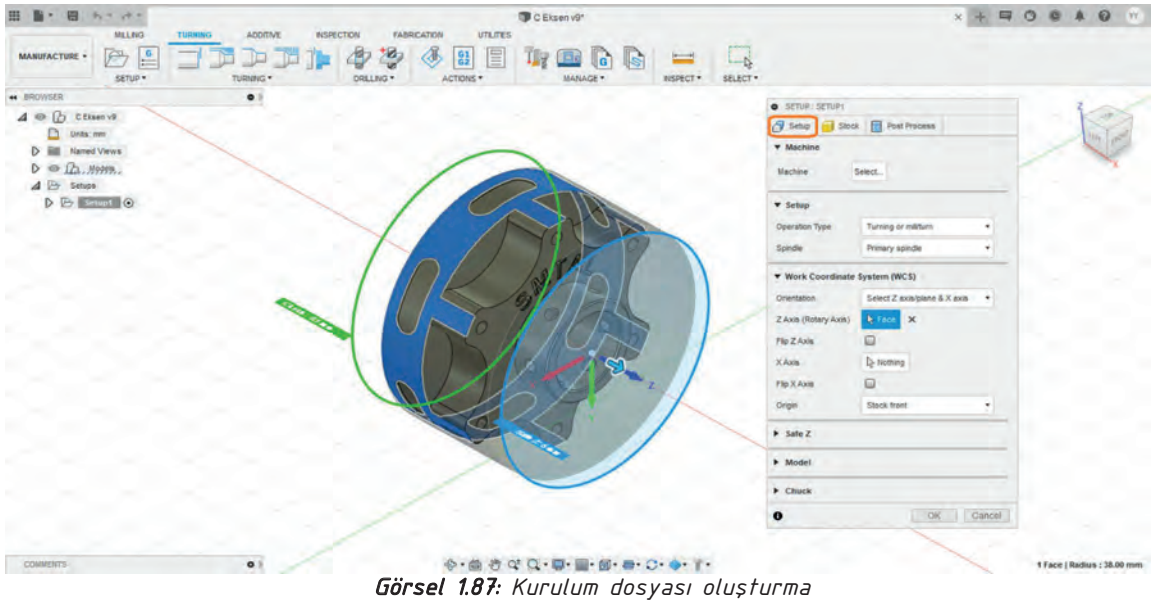
2 eksen CAM programı ile tornalamada kullanılan operasyon türlerinin hepsi C eksen CAM programı ile tornalamada da kullanılır. 2 eksenden farkı işleme yönteminde 2½ eksen frezeleme operasyonunu, merkezi olmayan delme operasyonlarını ve farklı bir iş parçası koordinat ekseni kullanmasıdır. Kullanılan koordinat ekseninde Z ekseninin yönü değişebilir.

1.2.2.1. Kurulum Dosyası Oluşturma

CAM Programında takım yolu oluşturmak için ilk işlem program ekranında yer alan Toolbar'daki (araç çubuğu) ***SETUP*** *(kurulum) ve* ***TURNING*** *(tornalama) sekmesi veya* ***MILLING*** *sekmesi tıklanır. Yapılacak işe göre ilave bir setup dosyası oluşturulmaktadır* ***(Görsel 1.87).***

Setup sekmesi seçildiğinde:

- *Makine seçimi,*
- *Operasyon tipi seçimi,*
- *İş parçası sıfır noktası tanımlama,*
- *Z ekseni güvenlik mesafesi,*
- *İşlenecek parça seçimi,*
- *Torna tezgâhı aynasının konum seçimi yapılır.*



Görsel 1.87: Kurulum dosyası oluşturma

C eksen CAM programı ile tornalamada işlenecek iş parçasına göre kurulumla ilgili operasyon aşamaları 2 eksen CAM programı ile tornalama gibi aynı sekme ve yöntemlerle kurulum ayarları yapılır **(Görsel 1.88)**.

a) Makine Seçimi: İşlenecek parçaya göre tezgâh seçimi Machine (makine) menüsünden yapılır. Select (seç) sekmesi tıklandığında makine tipleri gelir ve seçim yapılır.

b) Kurulum Seçimi: İş parçasına göre Operation type (operasyon tipi) seçimi yapılır. Bu operasyon aynı zamanda makine tipini de belirtmektedir. Operasyon tipi olarak Turning or mill/turn (2 eksen tornalama veya C eksen tornalama) seçimi yapılır. Spindle (iş mili) ayna konumu Primary spindle (birincil konum) seçimi yapılır.

c) İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama: Work Coordinate System (WCS) iş parçası sıfır noktasının tanımlandığı bölümdür. Z ve X eksen seçimi yapılır. Takım eksen yönü ters ise Flip X Axis veya Flip Z axis seçeneği aktif edilerek düzenleme yapılır. Ayarlanan stoka ve iş parçasına göre 6 tip sıfır noktası tanımlama seçeneği vardır.

ç) Z Eksen Güvenlik Mesafesi: CNC tornada katerin iş parçasına Z ekseninde güvenli mesafede yaklaşma ve uzaklaşması için iş parçası düzlemlerine göre ofset değeri tanımlanır.

d) Hedef Model Seçimi: CNC torna tezgâhlarında işlenecek parçanın seçimi Model (model) menüsünden Nothing (seçim yok) sekmesi ve ardından hedef model seçilir.

e) Torna Ayna Ayakları Konumu: Chuck (ayna) ile aynanın yüzeyine olan referans konumunu ve ofset mesafesini belirler. Kesicinin iş parçası üzerinde geldiği son noktanın aynaya olan mesafesidir.



Görsel 1.88: Kurulum ayarları

1.2.2.2. Stok Parça Oluşturma

C eksen CAM programı ile tornalamada tasarlanan modeller için stok parça oluşturma işlemi 2 eksen CAM programlama ile aynı operasyon özelliklerine sahiptir

Stock sekmesi seçildiğinde;

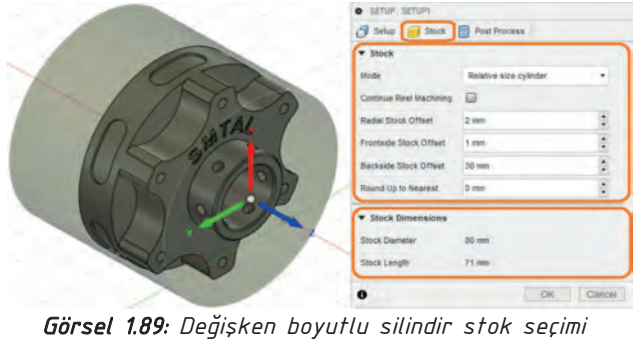
- Stok parça seçimi yapılır.

– **Stock (Stok):** İş parçasının dış ölçülerine göre stok oluşturmak için kullanılır.

–**Mode (Mod):** Stok boyutlarını ve görünümünü ayarlamak için genellikle Relative Size Cylinder ve Fixed Size Cylinder seçimi yapılır.

❖ **Relative Size Cylinder (Değişken Boyutlu Silindir):** Parçanın dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte silindir stok içine sığdır yapılır veaşağıdaki seçenekler açılır **(Görsel 1.89).**

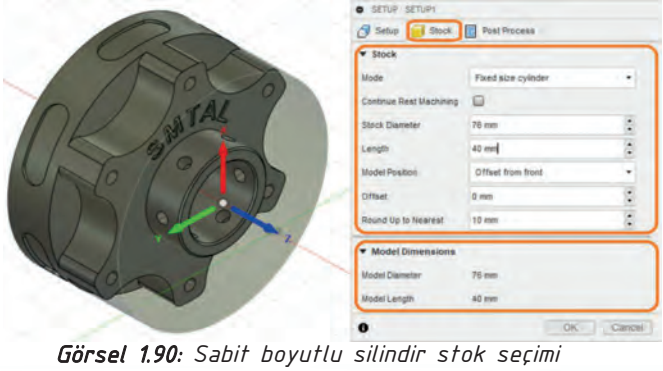
- **Continue Rest Machining (Kalanı Makineyle İşleme):** Kalan talaşı işlemeyi gerçekleştirir.
- **Radial Stock Offset (Stok Yarıçap Ofseti):** Radyal olarak verilen ek miktardır.
- **Frontside Stock Offset (Ön Yüz Stok Ofseti):** Modelin ön tarafına verilen ek miktardır.
- **Backside Stock Offset (Arka Yüz Stok Ofseti):** Modelin arka tarafına verilen ek miktardır.
- **Stock Diameter (Stok Çapı):** Parçanın stok çapını görüntüler.
- **Stock Length (Stok Uzunluğu):** Parçanın stok uzunluğunu görüntüler.



Görsel 1.89: Değişken boyutlu silindir stok seçimi

❖ **Fixed Size Cylinder (Sabit Boyutlu Silindir):** İş parçasının dış ölçülerine göre bir silindirin içine sığdır yapılır ve aşağıdaki seçenekler açılır **(Görsel 1.90).**

- **Stock Diameter (Stok Çapı):** Stok parçanın çapı ayarlanır.
- **Length (Stok Boyu):** Stok parçanın uzunluğu belirlenir.
- **Model Position (Model Pozisyonu):** Modeli konumlandırmak için Offset from front (stok önünden ofset) seçimi ile stok parçasını modelin ön yüzüyle aynı hizada olacak şekilde ayarlar.
- **Offset (Ofset):** Modelin ön yüzü ile stok parça ön yüzü arasındaki mesafeyi oluşturur.
- **Model Diameter (Model Çapı):** Orijinal parçanın çapını görüntüler.
- **Model Length (Model Boyu):** Orijinal parçanın uzunluğunu görüntüler.



Görsel 1.90: Sabit boyutlu silindir stok seçimi

1.2.2.3. İşlem Sonrası Ayarlar

C eksen CNC torna tezgâhları için gerekli olan G kodlarının oluşturulması öncesinde ayarlamalar yapılır. Bu ayarlar 2 eksen CAM programı ile tornalamada yapılan operasyonların bazıları ile aynıdır **(Görsel 1.91).**

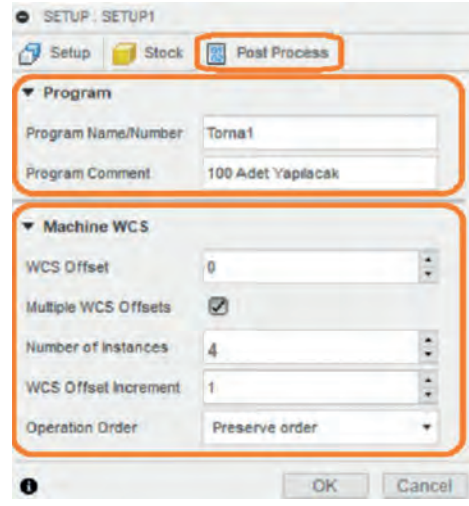
Post Process sekmesi seçildiğinde;

- Program numarası veya ismi girilir.
- Makine sıfır noktasının ofseti ayarlanır.

Post Process (son işlemci) sekmesi seçildiğinde Program Name/Number (program ismi veya numarası) ve Program Comment (program açıklaması) yazılır. Yazılan bu parametre son işlemciye (G koduna) aktarılır.

Machine WCS (makine koordinat sistemi) kaydırılarak WCS Offset (iş parçası koordinat sistemi ofseti) tanımlanır.

Multiple WCS Offsets (çoklu iş parçası koordinat sistemi ofseti) belirlenir.



Görsel 1.91: İşlem sonrası ayarlar

1.2.3. Takım Yollarının Oluşturulması ve Takım Yolu Simülasyonu

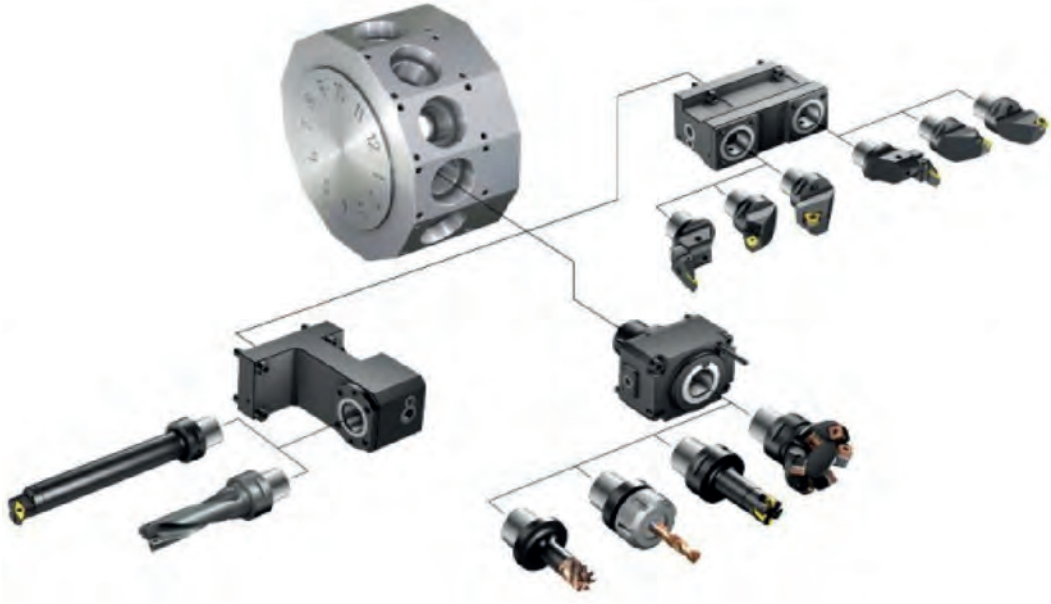
1.2.3.1. C Eksen Takım Yollarının Oluşturulması

C eksen tornalamada takım yolları iş parçası ile silindirik stok parça geometrisi, işlenmiş ürün geometrisi ve her operasyonda değişecek olan geometri bilgilerini taşıyan boyutsal bilgilerden oluşmaktadır.

Parçaya istenen profilin verilmesi, iş parçası ve takımın birbiri ile uyumlu hareketleri sonucunda olmaktadır. Bu hareketler döner eksen sayesinde iş parçası ve takımın hem hareketli olmasını hem de sabit kalmasını sağlar.

a) CNC Torna Kesicileri: C eksen tornalama ile tek uçlu takımlarla silindirik ve yuvarlak formlar oluşturulabildiği gibi karmaşık profilli frezeleme işlemleri de döner eksen sayesinde gerçekleştirilebilmektedir.

C eksen tornalamada, takım hem sabit hem de hareketlidir. Ayrıca iş parçası da sabit ve döner pozisyonda olabilir. Kesici seçiminde kendi ekseninde dönerek kesen ve C eksen torna gibi özel işlemlerde kullanılan kesicilere **canlı takım** da denilmektedir **(Görsel 1.92).**



Görsel 1.92: C eksen CNC torna kesicileri

b) C Eksen Tornalama Operasyonları: C eksen CNC torna tezgâhlarında C eksen işleme, 2D işleme veya prizmatik parça işleme olarak adlandırılan yöntemlerdir. C eksenin 2 eksenden farkı: İşlenen yüzeylerde Z eksenin X ekseni yönünde, X ekseninin ise Z ekseni yönünde referans ayarlarının yapılıyor olmasıdır. C eksen tornalama işleminde 2 eksen tornalama ve 2 ½ eksen frezeleme yöntemleri birlikte kullanılmaktadır.

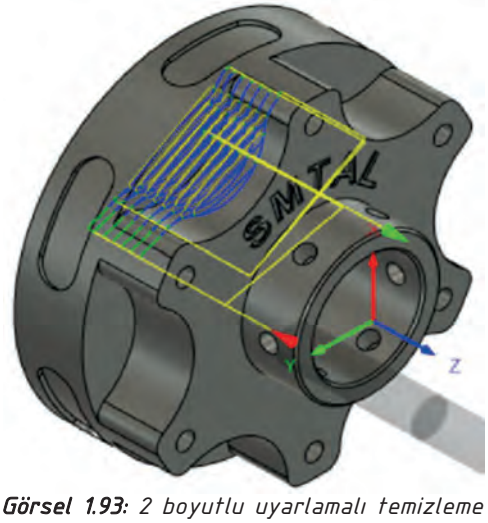
- ***2D Adaptive Clearing:*** *Dış profil ve havuz işleme*
- ***2D Pocket:*** *Havuz boşaltma işlemi*
- ***2D Contur:*** *Parça üzerindeki bir çizgi veya kontur boyunca işleme*
- ***Engrave:*** *Yazı veya gravür işleme*
- ***Drilling:*** *Delik delme işlemi*

C eksen tornalama işlemlerinde, iş parçasının dış çapındaki düzlemsel bölgeler, alın ve yüzey delikleri, dairesel kanal açma işlemleri veya iç çap frezeleme işlemleri yapılabilir. Parçada çoğaltılması gereken kısımlar var ise dizayn ağacında bulunan operasyon üzerindeyken sağ tuş Add to New Pattern (işlenecek kısımları çoğaltma ekle) seçeneği tıklanarak işlenecek kısım sayısı, çoğaltma türü seçilir ve işlenmesi sağlanır.

- ***2D Adaptive Clearing (2D Uyarlamalı Temizleme):*** *Prizmatik veya silindirik parçalarda dış profil ve havuz işleme operasyonudur.*

MANUFACTURE > MILLING > 2D > *iletişim penceresinden* ***2D Adaptive Clearing*** *sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

C eksen tornalama işleminde 2 boyutlu uyarlamalı temizleme stratejisi, prizmatik veya silindirik parçalarda dış profili ve havuz boşaltma işlemi için kullanılır ***(Görsel 1.93).***

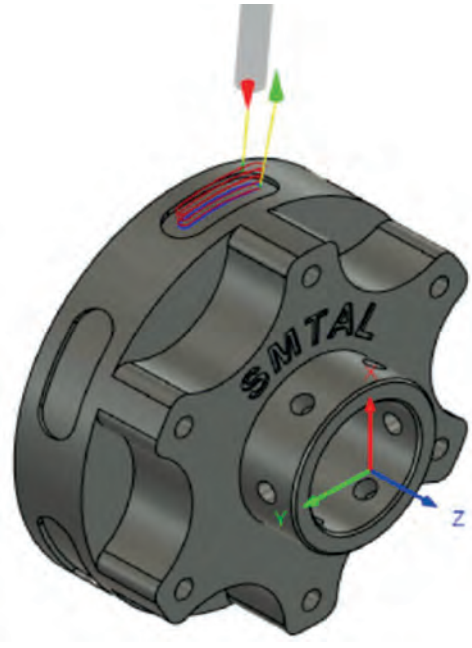


Görsel 1.93: *2 boyutlu uyarlamalı temizleme*

- *2D Pocket (Cep Boşaltama): Prizmatik veya silindirik parçalarda havuz işleme operasyonudur.*

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden 2D Pocket sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

C eksen tornalama işleminde 2 boyutlu cep boşaltma stratejisi, prizmatik veya silindirik parçalarda havuz boşaltma işlemi için kullanılır ***(Görsel 1.94).***

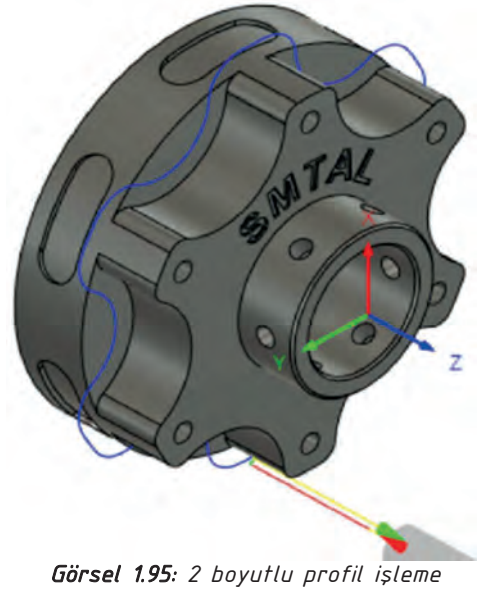


Görsel 1.94: *2 boyutlu cep boşaltma*

• *2D Contur (2D Kontur): Prizmatik veya silindirik parça üzerindeki bir hattı kullanarak işleme operasyonudur.*

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden 2D Contur sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

C eksen tornalama işleminde 2 boyutlu profil işleme stratejisi, prizmatik veya silindirik parçalarda bir çizgi veya profil hattı boyunca işlemek için kullanılır ***(Görsel 1.95).***

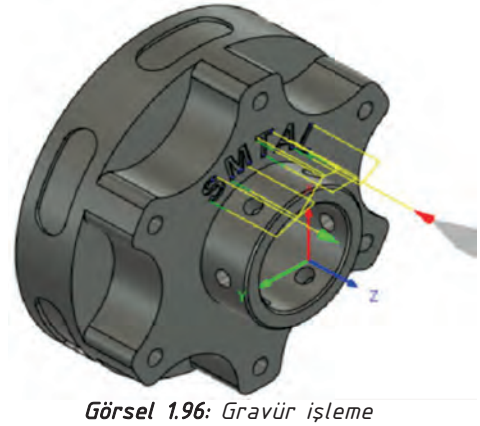


Görsel 1.95: *2 boyutlu profil işleme*

• *Engrave (Gravür): Prizmatik veya silindirik parça üzerinde yazı ve gravür işleme operasyonudur.*

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden Engrave sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

C eksen tornalama işleminde gravür işleme stratejisi, prizmatik veya silindirik parçalarda yazı ve motif işlemek için kullanılır ***(Görsel 1.96).***

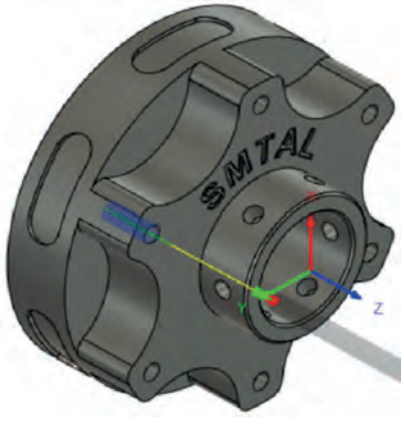


Görsel 1.96: *Gravür işleme*

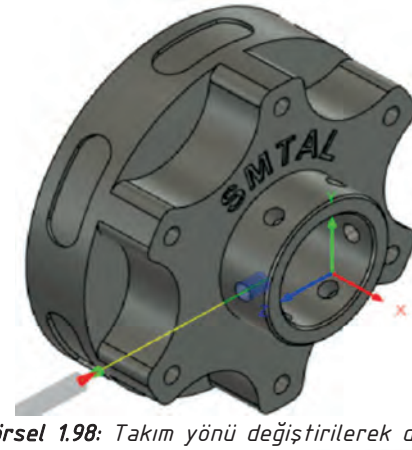
• *Drill (Delme): Prizmatik veya silindirik parça üzerindeki delik delme işlemini yapar.*

MANUFACTURE > MILLING veya TURNING > DRILLING > iletişim penceresinden Drill sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

C eksen tornalama işleminde delme stratejisi, prizmatik veya silindirik parça üzerindeki deliği delme işlemi için kullanılır ***(Görsel 1.97).*** *Takımın Z ekseni değiştirilerek yapılacak operasyonlarda ise Tool Orientation (takım oryantasyonu) seçilerek takımın yönü değiştirilir. Parçanın eksenine parelel bir Z ekseni oluşturularak işleme yapılır* ***(Görsel 1.98).***



Görsel 1.97: *Takım yönü değiştirilmeden delme*



Görsel 1.98: *Takım yönü değiştirilerek delme*

c) C Eksen Tornalama Operasyonu İşlemleri: C Eksen takım yolu oluşturulurken tornalama operasyonlarında 2 eksen tornalama ile aynı işlemler yapılabildiği gibi iş parçasının dış çapındaki düzlemsel bölgeler, dairesel kanal açma, alın ve yüzey delikleri, frezeleme işlemleri yapılabilir. C eksen tornalama işlemleri için ayarlamalar yapıldıktan sonra operasyon tamamlanır.

- ***Tool** : Kesici seçimi*
- ***Geometry**: İş parçası geometrisi seçimi*
- ***Height**: Kesme yükseklik ayarları*
- ***Passes**: Kesme değerleri*
- ***Linking**: Kesici giriş, çıkış ve bağlantıları*

- ***Tool Tap Settings (Takım Sekme Ayarları):** C eksen tornalama operasyonlarına uygun kesicileri eklemenizi sağlar **(Görsel 1.99).***

***-Tool (Takım):** Takım eklemek için **Select** (seç) tıklanır. Açılan pencereden **New Tool** (yeni takım) sekmesi, **Milling veya Turning** (frezeleme veya tornalama) menüden uygun kesici seçilir.*

***- Feed & Speed (İlerleme ve Devir):** Takım yolu hareketinde takımın devir, ilerleme ve kesme ayarları yapılır.*

***Spindle Speed (İş Mili Hızı):** Kesici dönme devridir.*

***Surface Speed (Yüzey Hızı):** Parça üst yüzeyinde geçişlerdeki ilerlemedir.*

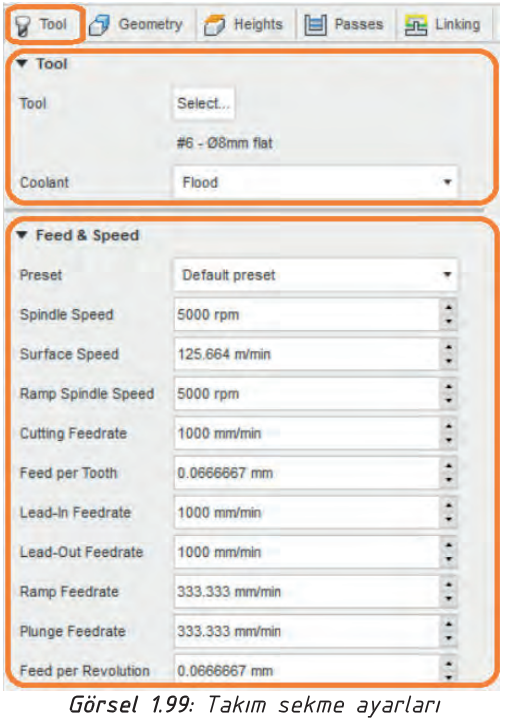
***Ramp Spindle Speed (Rampa Mili Hızı):** Kesicinin parçaya dalış sırasındaki devridir.*

***Cutting Feedrate (Kesme İlerleme Hızı):** Kesme ilerlemesidir.*

***Feed per Tooth (Diş Başına İlerleme):** Kesme anındaki kesici ağız başı ilerlemesidir.*

***Lead-In Feedrate (Giriş İlerleme Hızı):** Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemesidir.*

***Lead-Out Feedrate (Çıkış İlerleme Hızı):** Kesme sonundaki çıkış ilerlemesidir.*



Görsel 1.99: Takım sekme ayarları

***Ramp Feedrate (Rampa İlerleme Hızı):** İş parçasına helisel bir dalma yaptığında verilecek ilerlemedir.*

***Plunge Feedrate (Dalma İlerleme Hızı):** İş parçasına dik dalma kullanılacağı zamanki ilerlemedir.*

***Feed per Revolution (Devir Başına İlerleme):** Diş başına ilerlemedir.*

- ***Geometry Tap Settings (Geometri Sekme Ayarları):** Parça üzerinde işlenecek kısımların seçimi yapılır **(Görsel 1.100).***

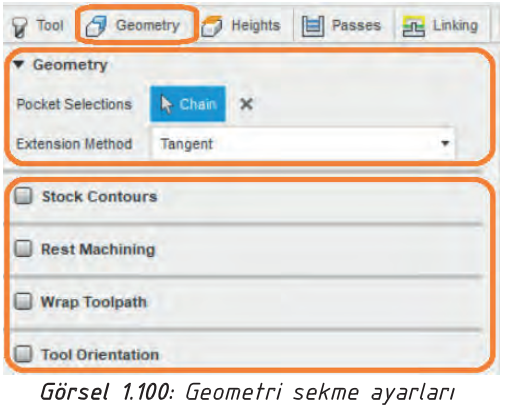
***Pocket Selection (Cep Seçimi):** İşleme sınırını tanımlamak için bir yüz, kenar veya kontur seçilir.*

***Stock Contours (Stok Konturları):** İşleme alanı sınır çizgisi seçilir.*

***Rest Machining (Kalanı İşleme):** Yalnızca önceki bir kesicinin veya işlemin çıkaramadığı malzemeyi kaldıracak şekilde sınırlar.*

***Wrap Toolpath (Sarmal Takım Yolu):** Sarmal şeklinde takım yolu oluşturma işlemini yapar.*

***Tool Orientation (Takım Oryantasyonu):** Takım referans noktası ayarlamasını veya değiştirme işlemini yapar.*



Görsel 1.100: Geometri sekme ayarları

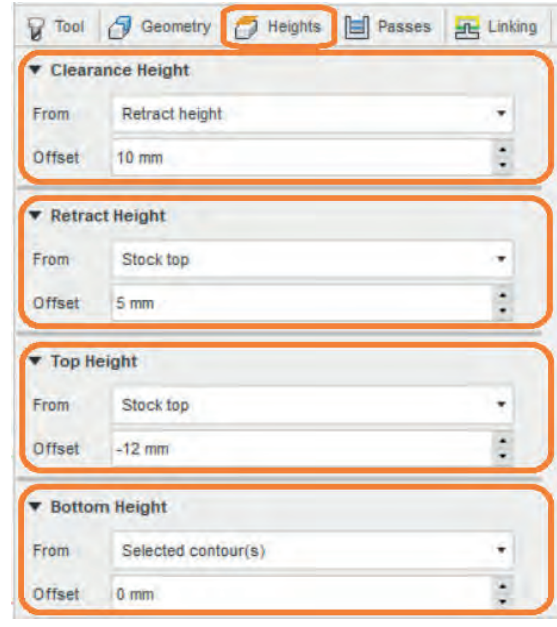
• *Heights Tap Settings (Yükseklik Sekme Ayarları): Takım yoluna giriş ve çıkışları kontrol etmeyi sağlar (Görsel 1.101).*

– *Clearance Height (Boşluk Yüksekliği): Takım yolunun başlangıcına giderken takımın hızla ilerlediği ilk yüksekliktir.*

– *Retract Height (Geri Çekilme Yüksekliği): Bir sonraki kesme geçişinden önce takımın hareket ettiği yüksekliği ayarlar.*

– *Top Height (Üst Yükseklik): Kesimin üst kısmını tanımlayan yüksekliği ayarlar. Üst yükseklik, alt kısmın üzerinde ayarlanmalıdır.*

– *Bottom Height (Alt Yükseklik): Takımın kütüğe indiği son işleme derinliğini ve en düşük derinliği belirler.*



Görsel 1.101: Yükseklik sekme ayarları

• *Passes Tap Settings (Paso Sekme Ayarları): Takım yolu hareketlerinde takımın aşağı ve yan adımlarıyla ilgili ayarlar yapılır (Görsel 1.102).*

Tolerance (Tolerans): Eğri çizgiler ve elipsler gibi geometriyi doğrusallaştırırken kullanılan tolerans değeridir.

Optimal Load (Yanal Adım): Takım yolunun sürdürmesi gereken maksimum yana kayma miktarıdır.

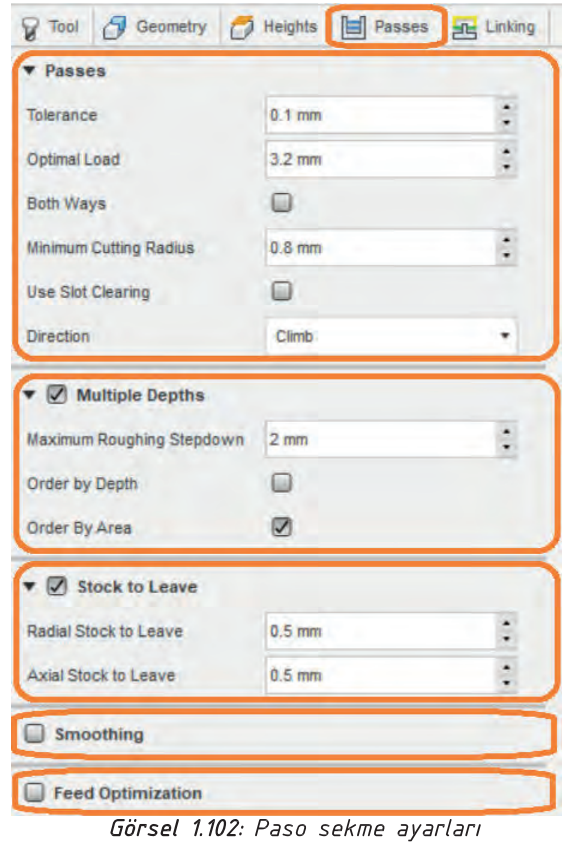
Both Ways (Çift Yönlü Kesim): Açık havuz bölgelerinde çift yönlü kesme yaptırır. Kesme işlemi yapılırken kesici Climb ve Conventional kesmeyi birlikte yapar.

Minimum Cutting Radius (Minimum Kesme Radüsü): Kesicinin talaş kaldırırken istenildiğinde köşelerde oluşturulacak en küçük yarıçaplı takım yolu ile frezleme işlemi yapılılır.

Use Slot Clearing (Yuva Temizlemeyi Kullanmak): Havuzun orta kısmında havuz boyunca bir yuva açıp ön boşaltma yapar.

Direction (Yön): İşleme yönünü belirlemek için kullanılır.

– *Multiple Depths (Çoklu Derinlikler): Sabit kesme yükseklikleri vermek için kullanılır. Verilen talaş yüksekliği kadar her pasoda kesme işlemi yapılır.*



Görsel 1.102: Paso sekme ayarları

Maximum Raughing Stepdown (Maksimum Aşağı Adım): En fazla kesme yüksekliği değer mm olarak olarak verilmelidir. Kalan talaş son pasoda işlenir.

– *Stock to Leave (İnce İşleme Payı): İnce işlemeler için ya da bir sonraki yapılacak frezeleme işlemi için bırakılan paydır.*

– *Smoothing (Yumuşatma): Takım yolu hareketlerine verilen yumuşatma değeridir.*

Feed Optimization (İlerleme Değeri Uyarlamaları): Takım yolu üzerindeki ilerleme değerlerini değiştirir.

•**Linking Tab Settings (Bağlantı Sekme Ayarları):** Tüm kesme olmayan takım yollarında kesicinin iş parçasına giriş ve çıkış hareketleri ile havada gezinme hareketleri kontrol edilir **(Görsel 1.103).**

Retraction Policy (Geri Çekilme Yöntemi): Takımın, kesme hareketleri sırarasında nasıl geri çekileceğini kontrol eder.

High Feedrate Mode (Yüksek İlerleme Hızı Modu): Hızlı hareketlerin ne zaman gerçek hız (G0) olarak çıkarılması gerektiğini ve ne zaman yüksek ilerleme hızı hareketi (G1) olarak çıkarılması gerektiğini belirtir.

Allow Rapid Retract (Hızlı Geri Çekilmeye İzin Vermek): Etkinleştirildiğinde, geriçekilmeler hızlı hareketler (G0) olarak yapılır.

Makimum Stay-Down Distance (Minimum Kalma Mesafesi): Bekleme hareketleri için izin verilen maksimum mesafeyi belirler.

Minimum Stay-Down Clearance (Minimum Kalma Mesafesi): Aşağıda durma hareketleri için izin verilen minimum mesafeyi belirler.

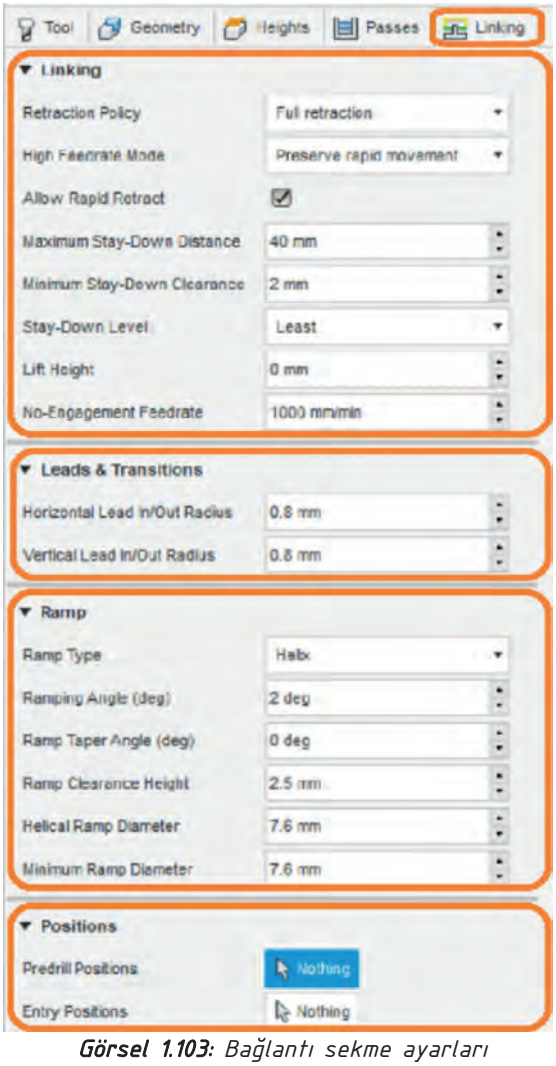
Stay-Down Level (Aşağıda Kalma Seviyesi): Profilin etrafında dolaşırken geri çekilme yapmak yerine ne zaman aşağıda kalacağını kontrol etmek için bu ayar kullanılır.

Lift Height (Kaldırma Yüksekliği): Yeniden konumlandırma hareketleri sırasında kaldırma mesafesini belirtir.

No-Engagement (Etkileşme Yok İlerleme Hızı): Takımın malzemeye bağlı olmadığı ancak aynı zamanda geri çekilmediği hareketler için kullanılan besleme hızını belirler.

- **Leads & Transitions (Giriş ve Geçişler):** Takımın giriş ve geçişlerde parçaya temas eden yüzeyleri pürüzsüzleştiren hareketleri kontrol eder.

- **Ramp (Rampa):** Kesicinin her derinlemesine kesim hareketinin (Z ekseni yönünde parçaya giriş derinliği) nasıl olacağını belirler.

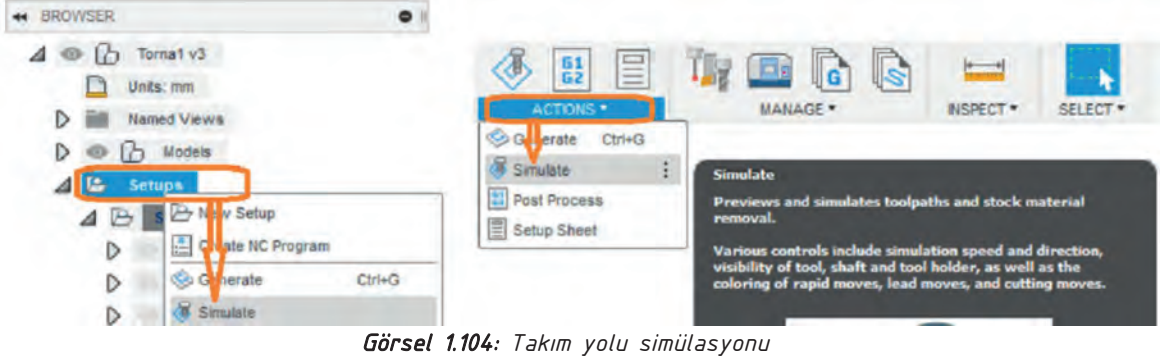


Görsel 1.103: *Bağlantı sekme ayarları*

- **Positions (Pozisyon):** Kesicinin malzemeye girmesine izin vermek istenilen konumun yakınındaki geometri seçilir.

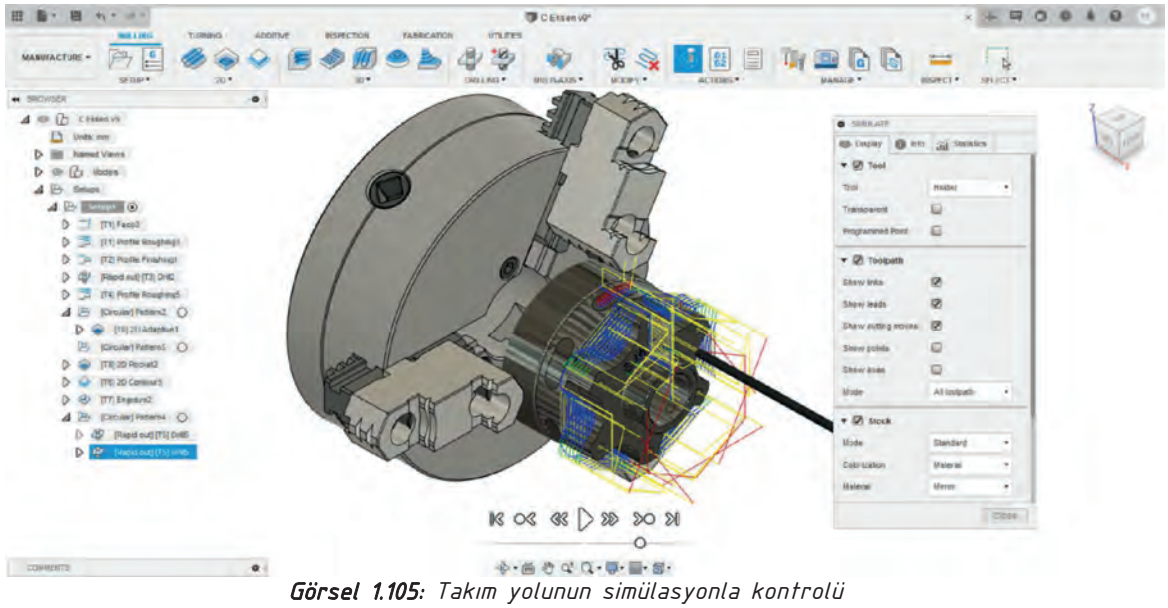
1.2.3.2. Takım Yolu Simülasyonu

Takım yolları ekranın sol tarafında bulunan işlem ağacındaki **Setups** menüsünden operasyon sırasına göre **Simulate** tıklanarak simüle edilebildiği gibi **ACTIONS** menüsününden **Simulate** tıklanarak da simüle edilebilir **(Görsel 1.104).**



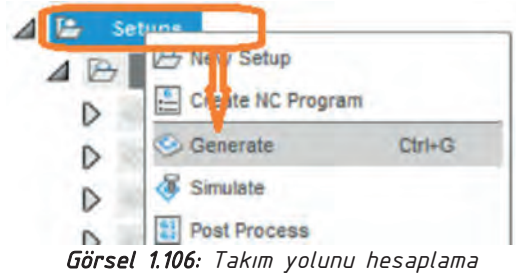
Görsel 1.104: *Takım yolu simülasyonu*

Simülasyon penceresi açıldığında, operasyonların doğru yapılıp yapılmadığı ***Başlat*** *butonu ie simüle edilerek görülebilir* ***(Görsel 1.105).***



Görsel 1.105: *Takım yolunun simülasyonla kontrolü*

Sümülasyon kontrolünden sonra düzenlemeler yapılabilir. Setups sekmesi altındaki Generate (üretmek) seçeneği ile yeniden hesaplama yapılarak oluşturulan takım yolu düzenlemesi aktif hâle getirilir ***(Görsel 1.106).***

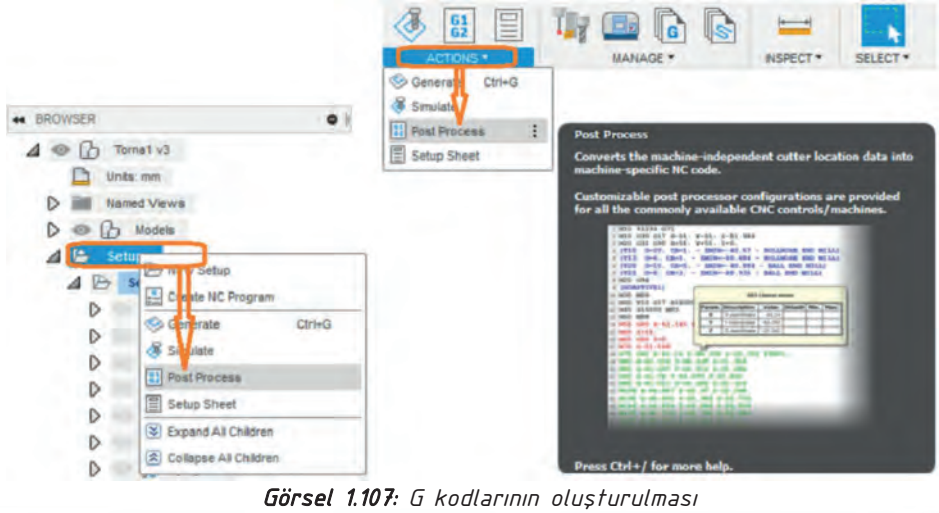


Görsel 1.106: *Takım yolunu hesaplama*

1.2.4. G Kodlarının Oluşturulması ve Düzenlenmesi

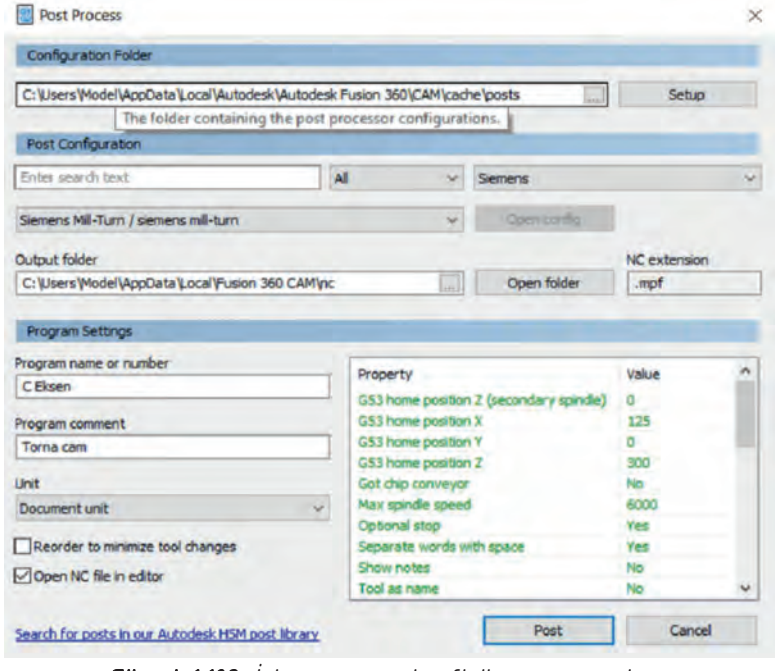
1.2.4.1. G Kodlarının Oluşturulması

NC kodlarını ekranın sol tarafında bulunan ürün ağaçındaki Setups menüsünden Post Process tıklanarak oluşturulabildiği gibi ACTIONS (hareketler) menüsününden de Post Process tıklanarak G kodları oluşturulabilir ***(Görsel 1.107).*** *Ürün ağacında istenirse tek bir operasyon için de G kodları üretilebilir.*



Görsel 1.107: *G kodlarının oluşturulması*

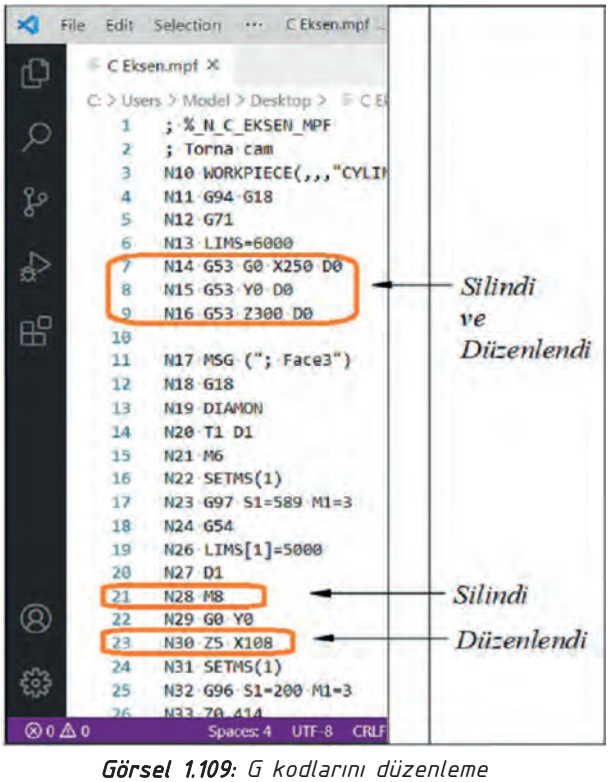
Oluşturulan G kodları, C eksen torna tezgâh tipine ve yapısına uygun olmalıdır. G kodları oluşturulmak istendiğinde ürün ağacındaki Setups menüsünden Post Process sekmesi tıklandıktan sonra açılan pencereden konfigürasyon ayarları yapılır ve Post (ileti) butonu tıklanarak G kodları oluşturulur ***(Görsel 1.108).***



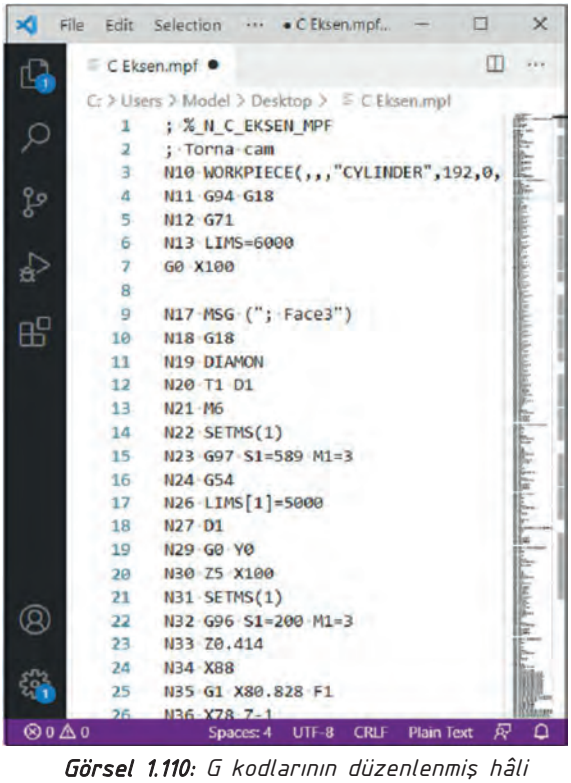
Görsel 1.108: *İşlem sonrası konfigürasyon ayarları*

1.2.4.2. G Kodlarının Düzenlenmesi

G kodlarında gerekirse bazı satırlar silinip, bazı satırlarda da düzenlemeler yapılabilir ***(Görsel 1.109).*** *G kodlarının düzenlemesi yapıldıktan sonra tekrar kaydedilir* ***(Görsel 1.110).*** *Artık istenen özelliklere uygun NC kodları torna tezgâhına aktarılır.*



Görsel 1.109: *G kodlarını düzenleme*

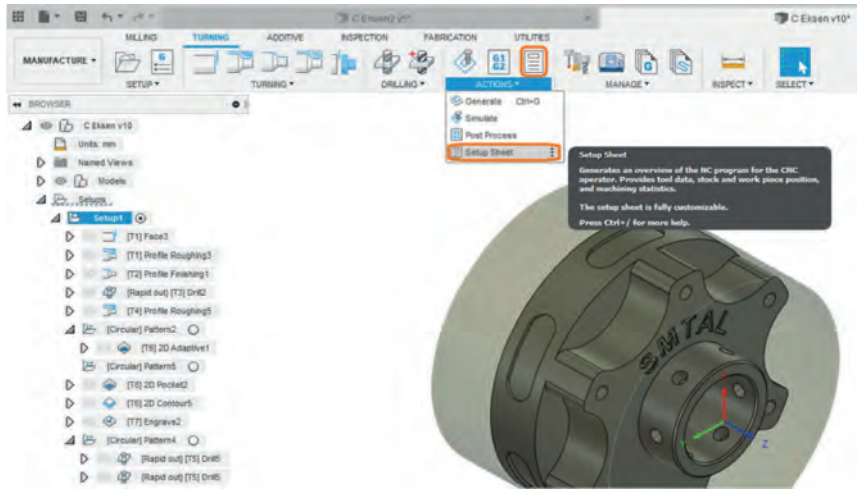


Görsel 1.110: *G kodlarının düzenlenmiş hâli*

1.1.4.3. Kurulum Sayfası Alma

CAM programlamada kurulum sayfası makine operatörü için kolaylık sağlar. Sayfa çıktısı alınır ve operatör bu çıktı ile tezgâh ayarlarını yaparak parçayı işler.

Kurulum sayfasını almak için, MANUFACTURE > TURNİNG > ACTIONS > Setup Sheet veya araç çubuğundan Setup Sheet (kurulum sayfası) sekmesi tıklanır **(Görsel 1.111)**.



Görsel 1.111: Kurulum sayfası almak

Kurulum sayfası; stok boyutu, iş tanımı, sıfır konumu, takımlar, ilerlemeler, hızlar ve iş ofsetleri ile ilgili bilgiler içerir. Bilgisayarınızdaki ilgili CAM klasörü seçilerek kaydedilir ve sayfanın çıktısı alınarak operatörün CNC torna tezgâhında doğru bir sıfırlama yapması sağlanır **(Görsel 1.112)**.



Setup Sheet for Program 1001

Job Description: Setup1
Document Path: C Eksen v10

Setup

WCS: #0

Stock:
DX: 78mm
DY: 78mm
DZ: 60mm

Part:
DX: 76mm
DY: 76mm
DZ: 40mm

Stock Lower in WCS #0:
X: -39mm
Y: -39mm
Z: -60mm

Stock Upper in WCS #0:
X: 39mm
Y: 39mm
Z: 0mm

Total

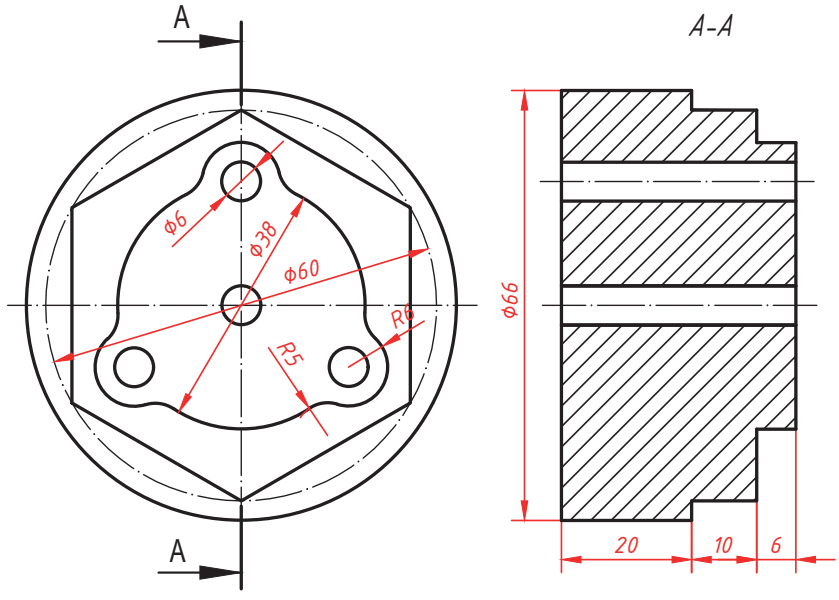
Number Of Operations: 20
Number Of Tools: 8
Tools: T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8
Maximum Feedrate: 5000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 7639.25mm
Rapid Distance: 7688.81mm
Estimated Cycle Time: 11m:35s

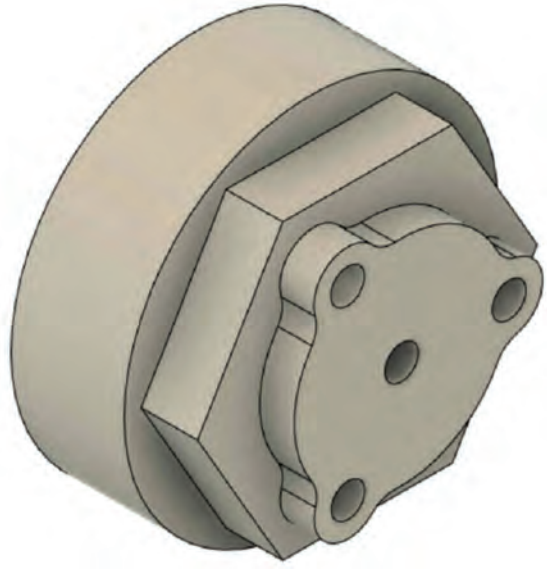
Görsel 1.112: Kurulum sayfası

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.4
KONU	1.2.5. C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI	SÜRE 8 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29512

C EKSEN 2





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizme	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

C EKSEN CAM PROGRAMIYLA TORNALAMA UYGULAMASI

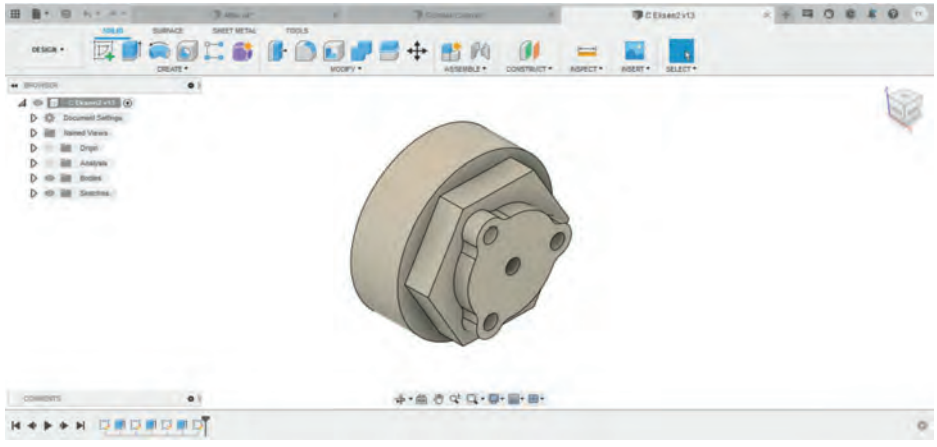
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

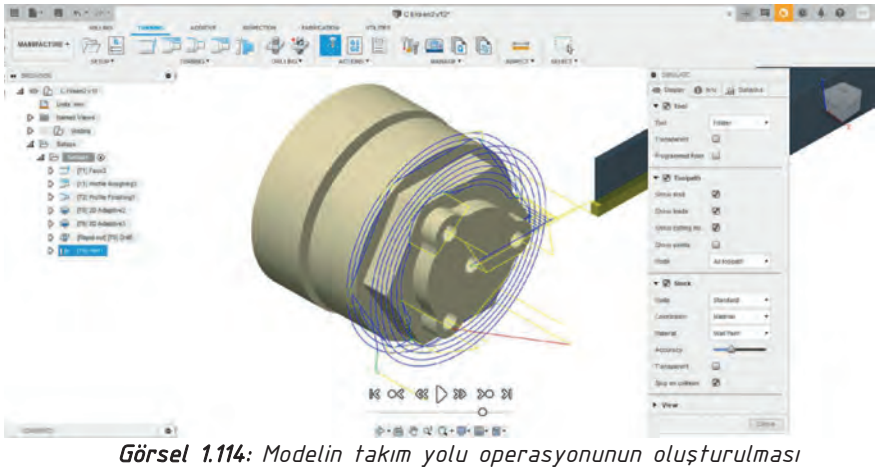
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. Torna 2 parçasının üç boyutlu resmini CAD ortamında çiziniz ve kaydediniz.
3. Torna 2 parçasını CAM sayfasına aktarınız ve takım yollarını oluşturarak kaydediniz.
   a) Alın tornalama,
   b) Kaba tornalama,
   c) İnce tornalama,
   d) Kanal tornalama,
   e) Vida açma işlemi,
   f) Delme işlemi,
   g) Kesme işlemi,
4. Parçanın G kodunu oluşturunuz.
5. CAD-CAM çalışmalarını ve G kodunu masa üstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
6. Numaranızla kayıtlı klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

Teknik resmi verilen modelin 3 boyutlu çizimi CAD programı kullanılarak uygun bir düzlemde ve ölçüde çizilir ***(Görsel 1.113).***



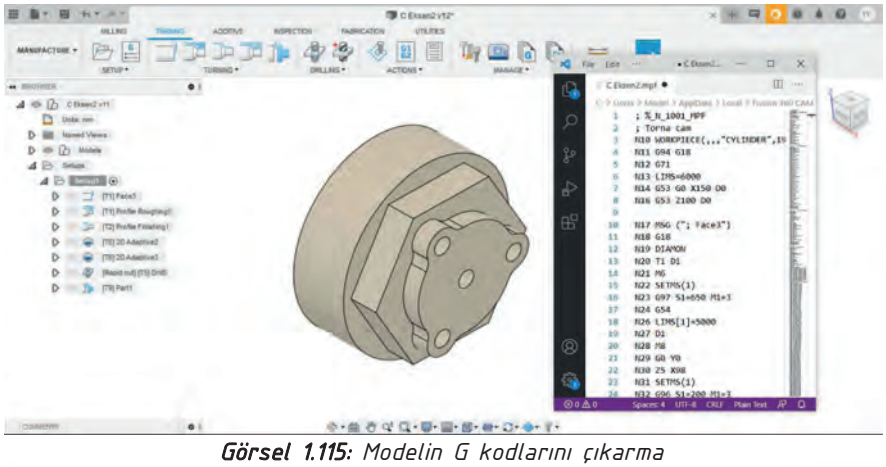
Görsel 1.113: *Modelin 3 boyutlu çizimi*

3 boyutlu modeli CAD programı ile çizilen parça, CAM programına aktarılarak C eksen programlama yöntemi ile takım yolu oluşturulur ***(Görsel 1.114).*** *Takım yolu oluşturulan parça simüle edilerek doğru takım yolunun oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilir.*



Görsel 1.114: *Modelin takım yolu operasyonunun oluşturulması*

Takım yolları kontrol edilen model kaydedilir ve G kodları çıkarılır ***(Görsel 1.115).*** *G kodları düzenleme işlemlerinin ardından son kontroller de yapılarak CNC torna tezgâhına aktarılmak üzere taşınabilir belleğe veya bilgisayara aktarılır.*

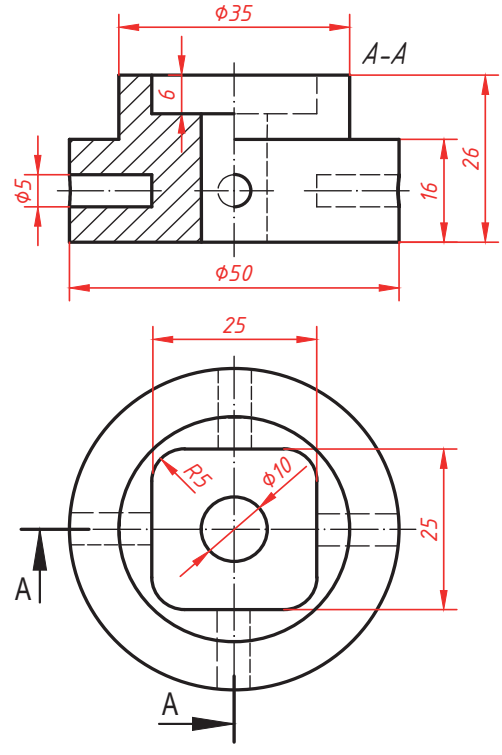


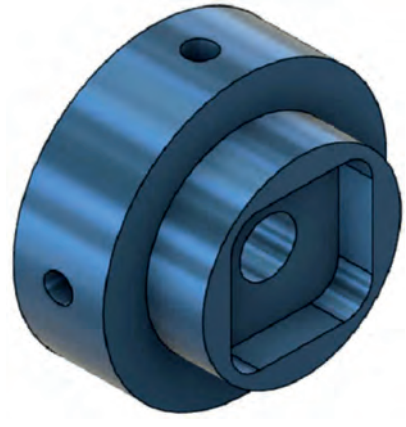
Görsel 1.115: *Modelin G kodlarını çıkarma*

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.5
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29513

KAPAK





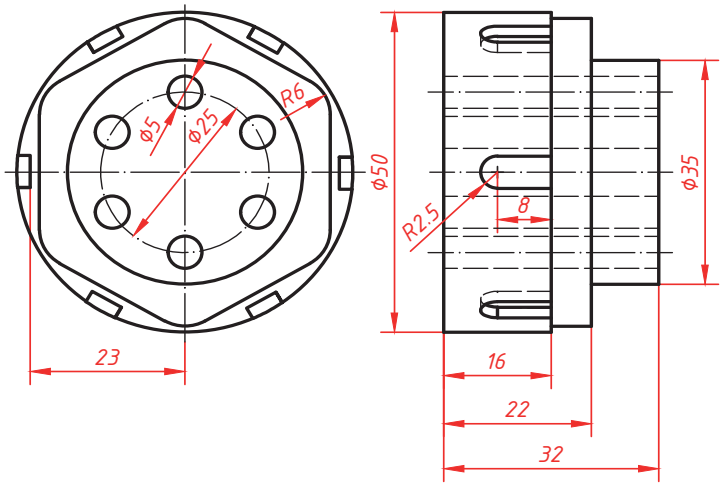
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../...../ 20.....		..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../...../ 20.....		

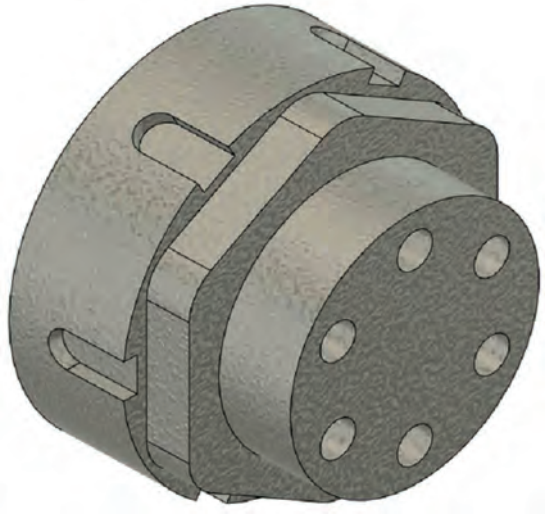
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizme	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ	1. CNC TORNA İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 1.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29514

FLANŞLI KAPAK





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		. . . . . MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

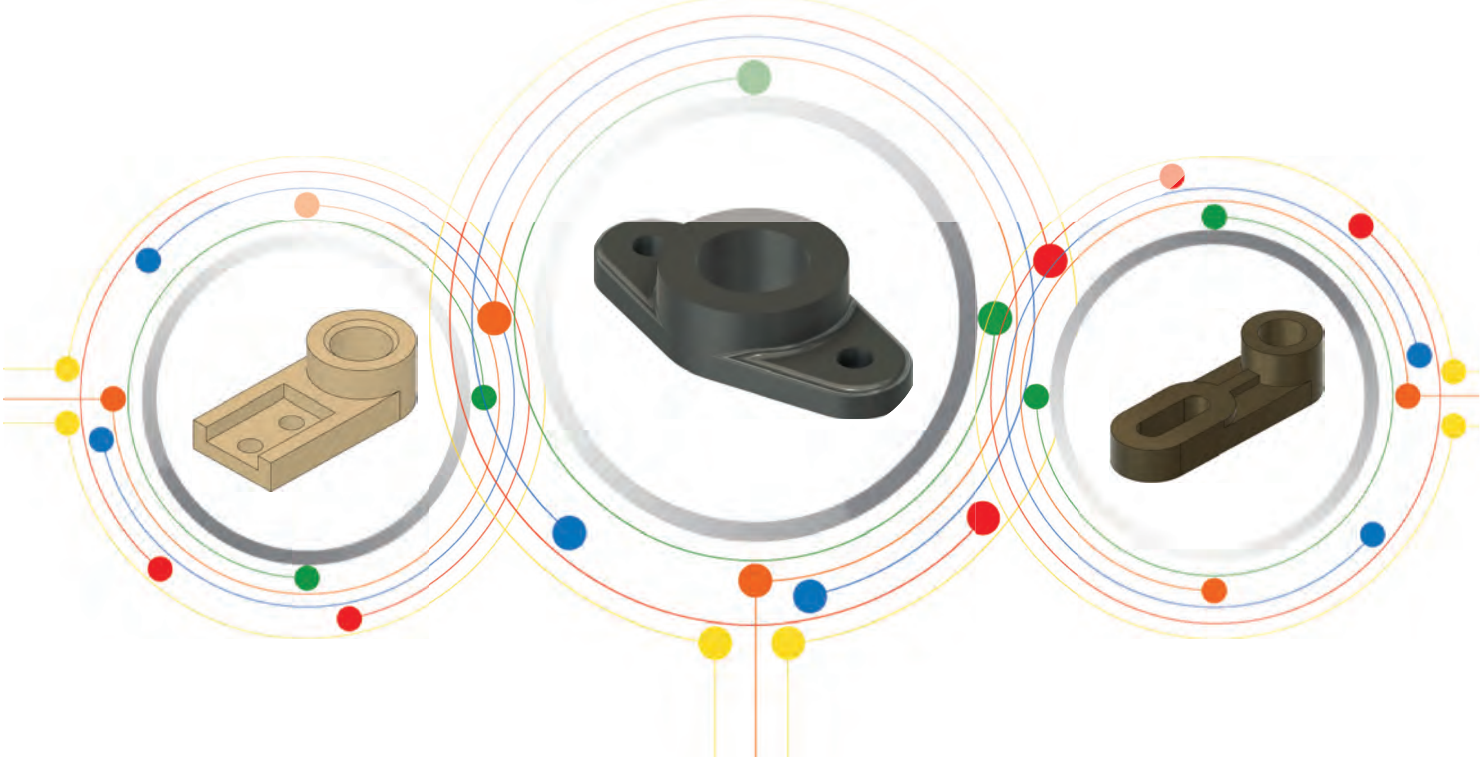
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizme	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ

2

CNC FREZE İÇİN
CAM PROGRAMLAMA

Bu bölümde;
2 ½ eksen CAM programıyla frezeleme ve 3 eksen CAM programıyla frezeleme yapmayı öğreneceksiniz.

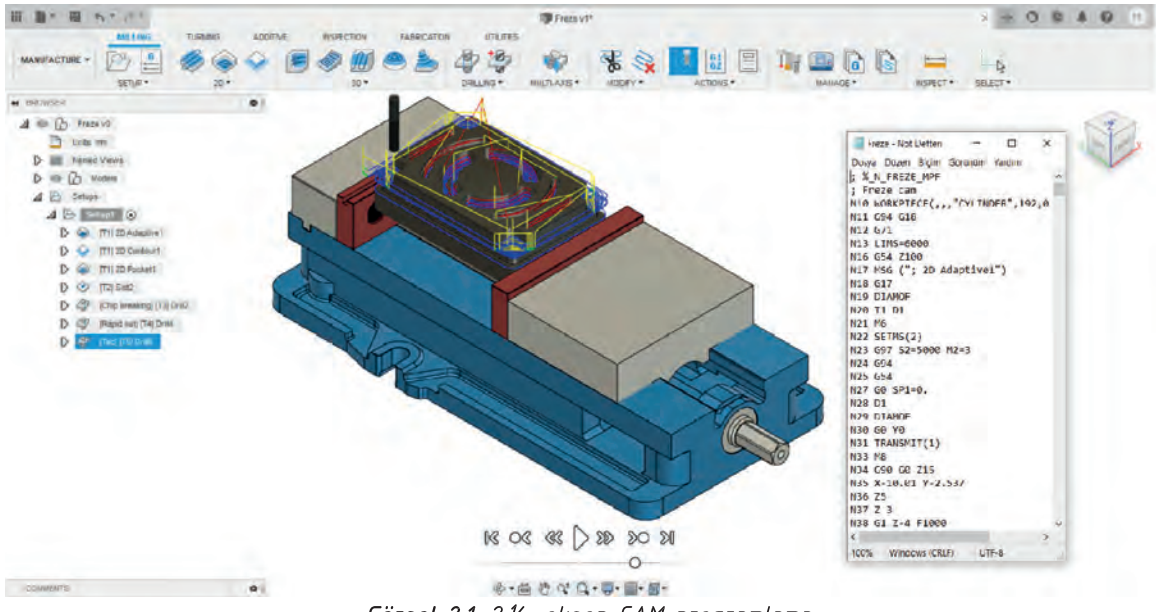


2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA

CAM programları, CNC freze tezgâhlarında programlanamayan karmaşık şekilli parçaları işleyebilmek ve takım yollarını oluşturabilmek için kullanılır. CNC freze tezgâhlarını daha verimli çalıştırabilmek için CAM programları kullanılmalıdır. CAM programı, 2 ½ ve 3 eksen CNC freze tezgâhlarında üretilecek modelleri simülasyon ile kontrol ederek G kodlarını çıkarma imkanına sahiptir.

2.1. 2 ½ EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME

2 ½ eksen CAM programı, karmaşık yüzeylere sahip olmayan prizmatik iş parçalarının işlenmesinde kullanılır. 2 ½ eksende takım X ve Y eksenlerinde yatay hareketle parçadan talaş kaldırırken Z ekseninde ise dikey hareketle parçaya dalma hareketi yaparak talaş kaldırır. Z ekseninde tam bir hareket söz konusu değildir. 2 ½ eksenli freze tezgâhlarına CAM programıyla G kodlarını çıkarabilmek için modelin 2 veya 3 boyutlu olarak çizilmesi gerekir ***(Görsel 2.1).***



Görsel 2.1: 2 ½ eksen CAM programlama

CNC freze tezgâhı için 2 ½ eksen takım yollarını oluşturma işlem sırası:

- *Önce işlenecek parçanın şekli **DESIGN** (tasarım) çalışma alanında 3 boyutlu olarak çizilir.*
- *Parçayı işlemek için **MANUFACTURE** (üretim) modülüne aktarılır.*
- *Araç çubuğundan **SETUP** (kurulum) klasörü, **New Setup** (yeni kurulum) ve **MILLING** (frezeleme) sekmesi tıklanır.*
- ***SETUP** iletişim penceresinden:*
  - ***Machine** (makine) ve **Operation Type** (operasyon tipi) seçilir.*
  - ***Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktası) tanımlanır.*
  - ***Model** (model) seçimi yapılır.*
  - ***Fixture** (fikstür) seçimi yapılır.*
  - ***Stock** (stok) tanımlanır.*
  - ***Post process** (program numarası ve makine sıfır noktasını ofsetleme) belirlenir.*
- ***MILLING** iletişim penceresinden:*
  - *Parçanın şekline uygun işleme stratejisi seçilir. (2D Adaptive Clearing, 2D Pocket, Face, 2D Contour, Slot, Trace, Thread, Bore, Circular, Engrave ve 2D Chamfer)*

Bu sekmenin altında aşağıdaki işlemler yapılır:

- **Tool** (kesiciler) ayarlanır.
- **Feed & Speed** (ilerleme ve devir) ayarlanır.
- **Geometry** (parça geometrisi) seçilir.
- **Heights** (işleme yükseklikleri) ayarlanır.
- **Passes** (kesme ayarları) yapılır.
- **Linking** (bağlantılar) ayarlanır.

➢ **Simülate** (simülasyon) takım yollarının 3 boyutlu simulasyonu izlenir.

➢ **Post Process** (G kodu) çıkarma işlemi yapılır.

2.1.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ

CNC frezede işlenmesi gereken modeller CAD/CAM programında çizilebileceği gibi başka bir programda çizilmiş modeller de kullanılan programa aktarılarak takım yolu oluşturulabilir. İşlenecek model dosyasını transfer ederken kullandığımız programı destekleyen dosya uzantılarında çizimleri kaydetmemiz gerekir. CAM programları genellikle 2 ve 3 boyutlu çizimlerin dosya uzantılarını ve formatlarını değiştirmeden açabilmektedir **(Görsel 2.2).**

Parça dosyasının açılması için program penceresindeki **File** (dosya) menüsünden **Open** (aç) seçilerek daha önce çizilen parça CAM programına aktarılır ve açılır **(Görsel 2.3).**

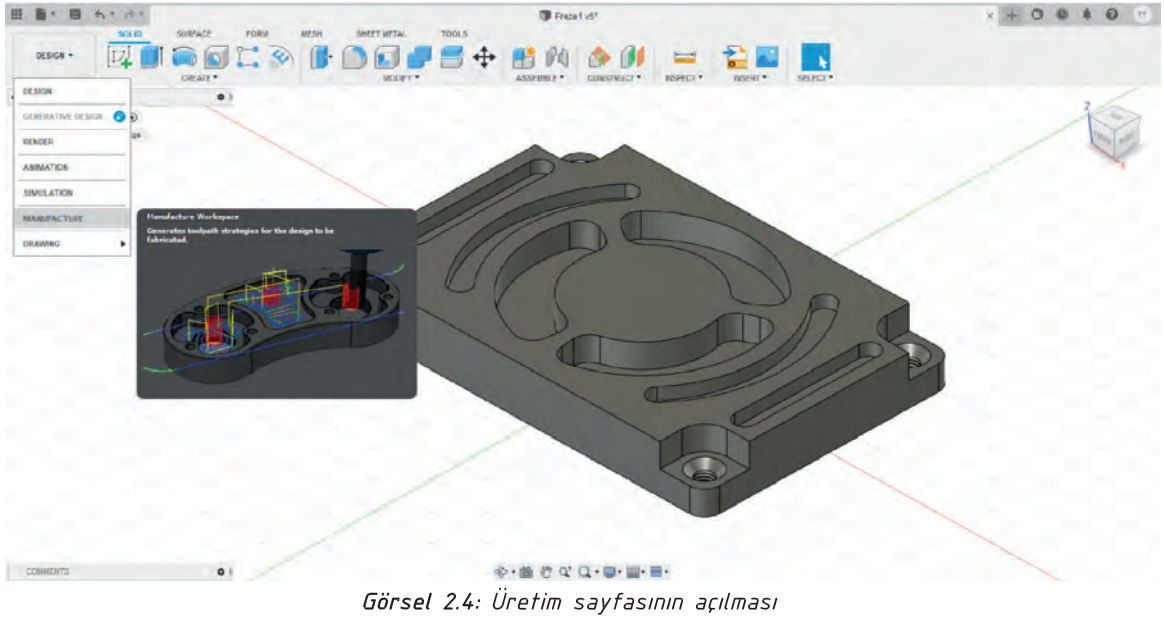


Görsel 2.2: Farklı uzantılı dosyaların açılması



Görsel 2.3: Parça dosyasının açılması

CAD Programında **DESIGN** (tasarım) modülü içindeyken **Change Workspace** (çalışma alanını değiştir) yapılır. Karşımıza gelen modül seçimlerinden **MANUFACTURE** (üretim) modülü tıklanır ve CAM sayfası açılmış olur **(Görsel 2.4).** Açılan dosya daha sonra **Save** ile kaydedilir.



Görsel 2.4: Üretim sayfasının açılması

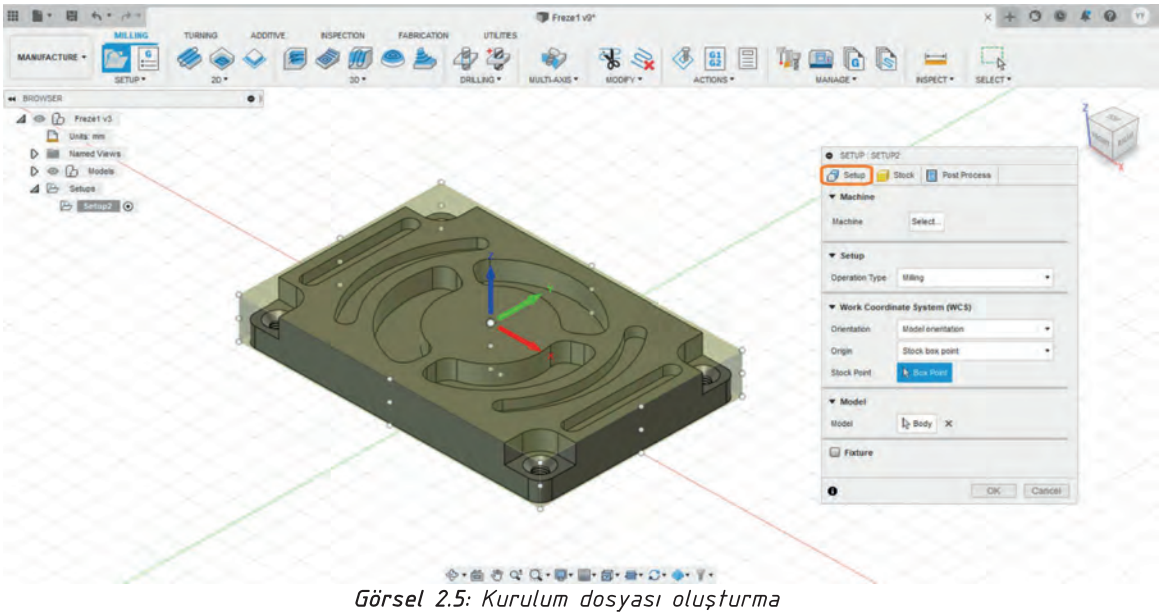
2.1.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI

2.1.2.1. Kurulum Dosyası Oluşturma

CAM Programında 2 ½ eksen takım yolu oluşturmak için ilk işlem program ekranında yer alan **Toolbar** (araç çubuğu)`daki **SETUP** (kurulum) ve **MILLING** (frezeleme) sekmesi tıklanır. Yapılacak işe göre ilave bir setup dosyası oluşturulmaktadır **(Görsel 2.5)**.

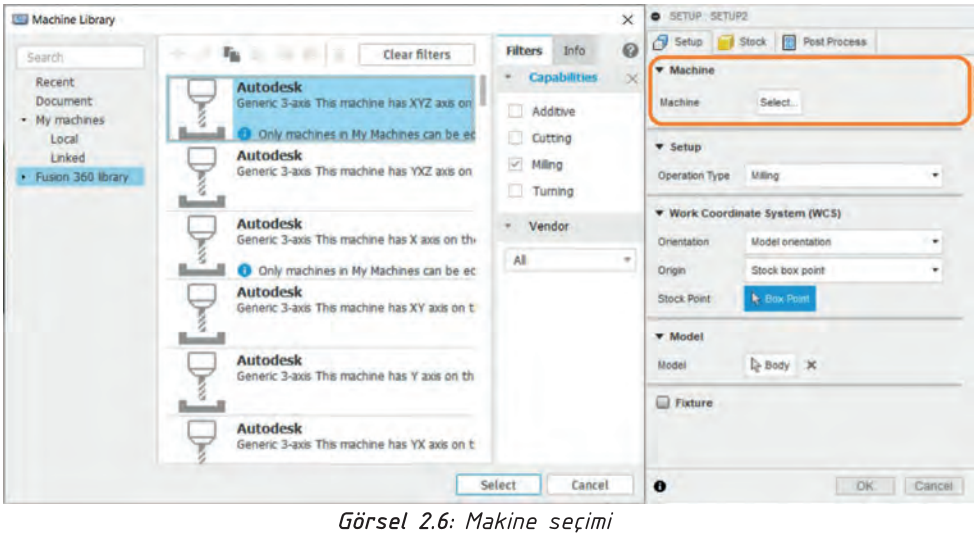
Setup sekmesi seçildiğinde:

- Makine seçimi,
- Operasyon tipi seçimi,
- İş parçası sıfır noktası tanımlama,
- İşlenecek model seçimi,
- Fikstür seçimi yapılır.



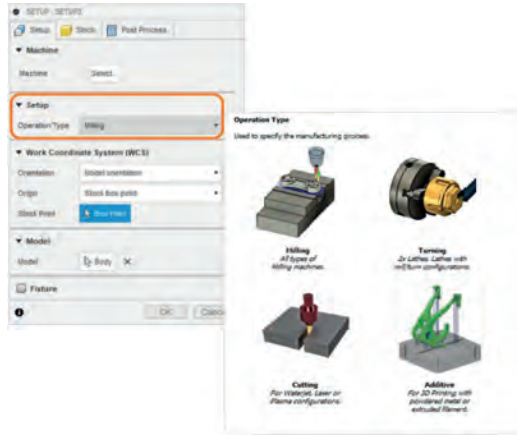
Görsel 2.5: Kurulum dosyası oluşturma

a) Makine Seçimi: İşlenecek parçaya göre tezgâh seçimi **Machine** (makine) menüden yapılır. **Select** (seç) sekmesi tıklandığında makine tipleri gelir. Makine tipi seçildikten sonra **Select** tıklanır **(Görsel 2.6)**. Makine tipi seçimi G kodları alınırken de yapılabilir.



Görsel 2.6: Makine seçimi

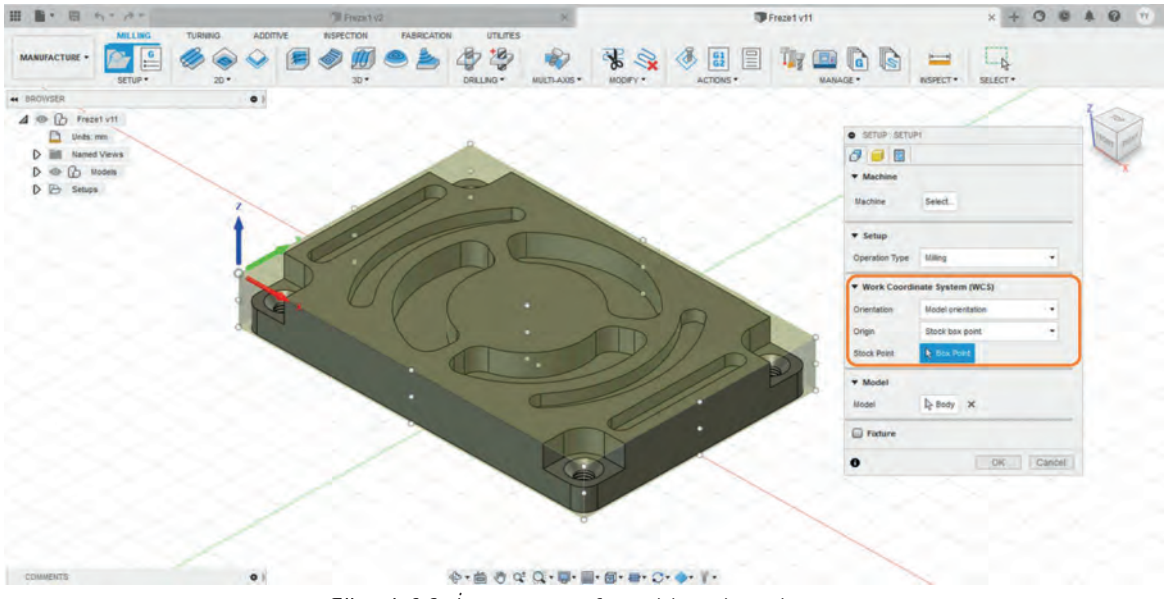
b) Kurulum Seçimi: 2½ eksenli freze işlemleri için ayarları içerir. İş parçasına göre Operation Type (operasyon tipi) seçimi yapılır. Bu operasyon aynı zamanda makine tipini de belirlemektedir. Operasyon tipi olarak Milling (frezeleme) seçimi yapılır ***(Görsel 2.7).***



Görsel 2.7: *Operasyon tipi seçimi*

c) İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama: Work Coordinate System (iş parçası sıfır noktası) X, Y ekseni ve Z iş mili ekseninin ayarlanmasına izin verir.

Frezeleme işlemi için gerekli olan X, Y ve Z eksenleri doğru tanımlanmalıdır. Sıfır noktası genellikle iş parçası stokunun ön üst sol bölgesi seçilebildiği gibi üst orta noktası da seçilebilir. Sıfır noktasının seçimi parça büyüklüğüne, şekline ve tezgâha göre değişiklik gösterebilir ***(Görsel 2.8).***



Görsel 2.8: *İş parçası sıfır noktası tanımlama*

– Orientation (Oryantasyon): X, Y ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir.

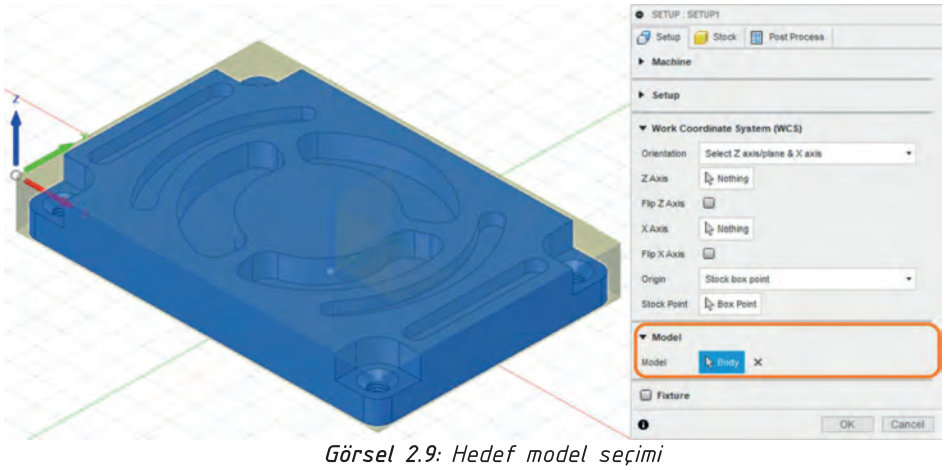
- ***Model Orientation (Model Oryantasyonu):*** *Parça üzerinde otomatik olarak belirlenen köşeler ve iş parçası geometrisine göre esasalınan noktalar beyaz renkli nokta ile seçime hazır hale getirilir.*
- ***Select Z Axis/Plane & X Axis (Z Ekseni/Düzlem ve X Eksenini Seç):*** *İş parçasında önce Z ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar veya yüzey, sonra X ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilir.*
- ***Select Z Axis/Plane & Y Axis (Z Ekseni/Y Düzlem ve Y Eksenini Seç):*** *İş parçasında önce Z ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar veyayüzey, sonra Y ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilir.*

- **Select X & Y Axis (X ve Y Eksenini Seç):** İş parçası üzerinde X ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar, Y ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilir.
- **Select Coordinate System (Koordinat Sistemi Seç):** İş parçası üzerinde daha önce tanımlanmış koordinat sistemi veya parça üzerinde herhangi bir delik, nokta veya kenar seçilerek sıfır noktası tanımlanır.

– **Origin (Sıfır Noktası):** X0, Y0 ve Z0 noktaları belirlenir.

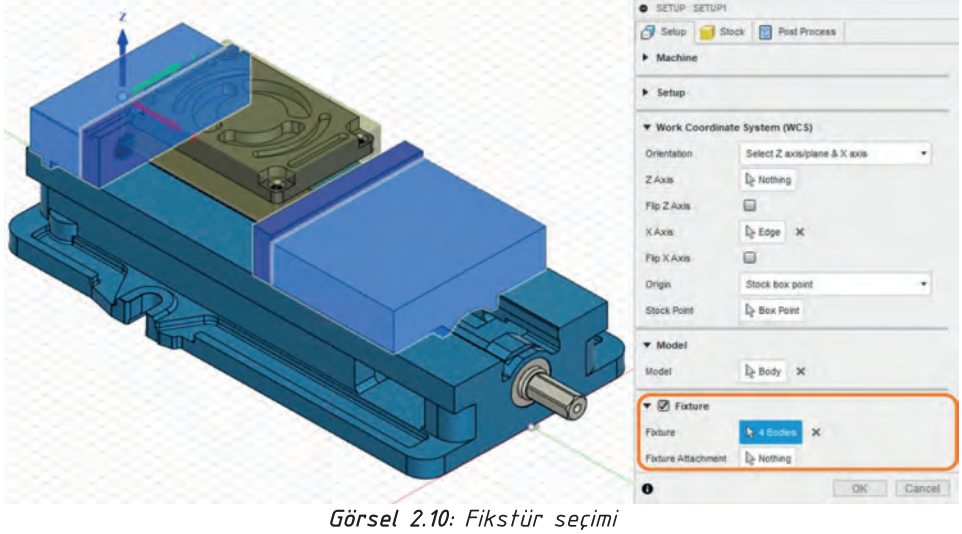
- **Model Orgin (Model Sıfır Noktası):** İş parçasının konumuna göre en uygun sıfır noktasını tanımlar.
- **Select Point (Seçili Nokta):** İş parçası üzerinden herhangi bir yerden nokta olarak gördüğü yeri sıfır noktası olarak seçer.
- **Stock Box Point (Stok Kutusu Noktası):** Stok üzerindeki noktalardan sıfır noktası seçilir.
- **Model Box Point (Model Kutusu Noktası):** İş parçası üzerinden sıfır noktası seçilir.
- **Box Point (Kutu Nontası):** Stok üzerindeki noktaları gösterir.

d) Hedef Model Seçimi: İşlenecek parçanın seçimi **Model** (model) menüsünden **Nothing** (seçim yok) sekmesi ve ardından hedef model tıklanarak yapılır **(Görsel 2.9).**



Görsel 2.9: Hedef model seçimi

e) Fikstür Seçimi: İş parçasını tezgâh tablasına sabitlemek için kullanılan sıkma aparatlarıdır. Mengene, pabuç veya iş parçaları fikstür olarak tanınlanabilir **(Görsel 2.10).** Fikstürün seçilmesi, kesicinin talaşı kaldırmadan tanımlı bölgeyi geçmesini sağlarken olası kaza riskini ve takım bindirmelerinin önüne de geçmektedir.



Görsel 2.10: Fikstür seçimi

2.1.2.2. Stok Parça Oluşturma

İşlenecek model için operasyona başlamadan önce genellikle stok parça oluşturulması gerekmektedir. Stok parça, frezeleme işlemlerinin yapıldığı ham parçayı temsil eder. Ham parça CNC frezede verilen komutlarla işlendiğinde model oluşturulur.

Stock sekmesi seçildiğinde:

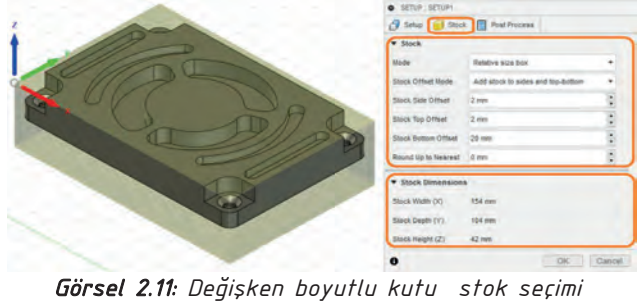
- Stok parça seçimi yapılır.

– Stock (Stok): İş parçasının dış ölçülerine göre stok oluşturmak için kullanılır.

Mode (Mod): Stok boyutlarını ve görünümünü ayarlamak için genellikle Relative Size Cylinder ve Fixed Size Cylinder seçimi yapılır.

❖ Relative Size Box (Değişken Boyutlu Kutu): İş parçasını dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte kutu içine sığdırır **(Görsel 2.11).**

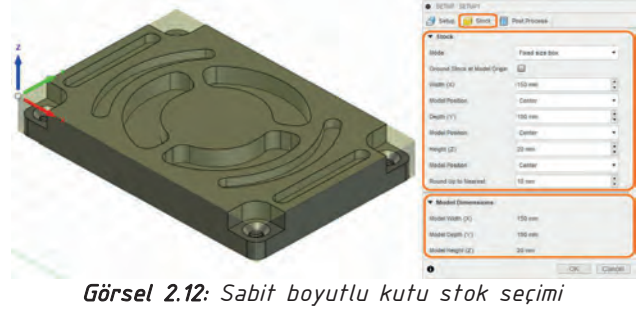
- Stock Offset Mode (Stok Ofset Modu): Modelin yüzeylerinde Add stock to sides and top-bottom ile kütük kenarlarına, alt ve üst yüzeylerine fazlalık ekler. Add stock to all sides ile kütüğün bütün yüzeylerine belirlenen miktar kadar fazlalık ekler.
- Stock Side Offset (Stok Yan Yüzey Ofseti): Modelin yan yüzeylerine ilave yapar.
- Stock Top Offset (Stok Üst Yüzey Ofseti): Modelin üst tarafına ilave yapar.
- Stock Bottom Offset (Stok Alt Yüzey Ofseti): Modelin alt tarafına ilave yapar.
- Round Up to Nearest (En Yakına Yuvarlama): Stok boyutu için artışlı yuvarlama.
- Stock Dimensions (Stok Ölçüleri): Parçanın stok ölçülerini görüntüler.



Görsel 2.11: Değişken boyutlu kutu stok seçimi

❖ Fixed Size Box (Sabit Boyutlu Kutu): İş parçasını dış ölçülerine göre bir kutunun içine sığdır yapılır ve aşağıdaki seçenekler açılır **(Görsel 2.12).**

- Ground Stock at Model Origin (Model Orijinine Göre Stok): Modelin çizildiği orijin noktasına göre stok ayarlar.
- Width X, Depth Y and Height Z (Genişlik X, Derinlik Y ve Yükseklik Z): Ham parça boyutunu temsil eder ve her zaman pozitif değerlerle belirlenir.
- Model Position (Model Pozisyonu): Modeli genişlik X, derinlik Y ve yükseklik Z değerlerine göre konumlandırmak için ayarlamalar yapılır.
- Round Up to Nearest (En Yakına Yuvarlama): Stok boyutu için artışı yuvarlama.
- Stock Dimensions (Stok Ölçüleri): Parçanın X, Y ve Z için stok ölçülerini görüntüler.



Görsel 2.12: Sabit boyutlu kutu stok seçimi

2.1.2.3. İşlem Sonrası Ayarlar

2 ½ eksen frezelemede gerekli olan G kodlarının oluşturulması için bazı ayarlamalar yapılır. Ancak bu sekme içinde istenilirse bu özellikler ayarlanmayabilir. G kodları oluşturulurken **Post Process** penceresi içinden de düzenlenebilir **(Görsel 2.13)**.

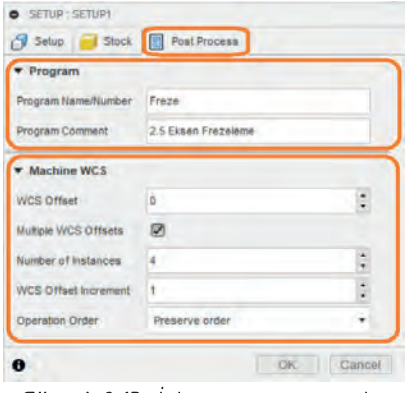
Post Process sekmesi seçildiğinde:

- **Program numarası veya ismi girilir,**
- **Makine sıfır noktasının ofseti ayarlanır.**

Post Process (son işlemci) sekmesi seçildiğinde **Program Name/Number** (program ismi veya numarası) ve **Program Comment** (program açıklaması) yazılır. Yazılan bu parametre son işlemciye (G koduna) aktarılır.

Machine WCS (makine koordinat sistemi)`nin kaydırılması ile **WCS Offset** (iş parçası koordinat sistemi ofseti) tanımlanır.

Multiple WCS Offsets (çoklu iş parçası koordinat sistemi ofseti) belirlenir.



Görsel 2.13: İşlem sonrası ayarlar

2.1.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU

2.1.3.1. Takım Yollarının Oluşturulması

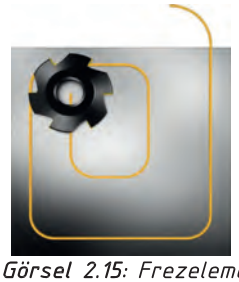
2 ½ eksen frezeleme işlemleri Z ekseninde paso verme, X, Y ekseninde de ise talaş boşaltma olarak tanımlanır. Kısacası 3 boyutlu frezelemede sabit Z ekseninde talaş alma şeklindedir. CAM programında takım yolu operasyonu öncesinde doğru kesicinin seçimi çok önemlidir. Bu nedenle CNC freze tezgâhına CAM operasyonunda seçilen takımın aynısı bağlanmalıdır.

a) CNC Freze Kesicileri: Frezeleme işleminde takım yolu, talaş kaldırma, güvenli bir kesme kenarı, daha iyi takım ömrü sağlamak için önemli faktörlerdir. CNC freze tezgâhlarında kullanılan kesici seçimi çok önemli olduğundan takımların operasyona uygun seçilmesi gerekir **(Görsel 2.14)**.



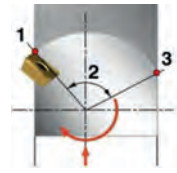
Görsel 2.14: 2 ½ eksen freze kesicileri

➢ ***Frezeleme ve talaş oluşumu:*** Frezelemede takımının radyal yöndeki her bir kesme kenarı, iş parçasını aralıklı olarak kavrar. **(Görsel 2.15)**. Her bir kavramada dikkate alınması gereken üç farklı aşama vardır **(Görsel 2.16)**.



Görsel 2.15: Frezeleme

- *Kesme işlemine giriş*
- *Kesme işleminde kesişme yayı*
- *Kesme işleminden çıkış*



Görsel 2.16: *Talaş oluşumu*

•***Kesme İşlemine Giriş:*** *Karbür kesici uçlar kullanıldığında kesime giriş, üç kesme aşamasının az hassas kısmıdır. Karbür, malzemeye girerken darbeden dolayı oluşacak basınç gerilmelerinin üstesinden gelir.*

•***Kesme İşleminde Kesişme Yayı:*** *Kanal açılırken maksimum mümkün kesişme yayı 180°dir. İnce talaş frezeleme için yay çok küçük olabilir. Kalite gereksinimleri, radyal dalmanın yüzdesine, bağlı olarak oldukça farklılık gösterebilir. Kesişme yayı ne kadar büyük olursa kesme kenarına aktarılan ısı da o kadar büyük olur.*

• ***Kesme İşleminden Çıkış:*** *İş parçasından çıkış, üç kesme aşamasının en hassas olanıdır. Çıkışta her zaman kaba talaş oluşumunu önlemeye çalışır. Karbür kesici uçlar kullanılırken kaba talaş oluşumu çoğu zaman takım ömründe ciddi bir azalmaya neden olacaktır.*

➢***Frezeleme Takımlarının Bakımı:*** *Atölyelerde periyodik olarak yapılan takım bakımının sağlanması frezelemede takım ömrünü iyileştirir, sorunları önler ve maliyeti azaltır* ***(Görsel 2.17).***



Görsel 2.17: *Frezeleme takımlarının bakımı*

•***Kesici Uç Yuvasının Kontrolü:*** *Modeli işleme sırasında hasar görmediklerinden emin olmak için uç kısımları düzenli olarak kontrol edilir. Uç kısımları tozdan veya işleme nedeniyle oluşan metal talaşlarından temizlenmiş olmalıdır. Aşınmış ve hasarlı vidalar ile rondelalar değiştirilir. Vidaları doğru sıkmak için tork anahtarı kullanılır. En iyi performansı elde etmek için tüm erkek ve dişi parçalar temizlenmeli ve yılda en az bir kez bu parçalar yağlanmalıdır. Yağ gerektiğinde cıvata kafasına ve cıvata kafası yüzüne uygulanmalı ve temizlenmelidir* ***(Görsel 2.18).***



Görsel 2.18: *Kesici uç yuvasının kontrolü*

•***Tork Anahtarı:*** *Frezeleme takımlarından en iyi performansı almak için kesici uç tork anahtarıyla sıkılmalıdır. Her bir takım tutucuda önerilen tork kullanılmalıdır. Tork çok fazla sıkıldığında takım performansı düşer; kesici uç, rondela ve vida kırılabilir. Tork çok az sıkıldığında ise kızak ve ucun hareket etmesine, titreşimlere neden olur. Bu durumda kesim sonucu parçayı bozabilir* ***(Görsel 2.19).***

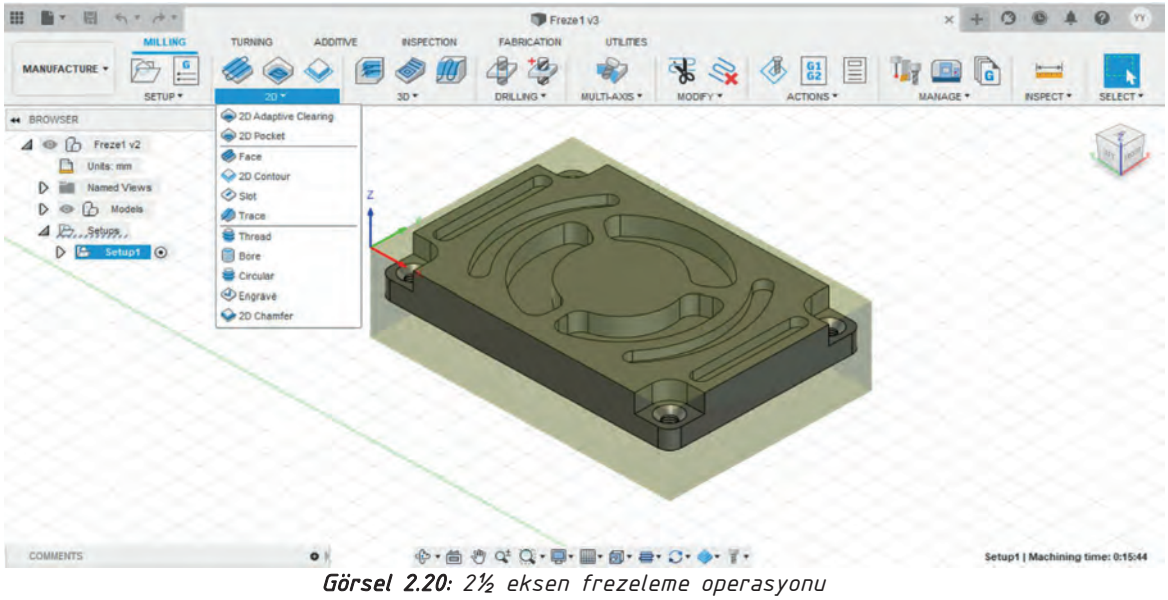


Görsel 2.19: *Tork anahtarı*

b) 2½ Eksen Frezeleme Operasyonları: Frezeleme, çok geniş çalışma aralığına sahip bir işleme yöntemi haline gelmiştir. Tüm geleneksel uygulamaların yanında frezeleme, delinen veya kılavuzlanan delik, diş, havuz ve yüzeyleri üretmek için güçlü bir alternatiftir.

- ***2D Adaptive Clearing (2D Uyarlamalı Temizleme):*** *Bir boşluğu, açık cebi veya bir yükseklik etrafındaki alanı yeni nesil kesme teknolojisini kullanarak işler.*
- ***2D Pocket (2D Cep):*** *Havuz bölgelerini işlemek için kullanılır.*
- *Face (Yüzey): Parçanın düzlemsel alanlarını temizlemek için kullanılır.*
- ***2D Contour (2D Kontur):*** *İş parçasının kenar hatlarını veya bir çizgiyi kullanarak işler.*
- ***Slot (Yuva):*** *Kenarlar veya çizimleri seçerek bir merkez çizgisi yolunu işler.*
- ***Trace (İz):*** *3D kenar konturlarını işlemeyi sağlar. İşlemek için modelin geometrisi seçilir.*
- ***Thread (Diş):*** *Düz veya konik duvarlara sahip bir deliğe veya bir çıkıntıya vida açar ve frezeler.*
- ***Bore (Sarmal):*** *İç ve dış silindirik yüzeyleri helisel frezeler.*
- ***Circular (Dairesel):*** *Silindirik delikleri ve yüzeyleri frezeler.*
- ***Engrave (Gravür):*** *Pah takımları ile kontur boyunca işler.*
- ***2D Chamfer (2D Pah):*** *Parça üzerinde eğimli bir kenar oluşturmak için kullanılır.*
- ***Drill (Delik):*** *Parça üzerinde delme ve kılavuz çekme işlemlerini yapar.*

*Takım yolu operasyonu için araç çubuğunda **MILLING** (frezeleme) sekmesi tıklanır ve ilgili operasyon sekmelerine bu şekilde ulaşılır **(Görsel 2.20).***



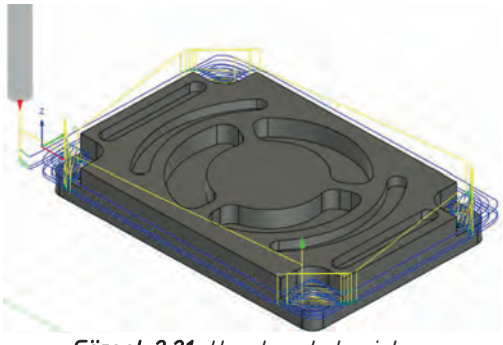
Görsel 2.20: *2½ eksen frezeleme operasyonu*

- ***2D Adaptive Clearing (2D Uyarlamalı Temizleme):***

Prizmatik parçalarda parça profili ile birilikte açık havuz bölgelerini işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > *iletişim penceresinden **2D Adaptive Clearing** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.*

*2½ eksen frezeleme işleminde 2 boyutlu uyarlamalı temizleme stratejisi, bir boşluğu, açık cebi veya bir profil etrafındaki alanı temizleme işlemi için kullanılır **(Görsel 2.21).***

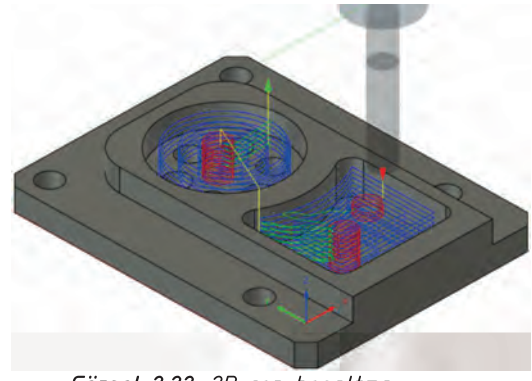


Görsel 2.21: *Uyarlamalı temizleme*

• **2D Pocket (2D Cep):** Prizmatik parçalarda havuz işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **2D Pocket** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde 2D cep boşaltma stratejisi, seçilen havuzların boşaltılmasında kullanılır **(Görsel 2.22).**

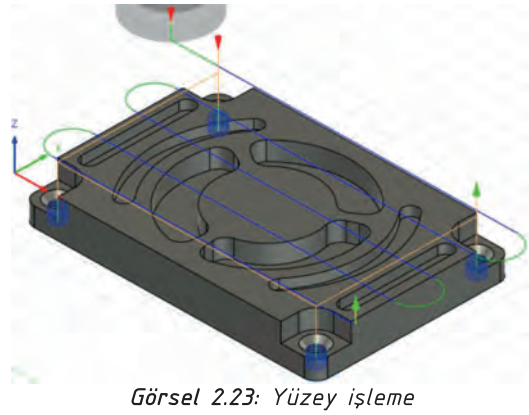


Görsel 2.22: 2D cep boşaltma

• **Face (Yüzey):** Stok parça üst kısmının düzlemsel olarak temizlenmesi ve kalınlık ölçüsüne getirilmesinde kullanılan işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Face** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde yüzey işleme stratejisi, parça yüzeyini işlemek için kullanılır **(Görsel 2.23).**

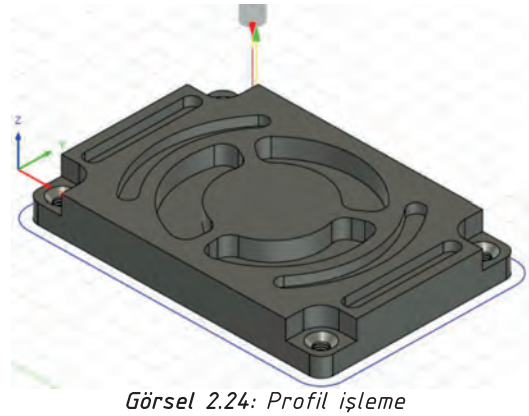


Görsel 2.23: Yüzey işleme

• **2D Contur (2D Kontur):** Prizmatik parça üzerindeki bir hattı kullanarak işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **2D Contur** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde profil işleme stratejisi, profilleri işlemeye imkan tanır. Bir çizgi veya profil hattı boyunca işlemek için kullanılır **(Görsel 2.24).**

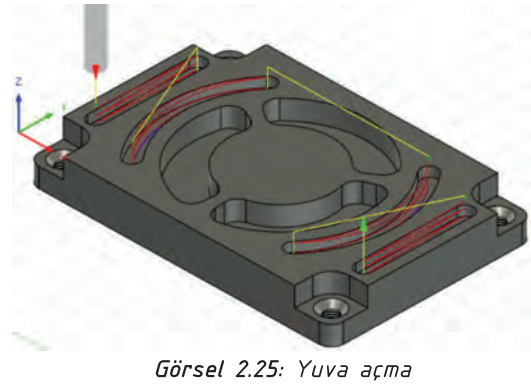


Görsel 2.24: Profil işleme

• **Slot (Yuva):** Prizmatik parça üzerindeki bir çizgi veya iş parçasının kenar hatlarını kesici ekseni olarak kabul eden işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Slot** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde yuva açma stratejisi, kenarlar veya çizimleri seçerek bir merkez çizgisi boyunca işlemek için kullanılır **(Görsel 2.25).**

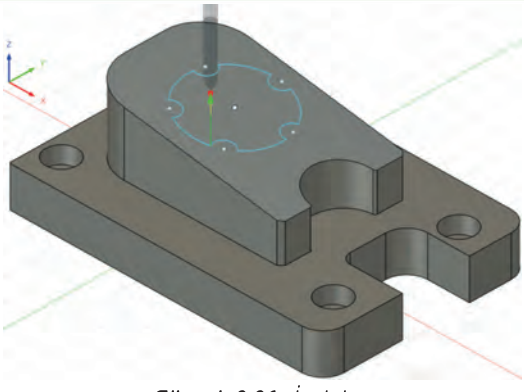


Görsel 2.25: Yuva açma

• **Trace (İz):** Prizmatik parçalarda 3 eksen hareket etme kabiliyetine sahip bir operasyondur.

• MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Trace** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde iz işleme stratejisi, 3 boyutlu bir eğriyi kendi Z düzleminde takip ederek konturların işlenmesini sağlar **(Görsel 2.26).**

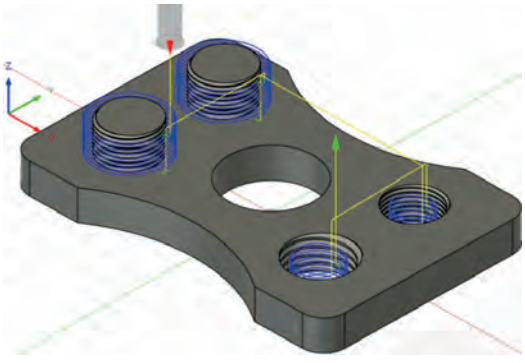


Görsel 2.26: İz işleme

• **Thread (Diş):** Prizmatik parçalarda düz veya konik duvarlara sahip bir deliğe veya bir çıkıntıya vida açar veya frezeleme yapar.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Thread** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde diş açma stratejisi, tek veya çok uçlu dişler oluşturmak için dairesel yüzeye vida açar ve frezeler **(Görsel 2.27).**

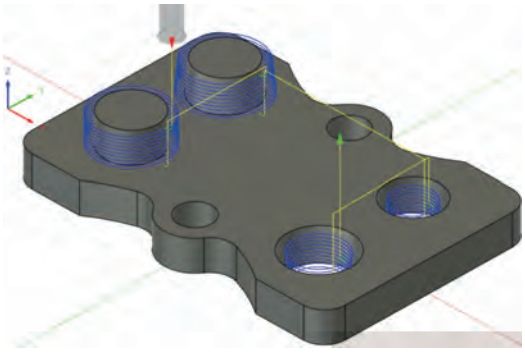


Görsel 2.27: Diş açma

• **Bore (Sarmal):** Prizmatik parçalarda iç ve dış silindirik yüzeylere helisel frezeleme işlemi yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Bore** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde sarmal işleme stratejisi, delik, düz veya konik duvarlı bir deliğe veya göbeğe sarmal frezeleme yapmak için kullanılır **(Görsel 2.28).**

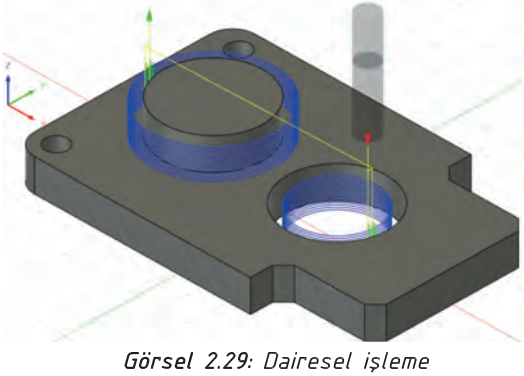


Görsel 2.28: Sarmal işleme

• **Circular (Dairesel):** Prizmatik parçalarda dairesel bölgeleri, silindirik delikleri ve göbekleri frezelemek için kullanılan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Circular** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde dairesel işleme stratejisi, silindirik delikleri ve yüzeyleri frezeler **(Görsel 2.29).**

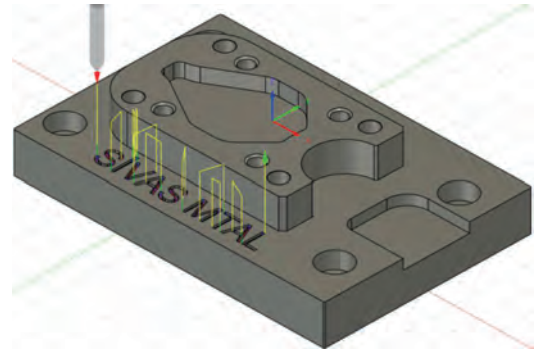


Görsel 2.29: Dairesel işleme

Engrave (Gravür): Prizmatik parçalarda pah takımları ile kontur boyunca işleyen operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **Engrave** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde gravür işleme stratejisi, parça üzerinde bulunan yazı veya motifleri işlemek için kullanılır **(Görsel 2.30).**

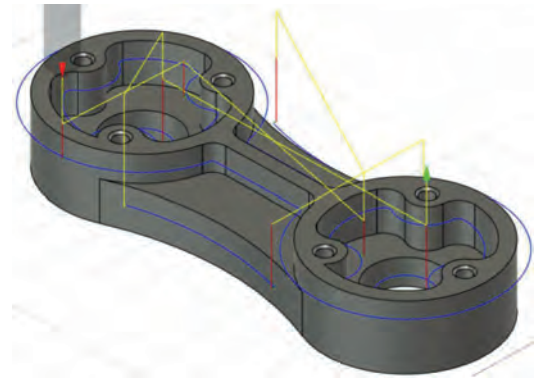


Görsel 2.30: Gravür işleme

• **2D Chamfer (2B Pah):** Prizmatik parçalar üzerinde eğimli bir kenar oluşturmak için kullanılan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 2D > iletişim penceresinden **2D Chamfer** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde 2D pah kırma stratejisi, prizmatik parçalarda pah kırma işlemi için kullanılır **(Görsel 2.31).**

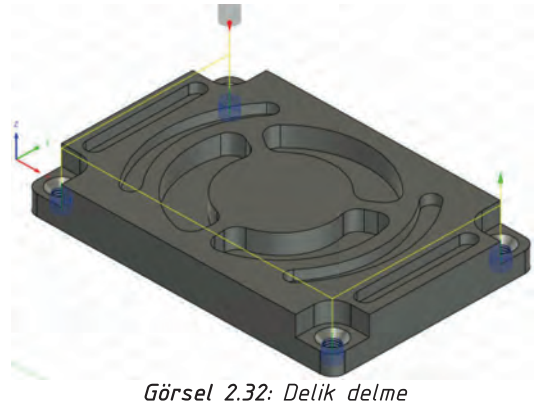


Görsel 2.31: 2D pah kırma

• **Drill (Delme):** Prizmatik parçalar üzerinde delikler oluşturmak ve kılavuzla diş açmak için kullanılan işleme operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > DRILLING > iletişim penceresinden **Drill** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

2 ½ eksen frezeleme işleminde delik delme stratejisi, prizmatik parçalarda delme ve kılavuz çekme işlemlerini yapar **(Görsel 2.32).**



Görsel 2.32: Delik delme

c) 2 ½ Eksen Frezeleme Operasyonu İşlemleri: Ceplerde, adalarda, slotlarda, dikey kenarlarda, düz yüzeylerde ve deliklerden oluşan parçaların işlenmesi için kullanılır.

Takım yolu operasyonunda takım X ve Y ekseninde hareket ederken Z ekseninde sabit bir derinlikte çalışmaktadır. Frezeleme işlemlerinde farklı derinlikteki bölgeler farklı bir Z derinliği ile kesilebilir. Farklı derinlikler aynı cep operasyon ile işlenemez. 2 ½ eksen frezeleme operasyonlarında kütüğe girişler her zaman dikey eksende olmaktadır.

- **Tool :** Kesici seçimi
- **Geometry:** İş parçası geometrisi seçimi
- **Height :** Kesme yükseklik ayarları
- **Passes :** Kesme değerleri
- **Linking :** Kesici giriş, çıkış ve bağlantıları

• **Tool Tap Settings (Takım Sekme Ayarları):** 2 ½ eksen frezeleme operasyonlarının tamamında uygun kesicileri ekleme, ilerleme ve devir ayarlarını yapmayı sağlar **(Görsel 2.33).**

-Tool (Takım): Takım eklemek için **Select** (seç) tıklanır. Açılan pencereden **New Tool** (yeni takım) sekmesi, **Milling** (frezeleme) menüden uygun kesici seçilir.

- Feed & Speed (İlerleme ve Devir): Takım yolu hareketinde takımın devir, ilerleme ve kesme ayarları yapılır.

Spindle Speed (İş Mili Hızı): Kesici dönme devridir (RPM).

Surface Speed (Yüzey Hızı): Parça üst yüzey geçişlerindeki ilerlemedir.

Ramp Spindle Speed (Rampa Mili Hızı): Kesicinin parçaya dalış sırasındaki devridir.

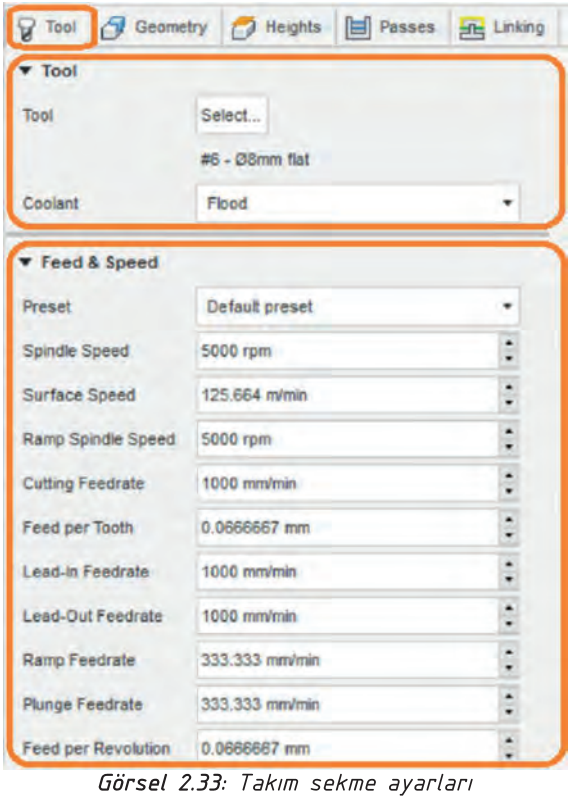
Cutting Feedrate (Kesme İlerleme Hızı): Kesme ilerlemesidir.

Feed per Tooth (Diş Başına İlerleme): Kesme anında kesici ağız başı ilerlemesidir.

Lead-In Feedrate (Giriş İlerleme Hızı): Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemedir.

Lead-Out Feedrate (Çıkış İlerleme Hızı): Kesme sonundaki çıkış ilerlemesidir.

Ramp Feedrate (Rampa İlerleme Hızı): İş parçasına helisel bir dalma yaptığında verilecek ilerlemedir.



Görsel 2.33: Takım sekme ayarları

Plunge Feedrate (Dalma İlerleme Hızı): İş parçasına dik dalma yapılacağı zaman kullanılan ilerlemedir.

Feed per Revolution (Devir Başına İlerleme): Diş başına ilerlemedir.

• **Geometry Tap Settings (Geometri Sekme Ayarları):** Parça üzerindeki işlenecek geometrilerin seçiminde 2D çizim, yüzey veya işlenecek bölge kenarları seçilerek çalışma alanı oluşturulabilir.

-Geometry (Geometri): Parça üzerindeki işlenecek kısımların seçimi yapılır.

2D Adaptive Clearing (2D uyarlamalı temizleme), **2D Pocket** (2D cep) ve **Slot** (yuva) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.34.).**

Pocket Selection (Cep Seçimi): İşleme sınırını tanımlamak için herhangi bir yüz, kenar veya çizim seçilir. Cep bulunan alanlar veya cep içindeki delikler için kenar seçimi kullanılır.

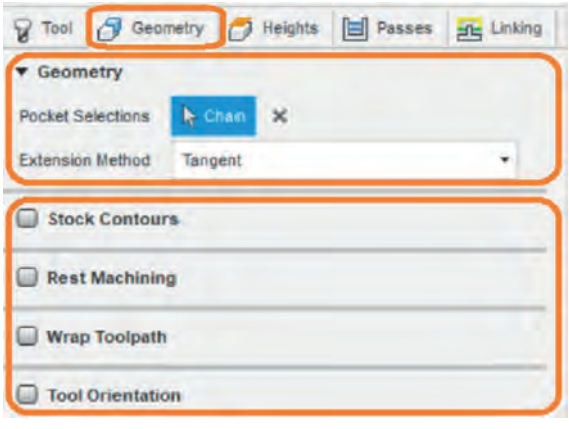
Extension Method (Uzatma Yöntemi): Açık bir cep seçerken seçimin zincirleri, kapalı sınır oluşturmak için uzatma yöntemi ile tanımlanan şekilde stok sınırına uzanır.

Stock Contours (Stok Konturları): İşleme alanı sınır çizgisi seçilir.

Rest Machining (Kalanı İşleme): Bir önceki kesicinin veya işlemin çıkaramadığı malzemeyi kaldıracak şekilde sınırlar.

Wrap Toolpath: (Sarmal Takım Yolu): Sarmal şeklinde takım yolu oluşturma işlemini yapar.

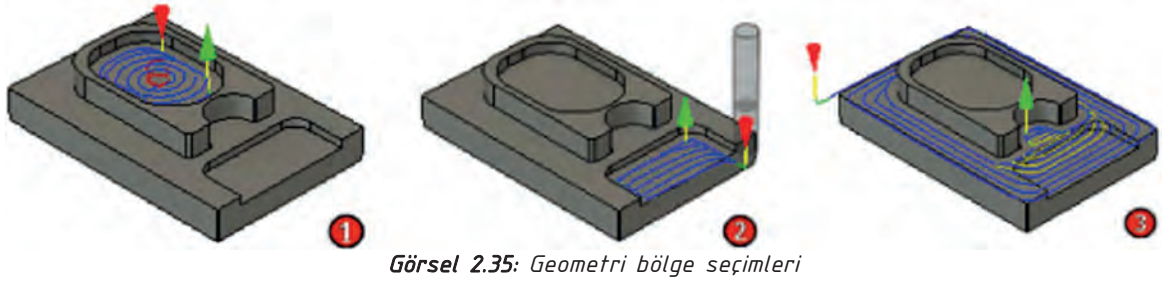
Tool Orientation (Takım Oryantasyonu): Kesici takım referans noktası ayarlaması veya değiştirme işlemini yapar.



Görsel 2.34: 2D uyarlamalı temizleme, 2D cep ve yuva geometri sekme ayarları

*Geometri bölge seçiminde **2D Adaptive Clearing** (2D uyarlamalı temizleme) ve **2D Pocket** (2D cep) için yüzler, kenarlar veya çizimler seçilir. Stok bir cebin içinden veya yüksekliğin dışından çıkarılabilir **(Görsel 2.35).***

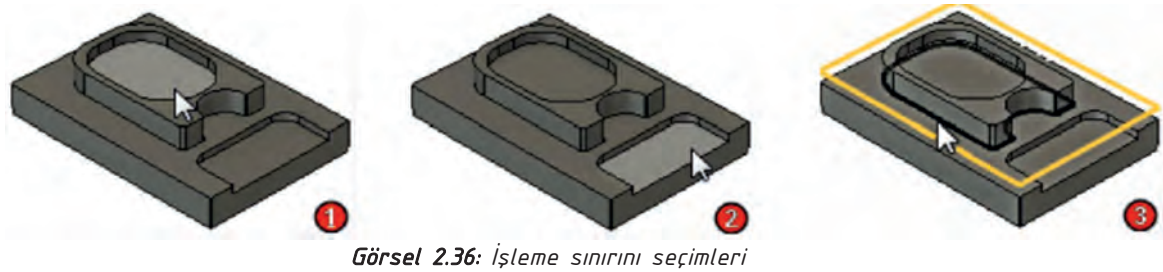
- *1. Kapalı cep bölgesi seçimi yapılır.*
- *2. Açık cep bölgesi seçimi yapılır.*
- *3. Sabit seviye cep bölgesi seçimi yapılır.*



***Görsel 2.35:** Geometri bölge seçimleri*

*Cep seçiminde işleme sınırını tanımlamak için herhangi bir yüz, kenar veya çizim seçilir. Daimî yükseklikler için yüksekliğin dış sınırı seçilir ve stok kontur seçeneği işaretlenir **(Görsel 2.36).***

- *1. Kapalı cep yüz seçimi yapılır.*
- *2. Cep yüz seçimi açılır.*
- *3. Yükseklik kenarı seçimi stok sınırı ile gösterilir.*



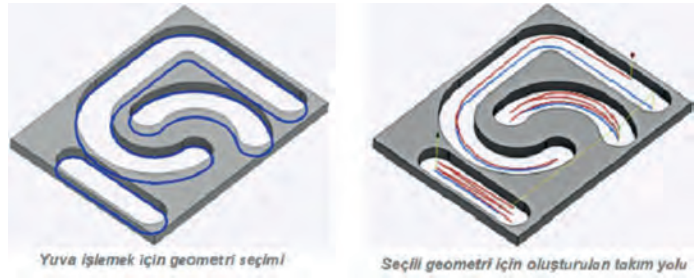
***Görsel 2.36:** İşleme sınırını seçimleri*

*Geometri bölge seçiminde (Slot) yuva şeklini temsil eden herhangi bir kenar veya çizim kullanılabilir **(Görsel 2.37).***



***Görsel 2.37:** Yuva*

*Yuva seçimi kapalı veya açık sınırlar, kenarlar veya çizimler seçilerek işlenebilir. Yuva şekli düz, dairesel veya birden çok eğri içerebilir. Ancak kesici genişliğinde bir yuva olmalıdır **(Görsel 2.38).***

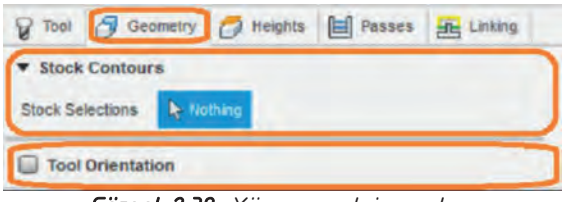


***Görsel 2.38:** Yuva seçimi*

Face *(Yüzey) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.39).***

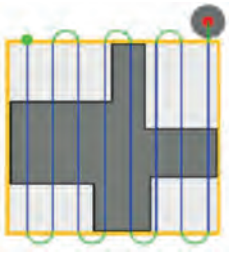
Stock Contours *(Stok Konturları): Takım yolu, stokun üst kısmını Z0 derinliğinde işlenmek istendiğini varsayar ve takım yolu için seçim gerekmez. Tanımlanan stoğun profiline göre otomatik ayarlanır.*

Stock Selections *(Stok Seçimi): Yüzey frezelemede takım yolunu uygulamak için herhangi bir boyut veya model profili seçilir.*

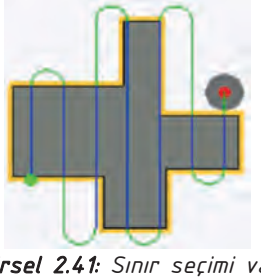


Görsel 2.39: *Yüz geometri ayarları*

Geometri bölge seçimini ***Stock Contour*** *(Stok Kontur) ile işlemek için herhangi bir seçim yapılmayabilir* ***(Görsel 2.40).*** *Stok seçimi için model veya bir boyut seçilir* ***(Görsel 2.41).*** *İşlenecek stok veya model profili sarı renkte gösterilir.*



Görsel 2.40: *Sınır seçimi yok*



Görsel 2.41: *Sınır seçimi var*

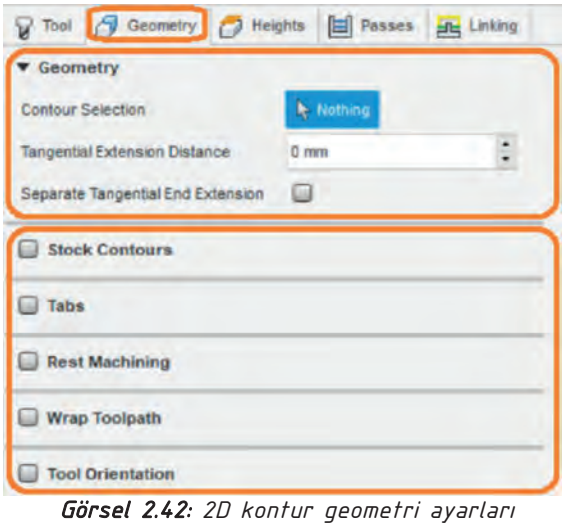
2D Contour *(2D Kontur) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.42).***

Contour Selection (Kontur Seçimi): *İşleme sınırını tanımlamak için herhangi bir yüz, kenar veya çizim seçilir. Bir yüz seçmek tüm kenarlarda takım yolları oluşturur.*

Tangential Extension Distance (Teğet Uzatma Mesafesi): *Seçili bir veya birden çok zincirin başlangıcını ve sonunu uzatmak için açık konturlar da kullanılır.*

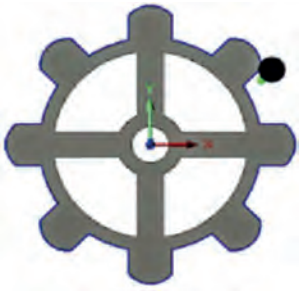
Separate Tangential End Extension (Ayrı Teğetsel Uç Uzantısı): *Farklı bir uç uzantı uzunluğu değeri girmek için bu seçenek etkinleştirilir.*

Tabs (Sekmeler): *Malzeme işlenirken iş parçasını güvenli bir şekilde tutmak için 2B kontur takım yoluna sekmeler eklenebilir.*



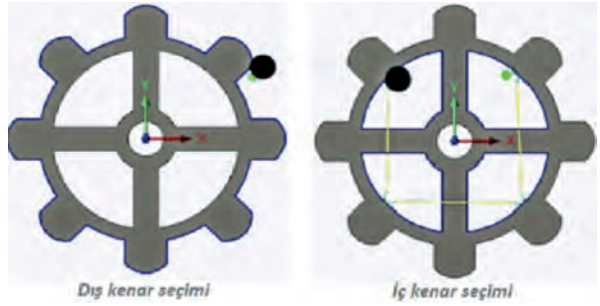
Görsel 2.42: *2D kontur geometri ayarları*

Geometri bölge seçiminde işleme sınırını tanımlamak için herhangi bir yüz, kenar veya çizim seçilir ***(Görsel 2.43).***



Görsel 2.43: *Geometri bölge seçimi*

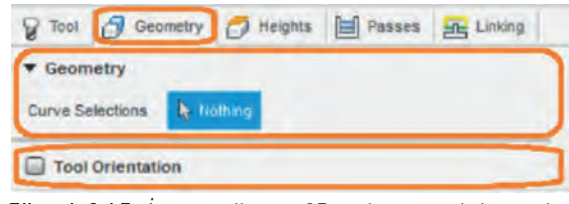
İşleme sınırını tanımlarken yüzeyde delikli veya cepli alanlar için kenar seçimi kullanılır. Alt kenarın seçilmesi, kesme derinliği referansını otomatik olarak ayarlar **(Görsel 2.44).**



Görsel 2.44: Delikli veya cepli alanlar için kenar seçimi

Trace (İz), **Engrave** (Gravür) ve **2D Chamfer** (2D Pah) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.45).**

Curve Selection (Eğri Seçimi): İşleme eğrisini tanımlamak için herhangi bir 3B kenar veya çizim seçilir. Bu kenar, pah seçenekleri kullanılarak tek satır gravür, metin veya kenar temizleme için kullanılır.



Görsel 2.45: İz, gravür ve 2D pah geometri ayarları

Thread (Diş), **Bore** (Sarmal) ve **Circular** (Dairesel) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.46).**

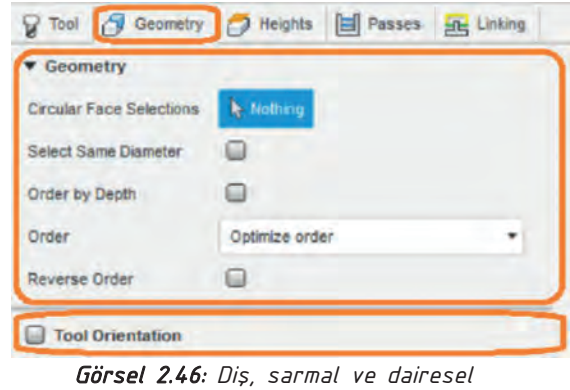
Circular Face Selection (Dairesel Yüz Seçimi): Herhangi bir iç veya dış dairesel yüz seçilir. Yükseklikler ve derinlikler, seçilen yüzden otomatik olarak türetilir.

Select Same Diameter (Aynı Çap Seçimi): Aynı çapa sahip tüm delikleri seçmek için işaretlenir.

Order by Depth (Derinliğe Göre Sırala): İşlenecek delikleri derinliğine göre sıralama yapar.

Order (Sırala): İşleme için deliklerin nasıl sıralanması gerektiğini belirler.

Reverse Order (Ters Sırala): Takım yolunun sırasını ters çevirmeyi etkinleştirir.



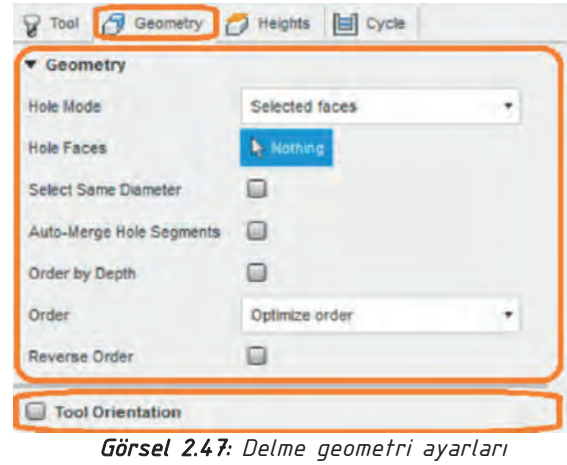
Görsel 2.46: Diş, sarmal ve dairesel geometri ayarları

Drill (Delme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.47).**

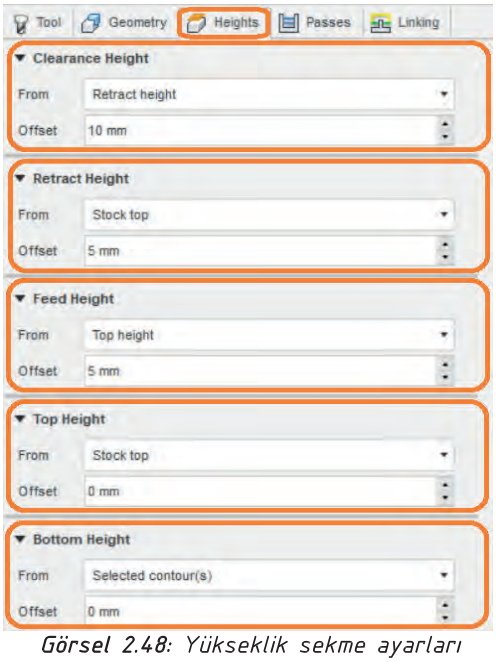
Hole Mode (Delik Modu): Delme konumlarını bulmak için hangi tür seçimlerin kullanılacağını belirler. Yüzleri seçmek, başlangıç yüksekliği ve delik derinliği gibi ek bilgiler içerir.

Hole Faces (Delik Yüzleri): Delme işlemi için seçilen yüzlerin sayısını içerir. Bu, model tabanlı özellik seçimi içindir. Seçili olan tüm ögeleri temizlemek için X kullanılır.

Auto-Merge Hole Segments (Delik Segmentlerini Otomatik Birleştir): İş parçası üzerinde birden çok delik parçasını birleştirmek için işaretlenir. Etkinleştirildiğinde, delme için başlangıç yüksekliğini belirlemek için tüm delik segmentleri dahil edilir.



Görsel 2.47: Delme geometri ayarları



Görsel 2.48: Yükseklik sekme ayarları

• *Heights Tap Settings (Yükseklik Sekme Ayarları): Takımın giriş mesafesi, geri çekilme mesafesi gibi iş parçası üzerindeki yükseklikler girilir.*

İş parçasında istenilen seviyede kesme başlatılabilir veya istenilen seviyede kesme bitirilebilir.

Bütün bu değişiklikler değer olarak tanımlanır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise iş parçası ve tanımlanan kütüğe göre takım yolu oluşturulur ***(Görsel 2.48).***

- Clearance Height (Havada Gezinme Yüksekliği): *Kesici takım yolu başlangıcına giderken takımın hızla ilerlediği ilk yüksekliktir* ***(Görsel 2.49).***



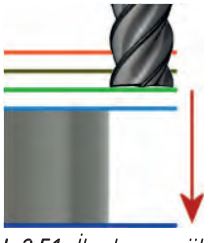
Görsel 2.49: Havada gezinme yüksekliği

Retract Height (Geri Çekilme Yüksekliği): *Takımın bir sonraki kesme geçişinden önce hareket ettiği yüksekliği ayarlar. Geri çekilme yüksekliği, ilerleme yüksekliğinin yukarısında ayarlanmalıdır* ***(Görsel 2.50).***



Görsel 2.50: Geri çekilme yüksekliği

Feed Height (İlerleme Yüksekliği): *Parçaya girmek için ilerleme/dalma hızına geçmeden önce takımın hızlandığı yüksekliği ayarlar* ***(Görsel 2.51).***



Görsel 2.51: İlerleme yüksekliği

Top Height (Üst Yükseklik): *İşlenecek parçanın üst kısmını tanımlayan yüksekliği ayarlar* ***(Görsel 2.52).***



Görsel 2.52: Üst yükseklik

Bottom Height (Alt Yükseklik): *Takımın, işlenecek parçanın alt noktasına indiği nihai işleme yüksekliği/en düşük derinliği belirler* ***(Görsel 2.53).***



Görsel 2.53: Alt yükseklik

• **Passes Tap Settings (Paso Sekme Ayarları):** Takım yolu hareketlerini ayarlamak için kullanılır. Tezgâh hareketi; G1 hattı, G2 ve G3 yay komutları kullanılarak kontrol edilir. Takım yolunun istenen profile ne kadar doğru eşleştiği büyük ölçüde kullanılan çizgi sayısına bağlıdır. Yapılan ayarlamalar ile daha fazla çizgi, yay veya yüzey profiline daha çok yaklaşan bir takım yolu oluşturulur.

– **Passes (Pasolar):** Takım yolu hareketlerini ayarlamak için kullanılır.

2D Adaptive Clearing (2D uyarlamalı temizleme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.54).**

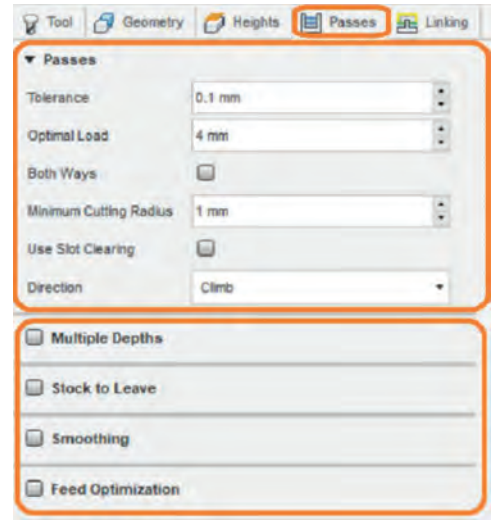
Tolerance (Tolerans): Eğri çizgiler ve elipsler gibi geometriyi doğrusallaştırmak için kullanılır. Tolerans, maksimum yaklaşma mesafesidir.

Optimal Load (Yan Adım): Uyarlanabilir takım yolunda maksimum yan adım miktarıdır. Bu, geçiş miktarı olarak düşünülebilir ancak uyarlamalı yüksek hızlı işleme, kesicinin aşırı yüklenmesini azaltmak için geçişi değiştirir.

Both Ways (Çift Yönlü Kesme): Takım yolu hareketlerinde açık profilleri işlemek için hem **Climb** (tırmanma) hem de **Conventional** (geleneksel) frezeleme yöntemleri kullanılır.

Minimum Cutting Radius (Minimum Kesme Yarıçapı): İstenildiğinde kesicinin talaş kaldırırken köşelerde oluşturulacak en küçük yarıçaplı takım yolu ile frezeleme işlemi yapılır.

Use Slot Clearing (Yuva Temizlemeyi Kullanma): Cep bölgelerinde dik duvara doğru spiral bir hareketle devam etmeden önce, cebin orta kısmından cep boyunca bir yuva açıp ön boşaltma yapar.



Görsel 2.54: 2D uyarlamalı temizleme Paso sekme ayarları

Direction (Yön): İşleme yönünü seçmek için kullanılır. Geometriye bağlı olarak tüm takım yolu boyunca tırmanma veya geleneksel frezelemeyi sürdürmek her zaman mümkün değildir. Tüm geçişleri tek bir yönde işlemek için **Climb** yöntemi seçilir **(Görsel 2.55).**



Görsel 2.55: Yön seçimi

Multiple Depths (Çoklu Derinlikler): Sabit kesme derinliği vermek için kullanılır. Verilen talaş derinliği kadar her pasoda kesme işlemi yapılır. Eğer iş parçası tek seferde işlenecekse bu seçenek aktif edilmez.

Stock to Leave (İnce İşleme Payı): İnce işlemeler için ya da bir sonraki yapılacak frezeleme işlemi için bir payın bıralkması gerekir. Eğer herhangi bir pay bırakılmazsa bu seçenek aktif edilmemelidir. Bu işlem, ofset bırakma olarak da adlandırılır.

Smoothing (Yumuşatma): Verilen filtreleme toleransı dahilinde mümkün olduğu kadar fazla noktaları kaldırarak ve yayları yerleştirerek takım yolunu pürüzsüzleştirir.

Feed Optimization (İlerleme Değeri Uyarlama): İlerlemenin köşelerde azaltılması gerektiğini belirtir. Köşe dönüş ve hızlanmaları kontrol eder. Eğer kesme ilerlemesinin geometriye göre değişim göstermesi istenmiyorsa uygun kesme ilerlemesi girilir. Takım yolu değişmez, oluşturulan takım yolu üzerindeki ilerleme değerlerini değiştirir.

2D Pocket *(2D Cep) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.56).***

Sideways Compensation (Yarıçap Telafisi): *Kesme işlemini yapabilmesi için sol veya sağ yandan telafi arasında seçim yapar.*

Finishing Passes (İnce Paso): *Bu seçenek kaba ve ince işlemenin aynı takımla yapıldığı şartlarda kullanılır.*

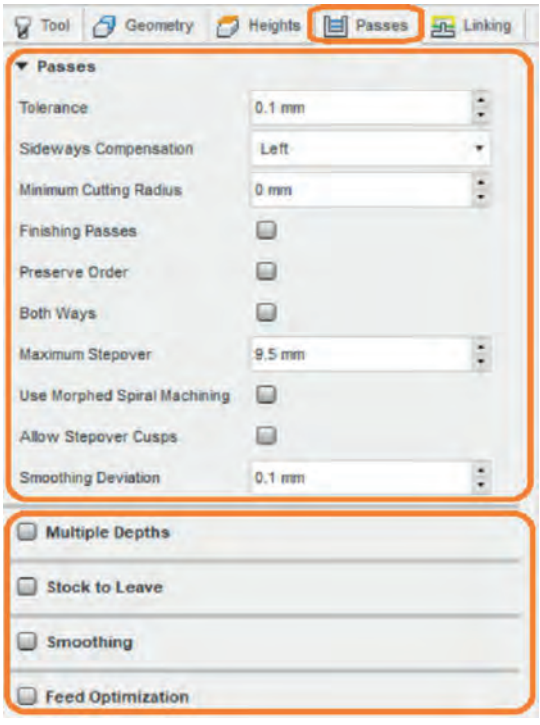
Preserve Order (Düzeni Koru): *Unsurların seçildikleri sırayla işleneceğini belirler. Seçim kaldırıldığında ise sırasını optimize eder.*

Maximum Stepover (Maksimum Yan Adım): *Geçişler arasındaki maksimum yatay geçişi belirler.*

Use Morphed Spiral Machining (Biçimlendirilmiş Spiral İşleme Kullanma): *Sabit bir spiral takım yolu hareketi oluşturmayı etkinleştirir. Bu, makinenin sorunsuz çalışmasını sağlar.*

Allow Stepover Cusps (Yan Adımda İz Kaldırma): *Küresel veya radyüslü kesici ile havuz bölgesi işlendiğinde yanal adımlarda kalan basamak izlerini yok eder.*

Smoothing Deviation (Sapmayı Düzeltme): *Kaba işlemeye uygulanan maksimum düzleştirme miktarıdır. Takım yolunda keskin köşelerden kaçınmak için bu parametreyi kullanır.*



Görsel 2.56: *2D cep paso sekme ayarları*

Face *(yüzey) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel2.57).***

Pass Direction (Geçiş Yönü): *Kesicinin ilk geçişlerde kesme yönünü belirler.*

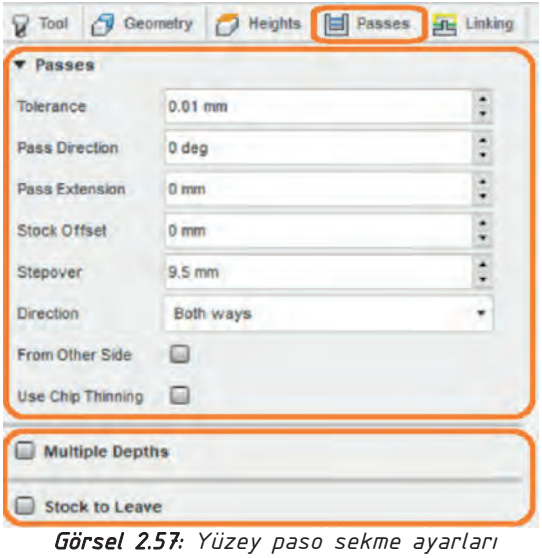
Pass Extension (Uzantıyı Geç): *Kesicinin geçişlerde işleme sınırının ötesinde geçiş mesafesidir.*

Stock Offset (Stok Ofseti): *Girilen değer kadar seçilen kontur işleme ofsetini belirler.*

Stepover (Yan Adım): *Geçişler arasındaki kesme geçişini belirler.*

From Other Side (Girişi Diğer Tarafa Alma): *Takım yolunu parçanın diğer tarafında başlatmayı etkinleştirir.*

Use Chip Thinning (Az Talaş Kaldırma): *Kesicinin iş parçasına girişte daha az talaş çıkarması için giriş hareketini değiştirir.*



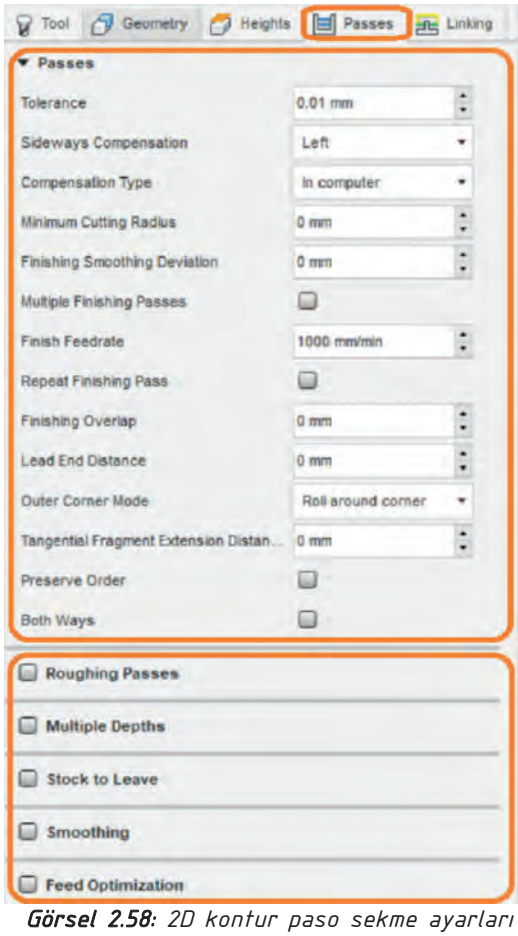
Görsel 2.57: *Yüzey paso sekme ayarları*

2D Contour *(2D Kontur) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.58).***

Compensation Type (Telafi Tipi): *Telafi türünü belirler.*

Finishing Smoothing Deviation (İnce işleme Yumuşatma Sapması): *Son işlem geçişlerine uygulanan maksimum yumuşatma miktarıdır. Takım yolunda keskin köşelerden kaçınmak için bu parametre kullanılır. Bu parametrenin ayarlanması kontur köşelerinde istenenden daha fazla stok bırakır.*

Multiple Finishing Passes (Çoklu İnce işleme Pasoları): *Birden fazla bitirme geçişi gerçekleştirmek için kullanılır.*



Görsel 2.58: *2D kontur paso sekme ayarları*

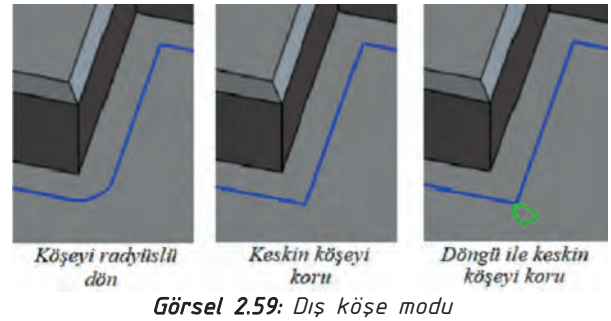
Finish Feedrate (İnce İşleme İlerleme Hızı): *İnce işleme geçişi için kullanılan ilerleme hızıdır.*

Repeat Finishing Pass (İnce İşleme Geçişini Tekrarlama): *Takım sapması nedeniyle kalan stoku çıkarmak için son bitirme geçişini iki kez gerçekleştirmeyi etkinleştirir.*

Finish Overlap (İnce İşleme Örtüşmesi): *Takımın dışarı çıkmadan önce giriş noktasının ötesinde geçtiği mesafedir. Bir ince işleme örtüşmesinin belirtilmesi, giriş noktasındaki malzemenin uygun şekilde temizlenmesini sağlar.*

Lead End Distance (Çıkış Öncesi Mesafe): *Çıkış ilerleme hızının seçili geometrinin sonundan önce başladığı mesafeyi belirler.*

Outer Corner Mode (Dış Köşe Modu): *Dış köşeleri işlerken, köşeyi tamamen keskin bırakmak için köşeyi yuvarlamadan kaçınmayı sağlar* ***(Görsel 2.59).***



Görsel 2.59: *Dış köşe modu*

Tangential Fragment Extension Distance (Teğet Parça Uzatma Mesafesi): *Hesaplanan takım yolunun başlangıcını ve sonunu genişletmek için açık konturlarda kullanılır. Bu, başlangıç ve bitiş noktalarının açısına dayalı olarak teğet bir doğrusal uzantı oluşturur. Bu uzatma, geometri-teğet uzatma mesafesi ile birlikte kullanılır.*

Preserve Order (Düzeni Koru): *Unsurların seçildikleri sırayla işlendiğini belirtir. Seçim kaldırıldığında otomatikman sırasını optimize eder.*

Roughing Passes (Kaba İşleme Geçişleri): *Kaba işleme geçişlerini gerçekleştirmek için etkinleştirilir.*

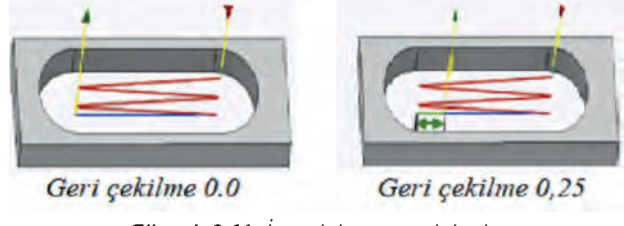
Slot *(yuva) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.60).***



Görsel 2.60: *Yuva paso sekme ayarları*

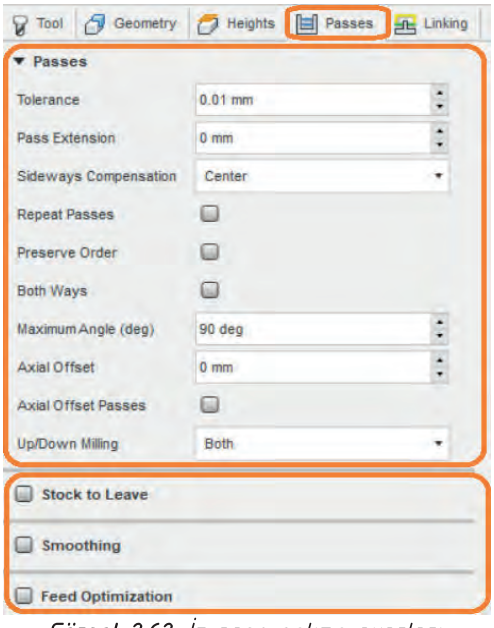
Backoff Distance (Geri Çekilme Mesafesi): *Kesimin sonuna ulaştıktan sonra takım, geri çekilmeden önce duvardan geri çekilir.*

Repeat Finishing Pass (İnce İşleme Geçişini Tekrarla): *Takım, kesim sonunda başladığı noktaya geri dönerek ek bir kesim yaparak finiş işlemi uygular* ***(Görsel 2.61).***



Görsel 2.61: *İnce işleme geçişleri*

Trace (iz) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.62).**



Görsel 2.62: İz paso sekme ayarları

Repeat Passes (Pasoları Tekrarla): Takım sapması nedeniyle kalan stoğu kaldırmak için ince işleme pasolarını iki kez gerçekleştirmeyi etkinleştirir.

Preserve Order (Düzeni Koru): Unsurların seçildikleri sırayla işlendiğini belirtir. Seçim kaldırıldığında otomatikman kesim sırası optimize edilir.

Maximum Angle (deg) (Maksimum Açı (derece)): Temas noktası belirlenen açıdan daha az eğimliyse takım yolunu sınırlar.

Axial Offset (Eksenel Ofset): İş mili ekseninde seçilen eğriyi yukarı veya aşağı kaydırmak için kullanılır.

Axial Offset Passes (Eksenel Ofset Geçişleri): Birden fazla derinlik kesmesi yapmayı etkinleştirir.

Eksenel ofset geçişleri, birçok 3D bitirme stratejisinde birden fazla artımlı Z geçişi oluşturmak için kullanılır. Birkaç geçiş kullanarak sabit miktarda stoğu kaldırmak için kullanışlıdır.

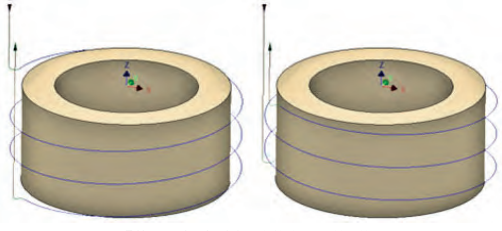
Thread (diş) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.63).**



Görsel 2.63: Diş paso sekme ayarları

Start Angle (Başlangıç Açısı): Vidanın başlangıç açısını belirler.

Threading Hand (Vida Yönü): Vida yönünün sağ ya da sol diş olması için ayarlar yapmayı etkinleştirir **(Görsel 2.64).**



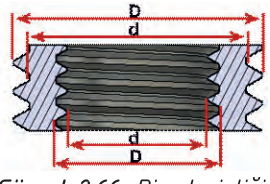
Görsel 2.64: Vida yönü

Thread Pitch (Diş Adımı): Diş için katedilen mesafedir **(Görsel 2.65).**

Pitch Diameter Offset (Diş Derinliği): Büyük (D) ve küçük (d) diş çapları arasındaki fark. Bu diş derinliğidir ve değer her zaman pozitiftir **(Görsel 2.66).**



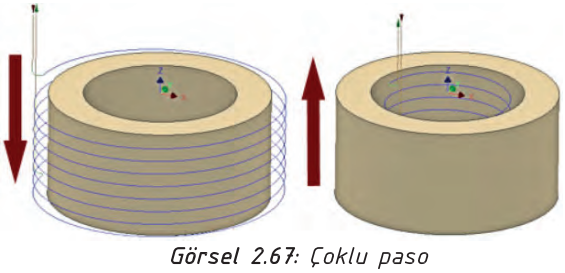
Görsel 2.65: Diş adımı



Görsel 2.66: Diş derinliği

Do Multiple Threads (Çoklu Diş Derinliği): Birden çok diş derinliği oluşturmayı etkinleştirir.

Multiple Passes (Çoklu Paso): Diş frezeleme sırasında çoklu derinlik kesmeleri için bir değer girmeyi etkinleştirir **(Görsel 2.67).**

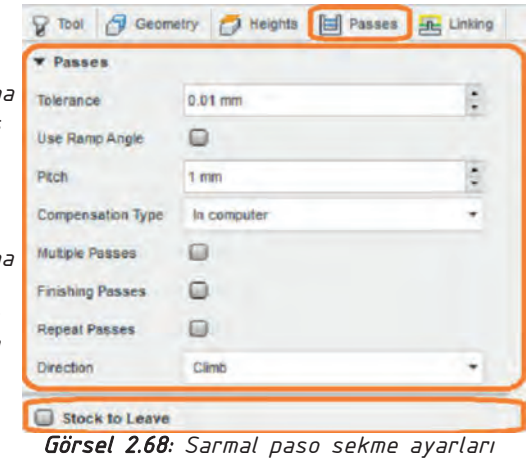


Görsel 2.67: Çoklu paso

Bore (Sarmal) ve **Circular** (Dairesel) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.68).**

Use Ramp Angle (Rampa Açısını Kullanma): Rampa ilerleme derinliğinin bir helisel adım veya bir açı giriş değeri ile belirlenip belirlenmediğini kontrol eder. Derinliği açısal rampa derinliği olarak belirtmek için etkinleştirilir.

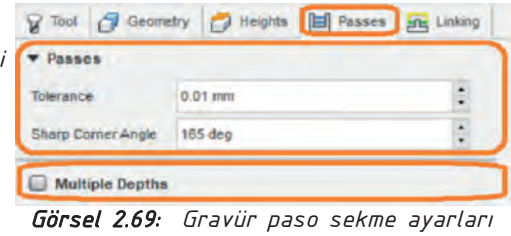
Pitch (Helisel Adım): Her 360° dönüş başına ilerleme yapılacak Z mesafesini belirler. Düz duvarlar için bu değer genellikle konik duvarlardan daha büyüktür. Konik bir duvarda daha ince bir helisel adım daha pürüzsüz bir yüzey kalitesi oluşturur.



Görsel 2.68: Sarmal paso sekme ayarları

Engrave (Gravür) sekmesitıklandığında aşağıda gösterilen pasoayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.69).**

Sharp Corner Angle (Keskin Köşe Açısı): Kesiciyi köşe kesişimi boyunca hareket ettirerek cepte keskin köşeler oluşturmaktır. Kenarlar arasındaki açı bu değerden büyükse köşe temizleme hareketi olmaz.



Görsel 2.69: Gravür paso sekme ayarları

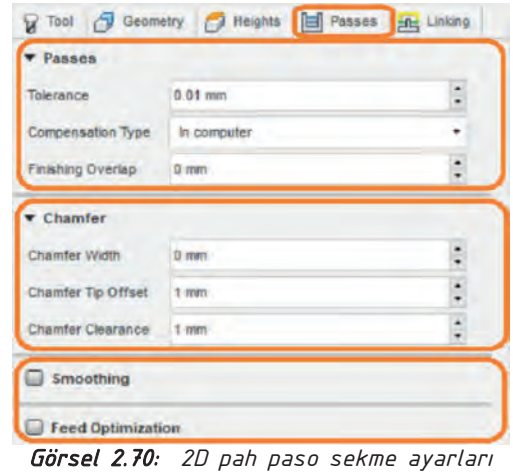
2D Chamfer (2D Pah) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.70).**

Chamfer (Pah): Pah kırma işlemidir.

Chamfer Width (Pah Genişliği): Pah boyutunu ayarlamak için gereken miktardır.

Chamfer Tip Offset (Pah Ucu Ofseti): Takım ucunu pahın kenarını geçecek şekilde uzatma miktarıdır.

Chamfer Clearance (Pah Açıklığı): Bu değer, takımın pahlanmayan model geometrisinden ne kadar uzak durması gerektiğini belirler.

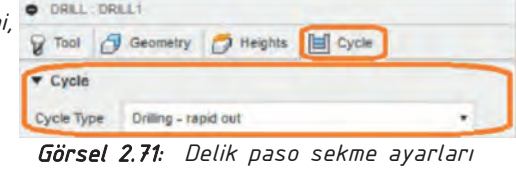


Görsel 2.70: 2D pah paso sekme ayarları

Drill (Delik) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen döngü ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.71).**

Cycle Type [Döngü (Çevrim) Türü]: Döngü tipi, delme çevrimi türüdür. Bir dizi önceden tanımlanmış (hazır) delme döngüsü sağlar.

Bir delme döngüsünün seçilmesi, delme işlemi için hangi parametrelerin ayarlanması gerektiğini belirler.

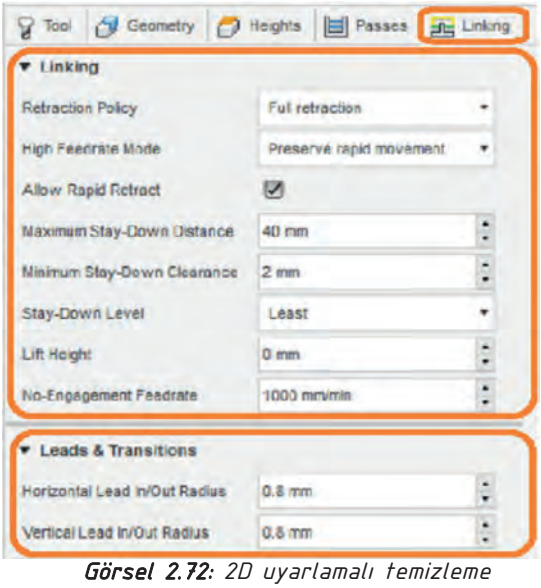


Görsel 2.71: Delik paso sekme ayarları

- ***Linking Tab settings (Bağlantı Sekme Ayarları):*** *Kesme olmayan takım yollarında kesicinin iş parçasına giriş ve çıkış hareketleri ile havada gezinme hareketleri kontrol edilir.*

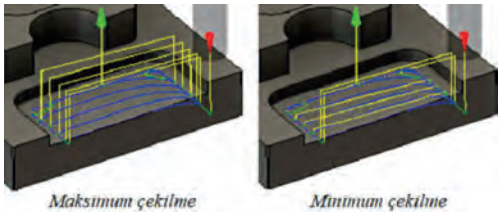
Linking (Bağlantı): *Bu sekmedeki parametreler; geri çekilme, güvenli mesafe, giriş ve çıkış, rampa, geçişler ve giriş pozisyonlarıdır.*

2D Adaptive Clearing *(2D Uyarlamalı Temizleme) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.72).***



Görsel 2.72: *2D uyarlamalı temizleme bağlantı sekme ayarları*

Retraction Policy (Geri Çekilme Yöntemi): *Takımın, kesme hareketleri sırasında nasıl geri çekileceğini kontrol eder* ***(Görsel 2.73).***



Görsel 2.73: *Geri geri çekilme yöntemi*

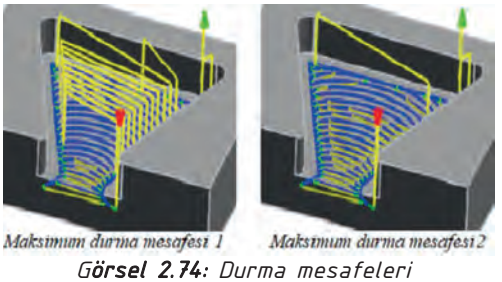
High Feedrate Mode (Yüksek İlerleme Hızı Modu): *Hızlı hareketlerin gerçek hız (G0) ve ilerleme hızı hareketi (G1) olarak ne zaman çıkarılması gerektiğini belirler.*

Allow Rapid Retract (Hızlı Geri Çekilmeye İzin Vermek): *Etkinleştirildiğinde, geri çekilmeler ve hızlı hareketler (G0) olarak yapılır.*

Maximum Stay-Down Distance (Maksimum Durma Mesafesi): *Bekleme hareketleri için izin verilen maksimum mesafeyi belirtir* ***(Görsel 2.74).***

Minimum Stay-Down Clearance (Minimum Durma Mesafesi): *Aşağıda durma hareketleri için izin verilen minimum mesafeyi belirler.*

No-Engagement (Etkileşme Yok İlerleme Hızı): *Takımın malzemeye bağlı olmadığı ancak aynı zamanda geri çekilmediği hareketler için kullanılan ilerleme hızını belirler.*



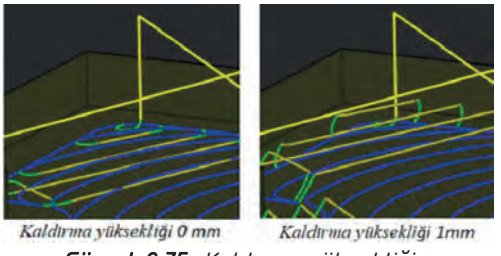
Görsel 2.74: *Durma mesafeleri*

Lift Height (Kaldırma Yüksekliği): *Yeniden konumlandırma hareketleri sırasında kaldırma mesafesini belirtir* ***(Görsel 2.75).***

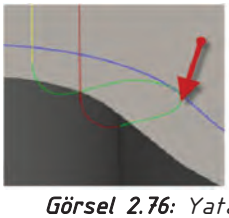
Leads & Transitions (Giriş ve Geçişler): *Takımın giriş ve geçişlerde parçaya temas eden yüzeyleri pürüzsüzleştiren hareketleri kontrol eder.*

Horizontal Lead In/Out Radius (Yatay Giriş/Çıkış Yarıçapı): *Yatay giriş ve çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler* ***(Görsel 2.76).***

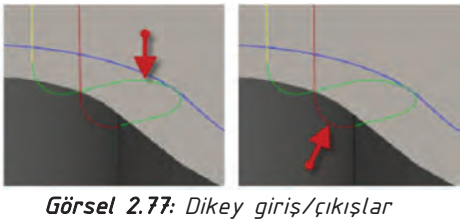
Vertical Lead In/Out Radius (Dikey Giriş/Çıkış Yarıçapı): *Dikey giriş ve çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler* ***(Görsel 2.77).***



Görsel 2.75: *Kaldırma yüksekliği*

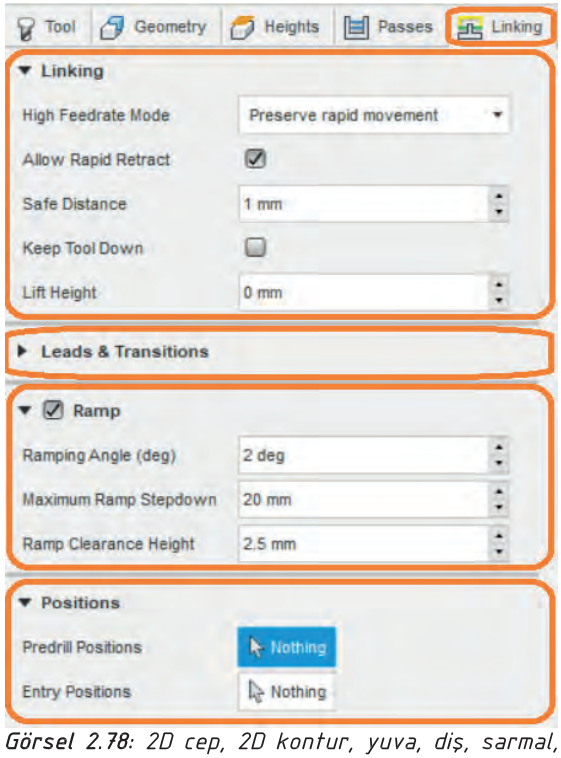


Görsel 2.76: *Yatay giriş/çıkışlar*



Görsel 2.77: *Dikey giriş/çıkışlar*

2D Pocket (2D cep), 2D Contour (2D kontur), Slot (yuva), Thread (diş), Bore (sarmal), Circular (dairesel) ve 2D Chamfer (2D pah) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.78).



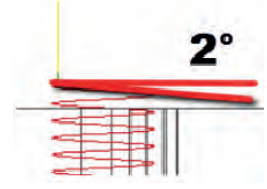
Görsel 2.78: 2D cep, 2D kontur, yuva, diş, sarmal, dairesel ve 2D pah bağlantı sekme ayarları

Safe Distance (Güvenlik mesafesi): *Geri çekilme hareketleri sırasında takım ile parça yüzeyleri arsındaki minimum mesafedir.*

Keep Tool Down (Takımı Aşağıda Tutmak): *Aktif edildiğinde, bir sonraki alana olan mesafe belirtilen bekleme mesafesinin altında olduğunda geri çekilmeyi önler.*

Ramp (Rampa): *Kesicinin Z ekseni yönünde parçaya giriş derinliğinin nasıl olacağını belirler.*

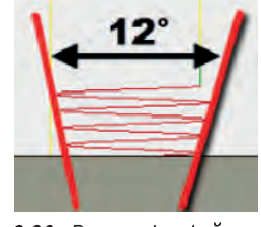
Ramping Angle (Deg) (Rampa Açısı Derece): *Kesim sırasında dikey eksende yaptığı helis veya rampa açısını belirler (Görsel 2.79).*



Görsel 2.79: Rampa açısı

Maximum Ramp Stepdown (Maksimum Rampa Aşağı Adım): *Rampa profilinde devir başına maksimum aşağı adımı belirler.*

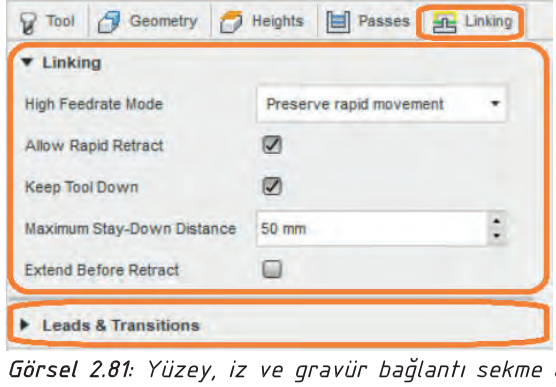
Ramp Clearance Height (Rampa Boşluğu Yüksekliği): *Helisin rampa hareketine başladığı yerin yüksekliğini belirler (Görsel 2.80).*



Görsel 2.80: Rampa boşluğu yüksekliği

- ***Positions (Pozisyon):*** *Kesicinin malzemeye girmesine izin vermek istenilen konumun yakınındaki geometri seçilir.*

Face *(yüzey),* ***Trace*** *(iz) ve* ***Engrave*** *(gravür) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.81).***



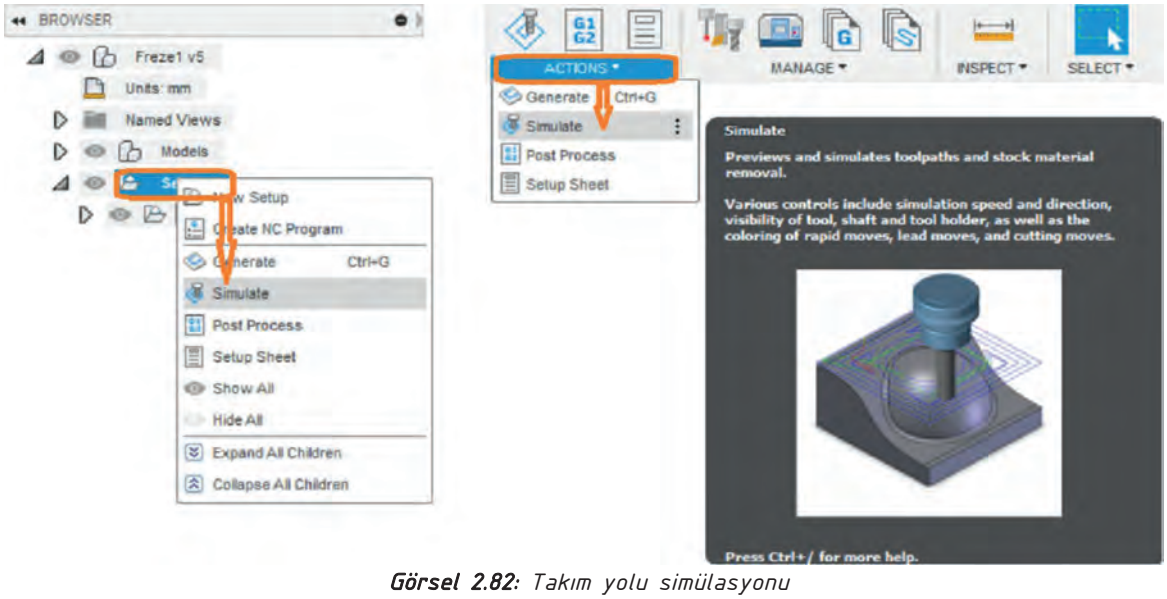
Görsel 2.81: Yüzey, iz ve gravür bağlantı sekme ayarları

Exteng Before Retract (Geri Çekilmeden Önce Uzat): *Geri çekilmeden önce kesme geçişini stoğun ötesine uztmayı etkinleştirir.*

2.1.3.2. Takım Yolu Simülasyonu

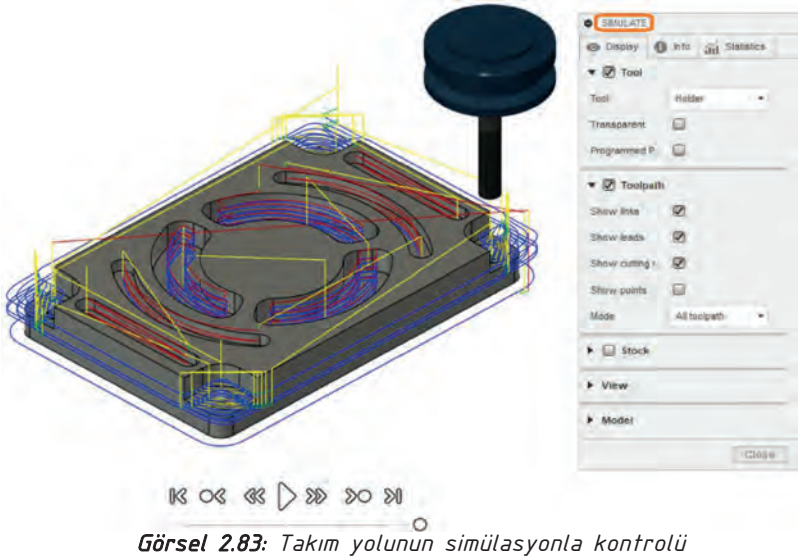
Takım yolları oluşturulduktan sonra simülasyon, tezgâhta yaptığınız gibi gerçek kesme hareketini ve çarpmaların görülmesini sağlar.

Takım yolları ekranın sol tarafında bulunan işlem ağacındaki Setups menüsünden operasyon sırasına göre **Simulate** tıklanarak simüle edilebildiği gibi **ACTIONS** menüsünden de **Simulate** tıklanarak simüle edilebilir **(Görsel 2.82)**.



Görsel 2.82: Takım yolu simülasyonu

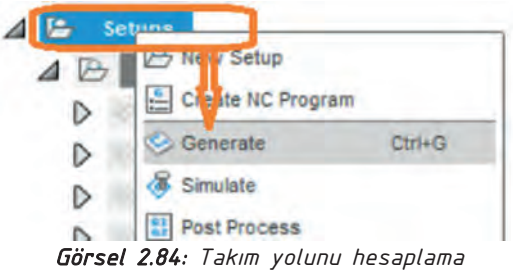
Simülasyon penceresi açıldığında, operasyonların doğru yapılıp yapılmadığı başlat butonu ile simüle edilerek görülebilir **(Görsel 2.83)**.



Görsel 2.83: Takım yolunun simülasyonla kontrolü

Takım yolunun simülasyonla kontrolü yapıldıktan sonra görülen hatalar var ise dönülerek düzenlemeler yapılarak takım yolu operasyonu düzeltilebilir.

Yapılan düzenlemeler sonrası **Setups** sekmesi altındaki Generate (üretmek) seçeneği ile yeniden hesaplama yapılarak oluşturulan takım yolu düzenlemesi aktif hale getirilir **(Görsel 2.84)**.

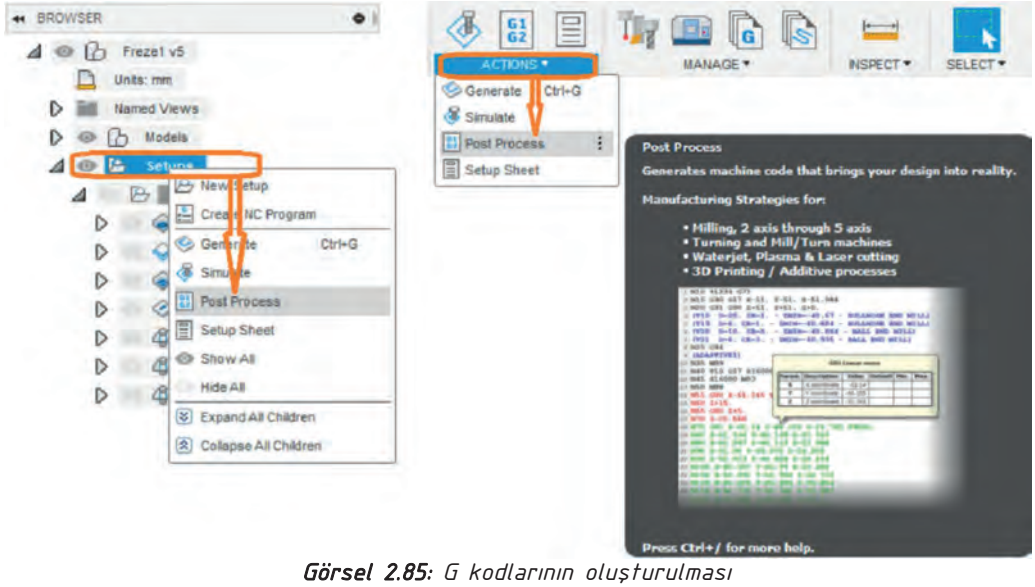


Görsel 2.84: Takım yolunu hesaplama

2.1.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ

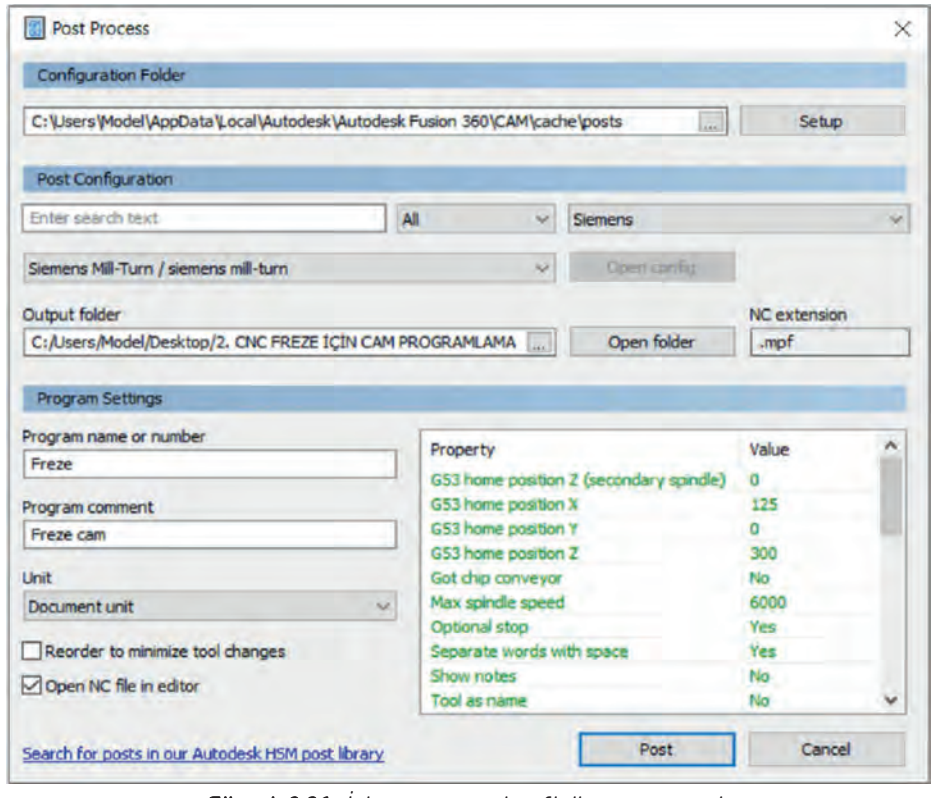
2.1.4.1. G Kodlarının Oluşturulması

Operasyon sonrası takım yollarının makine diline dönüştürülebilmesi için ekranın sol tarafında bulunan ürün ağacındaki Setups menüsünden Post Process tıklanarak oluşturulabildiği gibi Actions menüsünden de Post Process tıklanarak G kodları oluşturulabilir ***(Görsel 2.85).*** *Ürün ağacında istenilirse tek bir operasyon içinde G kodları üretmek mümkündür. Seçilen operasyon üzerinde sağ tıklanarak Post Process sekmesi tıklanır.*



Görsel 2.85: *G kodlarının oluşturulması*

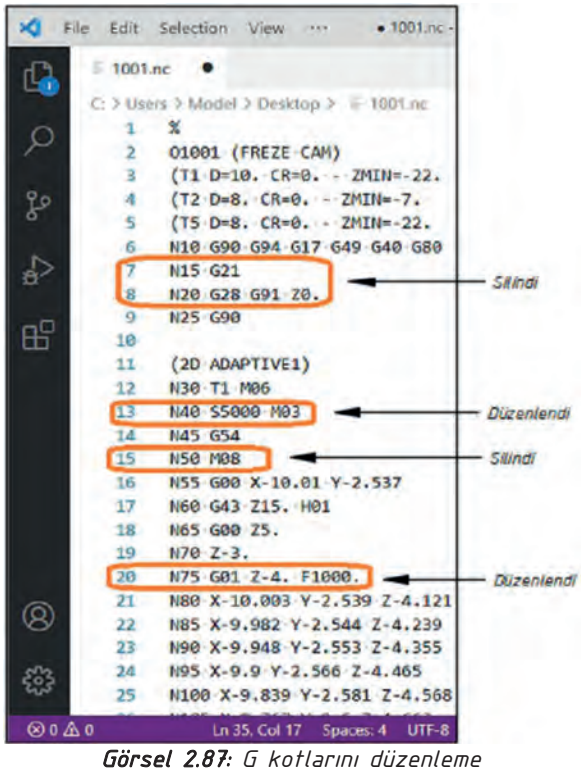
Takım yollarına ait G kodları elde edilmek istenirse CAM ürün ağaçındaki Setups sekmesini sağ tıklamanın ardından Post Process sekmesi tıklanır. Açılan pencereden konfigürasyon ve program ayarları yapılır ***(Görsel 2.86).***



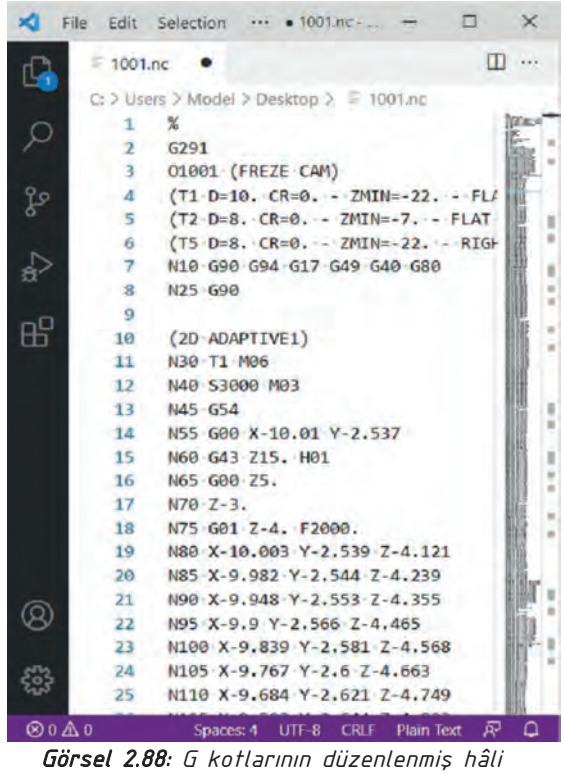
Görsel 2.86: *İşlem sonrası konfigürasyon ayarları*

2.1.4.2. G Kodlarının Düzenlenmesi

Bazı hâllerde üretilen G kodları için uygun bir makine tipi olmayabilir. Bu gibi durumlarda mevcut CNC tezgâhına uyumlu hâle getirilmesi gerekir. Bu nedenle bazı satırlar silinir, bazı satırlarda da düzenlemeler yapılabilir **(Görsel 2.87)**. G kodlarının düzenlemeleri yapıldıktan sonra tekrar kaydedilir (Görsel 2.88). Bu düzenlemeler sonrası uyumlu hâle getirilen G kodları CNC tezgâhına artık aktarılabilir.



Görsel 2.87: G kotlarını düzenleme

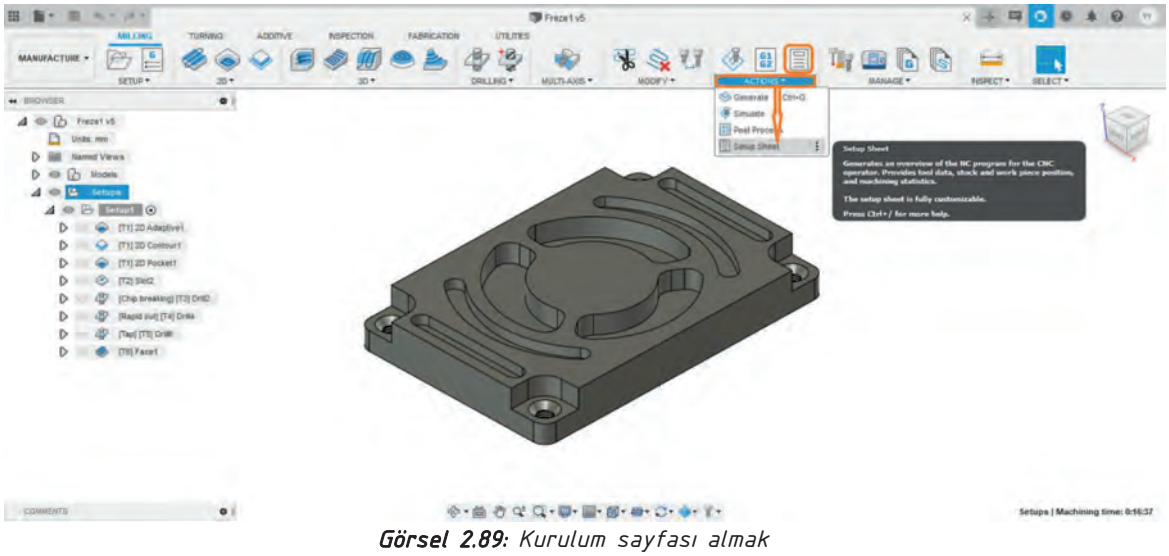


Görsel 2.88: G kotlarının düzenlenmiş hâli

2.1.4.3. Kurulum Sayfası Almak

CNC operatörü için çıktı niteliğinde olan kurulum sayfası, herhangi bir genel ağ tarayıcıda görüntülenebilir, sayfa basılabilir ve atölyeye gönderilebilir. Makineye bağlı bilgisayar varsa bir belge yazdırmaya gerek kalmadan kullanılabilir.

Kurulum sayfasını almak için MANUFACTURE > TURNING > ACTIONS > Setup Sheet veya araç çubuğundan Setup Sheet (kurulum sayfası) sekmesi tıklanır **(Görsel 2.89)**.



Görsel 2.89: Kurulum sayfası almak

Kurulum sayfası, bilgisayardaki ilgili CAM klasörü seçilerek kaydedilir ve sayfanın çıktısı alınarak operatörün CNC freze tezgâhında doğru bir sıfırlama yapması sağlanır. Stok boyutu, iş tanımı, sıfır konumu, takımlar, ilerlemeler, hızlar ve iş ofsetleri ile ilgili bilgiler içerir ***(Görsel 2.90).***

Setup Sheet for Program Freze

Job Description: Setup1
Document Path: Freze1 v5

Setup

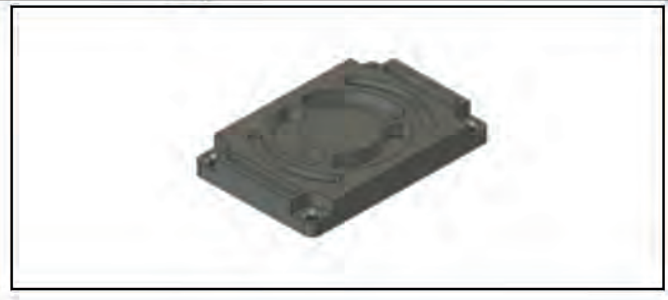
WCS: #0

Stock:
DX: 154mm
DY: 104mm
DZ: 42mm

Part:
DX: 150mm
DY: 100mm
DZ: 20mm

Stock Lower in WCS #0:
X: 0mm
Y: 0mm
Z: -42mm

Stock Upper in WCS #0:
X: 154mm
Y: 104mm
Z: 0mm



Total

Number Of Operations: 6
Number Of Tools: 4
Tools: **T1 T2 T5 T6**
Maximum Z: 15mm
Minimum Z: -22mm
Maximum Feedrate: 5000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 10968.32mm
Rapid Distance: 4812.79mm
Estimated Cycle Time: 17m:41s

Tools

T1 D1 L1
Type: flat end mill
Diameter: 10mm
Length: 80mm
Flutes: 4

Minimum Z: -22mm
Maximum Feed: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 8825.91mm
Rapid Distance: 4089.1mm
Estimated Cycle Time: 12m:7s (68.5%)

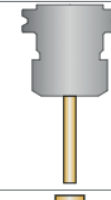
Holder: Maritool CAT40-ER32-2.35
Vendor: Maritool
Product: CAT40-ER32-2.35



T2 D2 L2
Type: flat end mill
Diameter: 8mm
Length: 60mm
Flutes: 2

Minimum Z: -7mm
Maximum Feed: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 1436.67mm
Rapid Distance: 275.7mm
Estimated Cycle Time: 3m:51s (21.8%)

Holder: Maritool CAT40-ER32-2.35
Vendor: Maritool
Product: CAT40-ER32-2.35



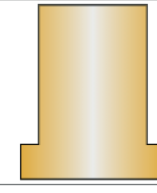
T5 D5 L5
Type: right hand tap
Diameter: 8mm
Length: 50mm
Flutes: 3

Minimum Z: -22mm
Maximum Feed: 5000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 97.01mm
Rapid Distance: 434.99mm
Estimated Cycle Time: 6s (0.6%)



T6 D6 L6
Type: face mill
Diameter: 40mm
Length: 50mm
Flutes: 3

Minimum Z: -2mm
Maximum Feed: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 608.73mm
Rapid Distance: 13mm
Estimated Cycle Time: 37s (3.5%)

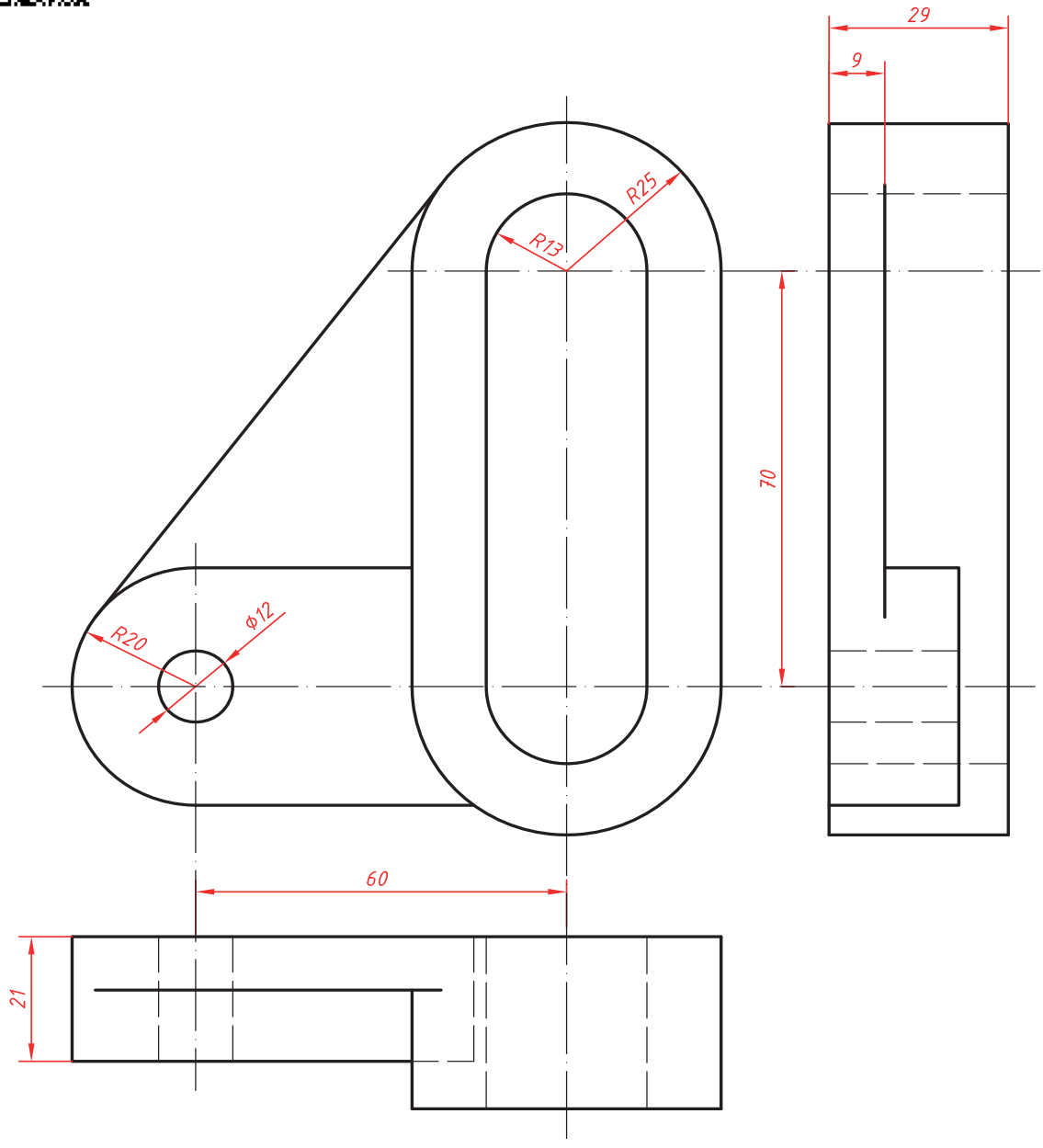


Görsel 2.90: Kurulum sayfası

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29515

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.1
KONU	2.1.5.2 ½ EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI	SÜRE 12 DERS SAATİ

MİL YATAĞI



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

2 ½ EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI

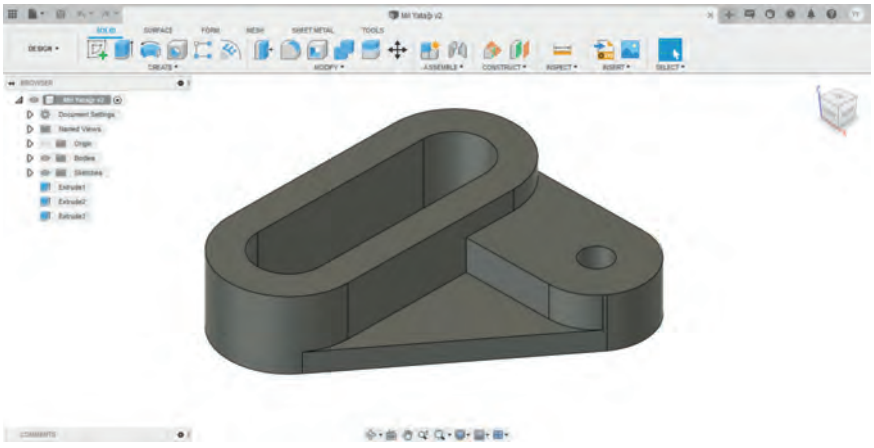
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

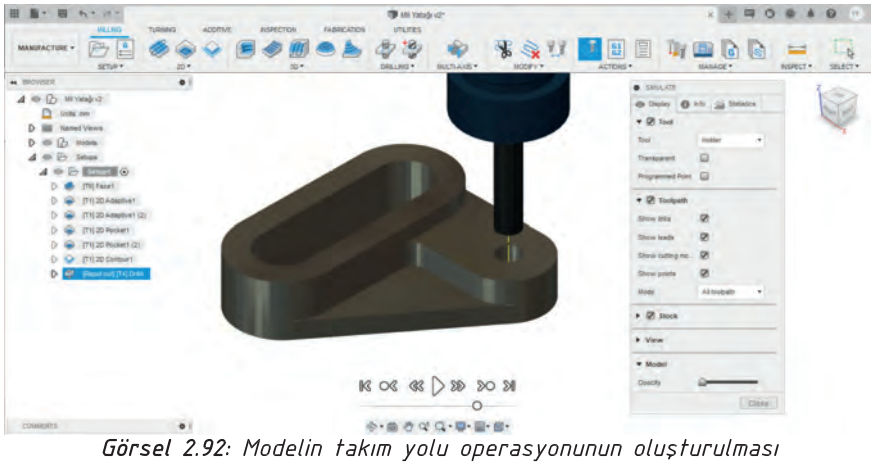
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. Mil Yatağı parçasının üç boyutlu resmini CAD ortamında çiziniz ve kaydediniz.
3. Mil Yatağı parçasını CAM sayfasına aktarınız ve takım yollarını oluşturarak kaydediniz.
   a) Yüzey frezeleme,
   b) 2D uyarlamalı temizleme,
   c) 2D havuz boşaltma,
   d) 2D kontur frezeleme,
   e) Delme işlemi,
4. Parçanın G kodunu oluşturunuz.
5. CAD-CAM çalışmalarını ve G kodunu masa üstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
6. Numaranızla kayıtlı klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

Teknik resmi verilen modelin 3 boyutlu çizimi CAD programı kullanılarak uygun bir düzlemde ve ölçüde çizilir ***(Görsel 2.91).***



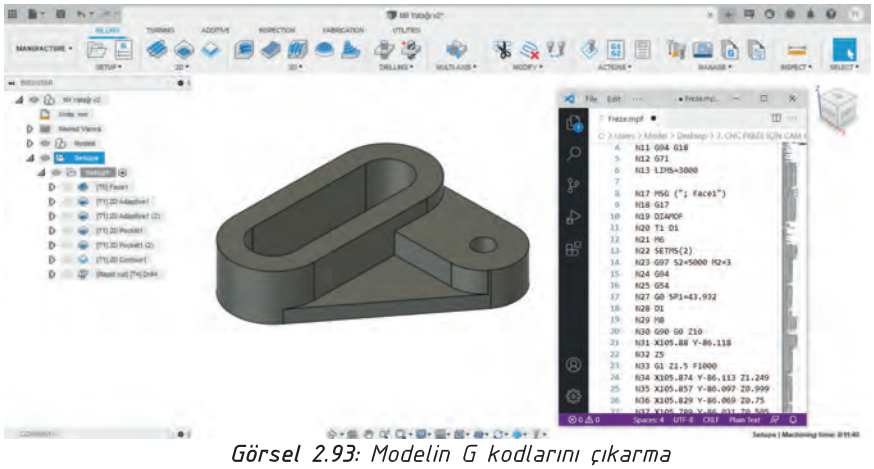
Görsel 2.91: *Modelin 3 boyutlu çizimi*

CAD programı ile çizilen 3 boyutlu model, CAM programına aktarılarak takım yolu oluşturulur ***(Görsel 2.92).*** *Takım yolu oluşturulan parça simüle edilerek doğru takım yolu oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilir.*



Görsel 2.92: *Modelin takım yolu operasyonunun oluşturulması*

Simülasyon ile takım yolu kontrolleri yapılan model kaydedilir ve G kodları çıkarılır ***(Görsel 2.93).*** *G kodları düzenleme işlemlerinin ardından son kontroller yapılarak CNC freze tezgâhına aktarılmak üzere taşınabilir belleğe aktarılır.*

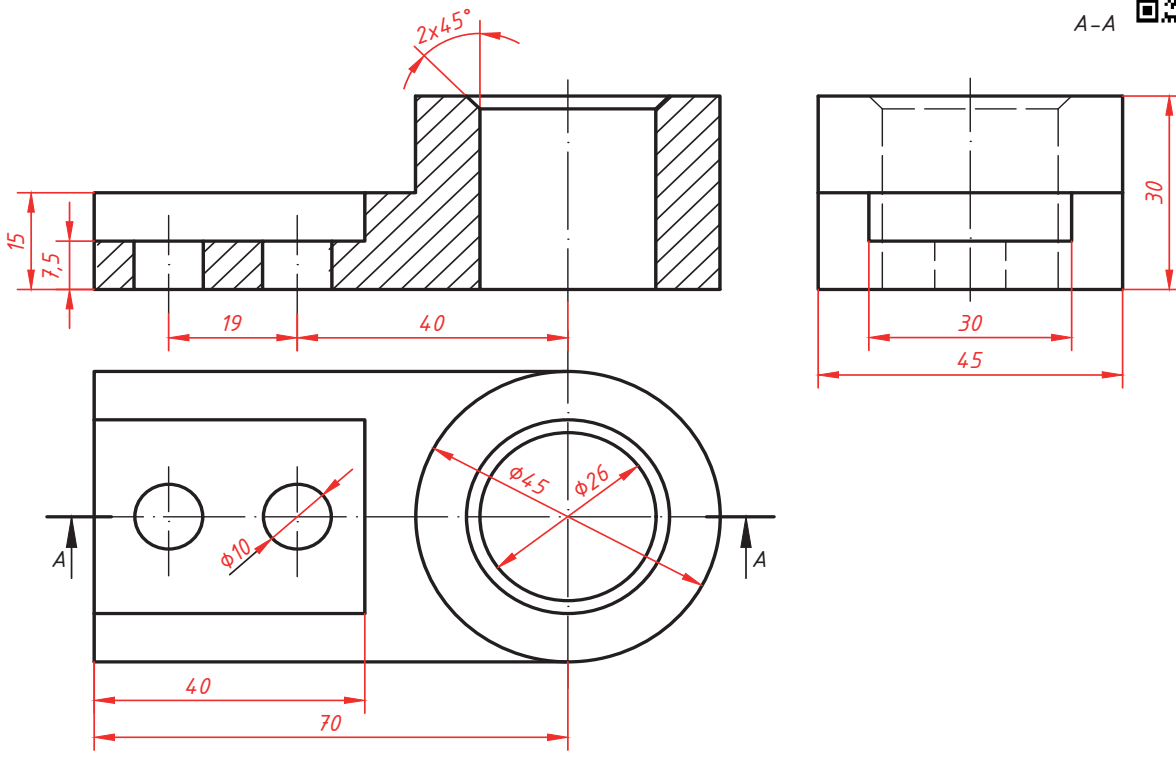


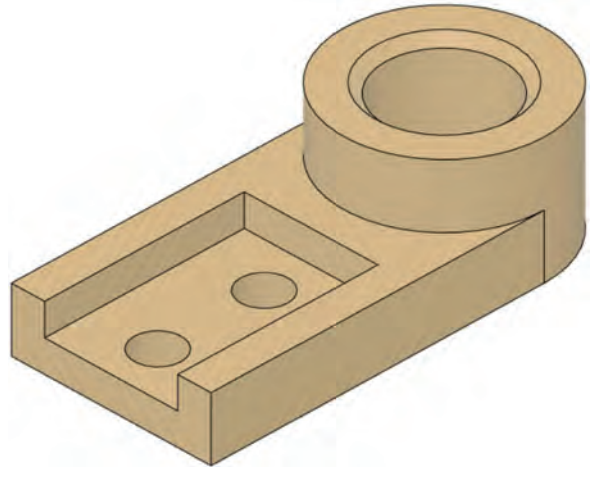
Görsel 2.93: *Modelin G kodlarını çıkarma*

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.2
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29516

MİL DESTEĞİ





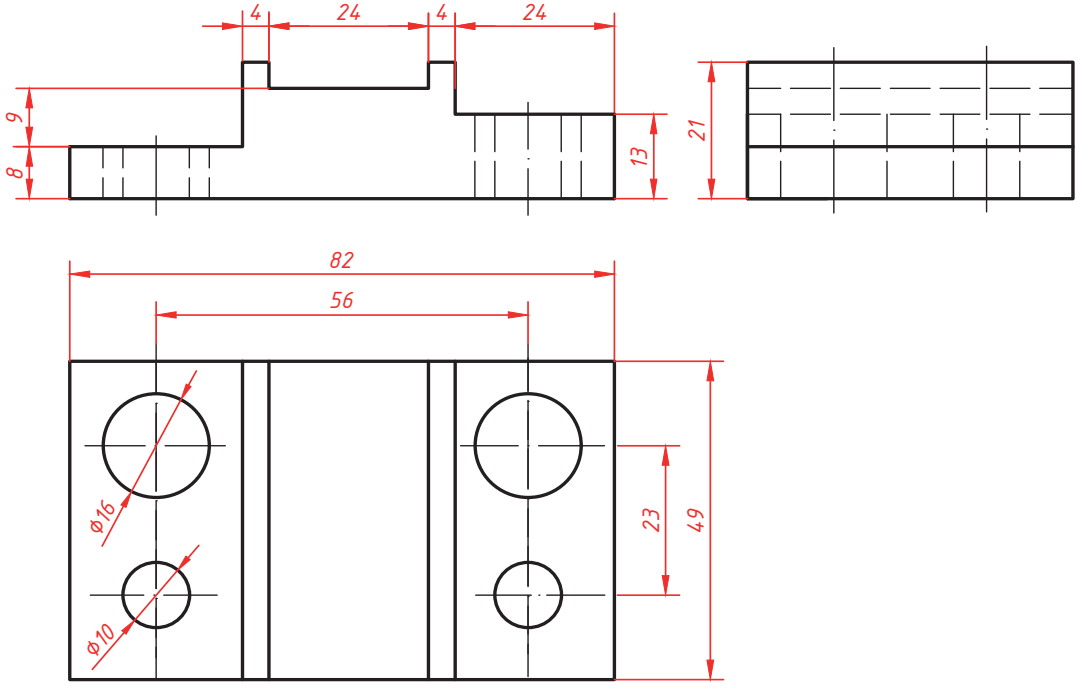
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../...../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../...../ 20.....		

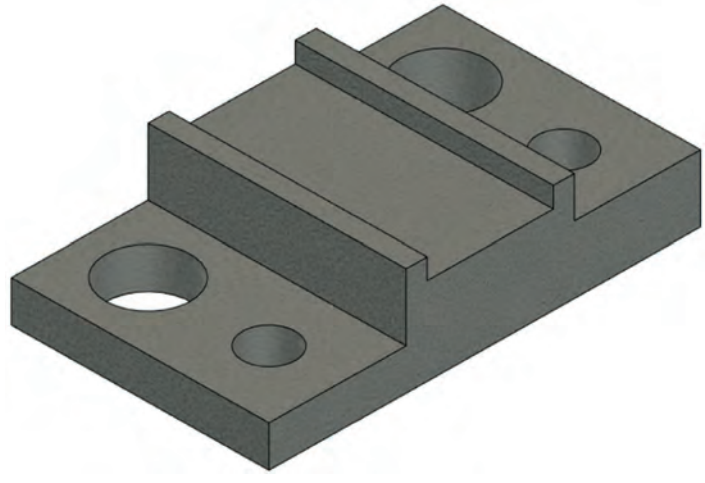
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29517

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.3
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

BAĞLAMA PARÇASI





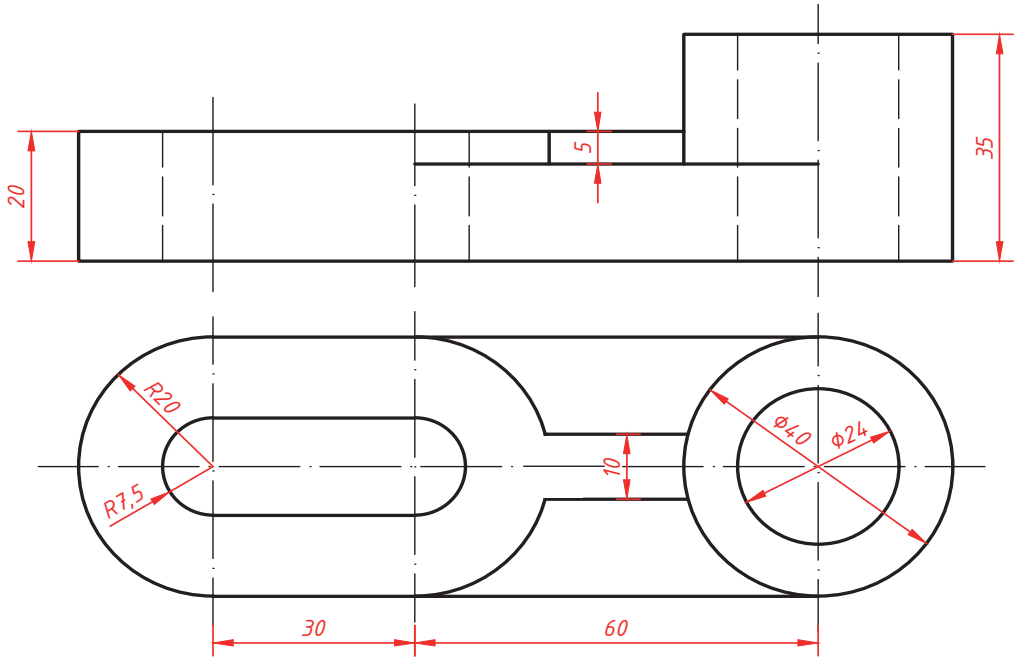
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

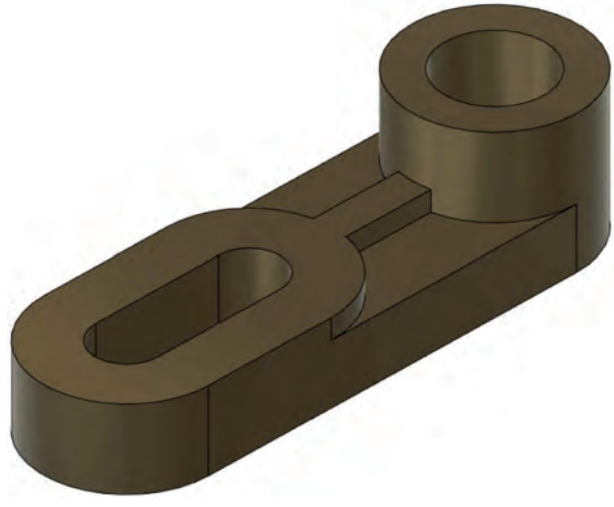
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.4
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29518

MİL YATAĞI



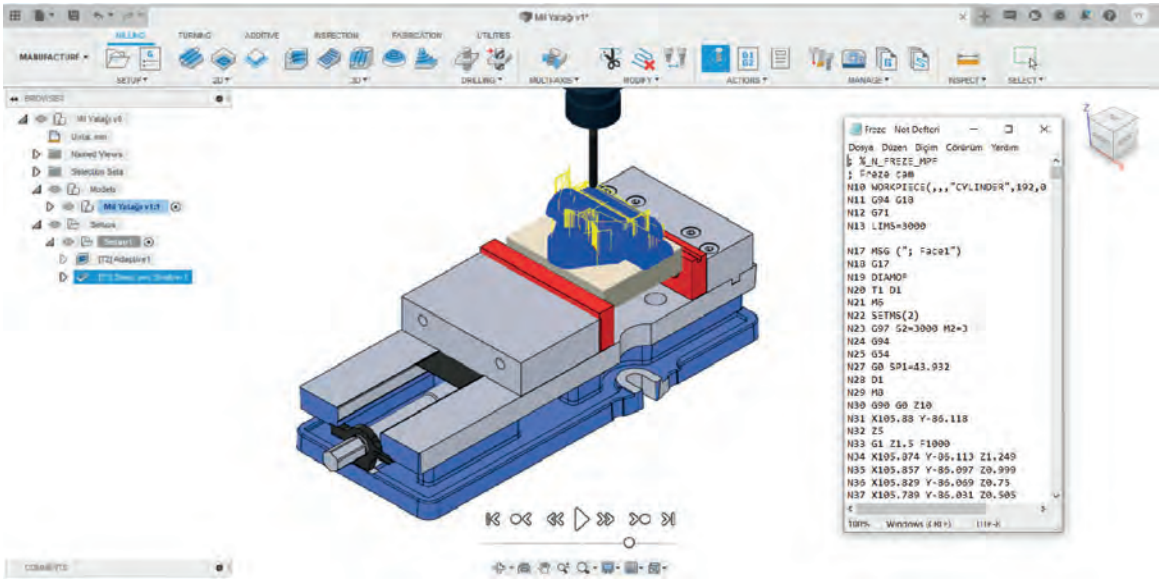


ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . . MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../...../ 20.....		
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../...../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

2.2. 3 EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME

3 eksen CAM programı ile frezeleme operasyonları, basit ve karmaşık geometrilere sahip iş parçalarının üzerinde bulunan formlu yüzeylere takım yolları oluşturur. Parçanın işlenmesinde X, Y ve Z eksenlerinin aynı anda kontrol edilmesi gerektiğinde kullanılabilen işleme yöntemi 3 eksen işleme olarak tanımlanır ***(Görsel 2.94).***



Görsel 2.94: *3 eksen CAM programlama*

CNC freze tezgâhı için 3 eksen takım yollarını oluşturma işlem sırası:

- *Önce işlenecek model* ***DESIGN*** *(tasarım) çalışma alanında 3 boyutlu olarak çizilir.*
- *Parçayı işlemek için* ***MANUFACTURE*** *(üretim) modülüne aktarılır.*
- *Araç çubuğundan* ***SETUP*** *(kurulum) klasörü,* ***New Setup*** *(yeni kurulum) ve* ***MILLING*** *(frezeleme) sekmesi tıklanır.*
- ***SETUP*** *iletişim penceresinden:*
  - ***Machine*** *(makine) ve* ***Operation Type*** *(operasyon tipi) seçilir.*
  - ***Work Coordinate System*** *(parçası sıfır noktası) tanımlanır.*
  - ***Model*** *(model) seçimi yapılır.*
  - ***Fixture*** *(fikstür) seçimi yapılır.*
  - ***Stock*** *(stok) tanımlanır.*
  - ***Post process*** *(program numarası ve makine sıfır noktasını ofsetleme) belirlenir.*
- ***MILLING*** *iletişim penceresinden:*
  - *Modelin şekline uygun işleme stratejisi seçilir. (Adaptive Clearing, Pocket Clearing, Steep and Shallow, Parallel, Scallop, Contour, Ramp, Pencil, Horizontal, Spiral, Radial, Morphed Spiral, Project, Morph ve Flow)*

Bu sekmenin altında aşağıdaki işlemler yapılır:

- ***Tool*** *(kesiciler) ayarlanır.*
- ***Feed & Speed*** *(ilerleme ve devir) ayarlanır.*
- ***Geometry*** *(parça geometrisi) seçilir.*
- ***Heights*** *(işleme yükseklikleri) ayarlanır.*
- ***Passes*** *(kesme ayarları) yapılır.*
- ***Linking*** *(bağlantılar) ayarlanır.*

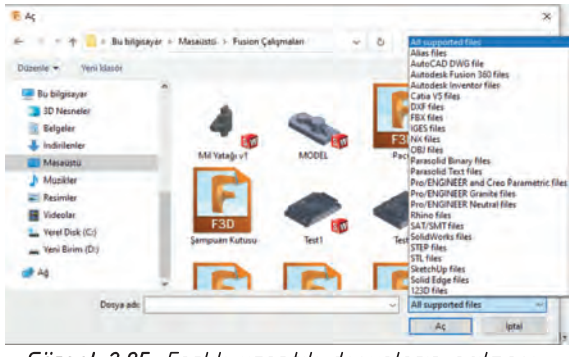
- ***Simülate*** *(simülasyon) takım yollarının 3 boyutlu simulasyonu izlenir.*
- ***Post Process*** *(G kodu) çıkarma işlemi yapılır.*

2.2.1. PARÇANIN CAM PROGRAMINA AKTARILMASI VE KAYDEDİLMESİ

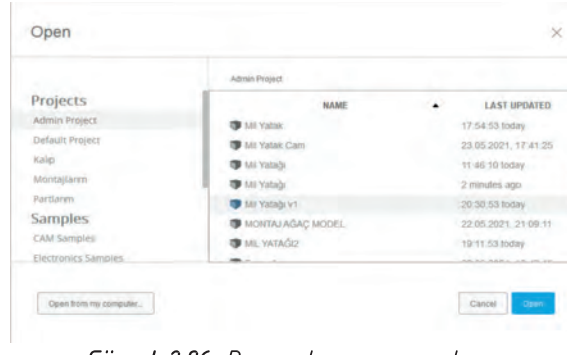
CNC frezede işlenmesi gereken modeller için CAD/CAM programında model çizilebileceği gibi başka bir programda çizilmiş model, kullanılan programa aktarılabilir.

İşlenecek model dosyasını transfer ederken kullanılan programı destekleyen dosya uzantılarında çizimler kaydedilir. Genellikle 2 boyutlu çizimlerin **DXF, DWG** uzantıları, 3 boyutlu çizimlerin ise **STEP, PARASOLİD, IGS, SAT** ve **STL** uzantıları kullanılmaktadır. Ayrıca **Fusion 360, Catia, Solidworks, Unigraphics NX, Rehino, Solid Edge** dosyalarını dosya formatını değiştirmeden açabilmektedir **(Görsel 2.95).**

Model dosyasının açılılabilmesi için program penceresindeki **File** menüsünden **Open** seçilerek daha önce çizilen parça CAM programına aktarılır ve açılır **(Görsel 2.96).**

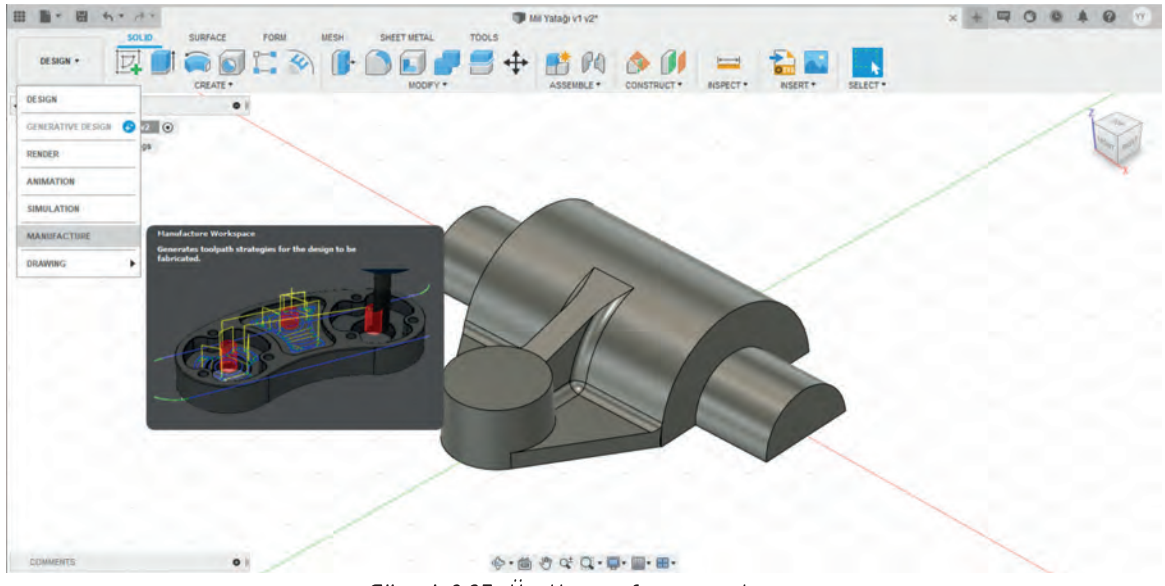


Görsel 2.95: Farklı uzantılı dosyaların açılması



Görsel 2.96: Parça dosyasının açılması

CAD Programında **DESIGN** (tasarım) modülü içindeyken **Change Workspace** (çalışma alanını değiştir) yapılır. Karşımıza gelen modül seçimlerinden **MANUFACTURE** (üretim) modülü tıklanır ve CAM sayfası açılmış olur **(Görsel 2.97).** Açılan dosya daha sonra Save ile kaydedilir.



Görsel 2.97: Üretim sayfasının açılması

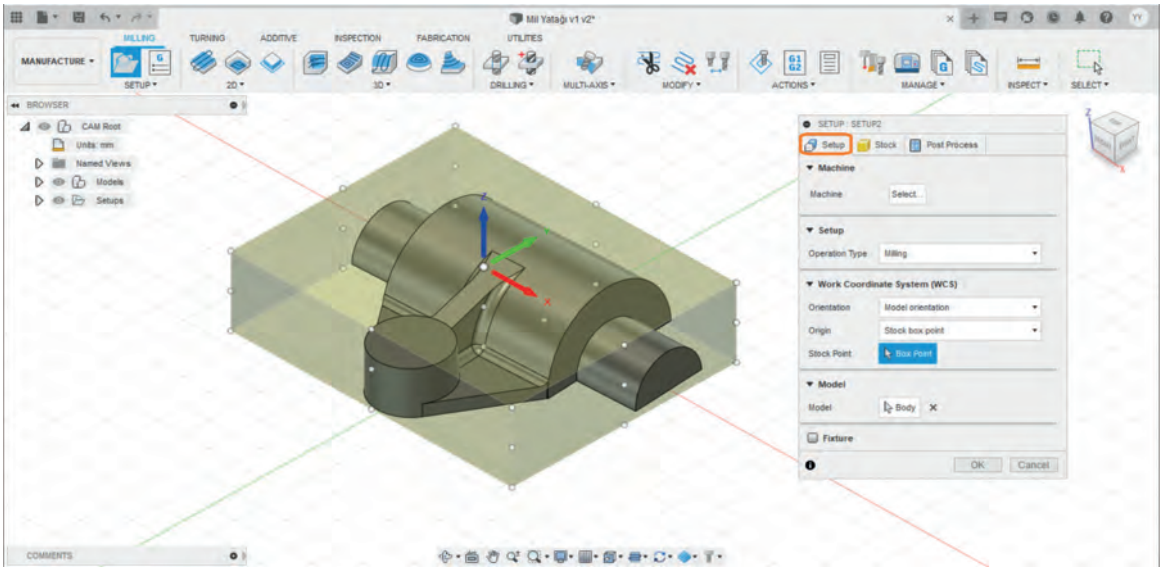
2.2.2. CAM PROGRAMINA AKTARILAN PARÇANIN OPERASYONA HAZIRLANMASI

2.2.2.1. Kurulum Dosyası Oluşturma

3 eksen CAM programı ile freze işleminde öncelikle parçanın operasyona hazırlanması gerekir. CAM Programında 3 eksen takım yolu oluşturmak için program ekranında yer alan **Toolbar** (araç çubuğu)`daki **SETUP** (kurulum) ve **MILLING** (frezeleme) sekmesi tıklanır. Yapılacak işe göre ilave bir setup dosyası oluşturulmaktadır **(Görsel 2.98).**

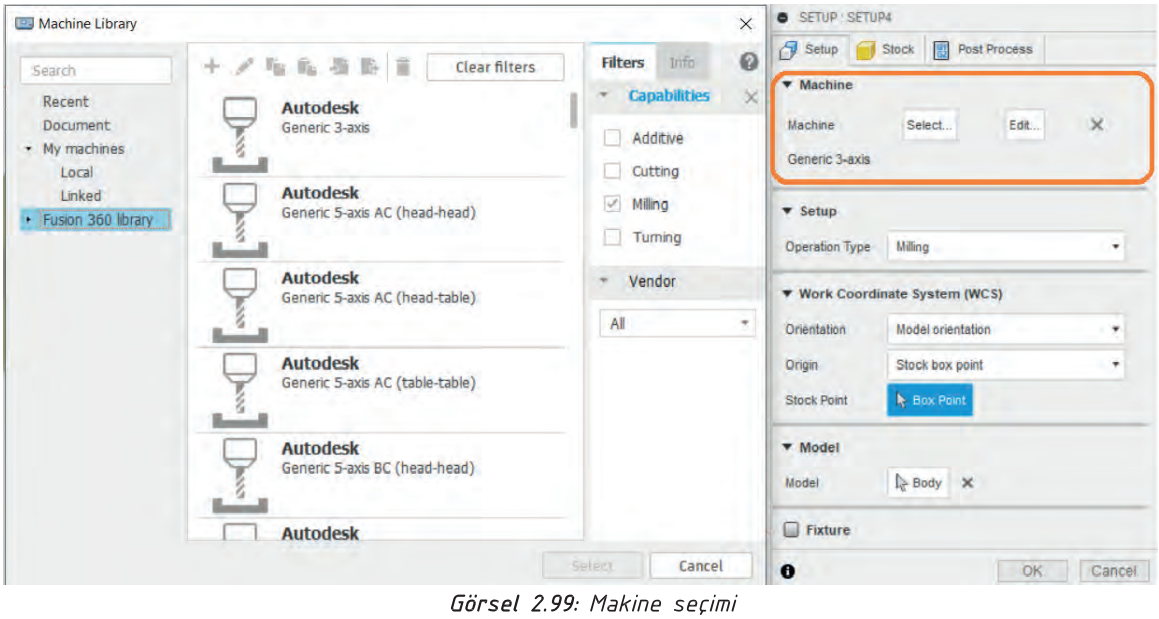
Setup sekmesi seçildiğinde:

- *Makine seçimi,*
- *Operasyon tipi seçimi,*
- *İş parçası sıfır noktası tanımlama,*
- *İşlenecek model seçimi,*
- *Fikstür seçimi yapılır.*



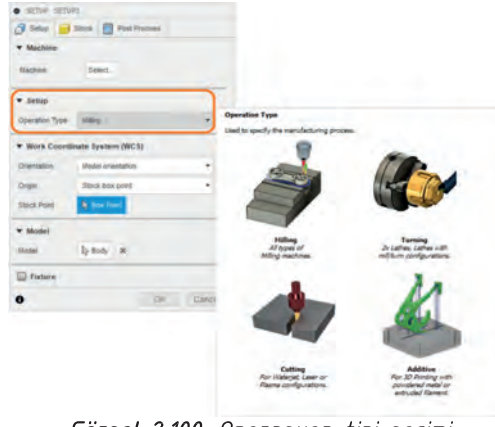
Görsel 2.98: Kurulum dosyası oluşturma

a) Makine Seçimi: İşlenecek parçaya göre tezgâh seçimi **Machine** *(makine) menüden yapılır.* **Select** *(seç) sekmesi tıklandığında makine tipleri gelir. Makine tipi seçildikten sonra* **Select** *tıklanır (Görsel 2.99). Makine tipi seçildikten sonra makine ayarları için gereken* **Edit** *(düzenle) butonu ekrana hemen gelmez. Burada yapılan tanımlamalar CAM işlemi sonunda elde edilecek NC kodlarına yansıtılır. Seçim sonrası* **Edit** *butonu tıklandığında tezgâh ayar seçenekleri ekrana gelir. Açılan pencerede istenilen makine ayarları yapılır.*



Görsel 2.99: Makine seçimi

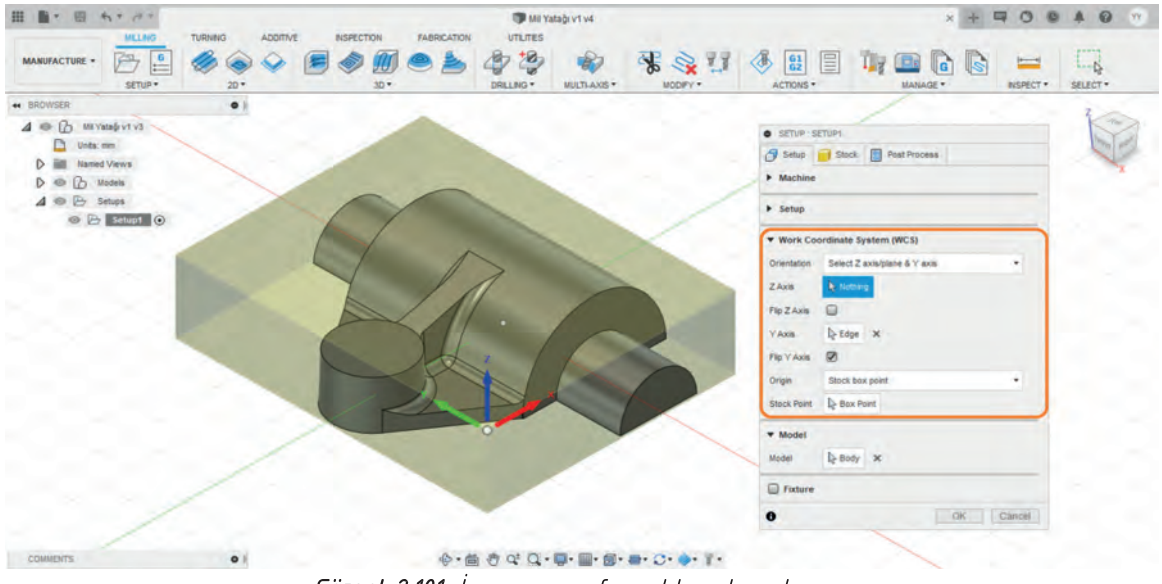
*b) Kurulum Seçimi: 3 eksen frezeleme 2 ½ eksenli freze işlemleri ile aynı ayarları içerir. İş parçasına göre **Operation type** (operasyon tipi)`nin seçimi yapılır. Bu operasyon aynı zamanda makine tipini de belirlemektedir. Operasyon tipi olarak **Milling** (frezeleme) seçimi yapılır **(Görsel 2.100).***



***Görsel 2.100:** Operasyon tipi seçimi*

*c) İş Parçası Sıfır Noktası Tanımlama: **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktası) X, Y ekseni ve Z iş mili eksenini ayarlamaya izin verir **(Görsel 2.101).***

*Eksen ayarlamaları için **Orientation** (oryantasyon) seçeneğinden X, Y ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir.*



***Görsel 2.101:** İş parçası sıfır noktası tanımlama*

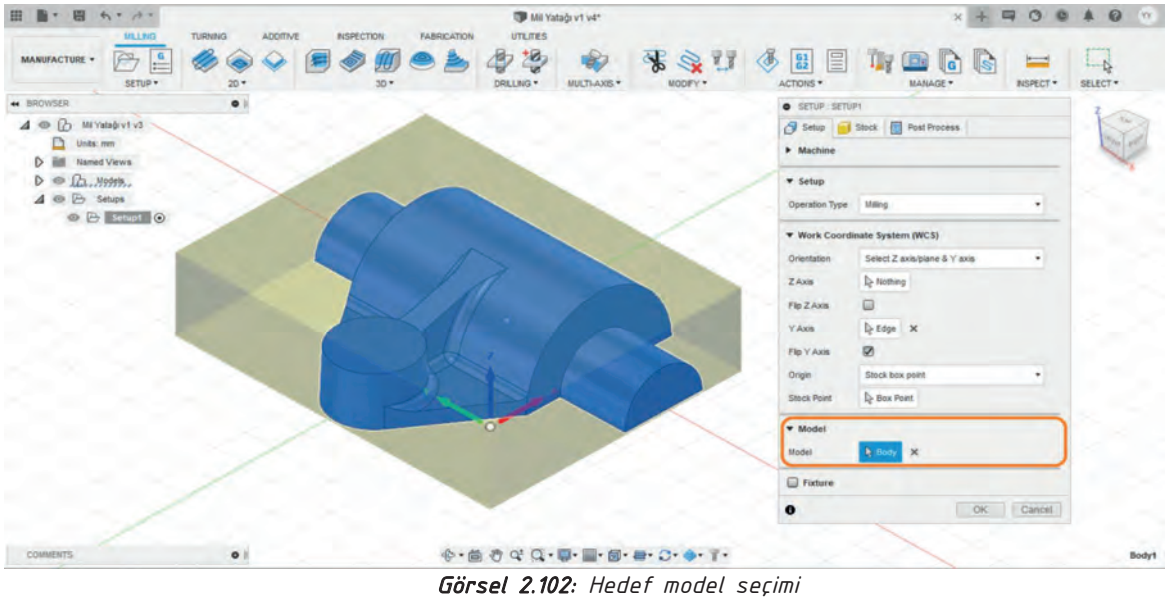
- ***Orientation (Oryantasyon):** X, Y ve Z eksenlerinin yönleri belirlenir.*
  - ***Model Orientation (Model Oryantasyonu):** Parça üzerinde otomatik olarak belirlenen köşeler ve iş parçası geometrisine göre esas alınan noktalar beyaz renkli nokta ile seçime hazır hale getirilir.*
  - ***Select Z Axis/Plane & X Axis (Z Ekseni/Düzlem ve X Eksenini Seç):** İş parçasında ilk önce Z ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar veya yüzey sonrasında ise X ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilir.*
  - ***Select Z Axis/Plane & Y Axis (Z Ekseni/Y Düzlem ve Y Eksenini Seç):** İş parçasında ilk önce Z ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar veya yüzey sonrasında ise Y ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilmelidir.*
  - ***Select X & Y Axis (X ve Y Eksenini Seç):** İş parçası üzerinde X ekseni olarak tanımlatılacak bir kenar ile Y ekseni olarak tanımlanacak bir kenarın doğrultusu seçilir.*

- *Select Coordinate System (Koordinat Sistemi Seç): İş parçası üzerinde daha önce tanımlanmış koordinat sistemi veya parça üzerinden herhangi bir delik, nokta veya kenar seçilerek sıfır noktası tanımlanır.*

– ***Origin (Başlangıç Noktası):*** *X0, Y0 ve Z0 noktaları belirlenir.*

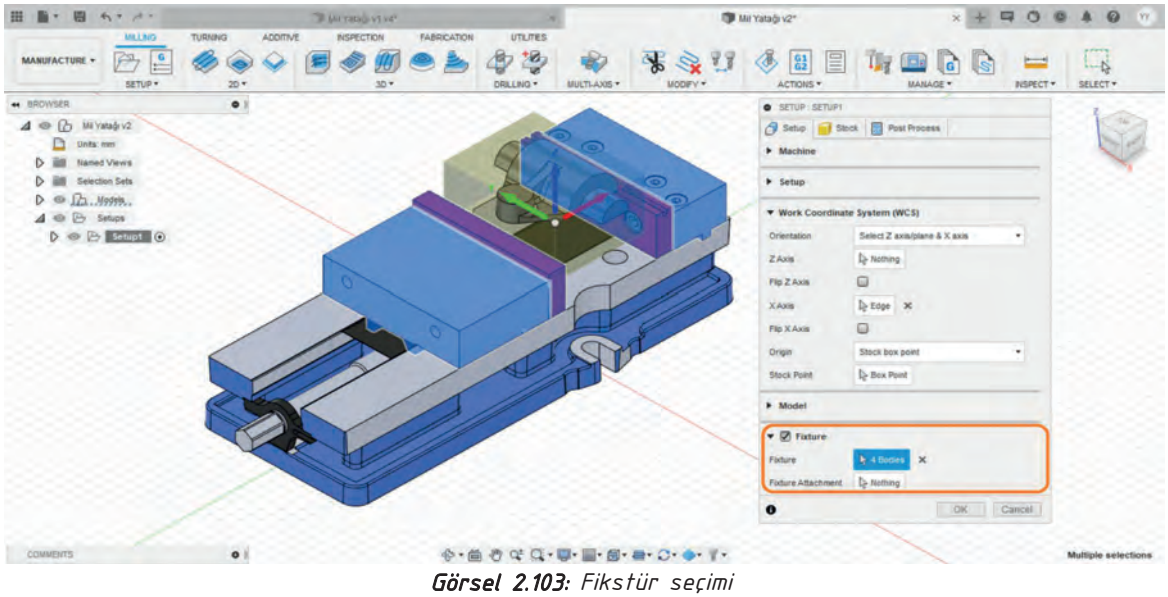
- ***Model Orgin (Model Orijin):*** *İş parçasının konumuna göre en uygun sıfır noktasını tanımlar.*
- ***Select Point (Seçili Nokta):*** *İş parçası üzerinden herhangi bir yerden nokta olarak gördüğü yeri sıfır noktası olarak seçer.*
- ***Stock Box Point (Stok Kutusu Noktası):*** *Stok üzerindeki noktalardan sıfır noktası seçilir.*
- ***Model Box Point (Model Kutusu Noktası):*** *İş parçası üzerinden sıfır noktası seçilir.*
- ***Box Point (Kutu Noktası):*** *Stok üzerindeki noktaları gösterir.*

d) Hedef Model Seçimi: İşlenecek parçanın seçimi Model (Model) menüsünden ***Nothing*** *(Seçim Yok) sekmesi ve ardından hedef model tıklanır ve model seçimi yapılır* ***(Görsel 2.102).***



Görsel 2.102: *Hedef model seçimi*

e) Fikstür Seçimi: Modeli tezgâh tablasına veya mengeneye sabitlemek için kullanılan sıkma aparatlarıdır. Mengene, pabuç veya iş parçaları fikstür olarak tanımlanabilir ***(Görsel 2.103).***



Görsel 2.103: *Fikstür seçimi*

2.1.2.2. Stok Parça Oluşturma

İşlenecek model için operasyona başlamadan önce genellikle stok parça oluşturulması gerekmektedir. Stok parça, frezeleme işlemlerinin yapıldığı ham parçayı temsil eder ve ham parça CNC frezede verilen komutlarla işlendiğinde model oluşturulmuş olur.

Stock sekmesi seçildiğinde;

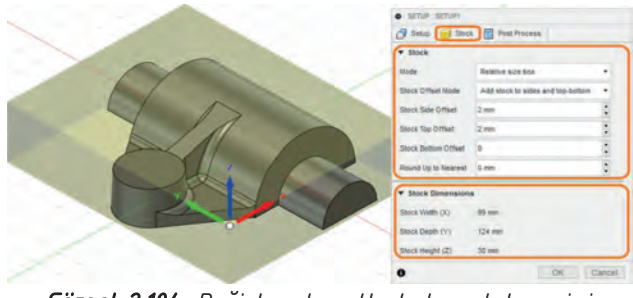
- Stok parça seçimi yapılır.

– Stock (Stok): İş parçası dış ölçülerine göre stok oluşturmak için kullanılır.

Mode (Mod): Stok boyutlarını ve görünümünü ayarlamak için genellikle Relative Size Cylinder ve Fixed Size Cylinder seçimi yapılır.

❖ Relative Size Box (Değişken Boyutlu Kutu): İş parçasını dış ölçülerine göre istenildiğinde değişken yükseklikte kutu içine sığdırır **(Görsel 2.104).**

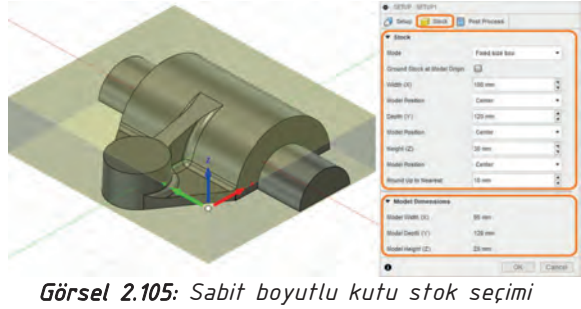
- Stock Offset Mode (Stok Ofset Modu): Modelin yüzeylerine Add stock to sides and top-bottom (kenarlara ve yukarıdan aşağıya ilave) ile kenarlara, alt ve üst yüzeylerine fazlalık ekler. Add stock to all sides (her tarafa ilave) ile bütün yüzeylere belirlenen miktar kadar fazlalık ekler.
- Stock Side Offset (stok Yan Yüzey Ofseti): Modelin yan yüzeylerine ilave yapar.
- Stock Top Offset (Stok Üst Yüzü Ofseti): Modelin üst tarafına ilave yapar.
- Stock Bottom Offset (Stok Alt Yüzü Ofseti): Modelin alt tarafına ilave yapar.
- Round Up to Nearest (En Yakına Yuvarlama): Stok boyutu için artışı yuvarlama.
- Stock Dimensions (Stok Ölçüleri): Parçanın stok ölçüsünü görüntüler.



Görsel 2.104: Değişken boyutlu kutu stok seçimi

❖ Fixed Size Box (Sabit Boyutlu Kutu): İş parçasını dış ölçülerine göre bir kutunun içine sığdır yapılır ve aşağıdaki seçenekler açılır **(Görsel 2.105).**

- Ground Stock at Model Origin (Model Orijinine Göre Stok): Modelin çizildiği orijin noktasına göre stok ayarlar.
- Width X, Depth Y and Height Z (Genişlik X, Derinlik Y ve Yükseklik Z): Ham parça boyutunu temsil eder ve her zaman pozitif değerlerle belirlenir.
- Model Position (Model Pozisyonu): Modeli genişlik X, derinlik Y ve yükseklik Z değerlerine göre konumlandırmak için ayarlamalar yapılır.
- Round Up to Nearest (En Yakına Yuvarlama): Stok boyutu için artışı yuvarlama.
- Stock Dimensions (Stok Ölçüleri): Parçanın X, Y ve Z için stok ölçülerini görüntüler.



Görsel 2.105: Sabit boyutlu kutu stok seçimi

2.2.2.3. İşlem Sonrası Ayarlar

3 eksen frezeleme için gerekli olan G kodların oluşturulması için bazı ayarlamalar yapılır. Ancak bu sekme içinde istenilirse bu özellikleri ayarlamadan G kodları oluşturulurken Post Process penceresi içinden de düzenlenebilir **(Görsel 2.106).**

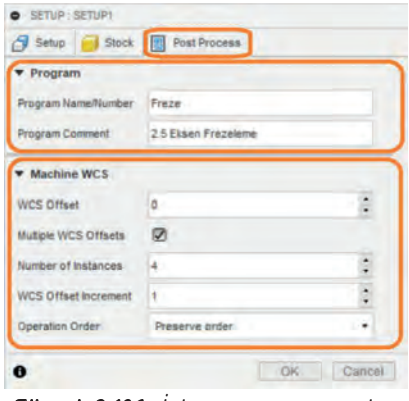
Post Process sekmesi seçildiğinde;

- Program numarası veya ismi girilir,
- Makine sıfır noktasının ofseti ayarlanır.

Post Process (son işlemci) sekmesi seçildiğinde Program Name/Number (program ismi veya numarası) ve Program Commend (program açıklaması) yazılır. Yazılan bu parametre son işlemciye (G koduna) aktarılır.

Machine WCS (makine koordinat sistemi) kaydırılarak WCS Offset (iş parçası koordinat sistemi ofseti) tanımlanır.

Multiple WCS Offsets (çoklu iş parçası koordinat sistemi ofseti) belirlenir.



Görsel 2.106: İşlem sonrası ayarlar

2.2.3. TAKIM YOLLARININ OLUŞTURULMASI VE TAKIM YOLU SİMÜLASYONU

2.2.3.1. Takım Yollarının Oluşturulması

3 eksen frezeleme CNC tezgahlarında X, Y ve Z eksenleri boyunca ve sürekli değişimle hareket edebilme özelliğine sahip takım yolu oluşturma işlemidir. Bu şekilde rölyef, eğimli işler, oyma yazılar, kabartmalar, her türlü kazıma işlemleri gibi karmaşık profilli parçalarda X, Y ve Z ekseninin de değişebildiği işleri işlemek mümkündür.

a) CNC Freze Kesicileri: Frezeleme işleminde takım yolu, talaş kaldırma, güvenli bir kesme kenarı daha iyi takım ömrü sağlamak için önemli faktörlerdir. CNC freze tezgâhlarında kullanılan kesici seçimi çok önemli olduğundan takımların operasyona uygun seçilmesi gerekir **(Görsel 2.107).**



Görsel 2.107: 3 eksen freze kesicileri

- Kesici çapının yanlış girilmesi: Yanlış kesici seçimi özellikle pocket ve deliklerin işlenmesinde problem olacaktır. Delik ve pocket ölçüsünden büyük girildiğinde o bölgelerde takım yolu oluşmaz. Kesici çapı çok küçük girildiğinde ise işleme zamanı uzar veya kesicinin dolu bölgelere ilk girişinde kesici kırılmaları meydana gelir.

- Kesici Tipinin yanlış seçilmesi: CNC frezeler için geliştirilen değişik tip ve şekilde kesiciler mevcuttur. Frezeleme işlemleri ihtiyaç duyulan kesici takımlar tanımlanır. Köşe radiusları olan veya açılı tipteki kesiciler özel işlemler haricinde kullanılmaz. Dolu bölgelerde köşe radiuslu kesiciler seçildiğinde dik olarak yapılan ilk giriş anında kesici kırılmaları meydana gelebilir.

• *Kesici ağız sayısının tanımlanması: Kesilen malzemenin cinsine göre kesicinin kesme ağız sayısı belirlenir.*

Yumuşak malzemeler için (hafif metaller) 2 veya 3 ağız, düşük ve orta karbonlu çelikler için 4 veya 6 ağızlı parmak freze tipinde kesiciler kullanılabilir.

• *Devir ve ilerleme seçimleri: Her kesici üreticisinin ön gördüğü devir ve ilerleme tabloları mevcuttur.*

Devir ve ilerleme yanlış girildiğinde ya kesici ömrü kısalır ya da aşırı ısınmadan özelliğini kaybedip kırılmalar meydana gelir.

Devir ve ilerleme iş parçasının yüzey kalitesine doğrudan etki eden iki faktördür. Devir ve ilerleme formüllerinden doğru hesaplamalar ile bulunan değerleri yaklaşık en uygun sonucu verecektir.

Kesici boyunun uygun tanımlanmaması: İş kazalarının başlıca sebebi kesici boyunun hatalı ayarlanmasından kaynaklanmaktadır.

Bir cep bölgesini işlerken kesici boyunu modelin işleme derinliğinden kısa tutmak CAM programı ile takım yolunu oluşturup işlemeye devam etse bile CNC tezgâhında işleme derinliğini geçen kesici tutucusu model yüzeyine çarpacağından kesici kırılıp tutucu ve iş milinde ciddi sorunlar oluşacaktır.

Çok uzun tutulduğunda ise kesicide esnemeler ve kesme işlemi sırasında titremeler meydana gelir bu da ölçü sorunlarına ve yüzey kalitesinin bozulmasına sebep olabilir.

b) 3 Eksen Frezeleme Operasyonları: 3 eksen işleme operasyonlarında takım yolları prizmatik yapıdaki parçalardan daha karmaşık geometrilere sahip parçaların işlenmesi ve 2 ½ eksen işleme yöntemi ile işlenemeyecek özelliklere sahip parçaların işlenmesi için kullanılır.

CAM yazılımlarının 3 eksen işleme yöntemlerinde farklılıklar olsa da işleyiş anlamında benzer yapısal özelliklere sahiptirler. CAM yazılımlarında 3 eksen işleme stratejileri olarak genellikle kaba işleme ve son (ince) işleme olarak incelenir.

– *Kaba işleme operasyonları:*

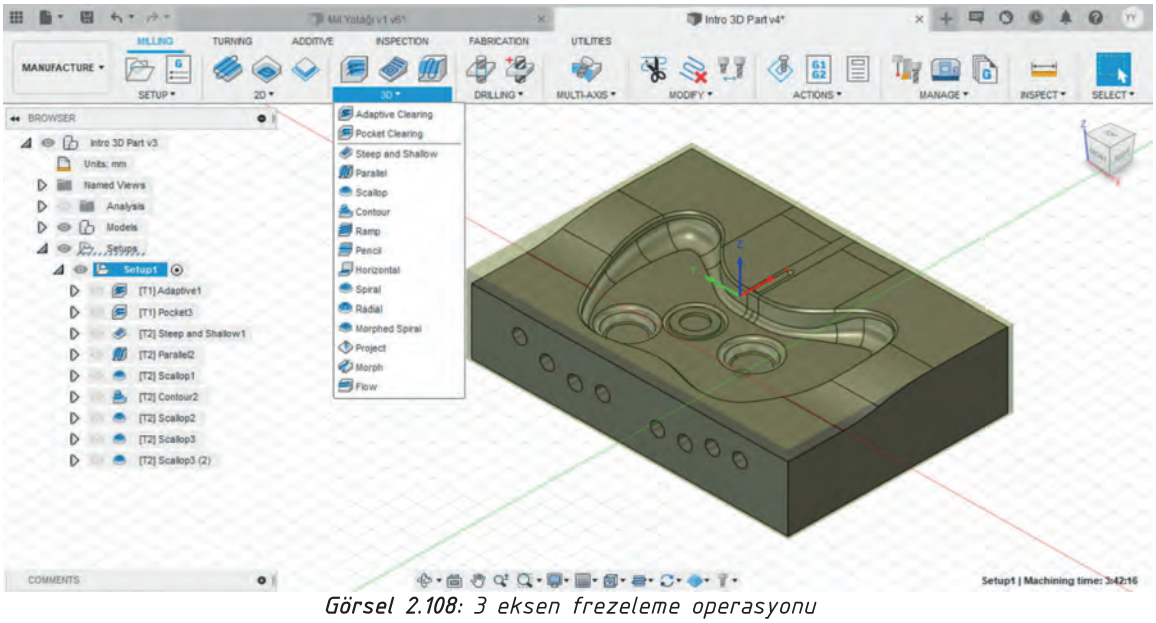
- *Adaptive Clearıng (Uyarlamalı Temizleme): Modeli yeni nesil kesme teknolojisini kullanarak kaba ve ara kaba işleme yöntemidir.*
- *Pocket Clearıng (Cep Temizleme): Havuz bölgelerini kaba ve ara kaba işleme yöntemidir.*

– *İnce işleme operasyonları:*

- *Steep and Shallow (Dik ve Sığ): Kontur, paralel ve sabit adım geçişlerini kullanarak dik ve sığ alanları işleme yöntemidir.*
- *Parallel (Paralel): Modelin yüzey formlarını ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Scallop (Sabit Adım): Model yüzey formlarını sabit adım ile ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Contour (Kontur): Modeldeki dik veya açılı bölgeleri kademeli işleme yöntemidir.*
- *Ramp (Rampa): Modeldeki dik veya açılı bölgeleri helisel ilerleme hareketi ile işleme yöntemidir.*
- *Pencil: (Kalem): Modelin iç köşe kenarlarını ve iç köşe kenar yuvarlatmalarını ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Horizontal (Yatay): Düzlemsel yüzeyleri işleme yöntemidir.*
- *Spiral (Sarmal): Model yüzey formlarını seçilen bir merkeze göre spiral ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Radial (Radyal): Model yüzeyinde seçilen bir noktaya dik, yüzey formuna uygun ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Morphed Spiral (Dönüşmüş Sarmal): Model yüzey formlarını yüzey formuna uydurarak ara ince ve ince işleme yöntemidir.*
- *Project (Yansıtma): Model yüzey formuna takım yolu yansıtarak işleme yöntemidir.*
- *Morph (Biçim): Model yüzey formlarını kılavuz iki eğri arasında yüzey formuna uydurarak ara ince ve ince işleme yöntemidir.*

• **Flow (Akış):** Seçilen bir yüzeye yan adım olarak değil adım sayısı olarak takım yolu oluşturan işleme yöntemidir.

Takım yolu operasyonu için araç çubuğunda **MILLING** (frezeleme) sekmesi tıklanır ve ilgili operasyon sekmelerine bu şekilde ulaşılır **(Görsel 2.108).**



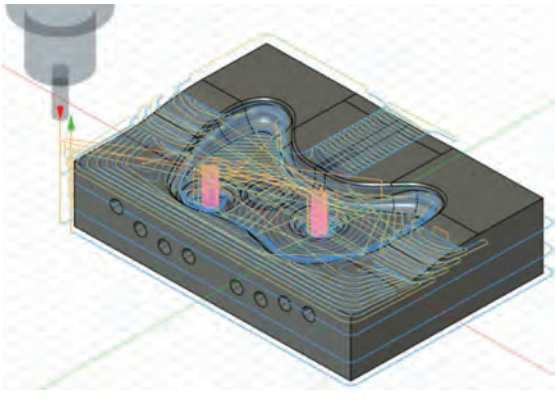
Görsel 2.108: *3 eksen frezeleme operasyonu*

– **Kaba işleme operasyonları:**

• **Adaptive Clearing (Uyarlamalı Temizleme):** Model üzerindeki formlu yüzeyleri otomatik olarak algılayarak yeni nesil kesme teknolojisi kullanarak kaba ve ara kaba işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Adaptive Clearing** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde uyarlamalı temizleme stratejisi, parça boyunca bir dizi sabit Z katmanı oluşturur ve aşağıdan yukarıya doğru aşamalar halinde işler **(Görsel 2.109).**

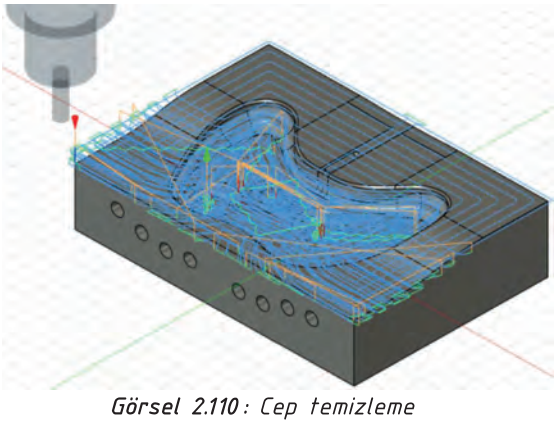


Görsel 2.109: *Uyarlamalı temizleme*

• **Pocket Clearing (Cep Temizleme):** Havuz bölgelerini klasik takım yolu hareketi ile yukarıdan aşağı takım yolu oluşturarak kaba ve ara kaba işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Pocket Clearing** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde cep temizleme stratejisi, Yatay strateji, kaba işleme ve ince talaş işleme operasyonları için geçerlidir **(Görsel 2.110).**



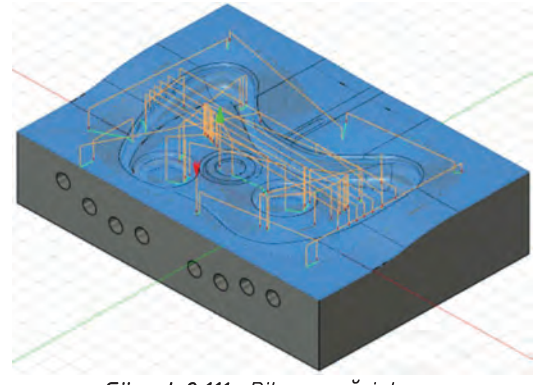
Görsel 2.110 : *Cep temizleme*

– İnce işleme operasyonları:

• **Steep and Shallow (Dik ve Sığ):** Kontur, paralel ve sabit adım geçişlerini kullanarak yüksek eğimli (dik yüzeyler) ile düşük eğimli (yatay yüzeyler) alanlarda ince işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D iletişim penceresinden **Steep and Shallow** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde dik ve sığ işleme stratejisi, parçada dik ve sığ alanlardan oluşan 3B serbest biçimli yüzeylere sahip bölgelerin işlenmesinde kullanılır **(Görsel 2.111).**

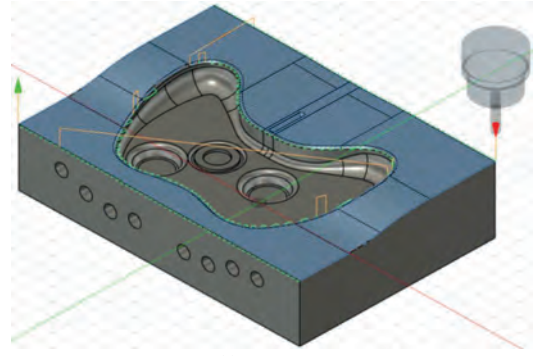


Görsel 2.111: Dik ve sığ işleme

Parallel (Paralel): Modelin düşük eğimli (yatay) yüzeylerinde doğrusal takım yolları oluşturarak yüzey formlarını ara ince ve ince işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Parallel** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde paralel işleme stratejisi, takım geçişleri X, Y düzleminde paraleldir ve yüzeyi Z yönünde takip ederek işler **(Görsel 2.112).**

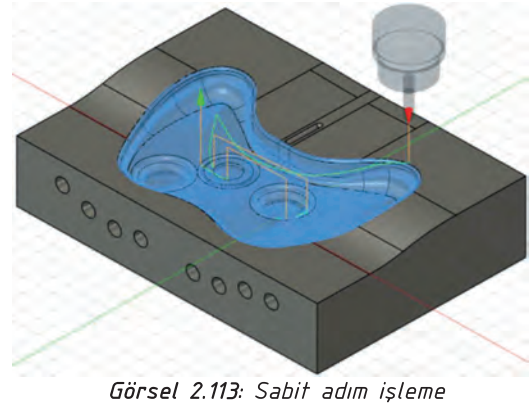


Görsel 2.112: Paralel işleme

• **Scallop (Sabit Adım):** Model yüzey formlarını sabit adım ile ara ince ve ince işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Scallop** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde sabit adım işleme stratejisi, parçada kontur ve paralel geçişlerin bir kombinasyonunu takiben modelin kalan alanlarını işlemek için kullanılır **(Görsel 2.113).**

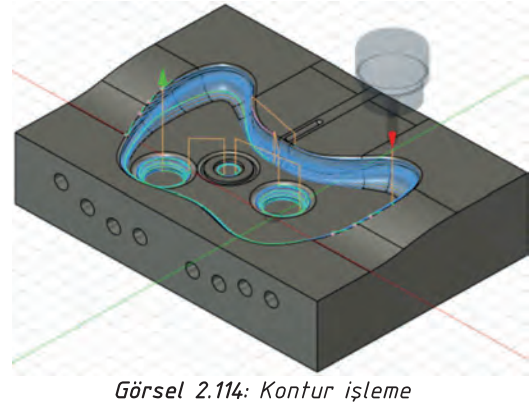


Görsel 2.113: Sabit adım işleme

Contour (Kontur): Modeldeki dik veya açılı bölgeleri kademeli işleyen operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Contour** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde kontur stratejisi, yüksek eğimli (dik) yüzeylerde takım yolları çıkarır. Düz (0°) yüzeylerde kesinlikle takım yolu çıkarmaz. İndiği her Z seviyesini X ve Y eksenlerinde tamamladıktan sonra bir alttaki Z seviyesine iniş yaparak işler **(Görsel 2.114).**

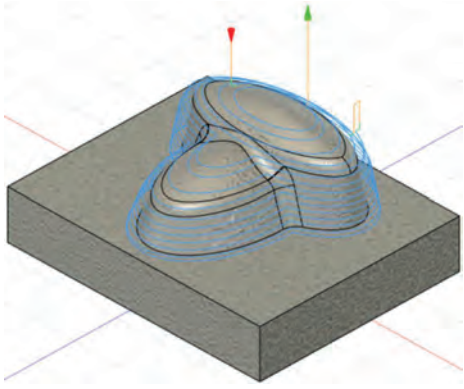


Görsel 2.114: Kontur işleme

Ramp (Rampa): Modeldeki dik veya açılı bölgeleri helisel ilerleme hareketi ile işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Ramp** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde rampa işleme stratejisi, konturda olduğu gibi dik duvarları işler **(Görsel 2.115)**

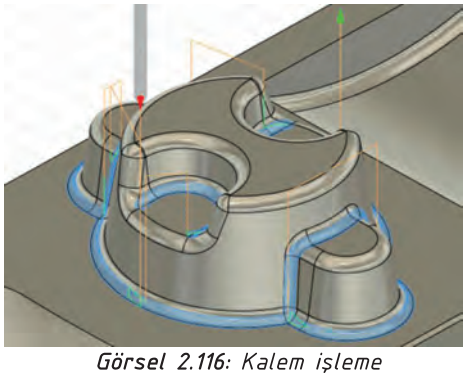


Görsel 2.115: Rampa işleme

• **Pencil (Kalem):** Modelin iç köşe kenarlarını ve iç köşe kenar yuvarlatmalarını ara ince ve ince işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Pencil** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde kalem işleme stratejisi, kalem geçişlerinin her iki tarafına yüzey boyunca sabit bir mesafe ile adım adımlarını hesaplayarak işler **(Görsel 2.116).**

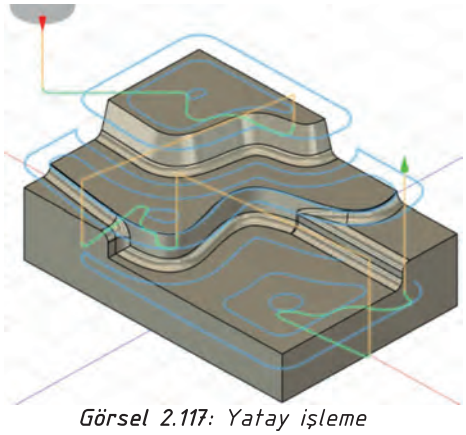


Görsel 2.116: Kalem işleme

• **Horizontal (Yatay):** Düzlemsel yüzeylerde kaba işleme ve ince talaş işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Horizontal** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde yatay işleme stratejisi, parçanın tüm düz alanlarını otomatik olarak algılar ve bunları cep temizleme stratejisiyle aynı şekilde bir ofset yolu ile temizler **(Görsel 2.117).**

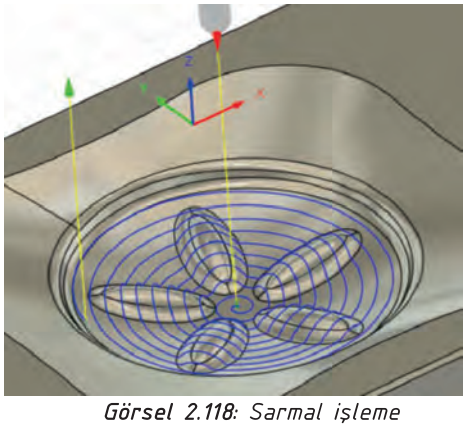


Görsel 2.117: Yatay işleme

• **Spiral (Sarmal):** Model yüzey formlarını seçilen bir merkeze göre içeri veya dışa doğru sarmal bir şekilde ara ince ve ince işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Spiral** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde sarmal işleme stratejisi, bir yüzey üzerinde aşağı doğru yansıtılan sarmal bir yol oluşturur. Yuvarlak ve nispeten düz alanlarda kullanılır **(Görsel 2.118).**

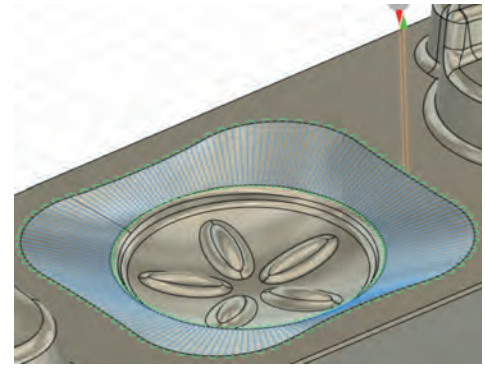


Görsel 2.118: Sarmal işleme

• **Radial (Radyal):** Model yüzeyinde bir merkez noktası seçilir ve seçilen merkez noktasına gidip gelen takım yolu operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Radial** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde radyal işleme stratejisi, seçilen bir noktaya dik, yüzey formuna uygun ara ince ve ince işleme yapar **(Görsel 2.119).**

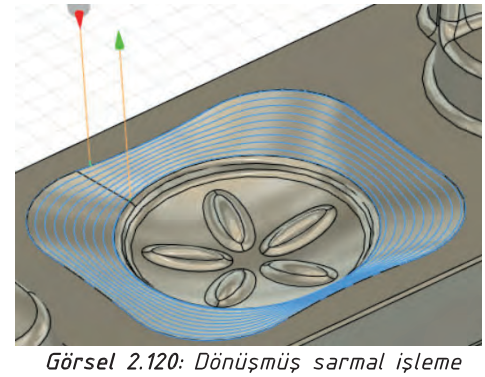


Görsel 2.119: Radyal işleme

• **Morphed Spiral (Dönüşmüş Sarmal):** Model üzerindeki bir eğri veya iç içe geçmiş iki eğri arasında çalışan ve seçilen eğrinin veya eğrilerin şeklini alarak takım yolu çıkaran operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Morphed Spiral** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde dönüşmüş sarmal işleme stratejisi, oluşturulan geçişleri işleme sınırına budayan bir sarmal işleminin aksine, seçilen sınırdan sarmal oluşturur **Görsel 2.120).**

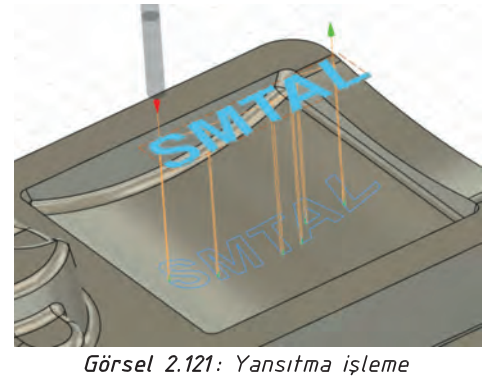


Görsel 2.120: Dönüşmüş sarmal işleme

• **Project (Yansıtma):** Model yüzey formuna takım yolu yansıtarak işleme yapan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Project** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde yansıtma işleme stratejisi, takımın merkezi ile konturlar boyunca işleme yapmanızı sağlar **(Görsel 2.121).**

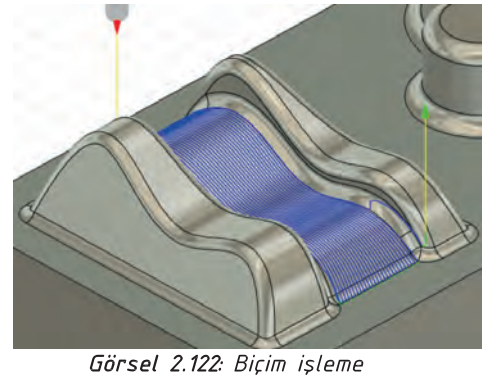


Görsel 2.121: Yansıtma işleme

• **Morph (Biçim):** Model yüzey formlarını kılavuz iki eğri arasında yüzey formuna uydurarak ara ince ve ince işleme operasyonudur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Morph** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde biçim işleme stratejisi, takım yolu eğrilerin temel şekli tarafından yönlendirilir ve iki eğri arasında bir alanı işler **(Görsel 2.122).**

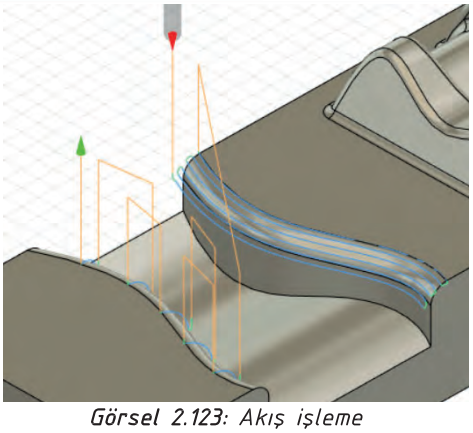


Görsel 2.122: Biçim işleme

• **Flow (Akış):** Temelde 5 eksen özellikli olup, 3 eksen için de uyarlanmıştır. Seçilen bir yüzeye yan adım olarak değil adım sayısı olarak takım yolu oluşturan operasyondur.

MANUFACTURE > MILLING > 3D > iletişim penceresinden **Flow** sekmesi tıklanır ve iletişim penceresi açılır.

3 eksen frezeleme işleminde akış işleme stratejisi, seçilen yüzeylerin yönleri boyunca işleme yapmanızı sağlar. Genellikle dış radyüsleri işlemek için kullanılır **(Görsel 2.123).**



Görsel 2.123: Akış işleme

c) 3 Eksen Frezeleme Operasyonu İşlemleri: 3 eksen frezelemede takım yolu oluşturma stratejisinde komutlarının yapısı beş ana bölümden ve her bölümün kendine özgü parametre tanımlamalarının yapılabileceği alt seçeneklerden oluşmaktadır. 3 eksen takım yolu oluşturma komutlarının yapısı ve içeriğine ait komut terimleri aşağıdaki gibidir.

- **Tool** : Kesici seçimi
- **Geometry:** İş parçası geometrisi seçimi
- **Height** : Kesme yükseklik ayarları
- **Passes** : Kesme değerleri
- **Linking** : Kesici giriş, çıkış ve bağlantıları

• **Tool Tap Settings (Takım Sekme Ayarları):** 2 ½ eksen frezeleme işleminde olduğu gibi 3 eksen frezelemede de operasyonlarının tamamında uygun kesicileri ekleme, ilerleme ve devir ayarlarını yapmayı sağlar **(Görsel 2.124).**

-Tool (Takım): Takım eklemek için **Select** (seç) tıklanır. Açılan pencereden **New Tool** (yeni takım) sekmesi, **Milling** (frezeleme) menüden uygun kesici seçilir.

- Feed & Speed (İlerleme ve Devir): Takım yolu hareketinde takımın devir, ilerleme ve kesme ayarları yapılır.

Spindle Speed (İş Mili Hızı): Kesici dönme devridir.

Surface Speed (Yüzey Hızı): Parça üst yüzeyinde geçişlerdeki ilerlemedir.

Ramp Spindle Speed (Rampa Mili Hızı): Kesicinin parçaya dalış sırasındaki devridir.

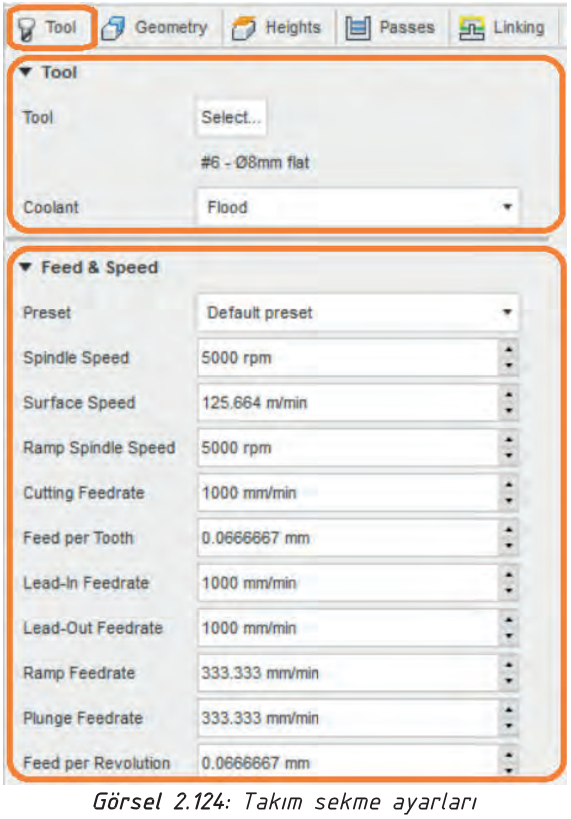
Cutting Feedrate (Kesme İlerleme Hızı): Kesme ilerlemesidir.

Feed per Tooth (Diş Başına İlerleme): Kesme anındaki kesici ağız başı ilerlemedir.

Lead-In Feedrate (Giriş İlerleme Hızı): Kesmeye ilk giriş anındaki ilerlemesidir.

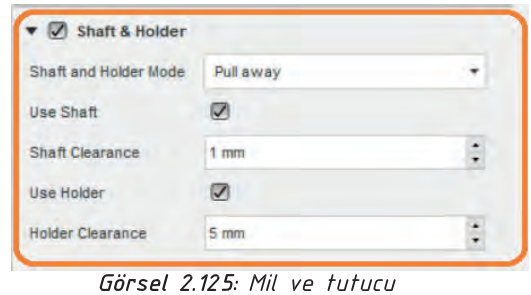
Lead-Out Feedrate (Çıkış İlerleme Hızı): Kesme sonundaki çıkış ilerlemesidir.

Ramp Feedrate (Rampa İlerleme Hızı): İş parçasına helisel bir dalma yaptığında verilecek ilerlemedir.



Görsel 2.124: Takım sekme ayarları

-*Shaft & Holder (Mil ve Tutucu)*: Bu, işleme sırasında çarpışma ek kontrollerini sağlar. Hem takım mili hem de tutucu için çarpışma tespiti yapılabilir ve bunlara ayrı boşluklar verilebilir. İşleme stratejisine bağlı olarak birkaç mod arasından seçim yapılır *(Görsel 2.125)*.



Görsel 2.125: Mil ve tutucu

Shaft and Holder Modes (Mil ve Tutucu Modları): Mil ve tutucu hesaplamasını açma veya devre dışı bırakma işlemini gerçekleştirir. Devre dışı bırakıldığında herhangi bir şaft/tutucu çarpışması için hesaplama yapmaz *(Görsel 2.126)*.



Mil ve tutucuk kapalı | Geri çekilme | Takım uzunluğunu algıla

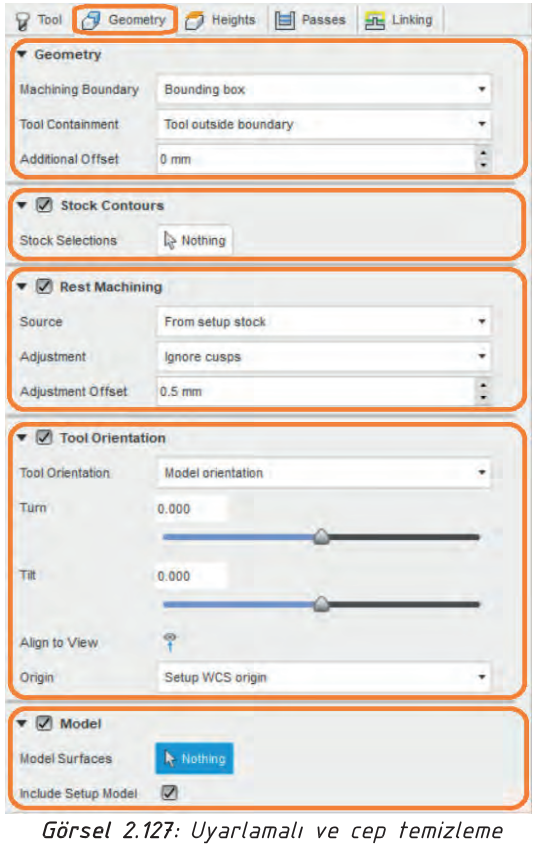
Görsel 2.126: Mil ve tutucu modları

Use Shaft (Şaftı Kullan): Kesici takım tutucu sap kısmı çarpışma denetimidir.

Use holder (Tutucu Kullan): Kesici takım tutucu çarpışma denetimidir.

• *Geometry Tap Settings (Geometri Sekme Ayarları)*: Model üzerindeki işlenecek geometrilerin seçiminde 3D çizim, yüzey veya işlenecek formlar seçilerek çalışma alanı oluşturulabilir.

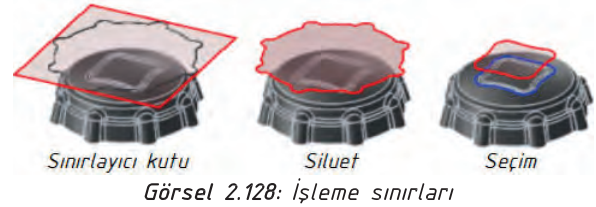
Adaptive Clearing (uyarlamalı temizleme) ve *Pocket Clearing* (cep temizleme) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir *(Görsel 2.127)*.



Görsel 2.127: Uyarlamalı ve cep temizleme

- *Geometry (Geometri)*: Model üzerindeki işlenecek formların seçimi yapılır.

Machining Boundary (İşleme Sınırı): Sınırlar modu, takım yolu sınırının nasıl tanımlandığını belirtir. Aşağıdaki resimler bir 3D Radyal takım yolu kullanılarak gösterilmektedir *(Görsel 2.128)*.



Sınırlayıcı kutu | Siluet | Seçim

Görsel 2.128: İşleme sınırları

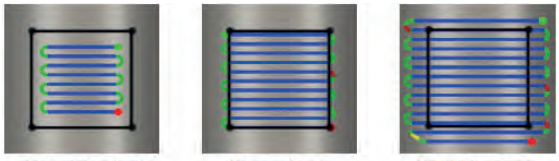
Tool Containment (Takım Muhafazası): Sınırlama modu, takım yolu sınırının nasıl tanımlandığını belirtir. Aşağıdaki resim 3D radyal takım yolu kullanılarak takımın parçayı hangi sınırlar içinde işleyeceğini göstermektedir *(Görsel 2.129)*.



Takım İçerde | Takım merkezde | Takım dışarda

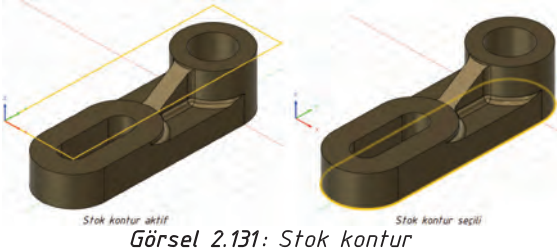
Görsel 2.129: Takım muhavazası

Additional Offset (Ek Ofset): Seçilen sınıra/sınırlara ve alet kapsamına uygulanır. Takım muhafazası içeride olmadığı sürece pozitif bir değer sınırı dışa doğru kaydırır **(Görsel 2.130).**



Görsel 2.130: Ek ofsetler

- **Stock Contours (Stok Kontur):** İşleme alanını tanımlamak için kapalı bir sınır seçilir. Stok kontur etkinleştirildiğinde stok sınırına, seçim yapıldığında ise seçilen sınıra göre takım yolu oluşturulur **(Görsel 2.131).**



Görsel 2.131: Stok kontur

- **Rest Machining (Kalanı İşleme):** Bir önceki operasyodan veya kesici takımın işleyemediği yerleri işler **(Görsel 2.132).**

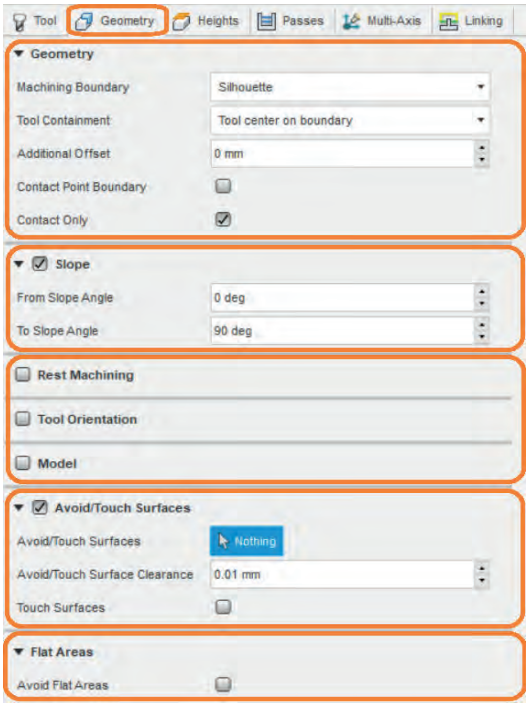


Görsel 2.132: Kalanı işleme

- **Tool Orientation (Takım Oryantasyonu):** Kesici takım referans noktası ayarlaması veya değiştirme işlemini yapar.

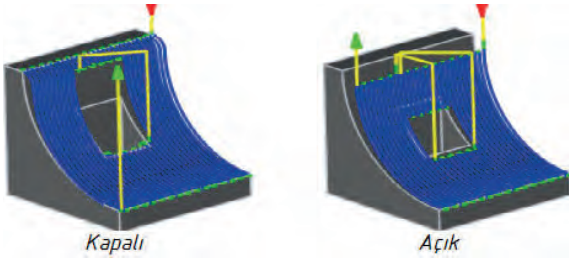
- **Model (Model):** İş parçasını veya iş parçası üzerinden yüzey seçerek işlem yapılmasını sağlar.

Steep and Shallow (dik ve sığ), **Parallel** (paralel), **Contour** (kontur), **Ramp** (rampa), **Pencil** (kalem), **Horizontal** (yatay), **Morphed Spiral** (dönüşmüş sarmal) ve **Flow** (akış) sekmeleri tıklandığında geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.133).**



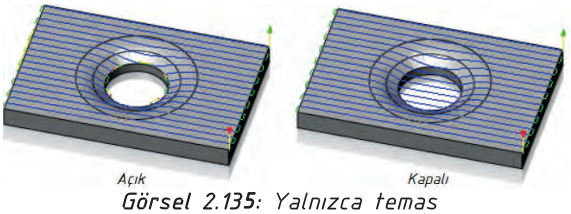
Görsel 2.133: Dik ve sığ, paralel, kontur, rampa, kalem, yatay, dönüşmüş sarmal ve akış geometri sekme ayarları

Contact Point Boundary (Temas Noktası Sınırı): Etkinleştirildiğinde, takımın merkez konumu yerine parçaya temas ettiği sınırları belirler **(Görsel 2.134).**



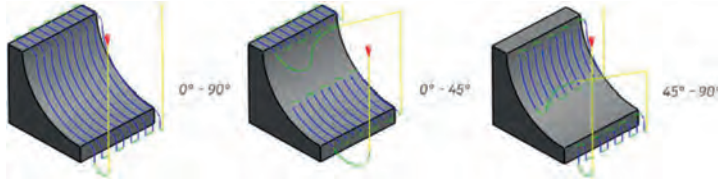
Görsel 2.134: Temas noktası sınırı

Contact Only (Yalnızca Temas): Takımın işleme yüzeyi ile temas halinde olmadığı durumlarda takım yollarının oluşturulup oluşturulmayacağını kontrol eder. **(Görsel 2.135).**



Görsel 2.135: Yalnızca temas

– Slope (Eğim): Belirli bir açı aralığına dayalı takım yolları içerir. Eğim açısı sınırlaması, geometri sekmesindeki eğim açısından ve eğim açısı parametreleri tarafından belirlenir. Açılar 0° (yatay) ile 90° (dikey) arasında tanımlanır **(Görsel 2.136).**



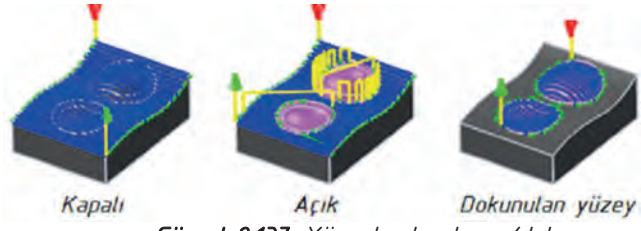
Görsel 2.136: Eğim

– Avoid/Touch Surfaces (Yüzeylerden Kaçın/Dokun): Kaçınılması gereken yüzeyleri belirler **(Görsel 2.137).**

Avoid/Touch Surfaces (Yüzeylerden Kaçın/Dokun): Etkinleştirildiğinde, takım yolları seçilen yüzeylerden belirli bir miktarda uzak durur.

Avoid /Touch Surface Clearance (Yüzey Boşluğundan Kaçın/Dokun): Seçilen yüzeye kesici takımın ne kadar yaklaşabileceğini değer olarak belirler.

Touch Surfaces (Yüzeylere Dokunmak): Etkinleştirildiğinde kalan yüzeylerden kaçınılırken verilen boşluk içinde dokunulması gereken yüzeylerdir.



Görsel 2.137: Yüzeylerden kaçın/dokun

– Flat Areas (Düz Alanlar): Düz alanları algılar ve bırakılacak stoğun düz alanlarda kalması için ayarlanır.

Avoid Flat Areas (Düz Alanlardan Kaçın): Etkinleştirildiğinde, takım düz yüzeylerden uzak durur.

Scallop (sabit adım) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.138).**

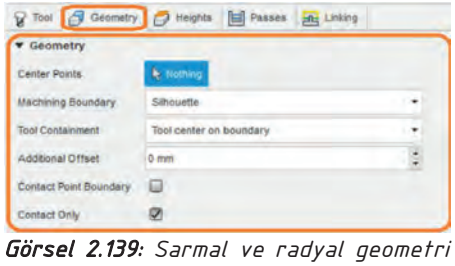


Görsel 2.138: Sabit adım geometri sekme ayarları

Machine Areas Using Boundaries (Makine Alanları Sınırlarını Kullanmak): Etkinleştirildiğinde, tüm işleme sınırları, eğim, yükseklikler vb. tarafından tanımlanan sınırlardan geçişler oluşturulur. Devre dışı bırakıldığında, işleme sınırlarından geçişler oluşturulur.

Boundary Overlap (Sınır Örtüşmesi): Takım yolunu eğim ve/veya kalan malzeme algılaması tarafından oluşturulan sınırlardan ötelemeye başlamak için makine alanları sınırlarını kullanmak için etkinleştirilir.

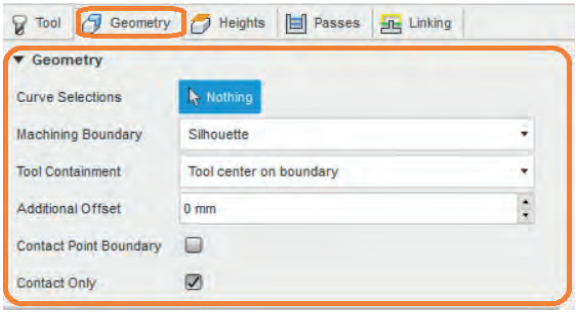
Spiral (sarmal) ve Radial (radyal) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.139).**



Görsel 2.139: Sarmal ve radyal geometri sekme ayarları

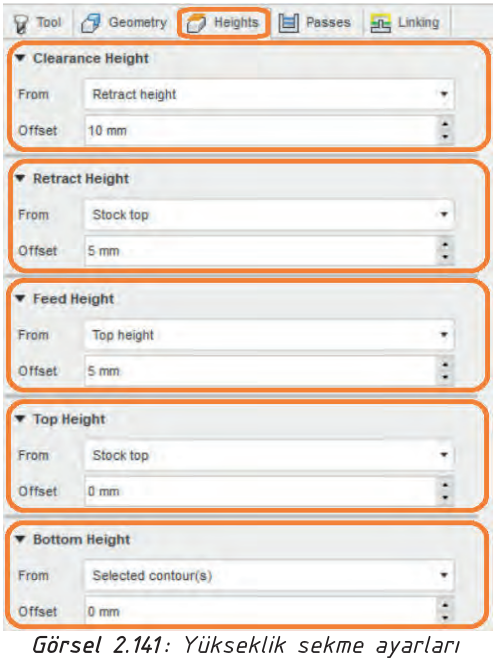
Center Point (Başlangıç Noktası): Takımın parçayı işlemeye başlayacağı nokta seçilir.

Morph (biçim) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen geometri ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.140).



Görsel 2.140: Biçim geometri sekme ayarları

Curve Selection (Eğri Seçimi): *Takım yolunu yönlendirmek için iki veya daha fazla eğri seçilir. Bunlar, modelden veya çizim geometrisinden kenarlar olabilir. Takım yolunu yönlendirmek için açık veya kapalı sınırlar seçilir.*



Görsel 2.141: Yükseklik sekme ayarları

• ***Heights Tap Settings (Yükseklik Sekme Ayarları):*** *Takımın giriş mesafesi, geri çekilme mesafesi gibi iş parçası üzerindeki yükseklikler girilir.*

İş parçasında istenilen seviyede kesme başlatılabilir veya istenilen seviyede kesme bitirilebilir.

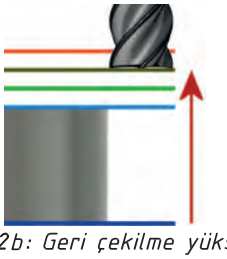
Bütün bu değişiklikler değer olarak tanımlanır. Eğer hiçbir seçim yapılmaz ise iş parçası ve tanımlanan kütüğe göre takım yolu oluşturulur ***(Görsel 2.141).***

– Clearance Height (Havada Gezinme Yüksekliği): *Kesici takım yolu başlangıcına giderken takımın hızla ilerlediği ilk yüksekliktir* ***(Görsel 2.142a).***



Görsel 2.142a: Havada gezinme yüksekliği

– Retract Height (Geri Çekilme Yüksekliği): *Takımın bir sonraki kesme geçişinden önce hareket ettiği yüksekliği ayarlar. Geri çekilme yüksekliği, ilerleme yüksekliğinin yukarısında ayarlanmalıdır* ***(Görsel 2.142b).***



Görsel 2.142b: Geri çekilme yüksekliği

– Feed Height (İlerleme Yüksekliği): *Parçaya girmek için ilerleme/dalma hızına geçmeden önce takımın hızlandığı yüksekliği ayarlar* ***(Görsel 2.142c).***



Görsel 2.142c: İlerleme yüksekliği

– ***Top Height (Üst Yükseklik):*** *İşlenecek parçanın üst kısmını tanımlayan yüksekliği ayarlar* ***(Görsel 2.143).***



Görsel 2.143: *Üst yükseklik*

– ***Bottom Height (Alt Yükseklik):*** *Takımın, işlenecek parçanın alt noktasına indiği nihai işleme yüksekliği/en düşük derinliği belirler* ***(Görsel 2.144).***



Görsel 2.144: *Alt yükseklik*

• ***Passes Tap Settings (Paso Sekme Ayarları):*** *3 eksen takım yolu hareketlerini ayarlamak için kullanılır.*

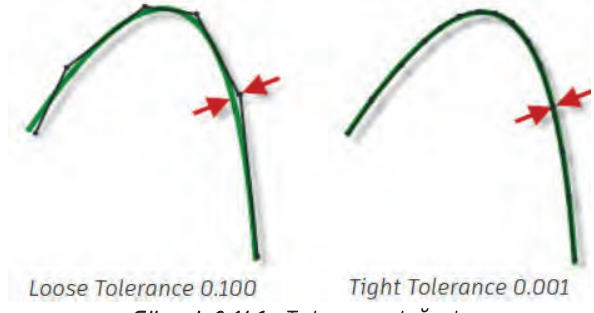
– ***Passes (Pasolar):*** *Takım yolu hareketlerinide paso değerlerini ayarlamak için kullanılır.*

Adaptive Clearing *(uyarlamalı temizleme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.145).***



Görsel 2.145: *Uyarlamalı temizleme paso ayarları*

Tolerance (Tolerans): *Eğri çizgiler ve elipsler gibi geometriyi doğrusallaştırmak için kullanılır. Tolerans, maksimum yaklaşma mesafesidir* ***(Görsel 2.146).***



Görsel 2.146: *Tolerans değeri*



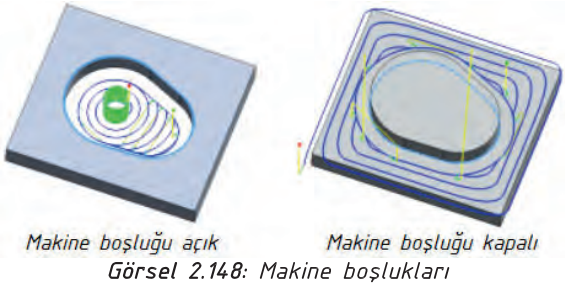
Görsel 2.147: *Formlu yüzeyde talaş yumuşatma*

Machine Shallow Areas (Makine Sığ Alanları): *Formlu bölgelerde daha düşük talaş derinlikleri ile yüksek kaba talaş derinliklerini yumuşatmak için kullanılır* ***(Görsel 2.147).***

Optimal Load (Yan Adım): *Uyarlanabilir takım yolunda maksimum yan adım miktarıdır. Bu, geçiş miktarı olarak düşünülebilir ancak uyarlamalı yüksek hızlı işleme, kesicinin aşırı yüklenmesini azaltmak için geçişi değiştirir.*

Both Ways (Çift Yönlü Kesme): Takım yolu hareketlerinde açık profilleri işlemek için hem **Climb** (tırmanma) hem de **Conventional** (geleneksel) frezeleme yöntemleri kullanılır.

Minimum Cutting Radius (Minimum Kesme Yarıçapı): İstenildiğinde kesicinin talaş kaldırırken köşelerde oluşturulacak en küçük yarıçaplı takım yolu ile frezleme işlemi yapılır.



Görsel 2.148: Makine boşlukları

Machine Cavities (Makine Boşlukları): Etkinleştirilirse ceplere girer ve işler. Devre dışı bırakılırsa, yalnızca dışarıdan içeriye işler ve cepleri işlenmemiş halde bırakır **(Görsel 2.148).**

Use Slot Clearing (Yuva Temizlemeyi Kullanma): Cep bölgelerinde dik duvara doğru spiral bir hareketle devam etmeden önce cebin orta kısmından cep boyunca bir yuva açıp ön boşaltma yapar.

Direction (Yön): İşleme yönünü seçmek için kullanılır. Geometriye bağlı olarak tüm takım yolu boyunca tırmanma veya geleneksel frezelemeyi sürdürmek her zaman mümkün değildir. Tüm geçişleri tek bir yönde işlemek için **Climb** yöntemi seçilir **(Görsel 2.149).**

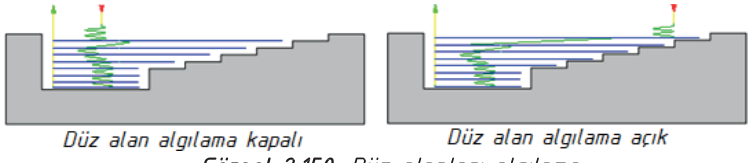


Görsel 2.149: Yön seçimi

Maximum Roughing Stepdown (Maksimum Kaba İşleme): Kaba işleme esnasında kesici takımın maksimum talaş derinlik değerini ifade eder. Esas derinliğe ulaşıncaya kadar Z yönünde verilecek maksimum paso derinliğidir.

Fine Stepdown (İnce Aşağı Adım): Kaba adımları yumuşatmak için atılan daha ince ara adımları belirler. Kaba işleme esnasında kaba talaş maksimum derinliğininin daha küçük talaş yüksekliği oluşturma değeridir. Z ekseni yönünde alttan yukarı doğru adım küçültme işlemi yapılmaktadır.

Flat Area Detection (Düz Alan Algılama): Etkinleştirildiğinde, düz alanların ve tepe noktalarının yüksekliğini algılar ve bu düzeylerden de talaş kaldırılması için takım yolu hesaplamaları yapar. Devre dışı bırakılırsa, tam olarak belirtilen adımlarla kesme işlemi yapacak şekilde takım yolu hesaplamaları yapar **(Görsel 2.150).**

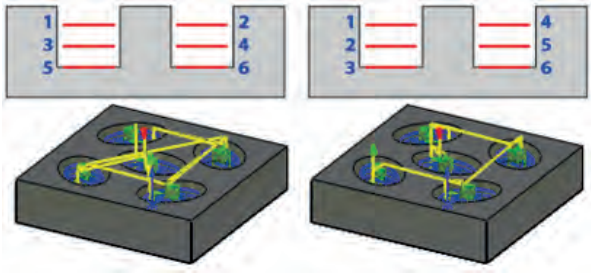


Görsel 2.150: Düz alanları algılama

Minimum Axial Engagement (Minimum Eksenel Bağlantı): Kesici takımın aşırı yüklenmesini önlemek ve takım aşınmasını azaltmak, takım yolu bağlantıları sırasında çarpmaları önlemek, en az bir işleme seviyesinin istenen bir yükseklikte gerçekleşmesi için bir değer girilir.

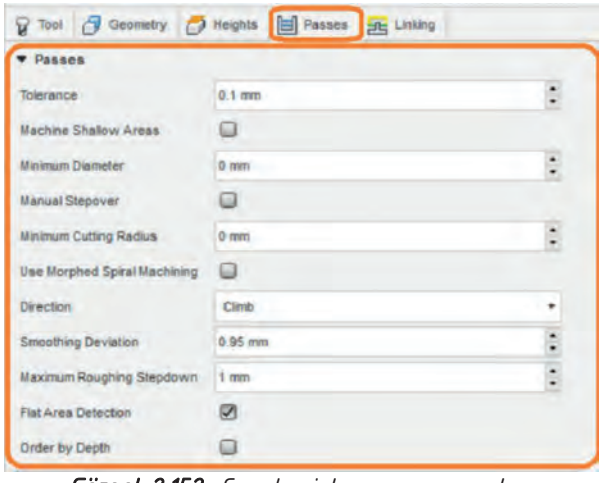
Order by Depth (Derinliğe Göre Sırala): Derinlikleri dikkate alarak işlem yap, işleme esnasında katmanlar aynı seviyede olacak şekilde talaş kaldırma işlemi yapar. Bu nedenle kesici boşta geçiş hareketleri fazla olmaktadır **Görsel 2.151).**

Order by Area (Bölgeye Göre Sırala): Bölgeleri dikkate alarak işlem yapar. İşleme esnasında bir bölgedeki derinliği istenen esas derinliğe kadar işlemek için talaş kaldırma işlemi yapılır. Bu nedenle kesici boşta geçiş hareketleri daha azdır **Görsel 2.151).**



Görsel 2.151: Derinliğe ve bölgeye göre sıralama

Pocket Clearıng (cep temizleme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir ***(Görsel 2.152).***



Görsel 2.152: *Cep temizleme paso ayarları*

Minimum Diameter (Minimum Çap): İşlenecek en küçük deliklerin çap değeri girilir.

Kaba işleme esnasında işlenmemesi istenen delik çapı değerini ifade eder. Kesici takım çapı da değerlendirilerek girilen değerin altındaki deliklere işlem yapılmaz.

Manual Stepover (Manuel Yan Adım): Yan adımı manuel olarak ayarlamak için etkinleştirilir.

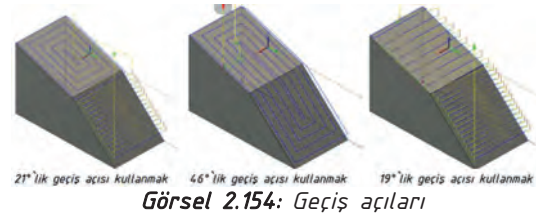
Smoothing Deviation (Düzleştirme Sapması): Kaba tesviye geçişlerine uygulanan maksimum yumuşatma miktarıdır. Takım yolunda keskin köşelerden kaçınmak için kullanılır.

Steep and Shallow (dik ve sığ) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir ***(Görsel 2.153).***



Görsel 2.153: *Dik ve sığ temizleme paso ayarları*

Threshold angle (Geçiş Açısı): Modelin hangi alanlarının dik ve hangi alanların sığ olarak tanımlandığını belirtmek için yatay düzlemden hesaplanan bir geçiş açısı kullanılır ***(Görsel 2.154).***



Görsel 2.154: *Geçiş açıları*

Overlap Distance (Örtüşme Mesafesi): Takım yolunda dik ve sığ alanların kesişimini kontrol etmek için örtüşme mesafesi girilir.

Priorty (Öncelik): Takım yolu hareketinde kesimlerin sırasını kontrol etmek için parametreler değiştirilir.

- Steep Passes (Dik Geçişler): Takım yolunda dik geçiş hareketlerinin kontrolünü sağlar.

Continuous (Sürekli): Dik ve sığ alanlarda ardışık geçişler arasındaki adımları kaldırarak parçanın yüzey kalitesini iyileştirmek için kullanılır ***(Görsel 2.155).***



Görsel 2.155: *Sürekli dik ve sığ geçişler*

Direction (Yön): Takım kesme yönünü belirler.

– Shallow Passes (Sığ Geçişler): Takım yolunda sığ alanlarda geçiş hareketlerinin kontrolünü sağlar.

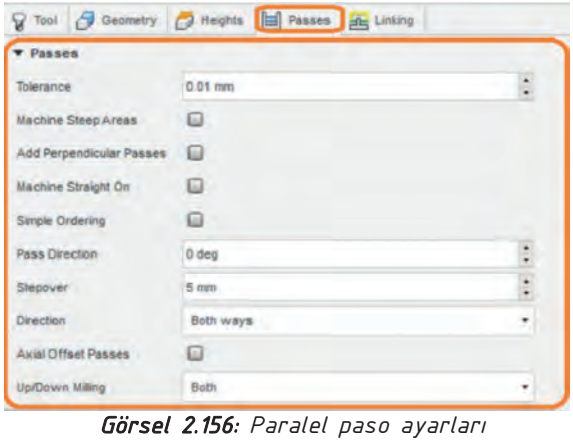
Type (Tip): İşleme tipi olarak sabit adım veya paralel kesme yöntemlerinden biri seçilir.

Stepover (Yan Adım): Geçişler arasındaki kesme geçişini belirler.

Smooth Offsets (Pürüzsüz Ofsetler): Sabit adım geçişlerini sığ alanlar üzerinden kullanırken dış profilin geometrisi, takım yolunda içe doğru kaydığı için keskin köşeler oluşturulabilir.

Remove Cusp at Junctions (Kavşaklarda Uç Noktasını Kaldırmak): Tepe noktaları arasındaki atlama mesafesi programlanmış adımlama daha iyi yüzey kalitesi için çıkıntıların ortaya çıkmasını önlemek için kavşaklardaki uç noktaları kaldır kullanılır.

Parallel (paralel) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir ***(Görsel 2.156).***



Görsel 2.156: *Paralel paso ayarları*

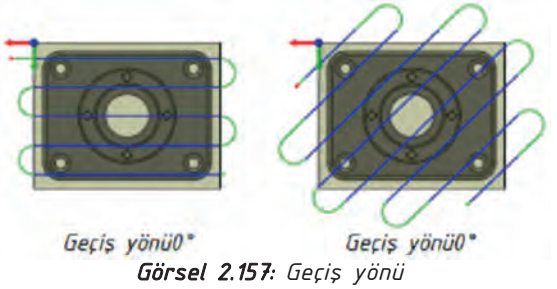
Machine Steep Areas (Makine Dik Alanları): Model yüzeyinin işleme yönüne dik olduğu durumlarda ekstra geçişlerin ekleneceğini belirler.

Add Perpendicular Passes (Dikey Geçişler Ekle): Yan adımı manuel olarak ayarlamak için etkinleştirilir.

Machine Straight On (Makine Düz Açık): Paralel geçişler için en iyi yönü otomatik olarak seçerek dik alanlar boyunca işlemeyi önler.

Simple Ordering (Basit Sıralama): En kısa mesafeye göre sıralamak yerine kesme yönü boyunca basit sıralamayı zorlama etkinleştirilir.

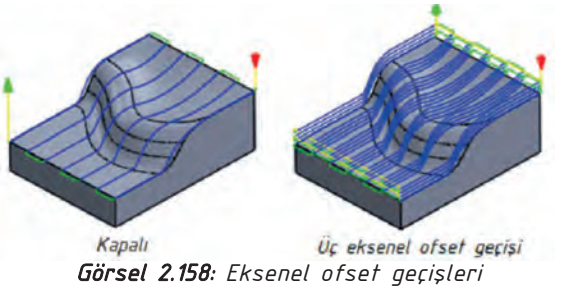
Pass Direction (Geçiş Yönü): Geçişlerin yönünü belirler ***(Görsel 2.157).***



Görsel 2.157: *Geçiş yönü*

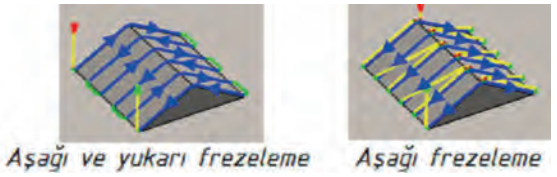
Axial Offset Passes (Eksenel Ofset Geçişleri): Birden fazla derinlik kesmesi yapmayı etkinleştirir.

Eksenel ofset geçişleri, birçok 3D bitirme stratejisinde çoklu artımlı Z ofset geçişleri oluşturmak için kullanılır ***(Görsel 2.158).***



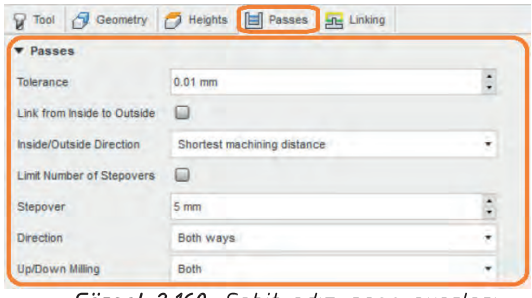
Görsel 2.158: *Eksenel ofset geçişleri*

Up/Down Milling (Yukarı/Aşağı Frezeleme): Her bir parçanın yalnızca aşağı veya yukarı hareketler kullanılarak işlenmesi için her geçişi parçalara ayırmak için kullanılır ***(Görsel 2.159).***



Görsel 2.159: *Yukarı/aşağı frezeleme*

Scallop (sabit adım) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.160).



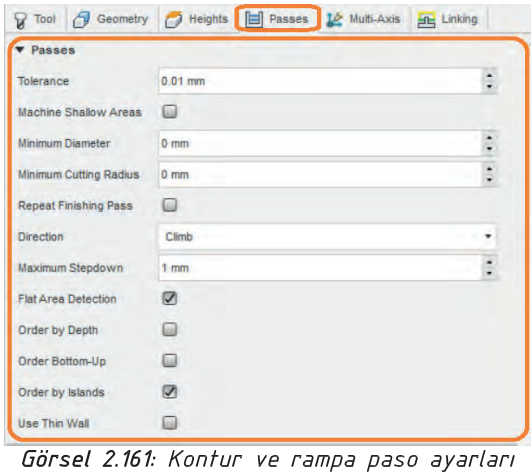
Görsel 2.160: Sabit adım paso ayarları

Link from Inside to Outside (İçeriden Dışarıya Bağlantı): *Takım yolu bağlantılarının özel bir sıraya gerek duyulmadan yapılması gerekip gerekmediğini belirtmek için etkinleştirilen seçenektir.*

Inside/Outside Direction (İç/Dış Yön): *Takım yolunun içten dışa mı yoksa dıştan içe mi hareket ettiğini belirler. En kısa işleme mesafesi seçeneğini belirlemek, en kısa işleme mesafesini elde etmek için sıralamanın bir karışımı kullanılır.*

Limit Number of Stepovers (Yan Adım Sayısını Sınırla): *Komut aktif edildiğinde seçilen sınırın tamamı işlenecek biçimde takım yolu oluşturulur.*

Contour *(kontur) ve* ***Ramp*** *(rampa) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.161).***



Görsel 2.161: Kontur ve rampa paso ayarları

Repeat Finishing Pass (Bitirme Geçişini Tekrarla): *Takım sapması nedeniyle kalan stoğu kaldırmak için son bitirme geçişini iki kez gerçekleştirme etkinleştirilir.*

Maximum Stepdown (Maksimum Aşağı Adım): *Z seviyeleri arasındaki maksimum adım adım mesafeyi belirler. Maksimum aşağı adım, tam derinliğe, kalan stok ve bitiş geçiş miktarlarının düşülmesinde uygulanır.*

Flat Area Detection (Düz Alan Algılama): *Etkinleştirilirse, strateji düz alanların ve tepe noktalarının yüksekliklerini ve bu seviyelerde parçayı algılamaya çalışır. Devre dışı bırakılırsa, strateji parçayı tam olarak belirtilen değerdeki adımlarında çalışır.*

Order Bottom-Up (Aşağıdan-Yukarıya Sırala): *Kontur geçişleri genellikle yukarıdan aşağıya doğru sıralanır. Geçişlerin aşağıdan yukarıya sıralanması gerektiğini belirtmek için etkinleştirilir.*

Order by Depth (Derinliğe Göre Sırala): *Etkinleştirildiğinde, bu, çoklu konturların veya boşlukların kesimlerini Z seviyesine göre sıralar.*

Use Thin Wall (İnce Duvar Kullan): *Etkinleştirildiğinde, ince bir duvarın her iki tarafının aynı anda işlenmesini sağlayarak titreşimi azaltır.*

Pencil *(kalem) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.162).***



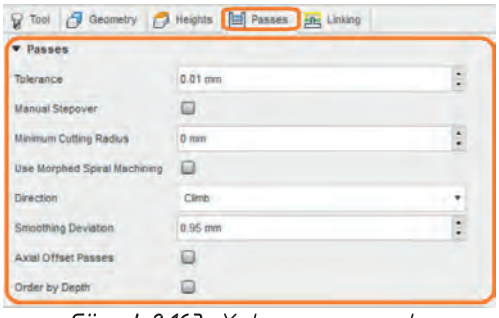
Görsel 2.162: Kalem paso ayarları

Overthickness (Aşırı Kalınlık): *Takım yolunun hesaplanması esnasında algılanması için uygulanacak kalan talaş payıdır. Kesici takım yarıçapını aşan bir yarıçapa sahip köşe yuvarlatmaları boyunca takım yolu oluşturulmasını sağlar.*

Bitangency Angle (Teğetlik Açısı): *Takım yolunun hesaplanması esnasında kullanılacak açısal değerdir. Bu değere uygun olarak kesici takımın yan yüzeye ve alt yüzeye temas edecek şekilde takım yolu türetilmesi sağlanır.*

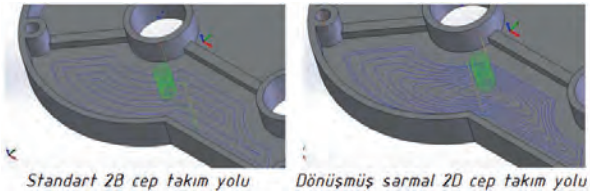
Number of Stepovers (Yan Adım Sayısı): *Kaba işleme adımlarının sayısıdır.*

Horizontal (yatay) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.163).



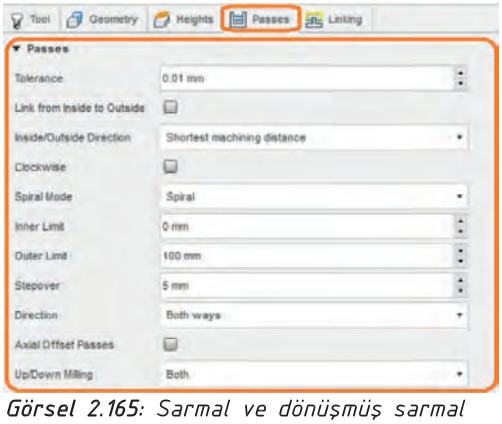
Görsel 2.163: Yatay paso ayarları

Use Morphed Spiral Machining (Dönüşmüş Sarmal işlem Kullan): Cep için sabit bir spiral hareket takım yolu oluşturma etkinleştirilir. Bu, makinede sorunsuz bir çalışma sağlar (Görsel 2.164).



Görsel 2.164: Dönüşmüş sarmal paso işlemleri

Spiral (sarmal) ve *Morphed Spiral* (dönüşmüş sarmal) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.165).



Görsel 2.165: Sarmal ve dönüşmüş sarmal paso ayarları

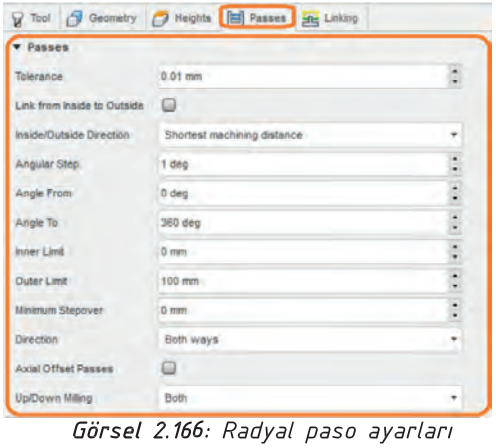
Clockwise (Saat Yönünde): Takım yolu hareketinin saat yönünde olmasını sağlar.

Spiral Mode (Spiral Modu): Merkez noktadan çevreleme sınırına veya maksimum yarıçapa ulaşana kadar spiral şeklinde uzanan bir yol oluşturur.

Inner Limit (İç Sınır): Takım yolunun oluşturulması esnasında en küçük iç yarıçap sınırını ayarlamak için kullanılır.

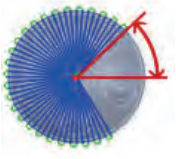
Outer Limit (Dış Sınır): Takım yolunun oluşturulması esnasında en büyük dış yarıçap sınırını ayarlamak için kullanılır.

Radial (radyal) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.166).



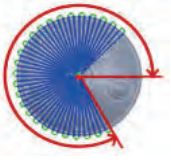
Görsel 2.166: Radyal paso ayarları

Angular Step (Açısal Adım): Takım yolu hareketinin yanal adım açısal değeridir (Görsel 2.167).



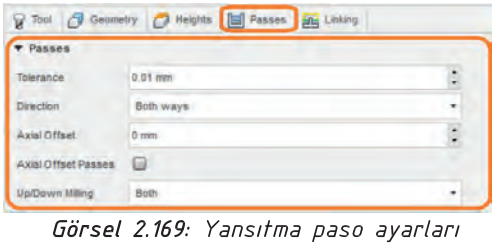
Görsel 2.167: Başlangıç açısı

Angle To (Bitiş Açısı): Makine koordinat sisteminden bakıldığında X eksenine göre ölçülen derece cinsinden değerdir (Görsel 2.168).



Görsel 2.168: Bitiş açısı

Minimum Stepover (Minimum Yan Adım): Minimum yan adımı belirler.



Görsel 2.169: Yansıtma paso ayarları

Project (yansıtma) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.169).

Axial Offset (Eksenel Ofset): Seçilen konturda takım yolu için bir eksenel ofset değeri belirler.

Morph (biçim) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.170).



Görsel 2.170: Biçim paso ayarları

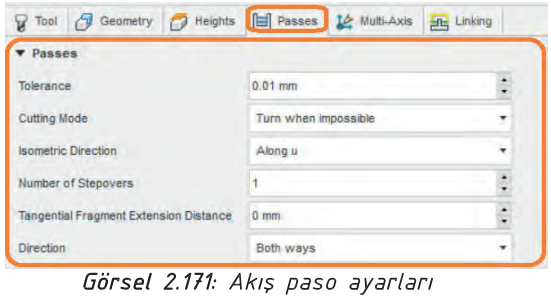
Contour Offset (Kontur Ofseti): *Kesici takımın merkezine göre oluşturulan takım yolunu, seçilen kılavuz çizgilerine göre girilen değere bağlı olarak öteleme işlemi yapar. Artı değer takım yolunun kılavuz çizgilerin dışına taşmasını sağlar, eksi takım yolunun kılavuz çizgilerinde içeriye doğru ötelenmesini sağlar.*

Morph Mode (Biçim Modu): *Seçilen kılavuz geometrisine göre takım yolunun nasıl oluşturulacağını belirler.*

Pass Extension (Geçiş Uzantısı): *Oluşturulan takım yolunun işleme sınırlarının dışına taşmasını sağlayan değerdir.*

Number of Offset Stepovers (Yan Adım Ofset Sayısı): *Eğriler arasında oluşturulacak takım yolu sayısını öteleme miktarı girilerek ayarlanmasını sağlar.*

Flow (akış) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen paso ayarları görüntülenecektir (Görsel 2.171).



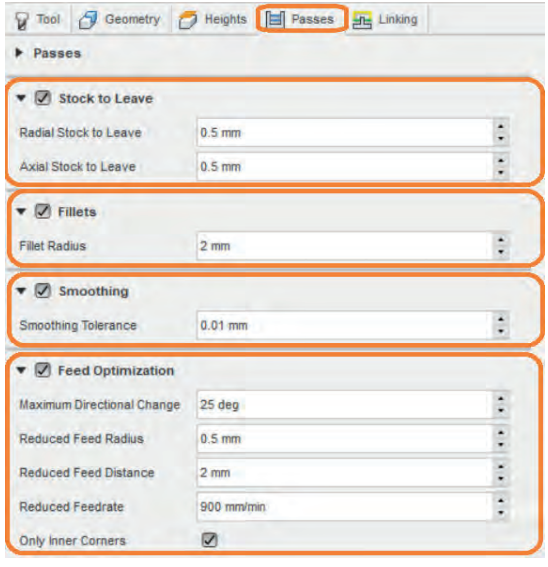
Görsel 2.171: Akış paso ayarları

Cutting Mode (Kesme Modu): *Takım yolu hareketinin kesim türleri seçilir.*

Isometric Direction (İzometrik Yön): *Takım parça boyu veya enine göre takım yolu hareketi yapar.*

Tangential Fragment Ektension Distance (Teğetsel Kısım Uzatma Mesafesi): *Takım parçanın dışına teğetsel çıkışlar yapar.*

Adaptive Clearing *(uyarlamalı temizleme),* ***Pocket Clearıng*** *(cep temizleme),* ***Steep and Shallow*** *(dik ve sığ),* ***Parallel*** *(paralel),* ***Scallop*** *(sabit adım),* ***Contour*** *(kontur),* ***Ramp*** *(rampa),* ***Pencil*** *(kalem),* ***Horizontal*** *(yatay),* ***Spiral*** *(sarmal),* ***Radial*** *(radyal),* ***Morphed Spiral*** *(dönüşmüş sarmal),* ***Project*** *(yansıtma),* ***Morph*** *(biçim) ve* ***Flow*** *(akış) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen paso alt ayarları görüntülenecektir* ***(Görsel 2.152).***



Görsel 2.172: Paso alt ayarları

-Stock to Leave (İnce İşleme Payı): *İnce işlemeler için ya da bir sonraki yapılacak frezeleme işlemi için bir payın bıralıkması gerekir. Eğer herhangi bir pay bırakılmazsa bu seçenek aktif edilmemelidir. Bu işlem, ofset bırakma olarak da adlandırılır.*

-Fillets (Radyüsler): *Bir radyüs yarıçapı girmek için etkinleştirilir.*

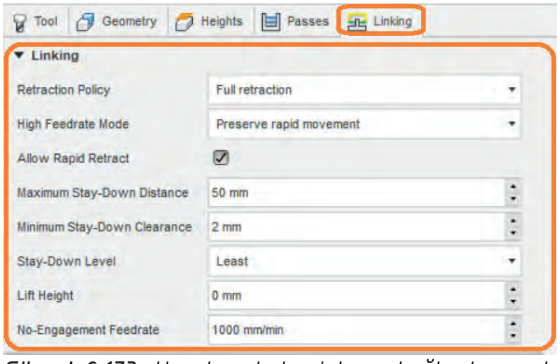
-Smoothing (Yumuşatma): *Verilen filtreleme toleransı dahilinde mümkün olduğu kadar fazla noktaları kaldırarak ve yayları yerleştirerek takım yolunu pürüzsüzleştirir.*

-Feed Optimization (İlerleme Değeri Uyarlama): *İlerlemenin köşelerde azaltılması gerektiğini belirtir. Köşe dönüş ve hızlanmaları kontrol eder. Eğer kesme ilerlemesinin geometriye göre değişim göstermesi istenmiyorsa uygun kesme ilerlemesi girilir. Böylelikle takım yolu değişmez, oluşturulan takım yolu üzerindeki ilerleme değerlerini değiştirir.*

• *Linking Tab settings (Bağlantı Sekme Ayarları):* Kesme olmayan takım yollarında kesicinin modele giriş ve çıkış hareketleri ile havada gezinme hareketleri kontrol edilir.

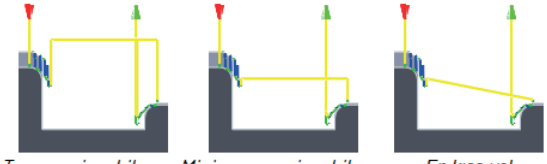
– *Linking (Bağlantı):* Bu sekmedeki parametreler şunları içerir; geri çekilme, güvenli mesafe, giriş ve çıkış, rampa, geçişler ve giriş pozisyonlarıdır.

Adaptive Clearing (Uyarlamalı Temizleme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.173).**



Görsel 2.173: Uyarlamalı temizleme bağlantı ayarları

–Retracyion policy (Geri Çekilme Yöntemi): Takımın, kesme hareketleri sırasında nasıl geri çekileceğini kontrol eder **(Görsel 2.174).**



Görsel 2.174: Geri çekilme yöntemleri

– *High Feedrate Mode* **(Yüksek İlerleme Hızı Modu):** Hızlı hareketlerin ne zaman gerçek hız (G0) ne zaman yüksek ilerleme hızı hareketi (G1) olarak çıkarılması gerektiğini belirtir.

–Allow Rapid Retract (Hızlı Geri Çekilmeye İzin Vermek): Etkinleştirildiğinde, geri çekilmeler hızlı hareketler (G0) olarak yapılır.

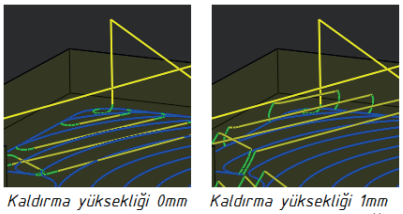
– Makimum Stay-Down Distance (Minimum Kalma Mesafesi): Bekleme hareketleri için izin verilen maksimum mesafeyi belirtir.

– Minimum Stay-Down Clearance (Minimum Kalma Mesafesi): Aşağıda durma hareketleri için izin verilen minimum mesafeyi belirtir.

–Stay-Down Level (Aşağıda Kalma Seviyesi): Profilin etrafında dolaşırken geri çekilme yapmak yerine ne zaman aşağıda kalacağını kontrol etmek için bu ayar kullanılır.

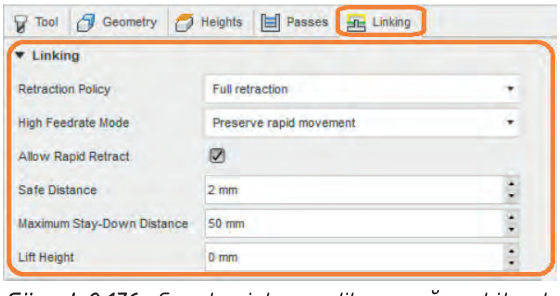
–Lift Height (Kaldırma Yüksekliği): Yeniden konumlandırma hareketleri sırasında kaldırma mesafesini belirtir **(Görsel 2.175).**

–No-Engagement (Etkileşme Yok İlerleme Hızı): Takımın malzemeye bağlı olmadığı ancak aynı zamanda geri çekilmediği hareketler için kullanılan besleme hızını belirtir.



Görsel 2.175: Kaldırma yüksekliği

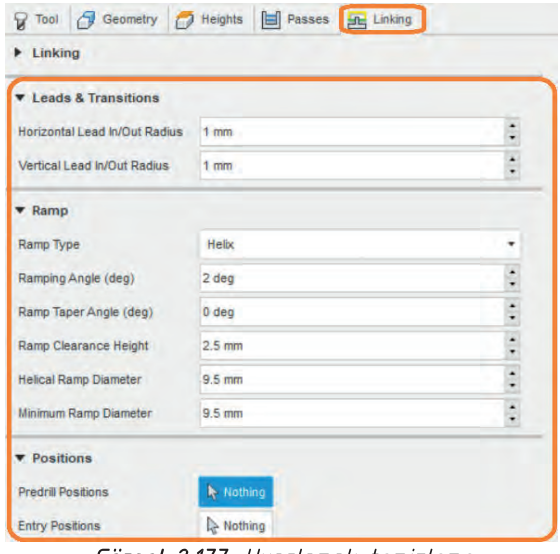
Pocket Clearıng (cep temizleme), *Steep and Shallow* (dik ve sığ), *Parallel* (paralel), *Scallop* (sabit adım), *Contour* (kontur), *Ramp* (rampa), *Pencil* (kalem), *Horizontal* (yatay), *Spiral* (sarmal), *Radial* (radyal), *Morphed Spiral* (dönüşmüş sarmal), *Project* (yansıtma), *Morph* (biçim) ve *Flow* (akış) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.176).**



Görsel 2.176: Cep temizleme, dik ve sığ, sabit adım, paralel, kontur, rampa, kalem, yatay, sarmal, radyal, dönüşmüş sarmal, akış, yansıtma ve biçim bağlantı ayarları

–Safe Distance (Güvenli mesafe): Geri çekilme hareketleri sırasında takım ve parça yüzeyleri arasındaki minimum mesafedir. Mesafe, bırakılacak stok uygulandıktan sonra ölçülür. Bu nedenle, bırakılacak negatif bir stok kullanılırsa herhangi bir çarpışmayı önlemek için güvenli mesafenin yeterince büyük olduğundan emin olmak için özel dikkat gösterilmelidir.

Adaptive Clearing (uyarlamalı temizleme) sekmesi tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı alt ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.177).**



Görsel 2.177: Uyarlamalı temizleme bağlantı alt ayarları

– ***Leads & Transitions (Giriş ve Geçişler):*** Takımın giriş ve geçişlerde parçaya temas eden yüzeyleri pürüzsüzleştiren hareketleri kontrol eder.

Horizontal Lead In/Out Radius (Yatay Giriş/Çıkış Yarıçapı): Yatay giriş ve çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler **(Görsel 2.76).**

Vertical Lead In/Out Radius (Dikey Giriş/Çıkış Yarıçapı): Dikey giriş ve çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler.

– ***Ramp (Rampa):*** Kesicinin Z ekseni yönünde parçaya giriş derinliğinin nasıl olacağını belirler.

Ramp Type (Rampa Tipi): Her derinlik kesimi için kesicinin nasıl aşağı hareket edeceğini belirler.

Ramping Angle (deg) (Rampa Açısı (derece)): Kesim sırasında dikey eksende yaptığı helis veya rampa açısını belirler.

Ramp Taper Angle (deg) (Rampa Konik Açısı (derece)): Helisel rampaların istenen konik açısıdır.

Ramp Clearance Height (Rampa Boşluğu Yüksekliği): Stok seviyesinin üzerindeki rampa yüksekliğini belirler.

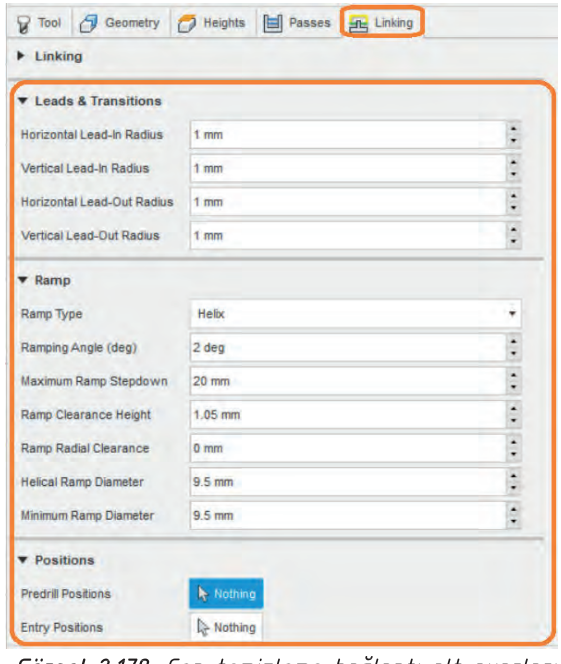
Minimum Ramp Diameter (Minimum Rampa Çapı): Minimum rampa çapını belirler.

– ***Positions (Pozisyon):*** Kesicinin malzemeye girmesine izin vermek istenilen konumun yakınındaki geometri seçilir.

Predrill Positions (Ön Delme Pozisyonları): Ön delme konumlarını belirlemek için seçim yapılır.

Entry positions (Giriş Pozisyonları): Giriş pozisyonlarını belirlemek için seçim yapılır.

Pocket Clearıng (cep temizleme) ve *Horizontal* (yatay) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı alt ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.178).**



Görsel 2.178: Cep temizleme bağlantı alt ayarları

Horizontal Lead In Radius (Yatay Giriş Yarıçapı): Yatay giriş hareketlerinin yarıçapını belirler.

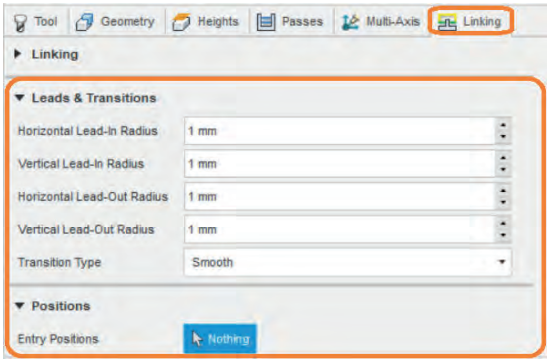
Vertical Lead In Radius (Dikey Giriş Yarıçapı): Dikey giriş hareketlerinin yarıçapını belirler.

Horizontal Lead Out Radius (Yatay Çıkış Yarıçapı): Yatay çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler.

Vertical Lead Out Radius (Dikey Çıkış Yarıçapı): Dikey çıkış hareketlerinin yarıçapını belirler.

Maximum Ramp Stepdown (Maksimum Rampa Aşağı Adım): Rampa profilinde devir başına maksimum aşağı adımı belirler.

Steep and Shallow (dik ve sığ), *Parallel* (paralel), *Scallop* (sabit adım), *Pencil* (kalem), *Spiral* (sarmal), *Radial* (radyal), *Morphed Spiral* (dönüşmüş sarmal), *Project* (yansıtma), *Morph* (biçim) ve *Flow* (akış) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı alt ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.179).**



Görsel 2.179: Dik ve sığ, paralel, sabit adım, akış, kalem, sarmal, radyal, yansıtma, biçim ve dönüşmüş sarmal bağlantı alt ayarları

Transition Type (Geçiş Türü): Geçişler arasında yapılan bağlantının türünü belirler.

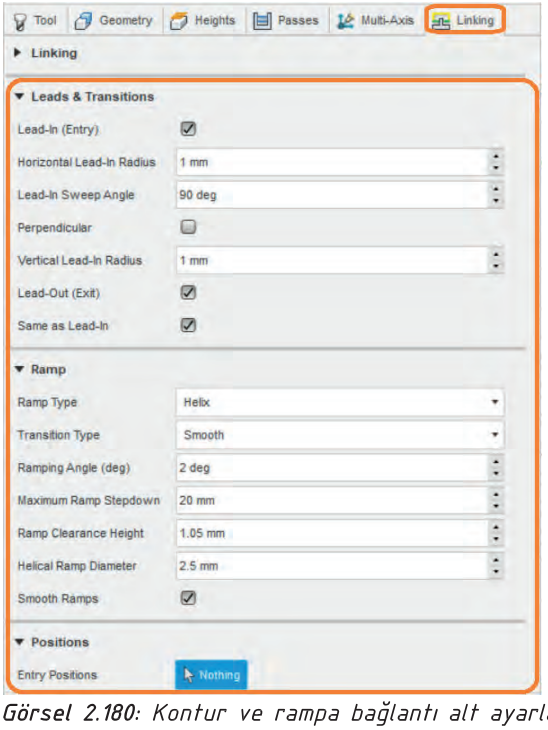
No Contact (Temas Yok): Yan basamaklar birbiriyle aynı Z düzeyinde değil, bir geri çekilme hareketiyle bağlantılıdır.

Straight Line (Yatay Çıkış Yarıçapı): Düz hatlar kullanılarak basit, doğrudan bağlantılıdır.

Shortest Path (En Kısa Yol): İşleme alanları arasındaki mümkün olan en kısa yolu belirler.

Smooth (Düzgün): Rampa profilinde devir başına maksimum aşağı adımı belirler.

Contour (kontur) ve ***Ramp*** (rampa) sekmeleri tıklandığında aşağıda gösterilen bağlantı alt ayarları görüntülenecektir **(Görsel 2.180).**



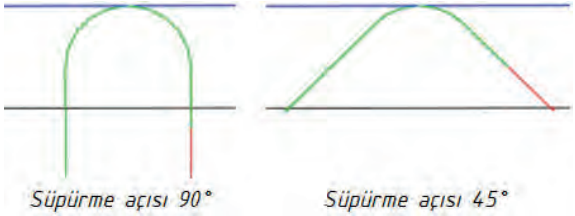
Görsel 2.180: Kontur ve rampa bağlantı alt ayarları

Lead-In (Entry) (Giriş (Giriş)): Giriş oluşturmak için etkinleştirilir **(Görsel 2.181).**



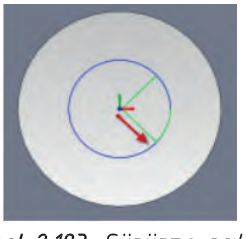
Görsel 2.181: Giriş

Lead-In Sweep Angle (Giriş Süpürme Açısı): Giriş yayının süpürülmesini belirler **(Görsel 2.182).**



Görsel 2.182: Süpürme açıları

Perpendicular (Dik): Giriş/çıkış yaylarının teğet uzantılarını, yaya dik bir hareketle değiştirir. **(Görsel 2.183).**



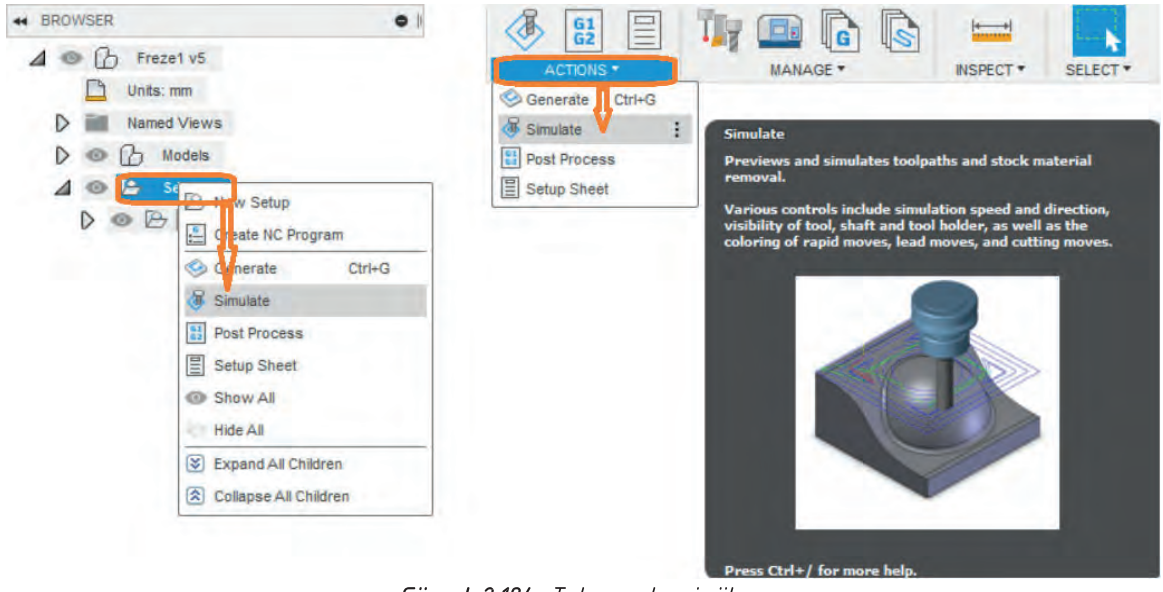
Görsel 2.183: Süpürme açıları

Smooth Ramps (Pürüzsüz Rampalar): Etkinleştirildiğinde, rampalar üç eksende de teğet olarak başlatılır ve sonlandırılır. Rampa hareketlerinde takım yolunda olağan kıvrımlar yerine düzgün eğriler kullanılır.

2.2.3.2. Takım Yolu Simülasyonu

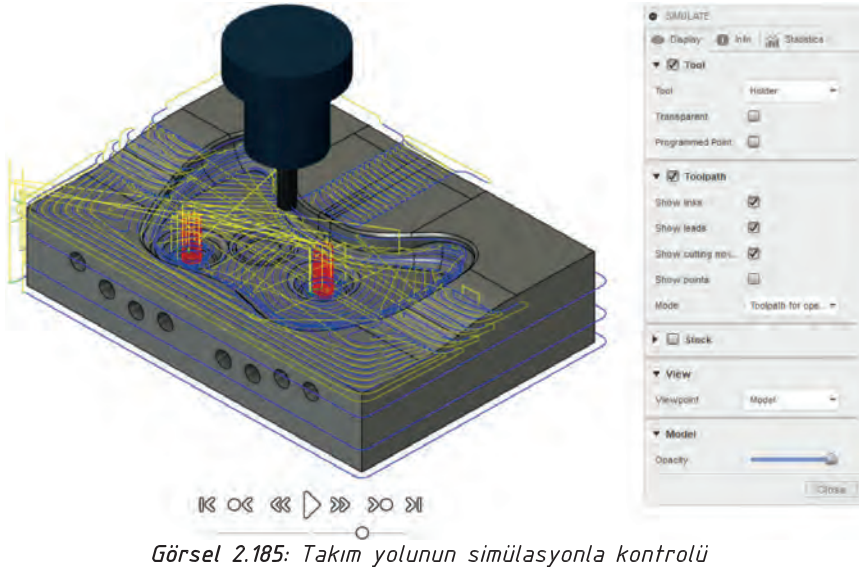
Takım yolları oluşturduktan sonra simülasyon, tezgâhta yapıltığı gibi gerçek kesme hareketini ve çarpmaları görmeyi sağlar.

Takım yolları ekranın sol tarafında bulunan işlem ağaçındaki **Setups** menüsünden operasyon sırasına göre **Simulate** tıklanarak simüle edilebildiği gibi **ACTIONS** menüsününden de **Simulate** tıklanarak simüle edilebilir **(Görsel 2.184).**



Görsel 2.184: Takım yolu simülasyonu

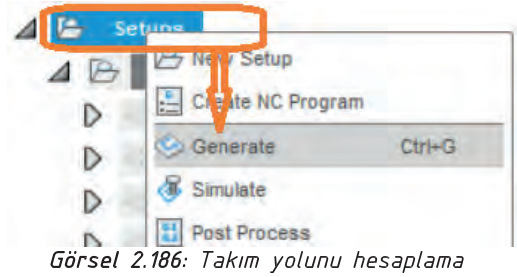
Simülasyon penceresi açıldığında, operasyonların doğru yapılıp yapılmadığı başlat butonu ile simüle edilerek kontrol edilir **(Görsel 2.185).**



Görsel 2.185: Takım yolunun simülasyonla kontrolü

Takım yolunun simülasyonla kontrolü yapıldıktan sonra görülen hatalar var ise dönülerek düzenlemeler yapılır ve takım yolu operasyonu düzeltilebilir.

Yapılan düzenlemeler sonrası Setups sekmesi altındaki **Generate** (üretmek) seçeneği ile yeniden hesaplama yapılarak oluşturulan takım yolu düzenlemesi aktif hale getirilir **(Görsel 2.186).**



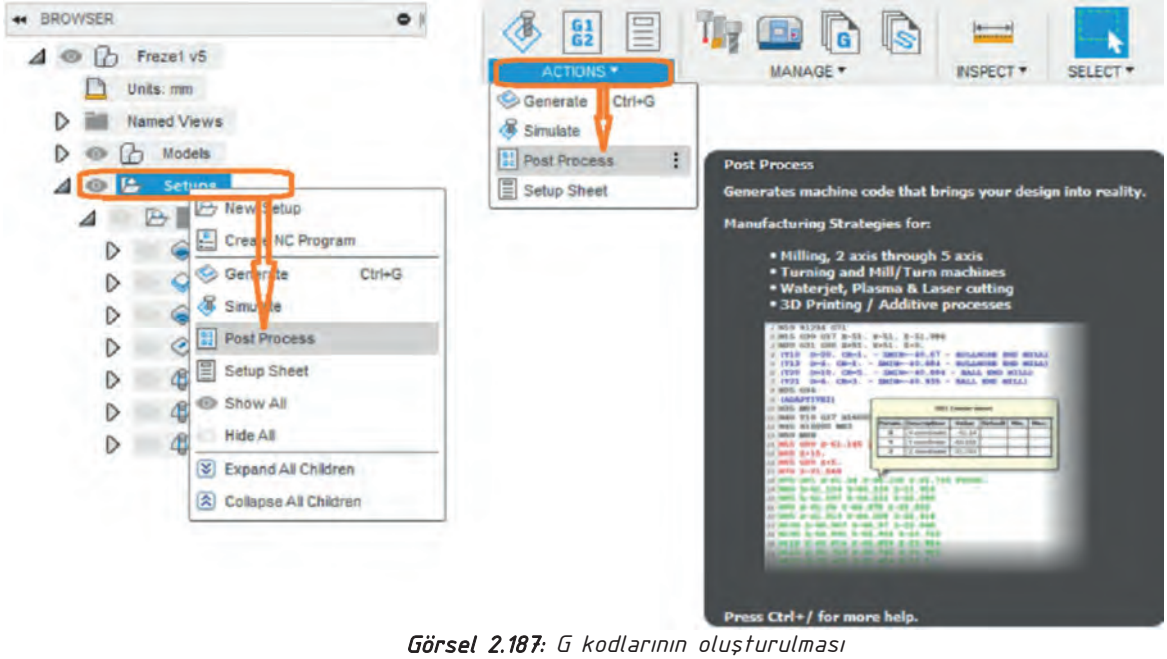
Görsel 2.186: Takım yolunu hesaplama

2.2.4. G KODLARININ OLUŞTURULMASI VE DÜZENLENMESİ

2.2.4.1. G Kodlarının Oluşturulması

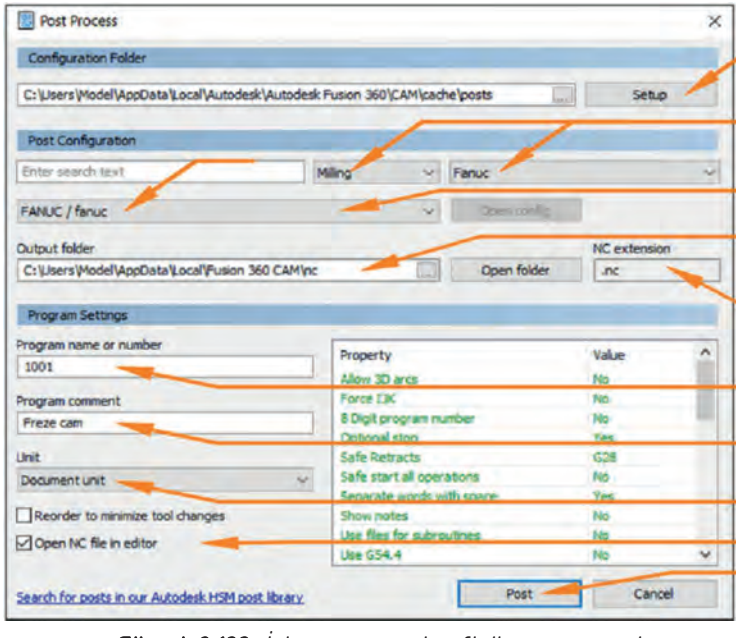
Oluşturulan takım yollarının CNC makinelerinin anlayacağı NC kodlarına dönüştürülmesi gerekir. NC kodlarının yapısı, CNC takım tezgâhını hareket ettirmek için kullanılan G kodları biçimindedir. Günümüz tezgâhları her ne kadar ISO kodlarını kullanarak çalıştırılsa da CNC tezgâh üreticileri farklı kontrol sistemleri kullanmaktadır.

3 eksen CAM operasyonu sonrası takım yolları makine diline dönüştürülür. Takım yollarını NC diline dönüştürmek için ekranın sol tarafında bulunan ürün ağacındaki Setups menüsünden Post Process tıklanarak G kodları oluşturulabilir **(Görsel 2.187).**



Görsel 2.187: G kodlarının oluşturulması

Takım yollarına ait G kodları elde edilmek istenirse CAM ürün ağaçındaki Setups sekmesini sağ tıklayıp Post Process sekmesi tıklanır. Açılan pencereden konfigürasyon ve program ayarları yapılır **(Görsel 2.188).**



Post kütüphanesi ile oluşturulan post dosyalarına ulaşılabilir.

Torna tezgâhı seçimi yapılır.

Torna tezgâhına uygun bir kontrol ünitesi seçilir.

Çıktı dosyası seçilerek istenilen yere aktarılabilir.

Kontrol paneline göre dosya uzantısı otomatik ayarlanır.

Oluşturulan G koduna bir isim veya numara verilebilir.

Açıklama eklenebilir.

Ölçü birimi seçilebilir.

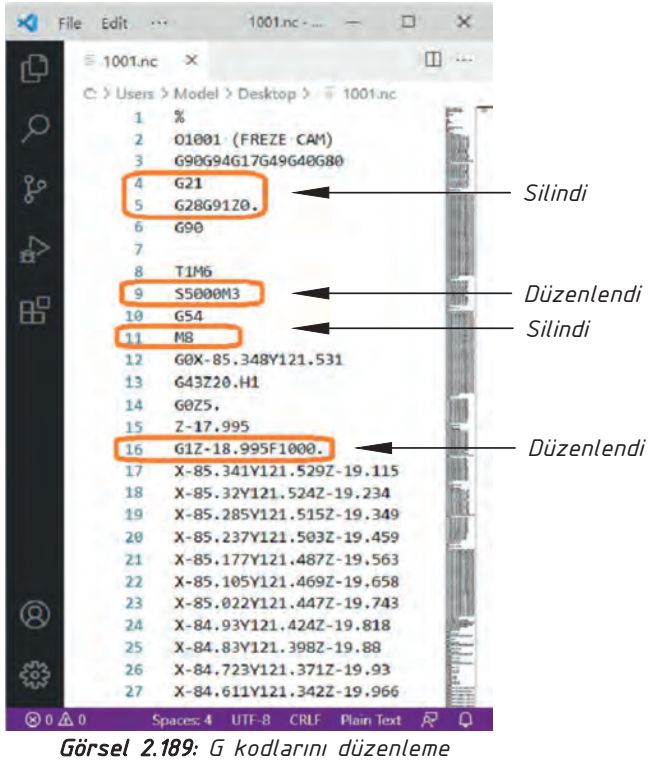
NC editörde dosya açılabilir.

Post butonu ile kodları oluşturulabilir.

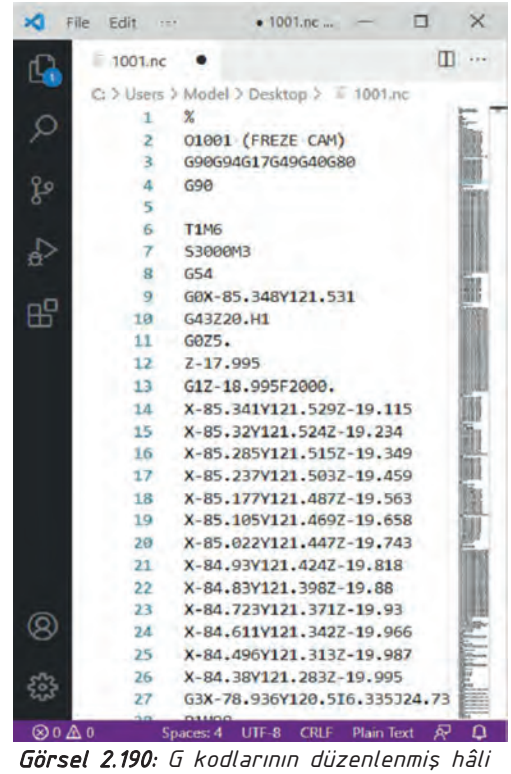
Görsel 2.188: İşlem sonrası konfigürasyon ayarları

2.1.4.2. G Kodlarının Düzenlenmesi

3 eksen CAMprogramında CNCtezgâhına uyumlu bir makine tipi olmadığı durumlarda Gkodlarının düzenlenmesi gerekir **(Görsel 2.189).** Bu nedenle bazı satırlar silinir, bazı satırlarda düzenlemeler yapılır. G kodlarının düzenlemeleri yapıldıktan sonra tekrar kaydedilir **(Görsel 2.190).** Bu düzenlemeler sonrası uyumlu hale getirilen G kodları CNC tezgâhına artık aktarılabilir.



Görsel 2.189: G kodlarını düzenleme

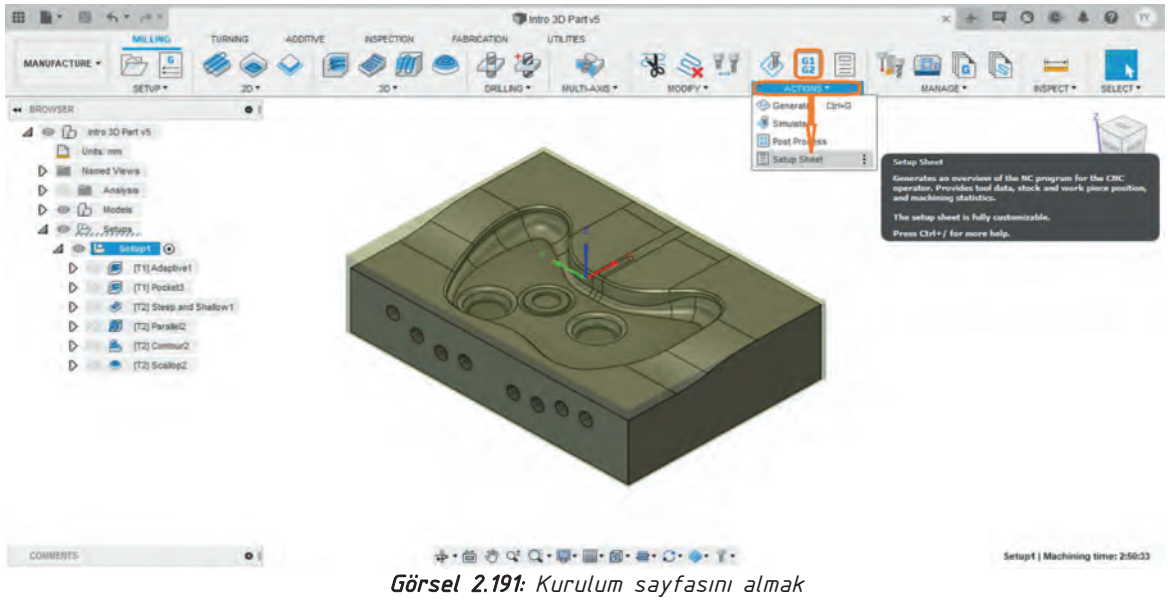


Görsel 2.190: G kodlarının düzenlenmiş hâli

2.2.4.3. Kurulum Sayfası Almak

Kurulum sayfası parça sıfır noktasının neresi olduğunu, kullanılacak kesici takımların sırasını ve kesici takım boylarını, hangi işlem sırasının takip edileceği gibi bilgileri içermektedir.

CNC operatörü için çıktı niteliğinde olan kurulum sayfasını almak için **MANUFACTURE > TURNING > ACTIONS > Setup Sheet** sekmesi tıklanır **(Görsel 2.191).**



Görsel 2.191: Kurulum sayfasını almak

Kurulum sayfası, CNC operatörünün iş parçasını hata yapmadan işleme hazırlanmasını sağlar. Bu sayfa stok boyutu, iş tanımı, sıfır konumu, takımlar, ilerlemeler, hızlar ve iş ofsetleri ile ilgili bilgiler içerir. ***(Görsel 2.192).***

Setup Sheet for Program 1001

Job Description: Setup1
Document Path: Intro 3D Part v1

Setup

WCS: #0

Stock:
DX: 164mm
DY: 234mm
DZ: 57.7mm

Part:
DX: 160mm
DY: 230mm
DZ: 55.7mm

Stock Lower in WCS #0:
X: 0mm
Y: 0mm
Z: -57.7mm

Stock Upper in WCS #0:
X: 164mm
Y: 234mm
Z: 0mm



Total

Number Of Operations: 2
Number Of Tools: 1
Tools: **T1**
Maximum Z: 15mm
Minimum Z: -57.19mm
Maximum Feedrate: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 48184.69mm
Rapid Distance: 10154.41mm
Estimated Cycle Time: 55m:18s

Total

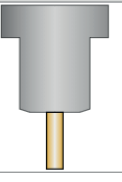
Number Of Operations: 2
Number Of Tools: 1
Tools: **T1**
Maximum Z: 15mm
Minimum Z: -57.19mm
Maximum Feedrate: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 48184.69mm
Rapid Distance: 10154.41mm
Estimated Cycle Time: 55m:18s

Tools

T1 D1 L1
Type: flat end mill
Diameter: 10mm
Length: 35mm
Flutes: 3

Minimum Z: -57.19mm
Maximum Feed: 1000mm/min
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Cutting Distance: 48184.69mm
Rapid Distance: 10154.41mm
Estimated Cycle Time: 55m:3s (99.5%)

Holder: ER25 - Ø42 65 BOY

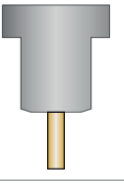


Operations

Operation 1/2
Description: Adaptive1
Strategy: Adaptive
WCS: #0
Tolerance: 0.1mm
Stock to Leave: 0.5mm
Maximum stepdown: 20mm
Optimal load: 4mm
Load deviation: 0.4mm

Maximum Z: 15mm
Minimum Z: -57.19mm
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Maximum Feedrate: 1000mm/min
Cutting Distance: 16183.36mm
Rapid Distance: 8007.94mm
Estimated Cycle Time: 22m:28s (40.6%)
Coolant: Flood

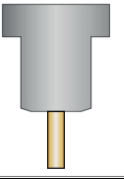
T1 D1 L1
Type: flat end mill
Diameter: 10mm
Length: 35mm
Flutes: 3



Operation 2/2
Description: Pocket3
Strategy: Pocket
WCS: #0
Tolerance: 0.1mm
Stock to Leave: 0.5mm
Maximum stepdown: 2mm
Maximum stepover: 9.5mm

Maximum Z: 15mm
Minimum Z: -25.01mm
Maximum Spindle Speed: 5000rpm
Maximum Feedrate: 1000mm/min
Cutting Distance: 32001.33mm
Rapid Distance: 2146.47mm
Estimated Cycle Time: 32m:35s (58.9%)
Coolant: Flood

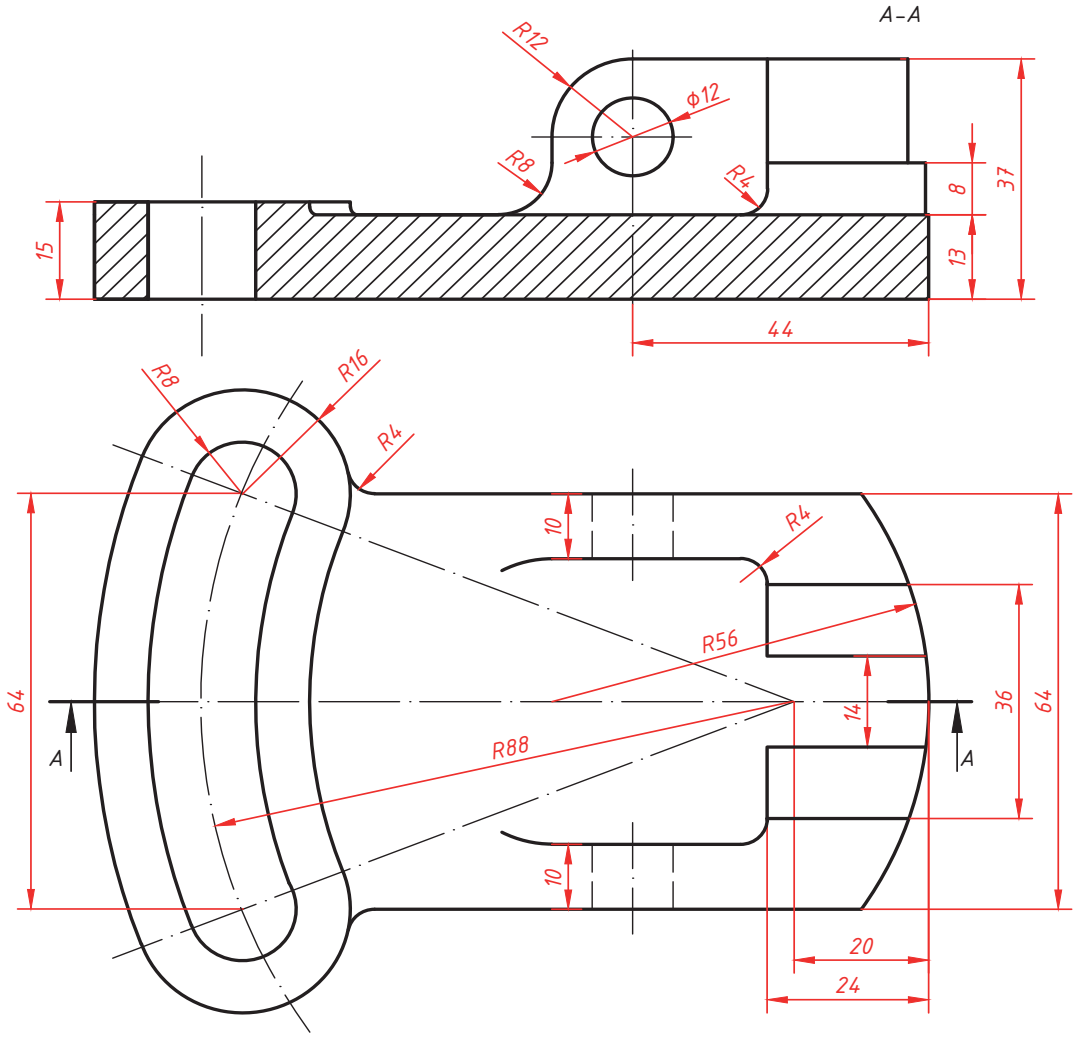
T1 D1 L1
Type: flat end mill
Diameter: 10mm
Length: 35mm
Flutes: 3



Görsel 2.192: Kurulum sayfası

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.5
KONU	2.2.5. 3 EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI	SÜRE 12 DERS SAATİ

ALTLIK



http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29519

ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . . MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../...../ 20.....		
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../...../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

3 EKSEN CAM PROGRAMIYLA FREZELEME UYGULAMASI

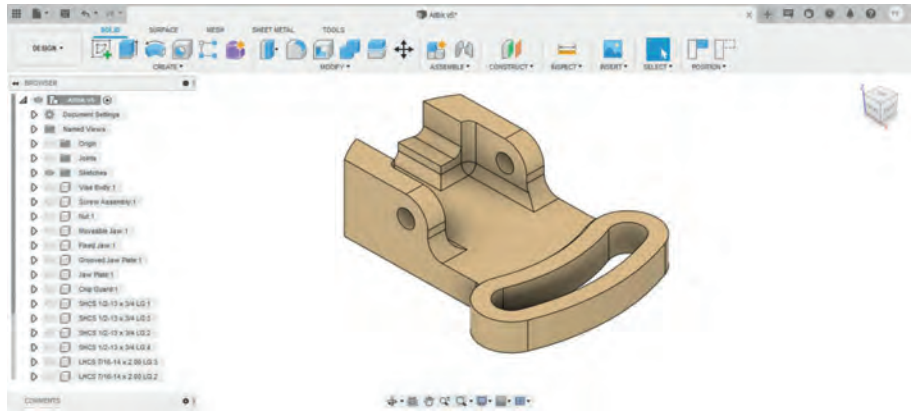
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. Altlık modelinin üç boyutlu resmini CAD ortamında çiziniz ve kaydediniz.
3. Altlık modelini CAM sayfasına aktarınız ve takım yollarını oluşturarak kaydediniz.
   a) Cep temizleme,
   b) Dik ve sığ işleme,
4. Parçanın G kodunu oluşturunuz.
5. CAD-CAM çalışmalarını ve G kodunu masa üstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
6. Numaranızla kayıtlı klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

Teknik resmi verilen modelin 3 boyutlu çizimi CAD programı kullanılarak uygun bir düzlemde ve ölçüde çizilir ***(Görsel 2.193)****.*



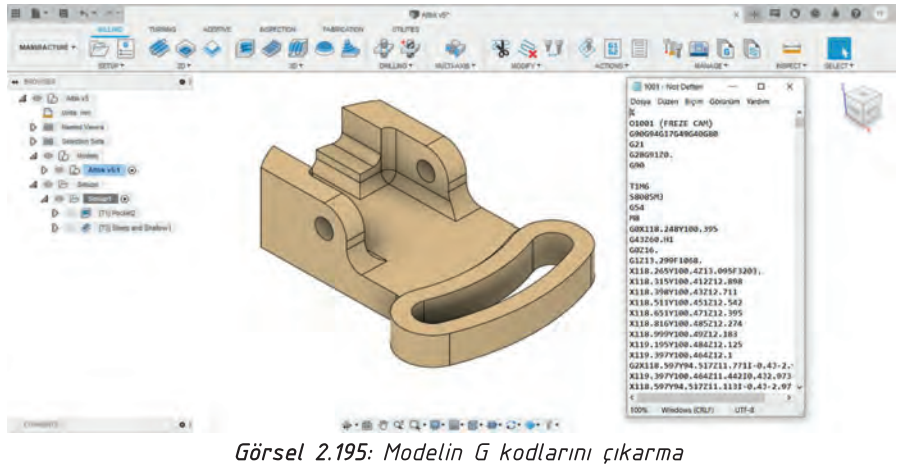
Görsel 2.193*: Modelin 3 boyutlu çizimi*

3 boyutlu modeli CAD programı ile çizilen parça, CAM programına aktarılarak 3 eksen programlama yöntemi ile takım yolu oluşturulur ***(Görsel 2.194)****. Takım yolu oluşturulan parça simüle edilerek doğru takım yolu oluşturulup oluşturulmadığı kontrol edilir.*



Görsel 2.194*: Modelin takım yolu operasyonunun oluşturulması*

Takım yolları kontrol edilen model kaydedilir ve G kodları çıkarılır ***(Görsel 2.195)****. G kodları düzenleme işlemlerinin ardından son kontrolleri de yapılarak CNC freze tezgâhına aktarılmak üzere taşınabilir belleğe veya bilgisayara aktarılır.*

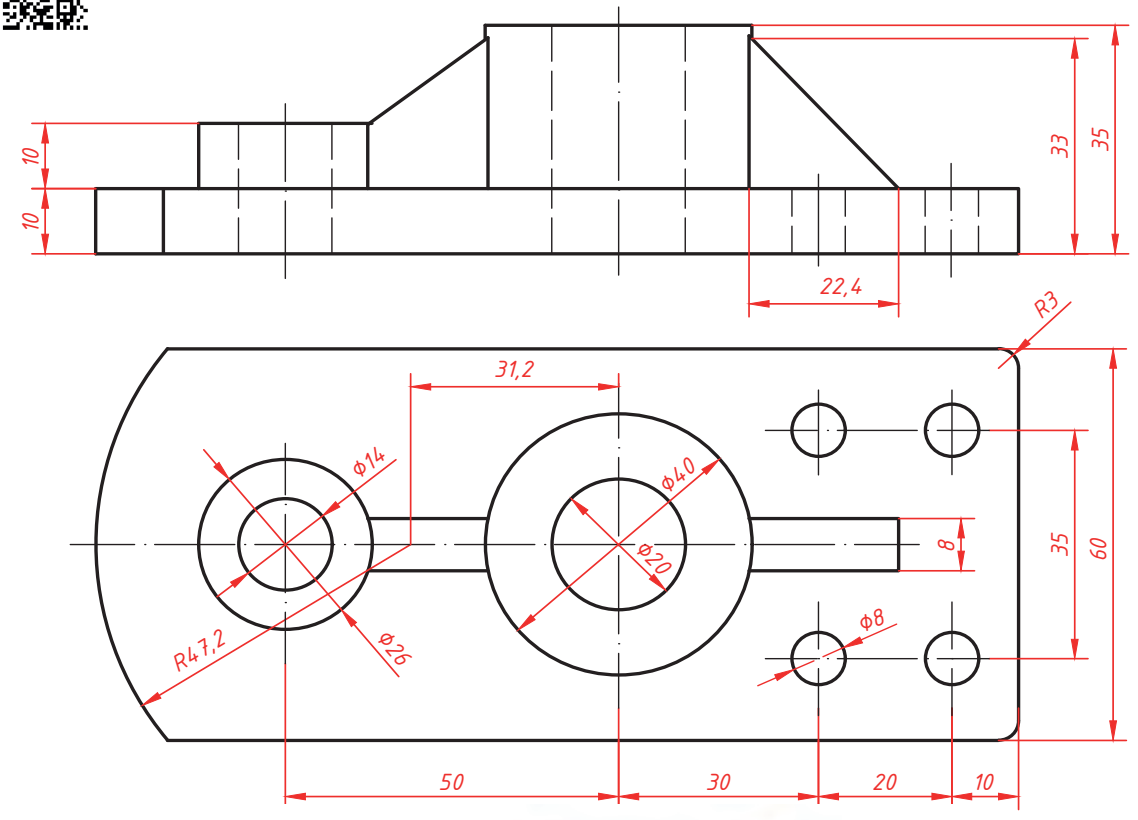


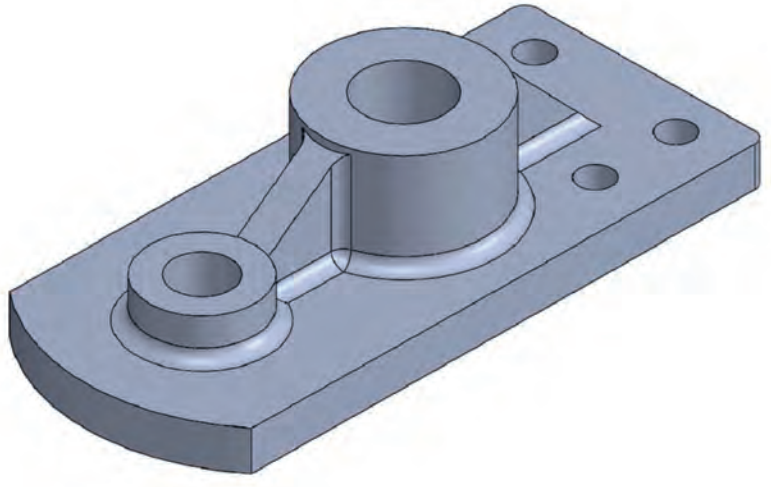
Görsel 2.195*: Modelin G kodlarını çıkarma*

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29520

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

YATAK 1





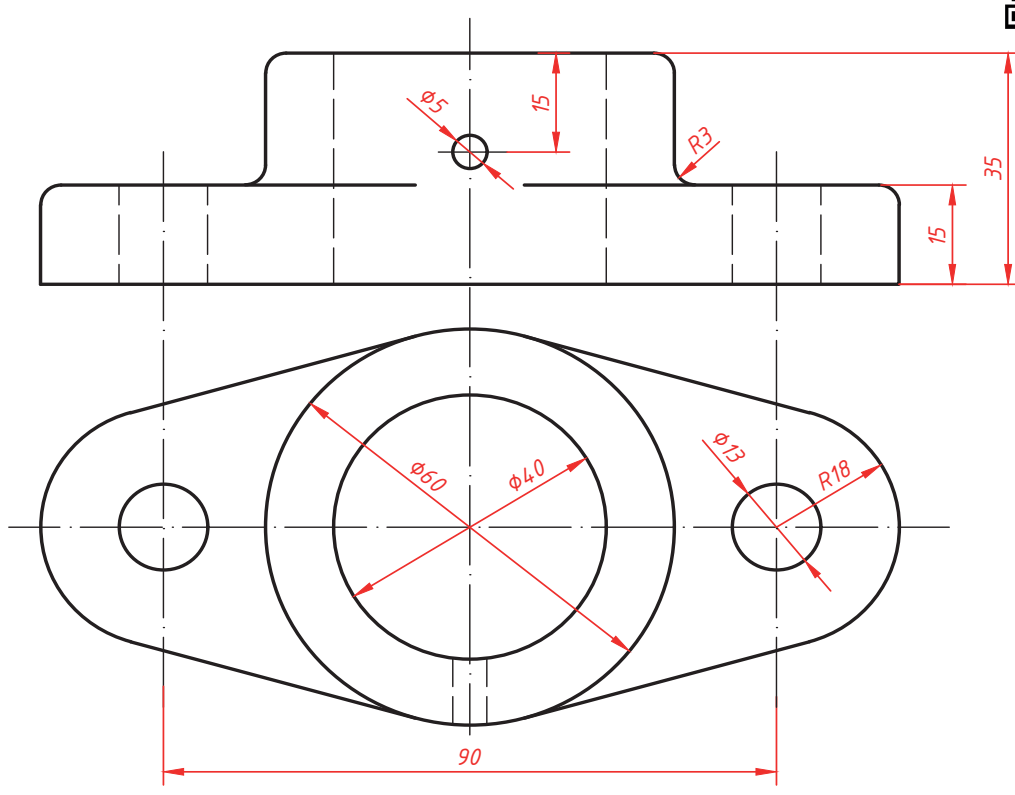
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

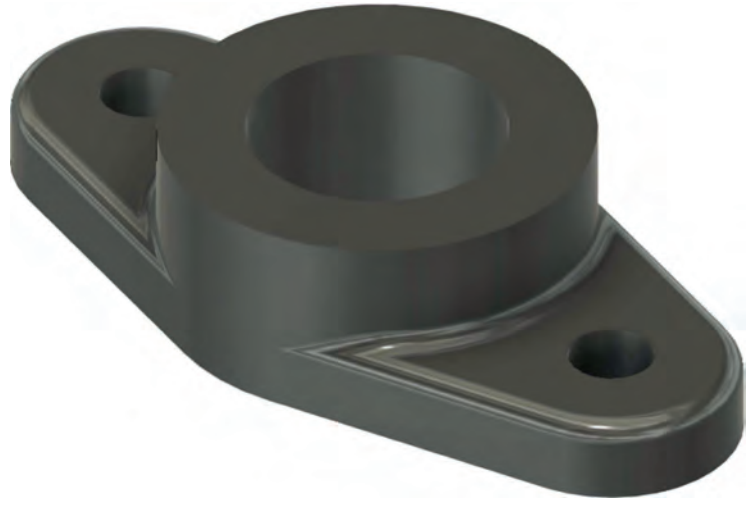
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29521

YATAK 2





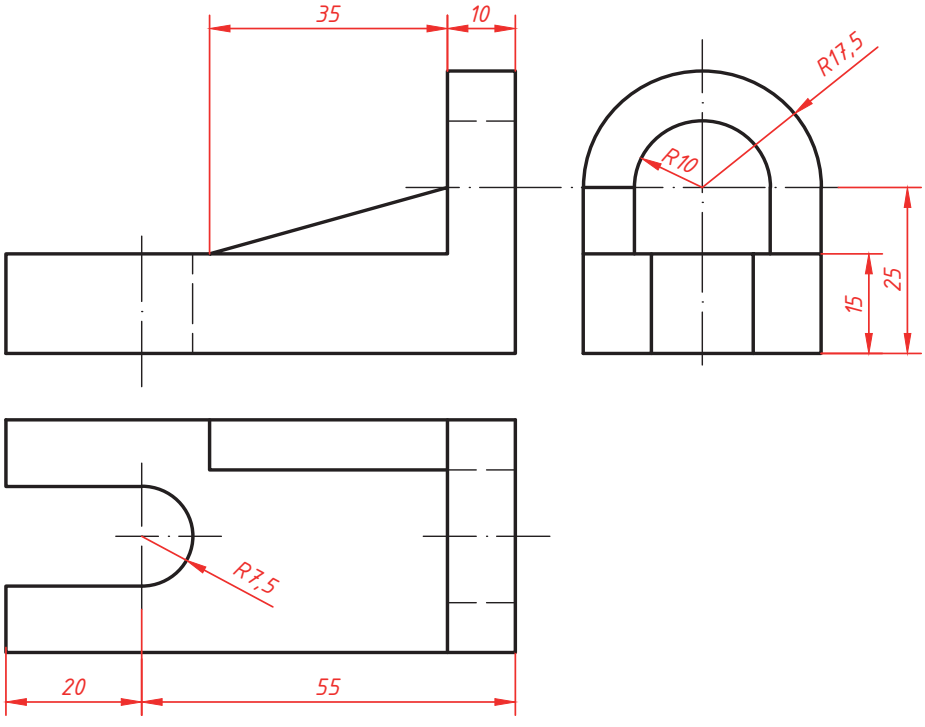
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . . MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

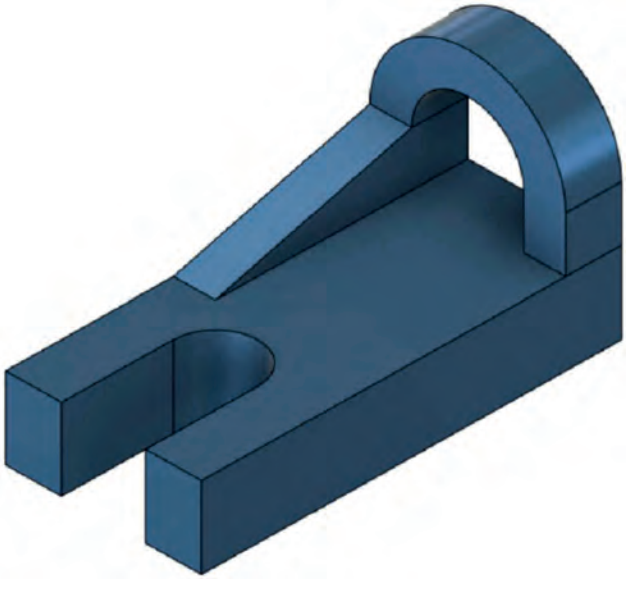
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ	2. CNC FREZE İÇİN CAM PROGRAMLAMA	UYGULAMA 2.8
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29522

YATAK 3





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	...../..../ 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	...../..../ 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Parçayı Çizmek	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	25	10	20	25	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRENME BİRİMİ

3

DİK MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

Dik maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, dik maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve dik maçalı modelleme yapmayı öğreneceksiniz.



3. DİK MAÇALI MODELLEME

Üretimi yapılacak parçaların kalıplama durumu düşünülerek mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi) belirlenir. Parçaların boş ve delik çıkarılacak kısımları için yapılacak maçaların konumları mala yüzeyine dik konumda yerleşiyorsa bu tür modellere **dik maçalı modeller** denir.

Dik maçanın kalıpta alt dereceye gelen ve buradan dengelenen kısmına alt maça başı, üst dereceye gelen kısmına üst maça başı denir. Dik maçalı modellerde kullanılan üst maça başının, alt maça başına göre boyu kısa eğimi fazla yapılmalıdır. Genellikle dik maçalarda üst derece kapatılırken kör kapatma yapılır. Üst dereceyi kapatma sırasında, maça başının kalıp boşluğundaki yuvasına kolayca merkezlenebilmesi için eğimi fazla, boyu kısa yapılır.

Alt maça başı ise maçanın dengeli bir şekilde yerine oturması ve maçanın ağırlığını taşıyan kısım olduğu için eğimi üst maça başına göre az, boyu ise fazla yapılmalıdır.

3.1. DİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Endüstrinin her alanı hayatı kolaylaştırarak bize birçok fayda sağlamaktadır. Bilgisayar destekli modelleme ise endüstrinin ilk yapı taşlarından yani üretimin temelinde olan bir meslektir. Bu meslek, üretim yapan fabrikaların vazgeçilmez ve en hassas kısmını oluşturmaktadır.

Bilgisayar destekli üç boyutlu tasarım; çizimlerin düzeltilmesini sağlama, çizimleri geliştirme, ve daha kolay saklama gibi kullanışlı özellikleri sayesinde işletmeler tarafından daha çok tercih edilir olmuştur.

Bu nedenle sektörün istediği nitelikte teknik eleman ihtiyacı bu programları bilen kişilerden karşılanacaktır. Mesleğin temel taşı olan çok iyi resim çizme ve çizilen resmi okumanın yanı sıra resimleri bilgisayar ortamına aktarma becerisi bu mesleğe başlayacaklara büyük avantajlar sağlamaktadır.

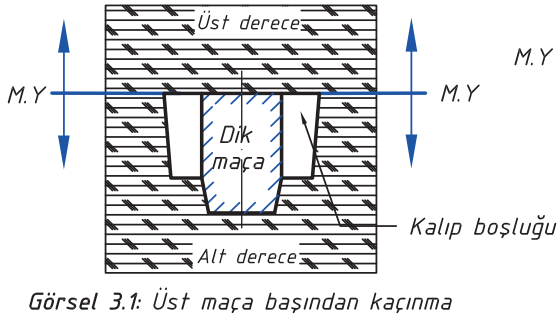
Dik kalıplanması düşünülen modeli yapılacak parça, üç boyutlu olarak gerçek ölçülerinde bilgisayar ortamında çizilerek orijinal parça resmi şeklinde kaydedilir. Orijinal parça resminden elde edilen iki boyutlu görünüşler model resmi olarak mala yüzeyi, işleme payları, alt ve üst dereceler veya diğer dereceler (ana derece, orta derece, üst derece) gösterilerek çizilir. Belirlenen mala yüzeyine göre modelin kum kalıptan rahat çıkmasını sağlamak için yüzeylere eğim ve koniklik verilir.

İmalat resmine göre üç boyutlu çizilen parça, farklı kaydedilerek üç boyutlu modelleme resmine dönüştürülür. Modelleme resminde dik maça başlarının ölçü ve konumları tespit edilerek üç boyutlu çizim programında gerekli ilaveler yapılır. Bu ilaveler yapılırken mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), çekme payı, işleme payı, modele verilecek eğim, koniklikler ve maça durumu dikkate alınır.

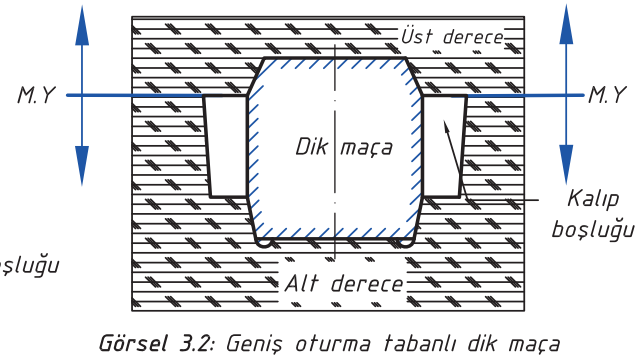
Model resimleri esas alınarak maça sandığı yapım resimleri bilgisayar ortamında oluşturulur. Maça sandıkları oluşturulurken üç boyutlu katı modelleme programlarının kalıp oluşturma özelliklerinden yararlanılarak model resminden maça oluşturulur. Oluşturulan maçadan da maça sandığı elde edilir.

Üretilen modelden elde edilen kalıp boşluğu, maça sandığından oluşturulan maçaların kalıp içerisine yerleştirilmiş hali ve yolluk sistemi elemanlarının kalıp içindeki durumlarını gösteren üç boyutlu veya iki boyutlu kalıplama resimleri çizilir.

Dik maça ile kalıplanan modellerde maçaların yüksekliği az ise üst maça başından kaçınmak uygun olacaktır **(Görsel 3.1)**. Geniş oturma tabanlı dik maçalarda alt derecedeki maça başı fitilli yapılarak maçanın yuvasına serbestçe oturması sağlanır. Ayrıca maça konurken dökülen kum taneleri fitil yuvasına girerek kenarda çıkıntı meydana getirmez **(Görsel 3.2)**. Dik maçalı model tasarımı yapılırken modelleme resimlerinin çizilmesi aşamalarında belirtilen bu hususlara dikkat edilmesi gerekir.



Görsel 3.1: Üst maça başından kaçınma



Görsel 3.2: Geniş oturma tabanlı dik maça

3.2. DİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Modelleme yapımında çeşitli CAD-CAM programları kullanılmaktadır. CAD-CAM programlarının çeşitlilik arz etmesi bize daha kaliteli modellemeler yapma imkânı sağlamaktadır. Öğrencilerimizin bu programları öğrenmeleri ve kendilerini bu noktada geliştirmeleri ileride ülkemizin bu konudaki yerli ve milli ürünler geliştirmesinde kolaylıklar sağlayacaktır.

Dik maçalı modellemeyi yapabilmek için model ve maça sandığının kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek bu parçalara göre işleme operasyonları oluşturulur. Dik maçalı model ve maça sandığının kalıplama sayıları dikkate alınarak hangi gereçten yapılacağı tespit edilmelidir.

*Üç boyutlu tasarımı yapılan dik maçalı model veya maça sandığı resimleri öncelikle CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) programına aktarılarak kaydedilir. CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, devir ve ilerleme ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi, **fixture** (sabitleme ve sıkma elemanları) seçimi yapılır. İşleme operasyonu takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılması ve bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkarılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır.*

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan model ve maça sandığı parçaları, 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programlarında G kodları çıkarılarak yazıcıya aktarılır.

3.3. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA

Dik maçalı modelleme CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi imkânlar dâhilinde klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir.

Üretimi yapılacak model parçaları öncelikle parça sayısı dikkate alınarak küçük bloklar hâline getirilir ve parçalar işlenerek modelleme yapımına geçilir. Blok malzemeler kullanılarak CNC tezgâhlarında modelleme yapmak kolay ve seri olmaktadır. Modelleme hassasiyetleri klasik yöntemlerle üretilen modellemelerden daha fazladır.

Öğrencilerin modelleme makine ve tezgâhlarında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini dikkate alması, ikaz levhalarına uygun yöntemlerle çalışması gerekir. CNC tezgâhlarında çalışırken kullanılan kesiciler, modelleme gereçlerine uygun seçilmelidir. Bu kesiciler, malzemenin ve işin özelliğine göre seçilmediği zaman iş kazaları da kaçınılmaz olabilir. Kullanılan makine ve tezgâhlara ait kesicilerin bilenmiş olmasına, ilerleme ve devirlerine dikkat edilmesi gerekir.

CNC tezgâhlarda dik maçalı modeli işleyebilmek için öncelikle tezgâhın özellikleri, nasıl çalışacağı, kontrol panelindeki elemanların ne anlama geldiği, hareket kontrolünün nasıl sağlandığı açıklanır. Dik maçalı model için uygun blok malzeme, CNC freze mengenesine bağlanır. Kullanılacak takımların sıfırlamaları yapılır. G kodları tezgâha aktarıldıktan sonra simülasyon yapılarak son kontroller yapılır. Böylece model ve maça sandığı işlenecek hale getirilir. Tezgâh çalıştırılarak kontollü bir şekilde model veya maça sandığı işlenir. Tezgâhta takımların bıraktığı talaşlar el takımları ile veya zımparalanarak temizlenip üst yüzey işlemleri uygulanır. Böylece dik maçalı modelleme ve maça sandığı tamamlanır.

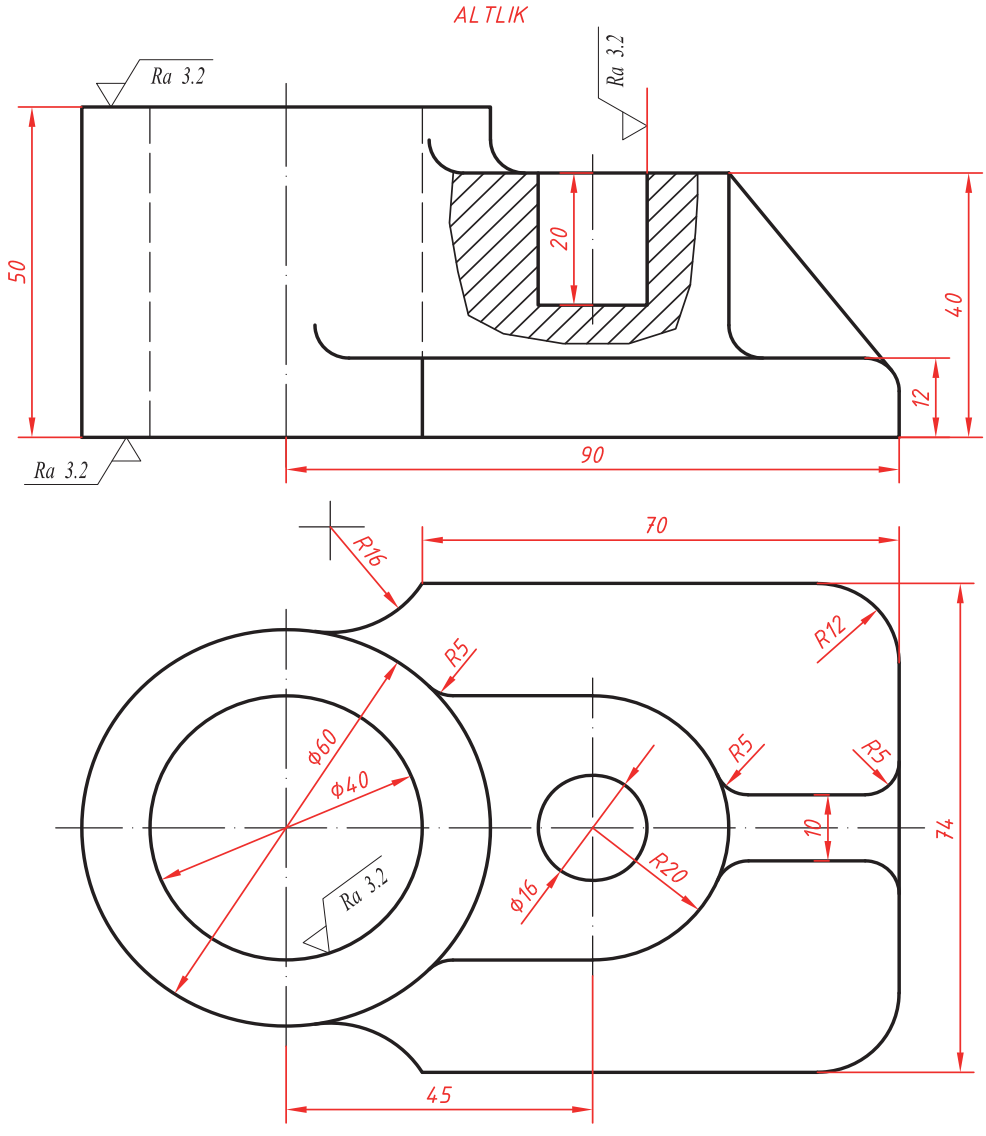
Klasik modelleme tezgâhları ile dik maçalı modelleme ve maça sandığı yapımına başlarken model yapım resimlerindeki ölçüler dikkate alınır. Bu aşamada modelin kaç parçadan oluşacağı belirlenerek malzemelerin israf edilmemesi sağlanır. Hazırlanan parçaların markalamaları yapılır. Modelin yapıştırılarak elde edilen parçaları, ahşap torna makinesinde ölçüsüne göre işlenir. Maça sandığı, çeşitli ahşap işleme makinelerinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışılarak model resimlerine göre işlenir. Çeşitli makineler ve el takımlarıyla işlenen parçaların birbirine yapışması gereken kısımları tutkallanarak yapıştırılır. Metal malzemeler kullanarak model yapılmışsa ona uygun birleştirme elemanları kullanılır. Böylece model ve maça sandığı ölçü kontrolleri tamamlanarak üst yüzey işlemleri uygulanır.

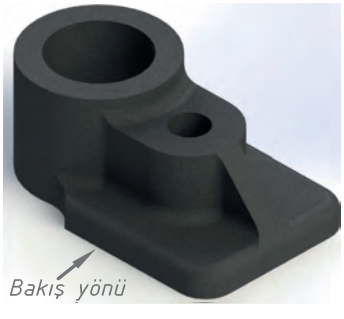
Dik maçalı model 3D yazıcı ile üretilecekse malzeme israfını önlemek için yapım resimleri dikkate alınarak ölçekli küçültme yapılabilir. Üç boyutlu çizim programından yazıcının programına aktarılan modelleme resimlerinin çeşitli ayarlamaları burada yapılarak G kodları elde edilir. Daha sonra 3D yazıcı çalıştırılır. Uygun filament takılarak ayarlamalar yapılır. Yazdırma ayarı yapıldıktan sonra model ve maça sandığının 3D yazıcıda üretimi tamamlanır. 3D yazdırma esnasında yapılan destek parçaları dikkatlice temizlenir. Üst yüzey işlemleri uygulanarak dik maçalı model ve maça sandığı tamamlanır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29523

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.1
KONU	3.1. DİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

ALTLIK







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	Adı ve Soyadı İmzası

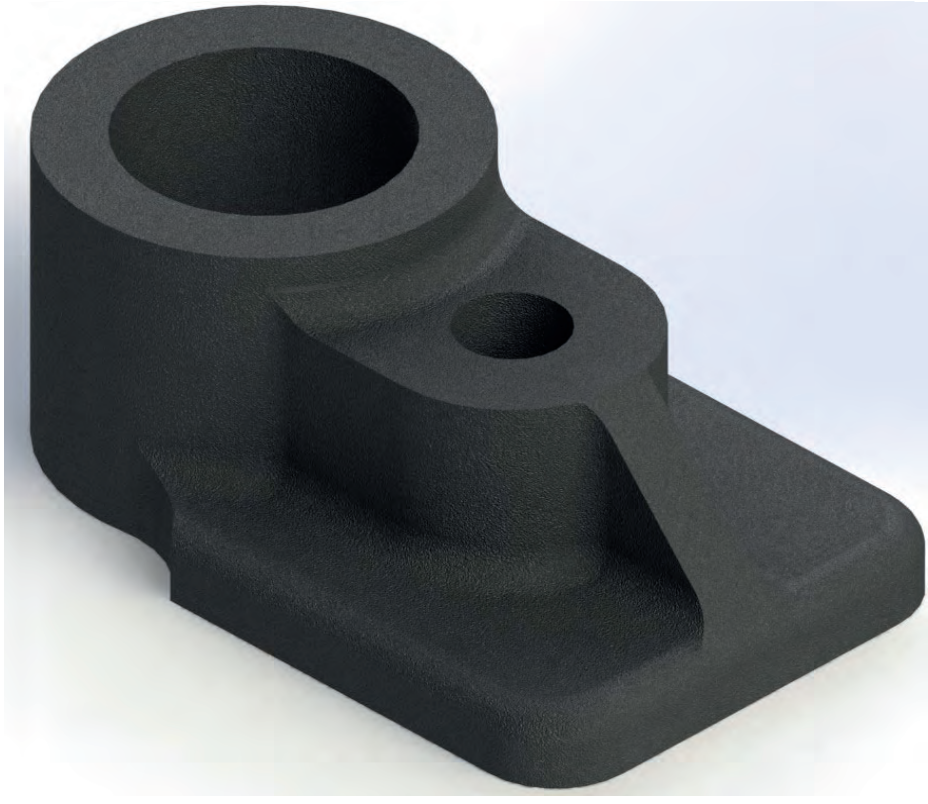
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Model teknik resmi*
2. *Kalem*
3. *Silgi*
4. *Bilgisayar*
5. *CAD programı*
6. *Taşınır bellek*

İŞLEM BASAMAKLARI

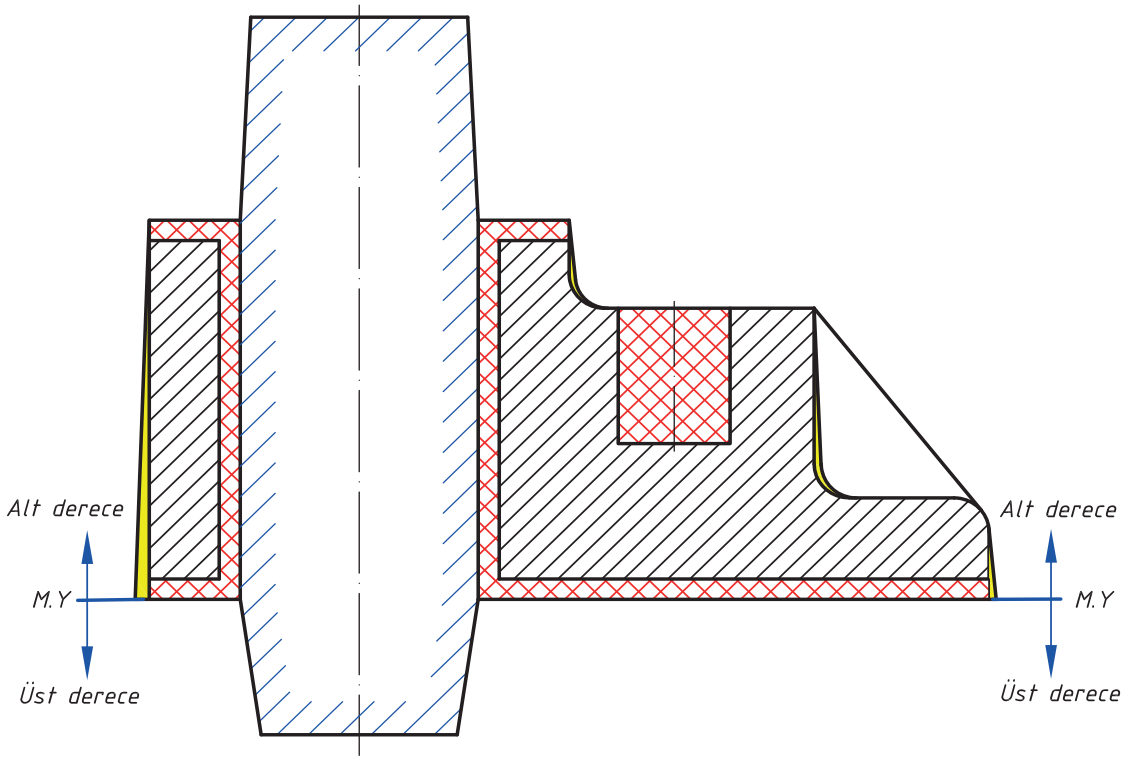
1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Dik maçalı altlık parçasının verilen imalat resmine göre orijinal parça resmini üç boyutlu katı modelleme programında çizerek kaydediniz* ***(Görsel 3.3).***
3. *Orijinal parça resmini farklı kaydedip model resmine dönüştürmeye başlayınız.*
4. *Farklı kaydedilen orijinal parça resminden iki boyutlu teknik resim görünüşleri elde ediniz.*
5. *Dik maçalı altlığın iki boyutlu kesit ön görünüş resmi üzerinde imalat resminde belirtilen işleme paylarını yüzeylere ölçü ilavesi olacak şekilde gösteriniz* ***(Görsel 3.4).***
6. *Mala yüzeyini (kalıp ayırma yüzeyi) meslek resim standartlarına uygun olarak çiziniz* ***(Görsel 3.4).***
7. *Dik maçalı modelin kumdan kolay çıkmasını sağlamak için gerekli eğim ve koniklikleri, dik maça ve maça başı ilavelerini, dökme demir çekme miktarını %1 olarak ekleyerek kaydediniz* ***(Görsel 3.4).***
8. *Dik maçalı model resmi ölçülerini ve kalıplama sayılarını dikkate alarak modelin yapılacağı malzeme seçimini yapınız.*
9. *Dik maçalı altlık modeli ve maça sandığının hangi malzemeden yapılacağını kararlaştırınız.*
10. *Dik maçalı altlık model parçalarının birleştirilmesini ifade edecek model yapım resmini oluşturup kaydediniz* ***(Görsel 3.5).***
11. *Dik maçalı model resminden faydalanarak üç boyutlu çizim programında önce maçayı elde ediniz. Sonrasında maçadan da maça sandığını oluşturunuz ve kaydediniz* ***(Görsel 3.6).***
12. *Dik maçalı model ve maça sandığının kalıplama etüdünü yaparak derece içerisinde yolluk sistemi görünecek şekilde, model kalıptan çıkmış, maça yerleştirilmiş olarak üç boyutlu resmini çizerek kaydediniz* ***(Görsel 3.7).***
13. *Dökümden çıkmış döküm parça resmini, yollukları kesilmemiş şekilde çizerek kaydediniz* ***(Görsel 3.8).***
14. *Çizdiğiniz resimleri bilgisayarınızın masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.*
15. *Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.*

DİK MAÇALI ALTLIK MODELLEME ORİJİNAL PARÇA RESMİ



Görsel 3.3: Altlık orijinal parça resmi

DİK MAÇALI ALTLIK MODELLEME RESMİ



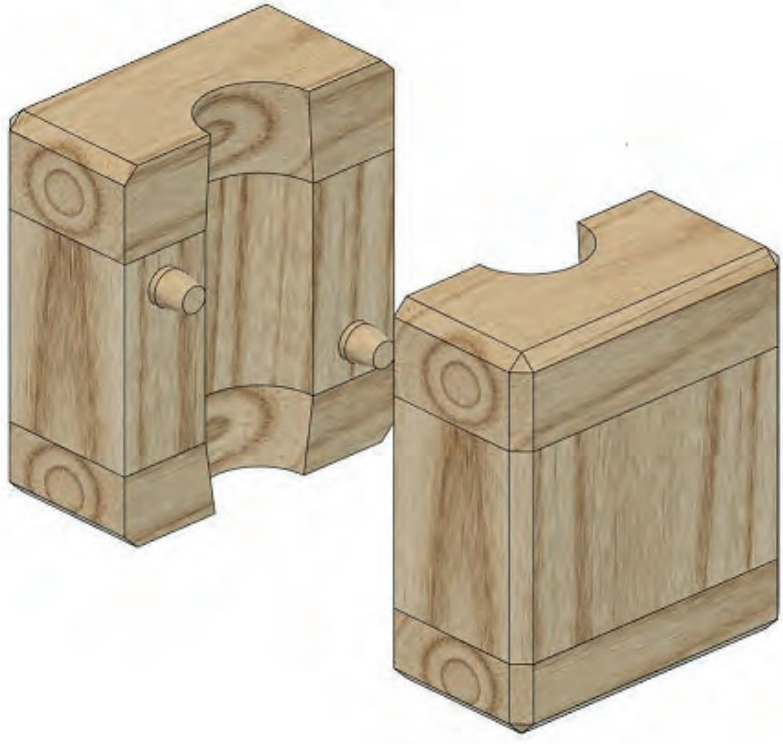
Görsel 3.4: Altlık model resmi

DİK MAÇALI ALTLIK MODEL YAPIM RESMİ



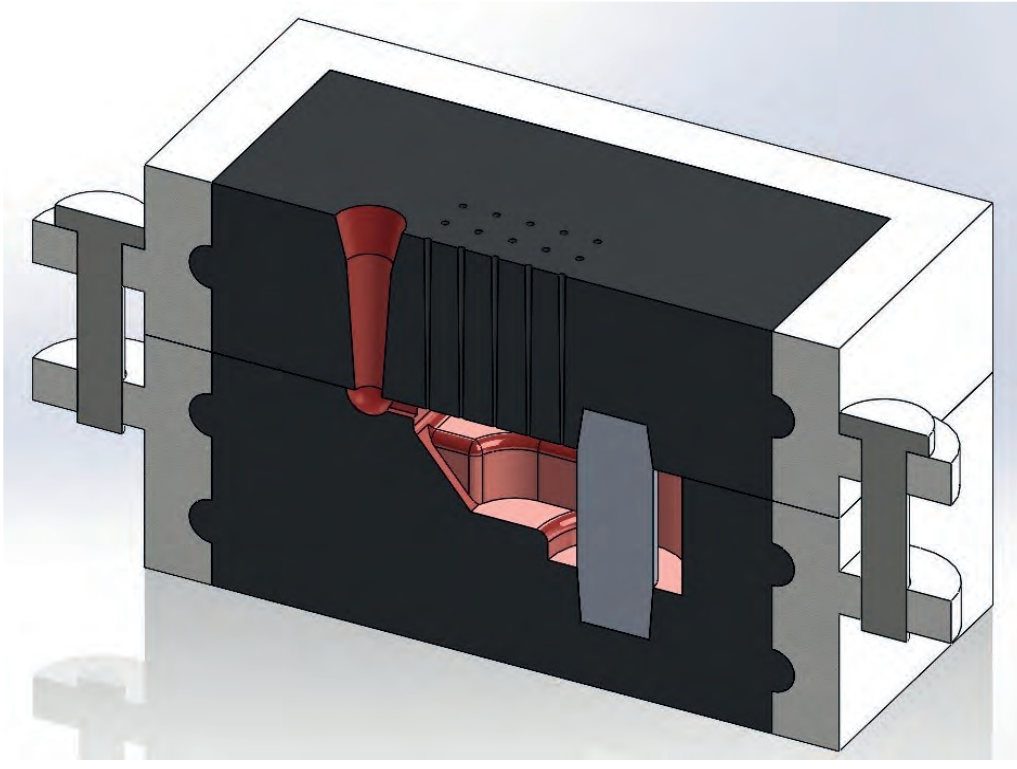
Görsel 3.5: Altlık modeli yapım resmi

DİK MAÇALI ALTLIK MODELİ MAÇA SANDIĞI YAPIM RESMİ



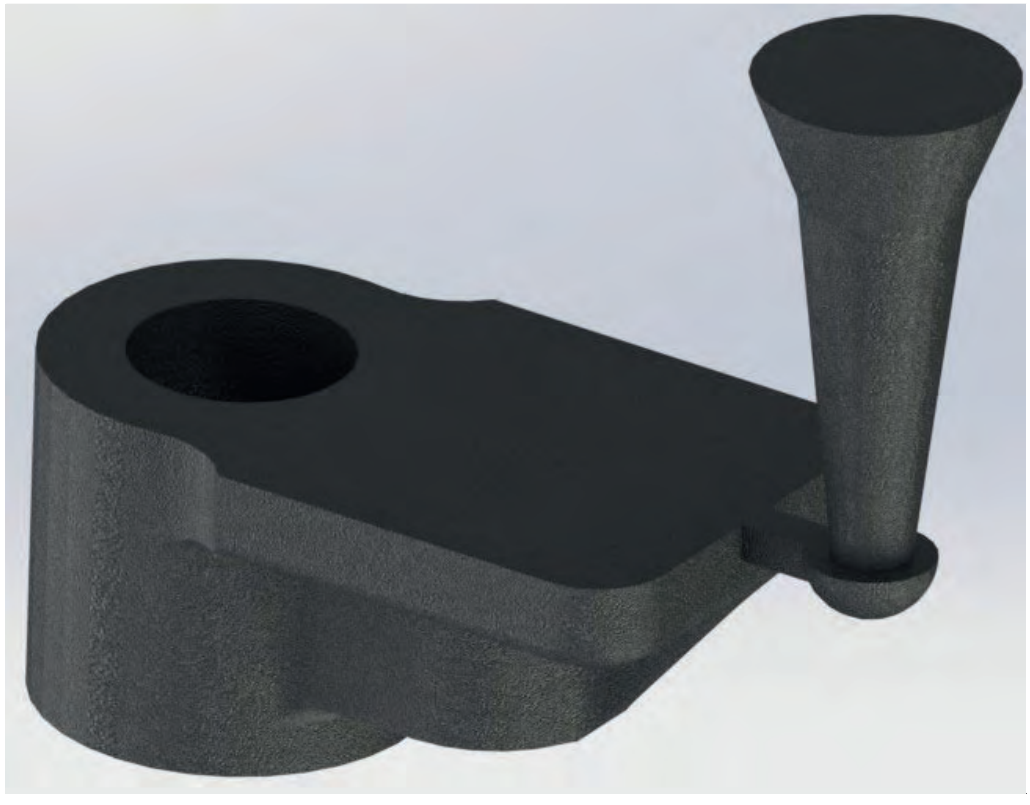
Görsel 3.6: Altlık modeli maça sandığı yapım resmi

DİK MAÇALI ALTLIK MODELİ KALIPLAMA RESMİ



Görsel 3.7: Altlık modeli kalıplama resmi

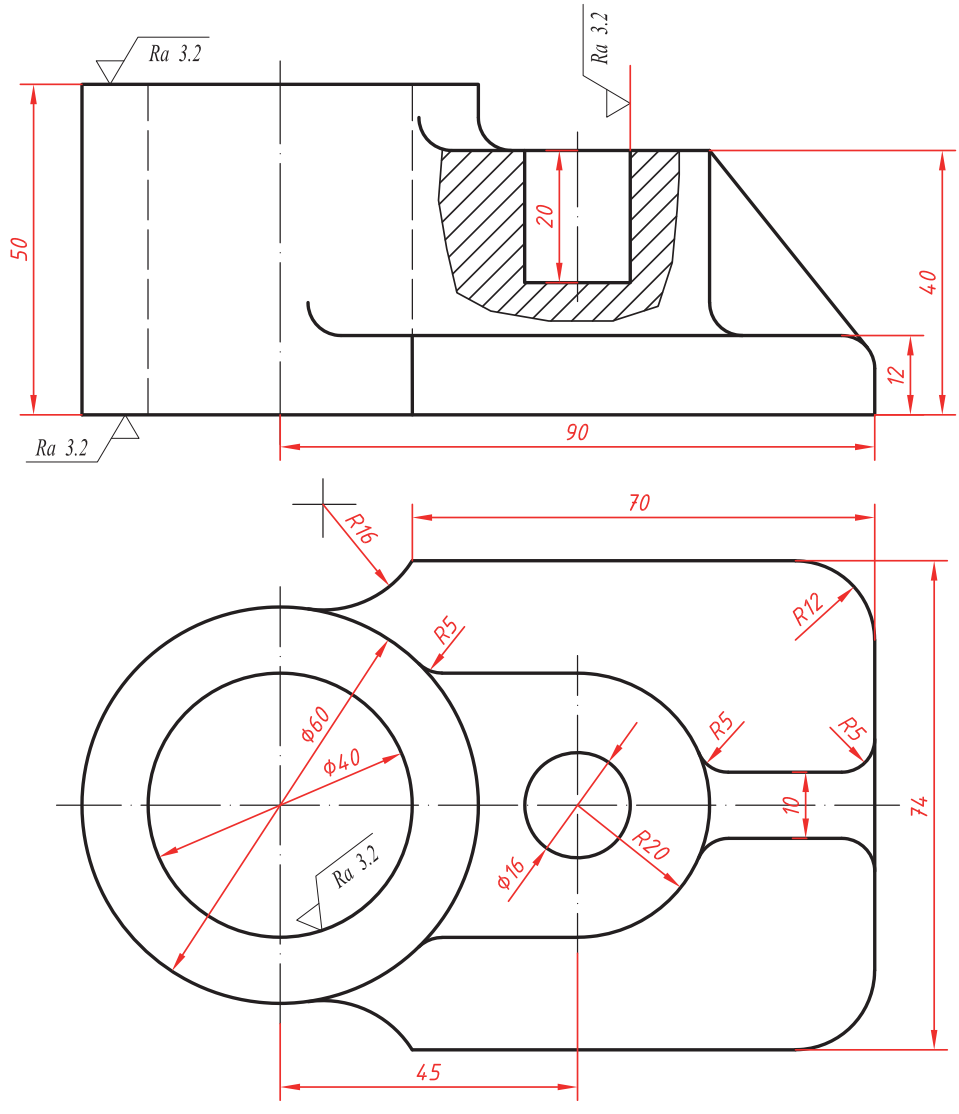
DİK MAÇALI ALTLIK MODELİNİN DÖKÜM PARÇA RESMİ

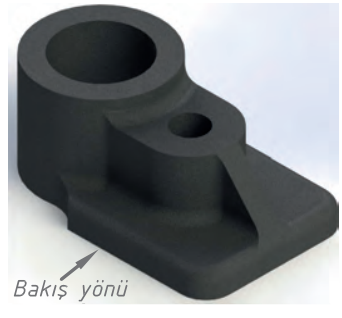


Görsel 3.8: Altlık döküm parça resmi

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.2
KONU	3.2. DİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29524







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

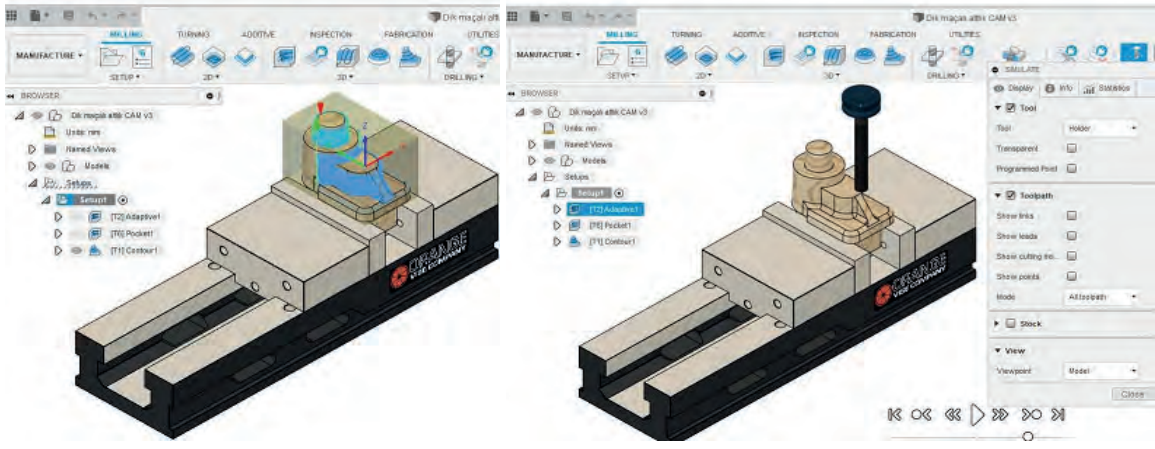
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

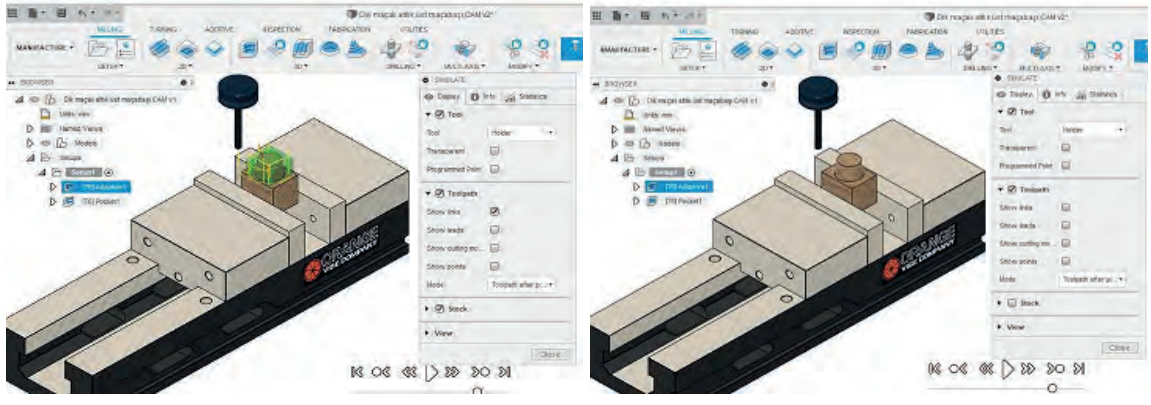
1. *Model resimleri*
2. *Maça sandığı resimleri*
3. *Kalem*
4. *Silgi*
5. *Bilgisayar*
6. *CAD-CAM programı*
7. *Taşınır bellek*

İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Dik maçalı altlık modeli yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.*
3. *Dik maçalı altlık modeli, bir önceki sayfadaki resimlerdeki gibi model gövdesi alt maça başı ile tek parça halinde ve üst maça başı ayrı olacak şekilde yapınız* ***(Görsel 3.9).*** *Maça sandığını, yapım resimindeki gibi iki parça halinde planlayarak; CAM programında G kodlarını çıkarıp, üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz* ***(Görsel 3.10).***
4. *Dik maçalı altlık modelini işlemek için* ***Manufacture*** *(İmalat) CAM modülüne geçiniz* ***(Görsel 3.11).***
5. ***Setup*** *(kurulum) sekmesi tıklanarak* ***New Setup*** *(Yeni Kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak* ***Milling*** *(freze) seçiniz.*
6. *Bu kısımda ayrıca parçanın;* ***Stock Setup*** *(Ham Parça) tanımlamasını ve* ***Work Coordinate System*** *(İş Parçası Sıfır Noktasını),* ***Fixture*** *(Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.*
7. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme kısmından* ***Adaptive Clearing*** *(uyarlanabilir temizleme) sekmesini açınız.*
8. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz:*
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   ç) Kesme ayarlarını yapınız.
   d) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   e) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   f) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
9. *G kodlarını çıkarmak için programda* ***Post Process*** *(işlem sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede elde edilen G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
10. *Daha sonra* ***Post*** *(İşlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
11. *Dik maçalı altlık modeli, G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*
12. *Dik maçalı altlık modeli, üst maça başını yapmak için yukarıda model gövdesinde yapılan işlemleri tekrarlayarak parçanın işlenmesi için gerekli G kodlarını taşınır belleğe kaydediniz* ***(Görsel 3.12).***
13. *Altlık modeli maça sandığını işlemek için* ***manufacture*** *(İmalat) CAM modülüne geçiniz* ***(Görsel 3.13).***
14. ***Setup*** *(Kurulum) sekmesini açarak* ***New Setup*** *(Yeni Kurulum) seçiniz. Burada makine tipi olarak* ***Milling*** *(freze) seçiniz.*
15. *Bu kısımda ayrıca parçanın;* ***Stock Setup*** *(Ham Parça) tanımlamasını ve* ***Work Coordinate System*** *(İş Parçası Sıfır Noktasını),* ***Fixture*** *(Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.*
16. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemleri kısmından* ***Adaptive Clearing*** *(Uyarlanabilir Temizleme) sekmesini açınız.*
17. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz:*
    a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
    b) Parça geometrisini seçiniz.
    c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
    ç) Kesme ayarlarını yapınız.
    d) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
    e) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
    f) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
18. *Maça sandığı iki parça olduğu için her parça için ayrı CAM yaparak G kodlarını çıkarınız.*

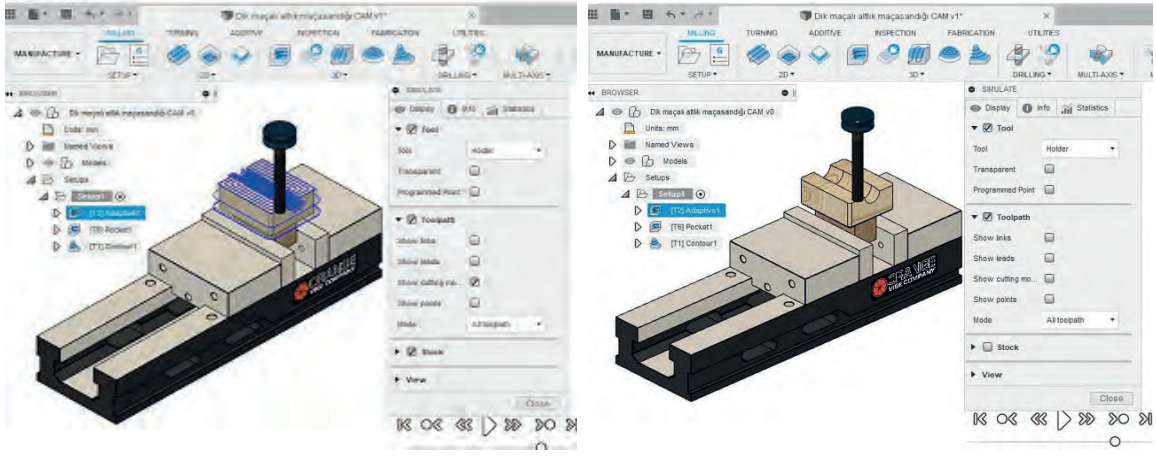


Görsel 3.11: Altlık modelinin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması



Görsel 3.12: Altlık modeli üst maça başının CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

19. *G kodlarını çıkarmak için programda **Post Process** (işlem sonrası) penceresi açılır. Bu pencerede elde edilen G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
20. *Daha sonra **Post** (işlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
21. *Maça sandığı parçaları için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*

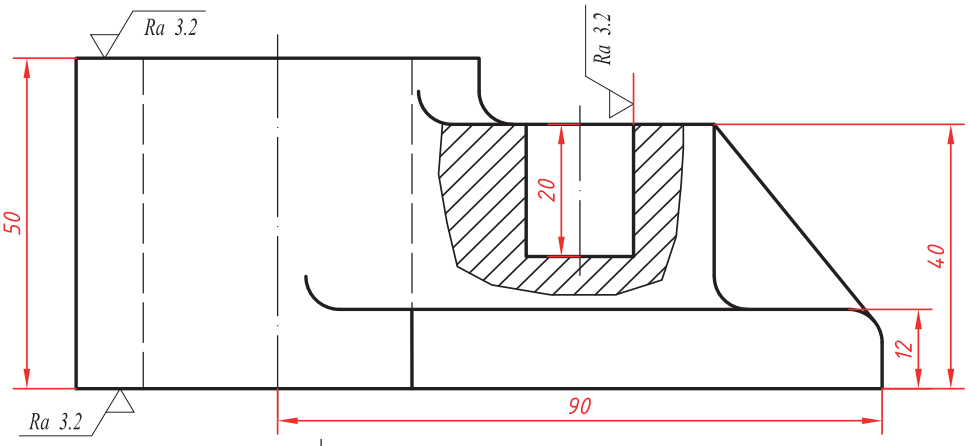


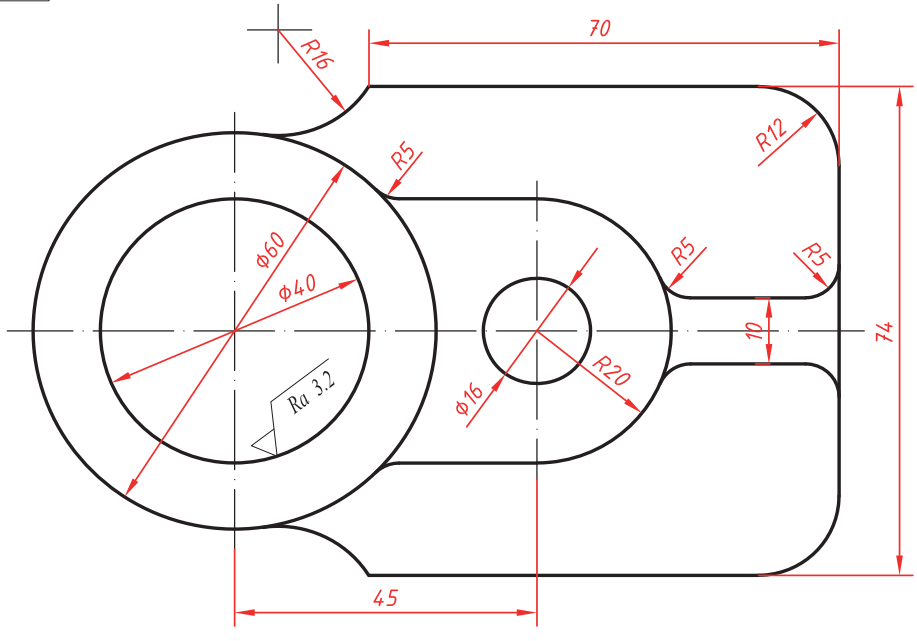
Görsel 3.13. Altlık modeli maça sandığının CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

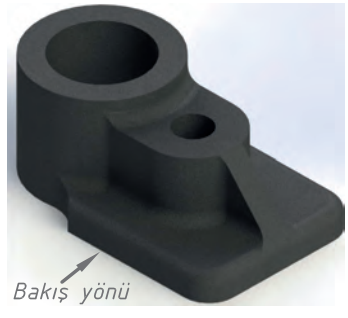
ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.3
KONU	3.3. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29525

DİK MAÇALI ALTLIK MODELİ VE MAÇA SANDIĞINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

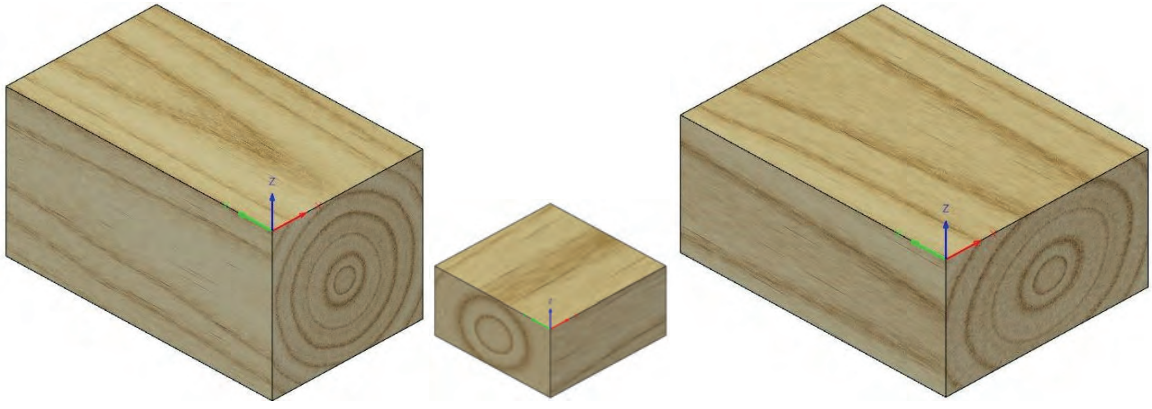
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgâha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Şerit testere makinesi*
2. *Planya makinesi*
3. *Kalınlık makinesi*
4. *Daire testere makinesi*
5. *Matkap tezgâhı*
6. *CNC freze makinesi*
7. *Disk veya bant zımpara makinesi*
8. *İş parçaları*
9. *Çekmeli metre veya kumpas*
10. *Zımpara*
11. *Fırça*
12. *Vernik veya boya*
13. *Tiner*
14. *Taşınır bellek*

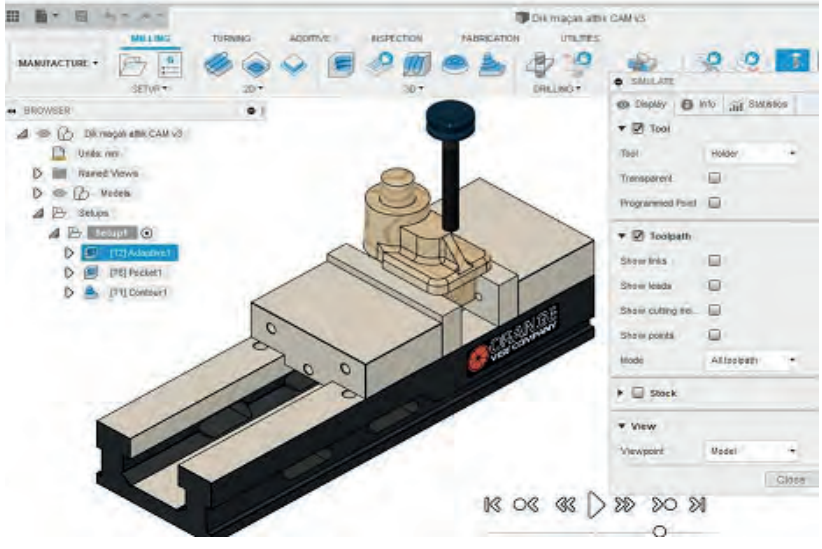
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Dik maçalı model ve maça sandığını CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız.*
3. *Dik maçalı model için 145x80x84 mm ölçülerinde bir adet, üst maçabaşı için 22x40x40 mm ölçülerinde bir, maça sandığı için 105x80x50 mm ölçülerinde iki parça hazırlayınız* ***(Görsel 3.16).***
4. *İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.*
5. *Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçüm aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.*
6. *Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.*
7. *Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.*
8. *Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.*
9. *CAM programında model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamasını yapınız.*
10. *Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile modelin gövde parçasını bağlayınız* ***(Görsel 3.17).***
11. *Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.*
12. *Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde mengeneye bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.*
13. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.*
14. *CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.*
15. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar vererek, her şey normal gidiyorsa tezgâhın ilerlemesini artırarak dik maçalı modeli işleyiniz* ***(Görsel 3.17).***
16. *Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
17. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları varsa tespit ediniz.*
18. *Üretimi tamamlanan dik maçalı altlık modeli, gövdesinin özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçü kontrolünü yapınız.*
19. *Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
20. *Dik maçalı modelin üst maça başını işlemek için model gövdesinde yapılan işlemleri uygulayarak kullanılan takımları sıfırlayıp maça başını işleyiniz* ***(Görsel 3.18).***

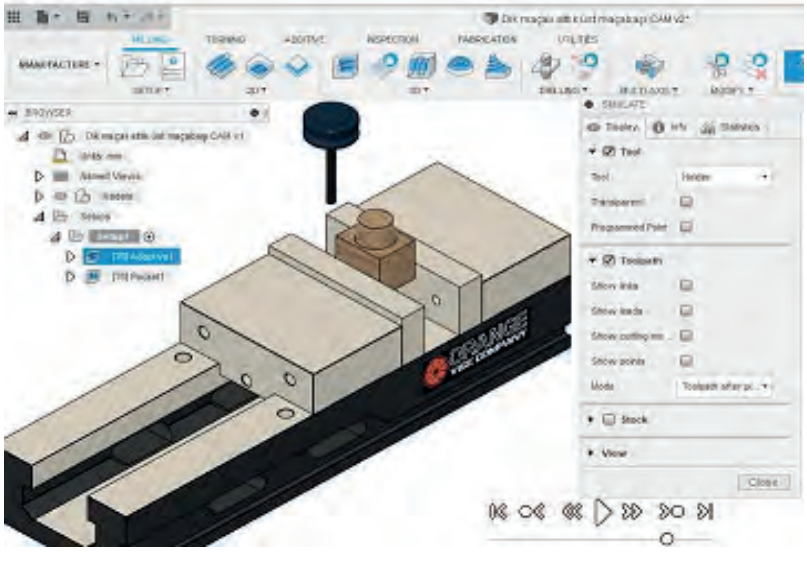


Model gövdesi stok parça Üst maça başı stok parça Maça sandığı stok parça

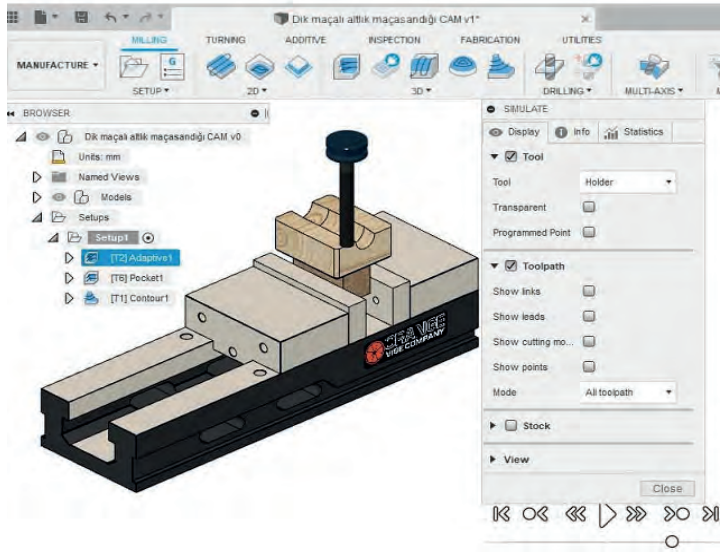
Görsel 3.16: Altlık modeli ve maça sandığının stok parçaları



Görsel 3.17: Altlık modelinin işlenmesi

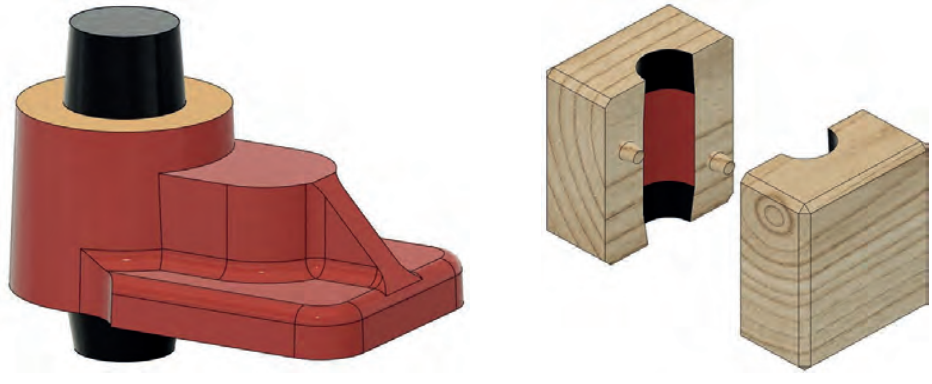


Görsel 3.18: Altlık modeli üst maça başının işlenmesi



Görsel 3.19: Altlık modelinin işlenmesi

21. *Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile dik maçalı modelin maça sandığı stok parçasını bağlayınız* ***(Görsel 3.19).***
22. *CAM programında üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.*
23. *Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Bir nolu takımın dış yüzeyi maça sandığı stok parçasına X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra maça sandığı stok parçası üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.*
24. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini gerçekleştiriniz.*
25. *CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.*
26. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek, her şey normal olarak devam ediyorsa tezgâh ilerleme miktarını artırarak dik maçalı modelin maça sandığı yarısını işleyiniz* ***(Görsel 3.19).***
27. *Maça sandığının diğer yarısını tezgâh mengenesine bağlayıp aynı işlemleri gerekiyorsa tekrar yaparak iş parçası sıfırlamasını kontrol ediniz.*
28. *Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
29. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları tespit ediniz.*
30. *Üretimi tamamlanan dik maçalı altlık modeli, maça sandığı parçalarının özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçme kontrolünü yapınız.*
31. *Kullanılan donanım, tezgâh ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
32. *Maça sandığının dağıtılıp toplanmasını sağlamak amacıyla pimlenmesini yapınız.*
33. *Dik maçalı modelin ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz* ***(Görsel 3.20).***

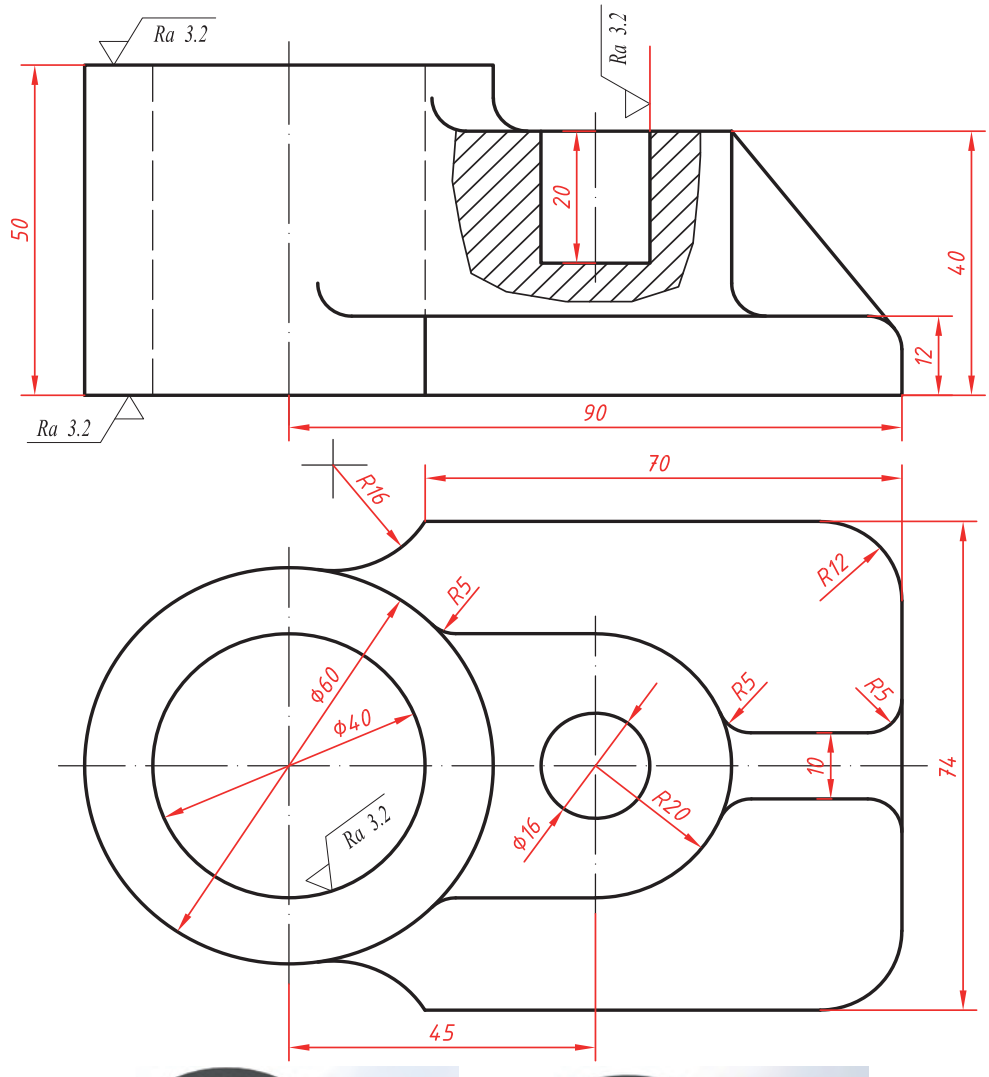


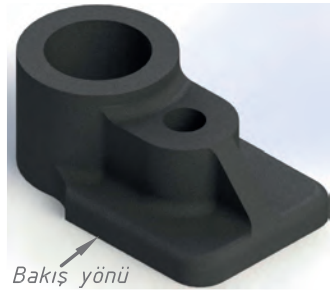
Görsel 3.20: Altlık modeli ve maça sandığının CNC tezgâhlarda üretilmiş hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.4
KONU	3.2. DİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 3.4. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29526

DİK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI 3D YAZICIDA YAPMA







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

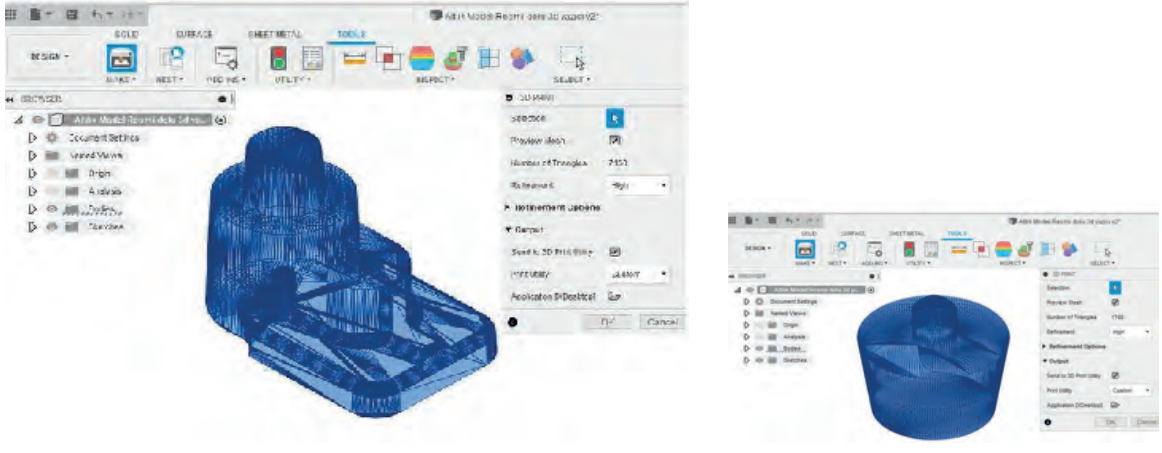
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Proğrama Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *3D Yazıcı (3D Printer)*
2. *PLA veya ABS filament*
3. *Bilgisayar*
4. *CAD-CAM programı*
5. *Model ve maça sandığı resimleri*
6. *Taşınır bellek*
7. *Çekmeli metre veya kumpas*
8. *Zımpara*
9. *Kalem*
10. *Silgi*
11. *Fırça*
12. *Vernik veya boya*
13. *Tiner*

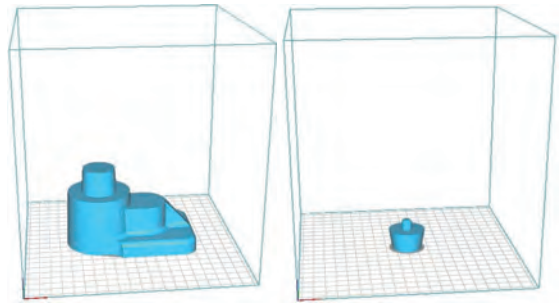
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve 3D yazıcıları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Dik maçalı model ve maça sandığını, 3D yazıcılarda yapabilmek için CAD programında üç boyutlu çizimlerini hazırlayınız.*
3. *Dik maçalı modeli yapmak için üç boyutlu katı modelleme programında **Tools** (araçlar) sekmesini açarak burada **Make** (yapma) altındaki 3D printeri seçiniz.*
4. *Açılan pencerede dik maçalı modeli seçerek **Preview Mesh** (ön izleme ağı) işaretli, **Refinement** (ayrıntılandırma), **High** (yüksek), **Medium** (orta), **Low** (düşük), **Custom** (özel) olacak şekilde herhangi birini seçiniz. **Printer Utility** (yazıcı yardımcı programı) kısmında **Custom** (özel) ayarlayarak, **Application** (uygulama) masaüstünden yazıcı programını seçip modeli yazıcı programına aktarınız **(Görsel 3.21).***
5. *Üç boyutlu katı modelleme programlarında çizilen parçaları STL formatında kaydedip 3D yazıcı programında açarak da yazdırma işlemi yapabilirsiniz.*



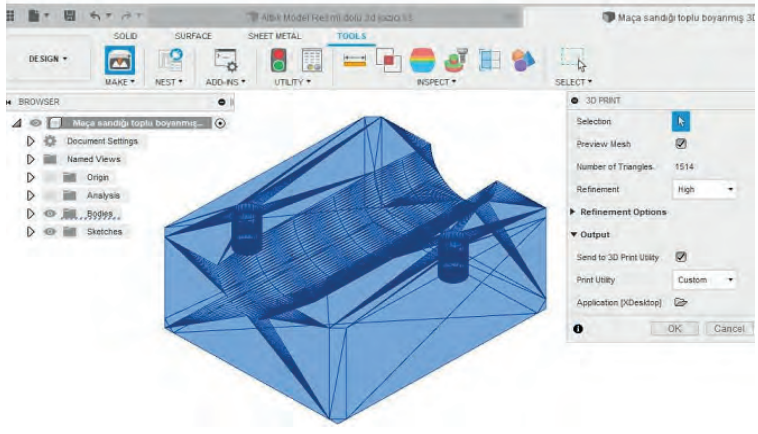
***Görsel 3.21:** Altlık modelini ve üst maçabaşını CAD programından 3D yazıcı programına gönderme*

6. *Yazıcı programına aktarılan dik maçalı modeli, yazdırma konumuna döndürerek zemine oturacak şekilde ayarlayınız.*
7. *Modeli, yazıcı kabini içerisinde uygun olacak yere ayarlayınız.*
8. *Modeli çoğaltma veya ölçekleme isteniyorsa bu işlemleri yapınız. Dik maçalı modeli malzemeden tasarruf etmek amacıyla 1/2 ölçekleyiniz **(Görsell 3.22).***
9. *Daha sonra yazıcı modelini seçerek modeli baskıya hazırlayınız.*
10. *Modeli baskıya hazırlama kısmında hangi malzemeden yapılacağını, katman kalınlığını, destek yoğunluğunu, destekleyici taban olup olmayacağını, yüzde olarak iç doluluk miktarını ayarlayarak dilimle sekmesini çalıştırınız.*
11. *Model, ekranda katmanlar halinde oluşturulduktan sonra baskı detaylarında ne kadar sürede yazılacağı, malzeme miktarını gözlemleyiniz **(Görsell 3.22).***
12. *Ayarlamalar sonrası elde edilen G kodları taşınır belleğe kaydediniz.*

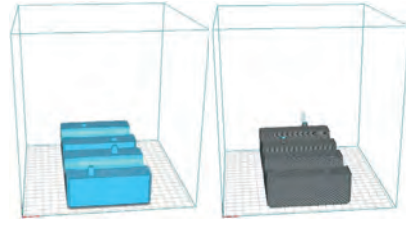


Görsel 3.22: Altlık modelini 3D yazıcı programında yapma

13. *3D yazıcıyı çalıştırıp taşınır belleği takarak ön ısıtmaları yaptıktan sonra uygun filamenti takınız.*
14. *Asma maçalı modelin G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.*
15. *Modeli 3D yazıcıda üretiniz.*
16. *Modelin üst yüzey işlemlerini yapınız* ***(Görsel 3.22).***

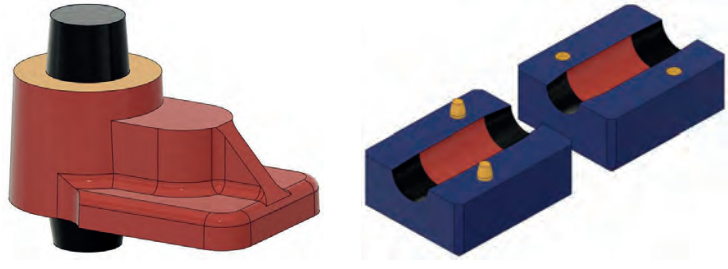


Görsel 3.23: Maça sandığı resmini CAD programından 3D yazıcı programına gönderme



Görsel 3.24: Maça sandığını 3D yazıcı programında yapma

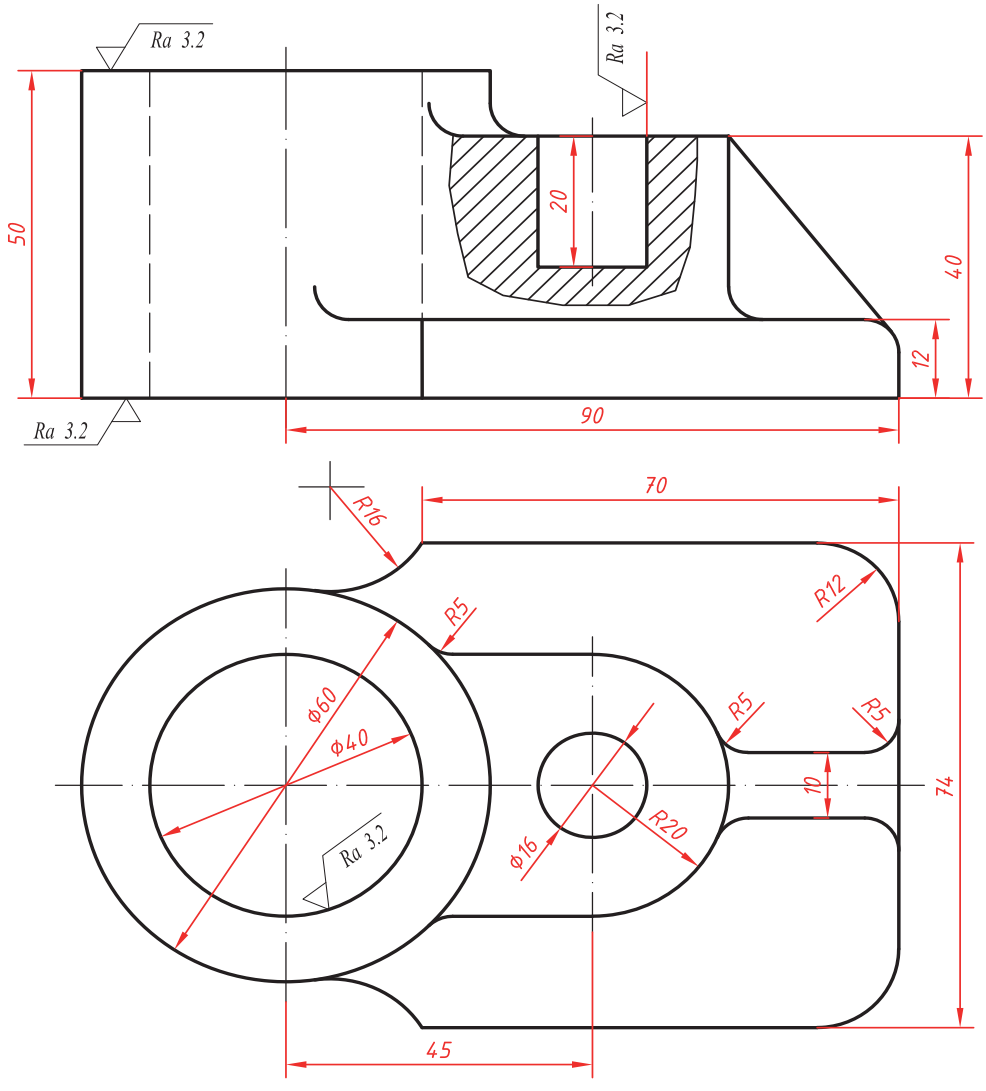
17. *3D yazıcıyı kullanarak maça sandığını yapmak için dik maçalı model yapımında izlenen yolları takip ederek maça sandığının yarısını yapınız* ***(Görsel 3.23).***
18. *Maça sandığının diğer yarısını da aynı yolu takip ederek yapınız* ***(Görsel 3.24).***
19. *Maça sandığı pimlerini rahat çalışabilir hale getiriniz.*
20. *Dik maçalı altlık modeli ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz* ***(Görsel 3.25).***

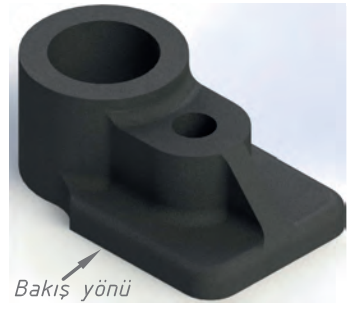


Görsel 3.25: Altlık modeli ve maça sandığının 3D yazıcıda üretilmiş hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.5
KONU	3.5. DİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

DİK MAÇALI ALTLIK MODELİ VE MAÇA SANDIĞINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29527

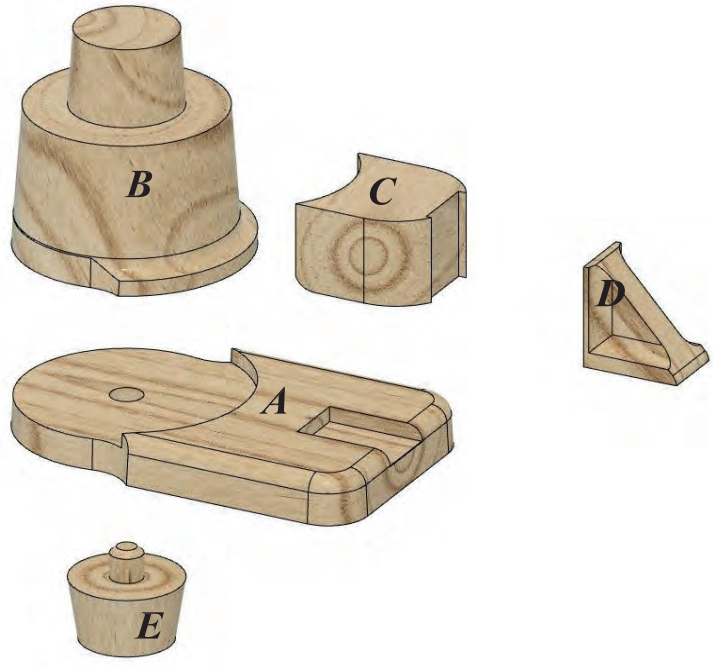
DİK MAÇALI MODELLEME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

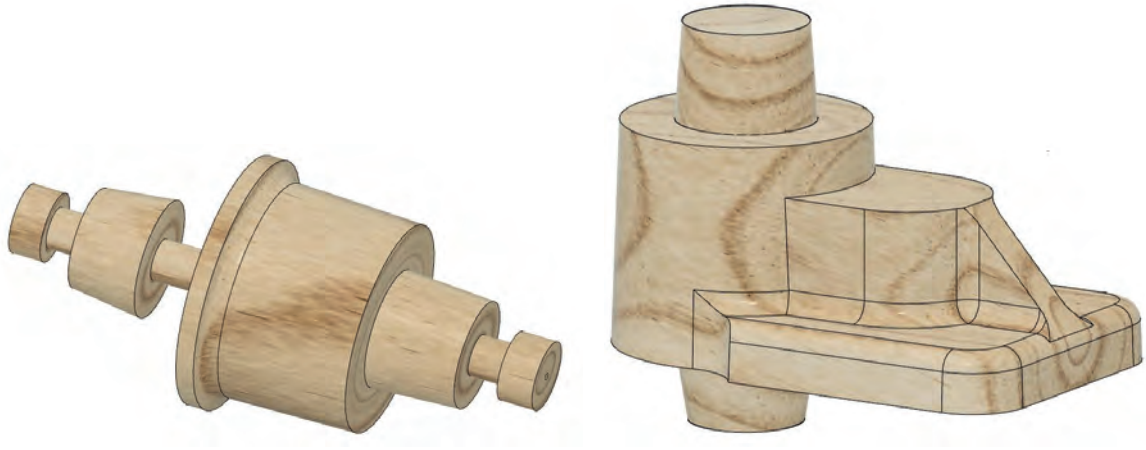
1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. Ağaç torna makinesi
9. Lazer kesme makinesi
10. İş parçası
11. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
12. Çekmeli metre veya kumpas
13. Pergel
14. Gönye
15. Tezgâh ve mengene
16. Oluklu kalem
17. Düz kalem
18. Törpü ve eğe
19. Zımpara
20. Fırça
21. Vernik veya boya
22. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Dik maçalı altlık modeli, boyutları ve kalıplama sayısı itibarı ile beş parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç, dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Altlık modeli ve maça sandığını, parça listesini israf etmeden, yapım resmine göre hazırlayınız.
   İşlem için gerekli parça listesi şöyledir:
   - A parçası dik maçalı modelin tabla kısmı için 130x85x15 mm olacak şekilde 1 adet
   - B ve E parçası dik maçalı modelin alt maça başı, gövde ve üst maça başını tornada oluşturmak için 150x80x80 mm olacak şekilde 1 adet
   - C parçası gövdeye eklenecek kısmı oluşturmak için 50x45x28 mm olacak şekilde 1 adet
   - D parçası feder kısmını oluşturmak için 35x33x20 mm olacak şekilde 1 adet
   - A parçası maça sandığı orta kısmı için 80x57x50 mm olacak şekilde 2 adet
   - B parçası maça sandığı alt maça başı kısmı için 80x25x50 mm olacak şekilde 2 adet
   - C parçası maça sandığı üst maça başı kısmı için 80x20x50 mm olacak şekilde 2 adet
5. Ahşap işleme makineleriyle öğrencilerle birlikte listedeki parçaları hazırlayınız.
6. Dik maçalı altlık A tabla parçasını, model yapım resmine göre markalama yaparak fazlalıklarını kesip düz kalem, eğe ve zımpara makinelerinden yararlanarak oluşturunuz **(Görsel 3.26).**
7. B ve E parçalarını oluşturmak için 150x80x80 mm ölçülerinde hazırlanan parçayı, iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alıp ahşap torna makinesinde iki punta arasına bağlayarak model yapım resmi ölçülerine göre torna ediniz **(Görsel 3.27).**
8. B ve E parçalarını kullanılacağı yere göre uygun yerlerinden keserek ayırınız **(Görsel 3.26).**
9. C parçasını, model yapım resmi ölçülerinde markalama yaparak işleyip oluşturunuz **(Görsel 3.26).**
10. D parçasını, model yapım resmine göre geçme olacak kısımlarıda dikkate alarak işleyerek oluşturunuz **(Görsel 3.26).**
11. Dik maçalı altlık modelini oluşturacak parçaların yapıştırılması gereken kısımlarını tutkal kullanarak yapıştırınız.
12. Altlık modeli imalat resmindeki radyusları el takımları ve zımpara yardımıyla oluşturunuz.
13. Üst maça başı parçasının model gövdesinde montaj edilecek yerini belirleyip uygun matkapla delerek maça başının yerine takılıp çıkarılmasını sağlayınız **(Görsel 3.27).**
14. Dik maçalı altlık modeline, üst yüzey işlemleri uygulayarak hazır hale getiriniz.
15. Çalışma ortamınızda kullanılan araç gereç, takımları toplayıp yerine kaldırarak temizliğini yapınız.

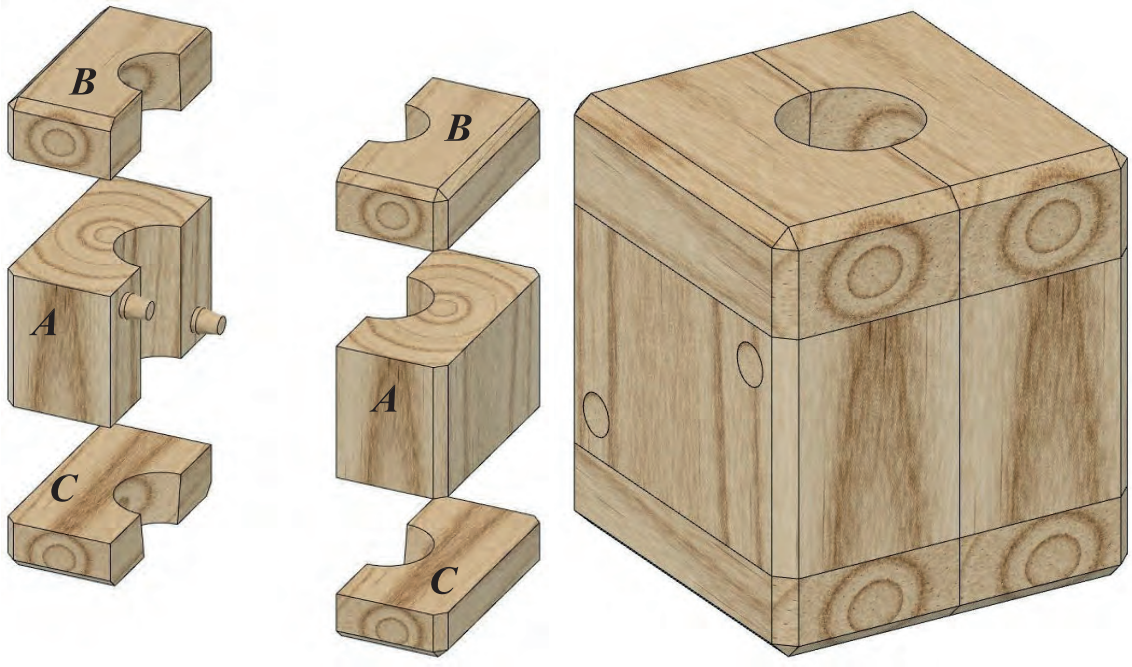


Görsel 3.26: Altlık modeli parçaları



Görsel 3.27: Altlık modelinin torna edilmiş model parçaları ve montajlanmış hâli

16. Maça sandığını oluşturacak A parçalarının yüz kısımlarının eksenlerini mihengirle çizerek baş ağaç kısmına taşıyınız.
17. Maça sandığı orta kısmını oluşturacak A parçalarını (80x57x50 mm) 57 mm olan kısımlar yüz yüze gelecek şekilde mengeneye bağlayınız. Model resmindeki işleme payı verildikten sonraki çap ölçülerini parçanın alt ve üst kısmına aynı eksende markalayınız. Mengeneyi açarak çizgileri gönye ile taşıyınız.
18. Maça sandığı alt maça başı kısmını oluşturacak B parçalarının eksenlerini çizerek yanlara taşıyınız.
19. B parçalarını mengeneye bağlayarak model üzerindeki alt maça başı çaplarını markalayınız.
20. Mengeneyi açıp çizgileri taşıyarak maça başı konikliğini oluşturunuz.
21. Maça sandığı üst maça başı kısmını oluşturacak C parçalarının eksenlerini çizerek yanlara taşıyınız.
22. C parçalarını mengeneye bağlayarak model üzerindeki üst maça başı çaplarını markalayınız.
23. Mengeneyi açıp çizgileri taşıyarak maça başı konikliğini oluşturunuz.
24. Markalamaları yapılan parçaları keserek boşaltınız. Düz kalem, oluklu kalem, törpü, eğe ve zımpara kullanarak parçaları, ölçüsünde temizleyiniz **(Görsel 3.28).**



Görsel 3.28: Altlık modeli maça sandığı parçaları ve montajlanmış hâli

25. Maça sandığı parçalarını işledikten sonra elde veya lazer kesme makinesinde hazırladığınız mastarlar yardımıyla konrol ediniz.
26. Maça sandığı parçalarını gruplayarak yüzeylere fırça yardımıyla tutkal sürüp yapıştırma işlemini yapınız **(Görsel 3.28)**. Yapışma süresince işkence ile sıkıştırmayı unutmayınız.
27. Maça sandığını yapıştırıken isimlendirilmiş parça konumlarını dikkate alınız **(Görsel 3.28)**.
28. Maça sandığı parçalarını matkap mengenesine bağlayarak kavela deliklerini deliniz.
29. Kavelaları normlarına uygun şekilde yaparak maça sandığına montajlayınız **(Görsel 3.28)**.
30. Maça sandığının açılıp kapanmasını kontrol ederek uygun olmayan durumları düzeltiniz.
31. Dik maçalı altlık modeli maça sandığının dış kısmındaki keskin köşeli kenarlara pah oluşturunuz.
32. Maça sandığına, zımpara ile üst yüzey işlemleri uygulayınız.
33. Modeli ve maça sandığını uygun renklerle boyayınız veya vernikleyiniz **(Görsel 3.29)**.
34. İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve ortamı temizleyiniz.
35. Dik maçalı altlık modeli ve maça sandığını öğretmeninize teslim ediniz.

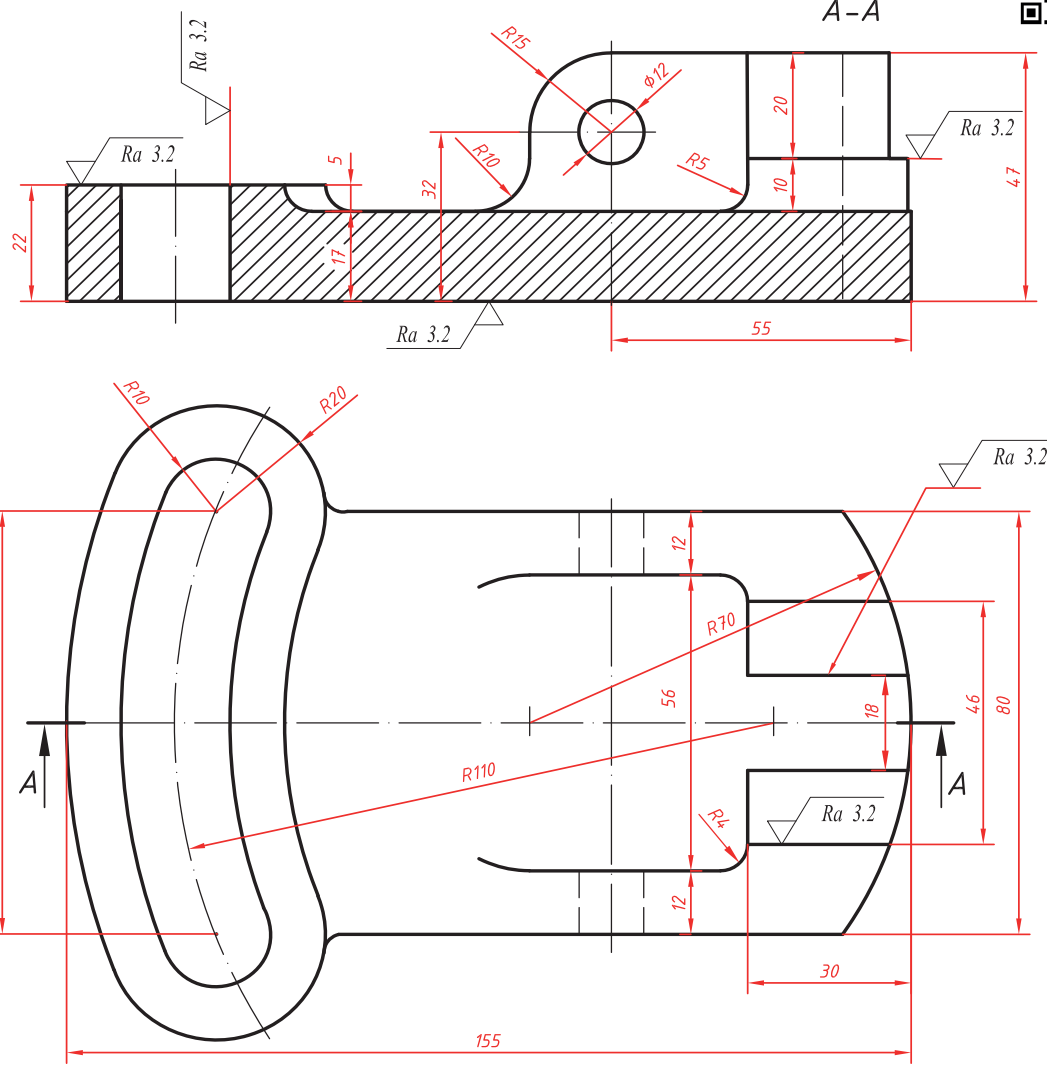


Görsel 3.29: Altlık modeli ve maça sandığı tamamlanmış, boyanmış hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29528

AYARLI ALTLIK





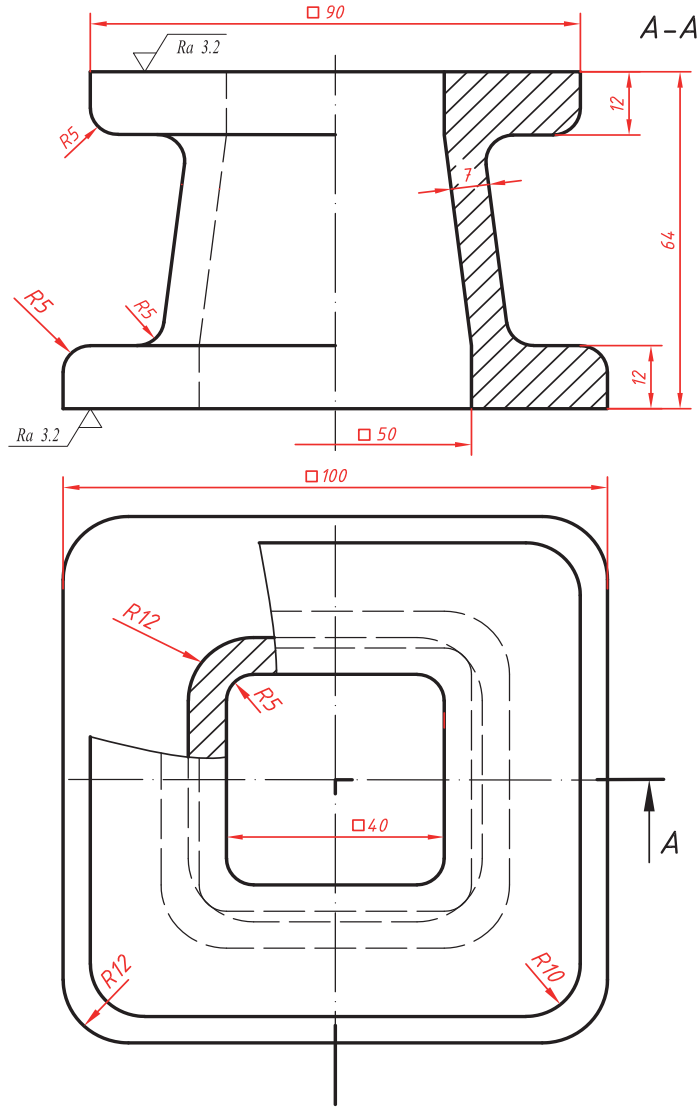
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

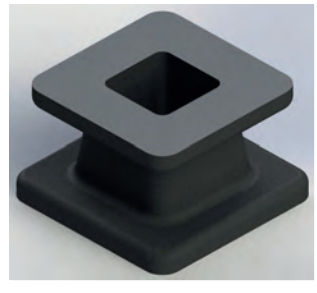
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29529

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

KAİDE





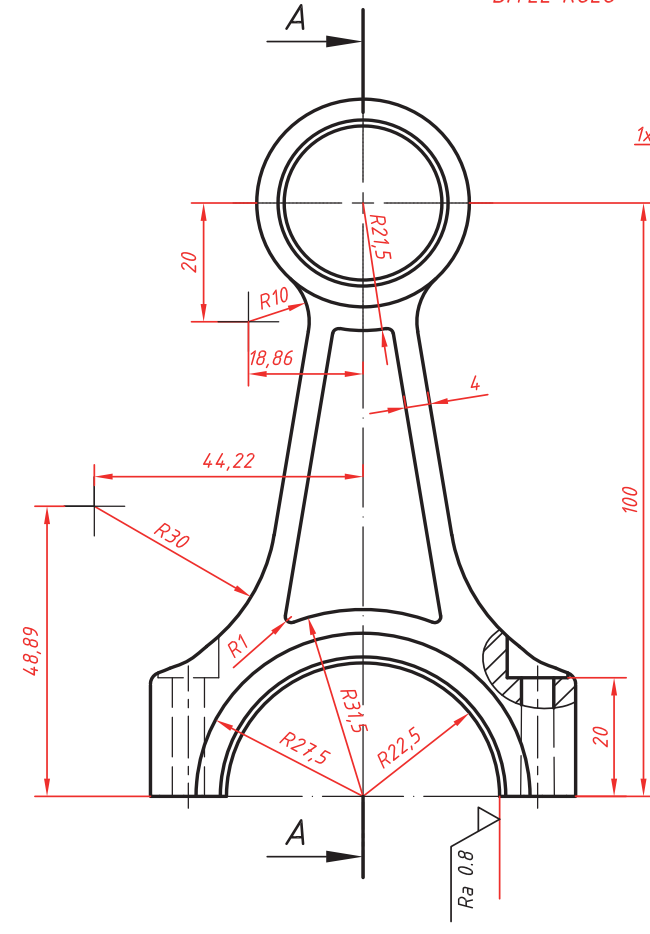
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

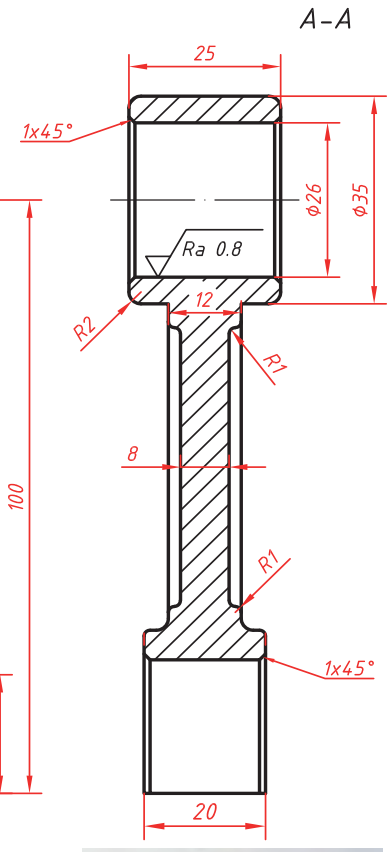
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

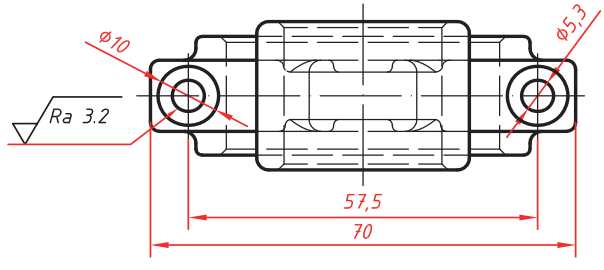
ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.8
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29530

BİYEL KOLU









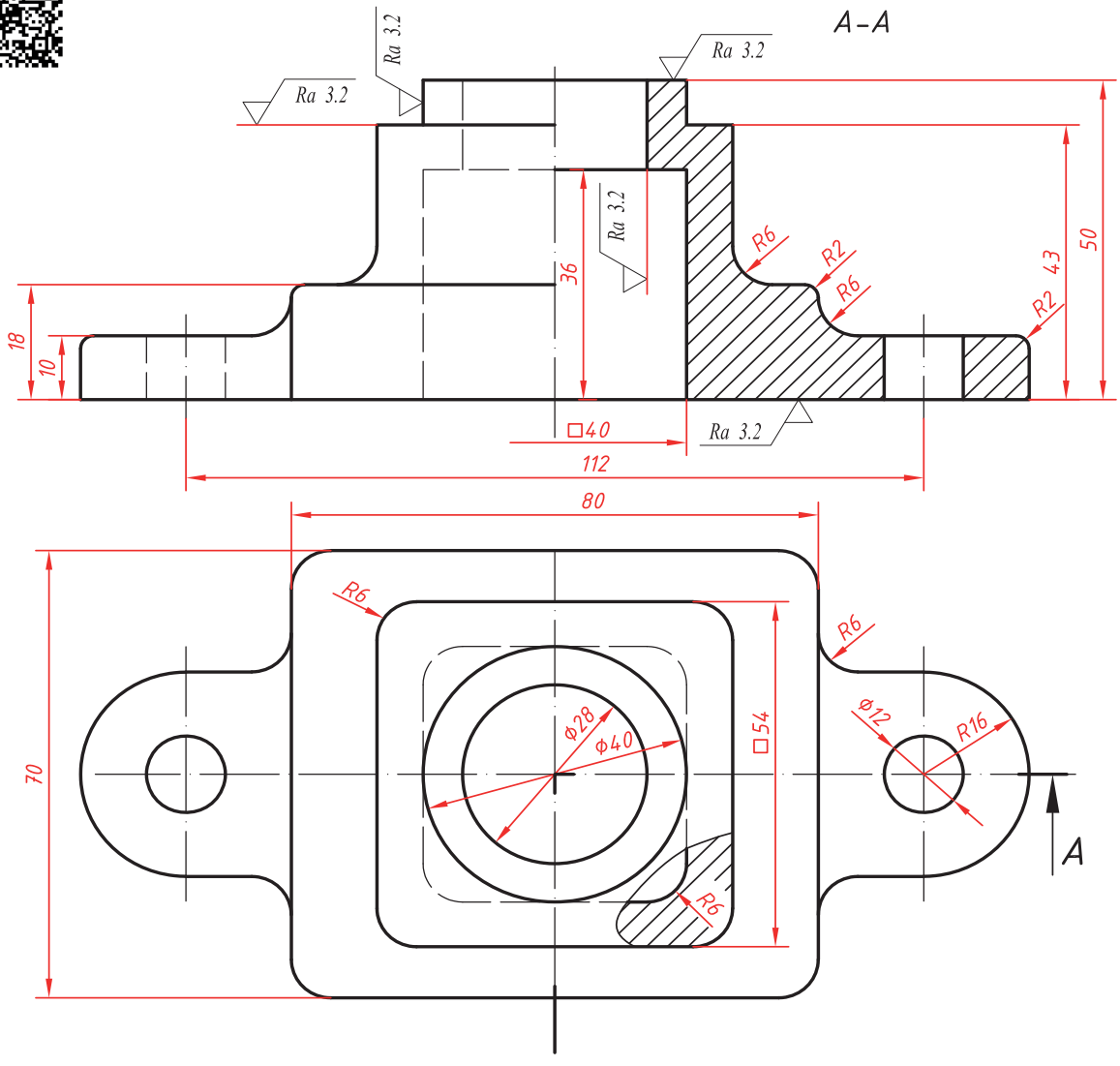
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

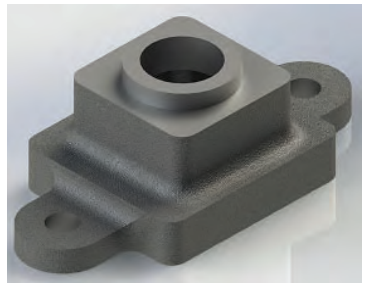
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

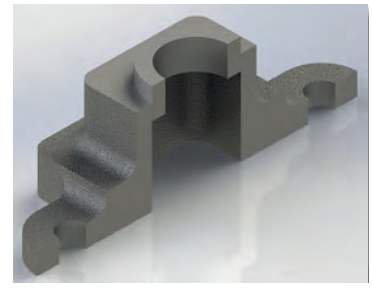
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29531

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.9
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

GÖVDE







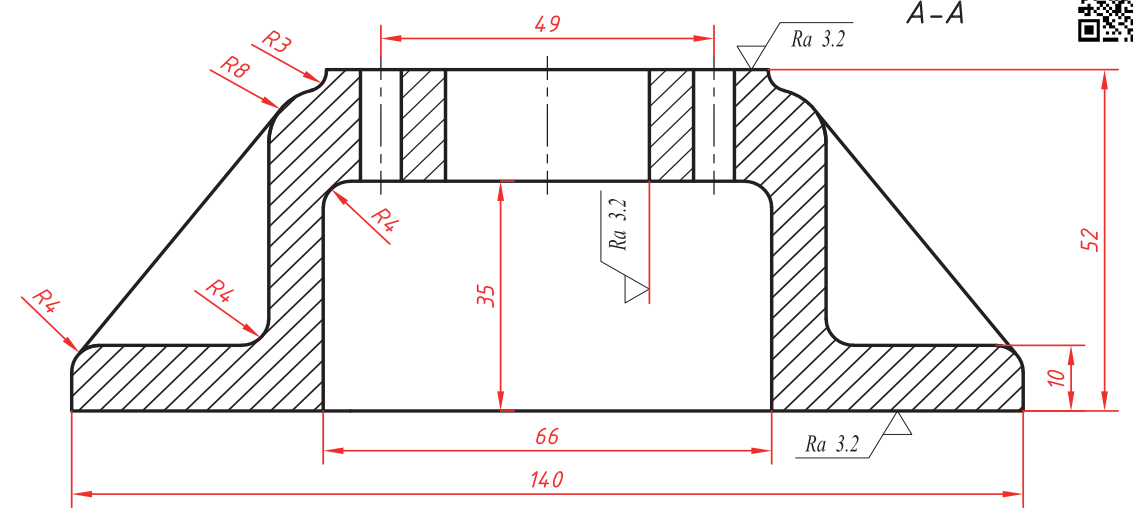
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

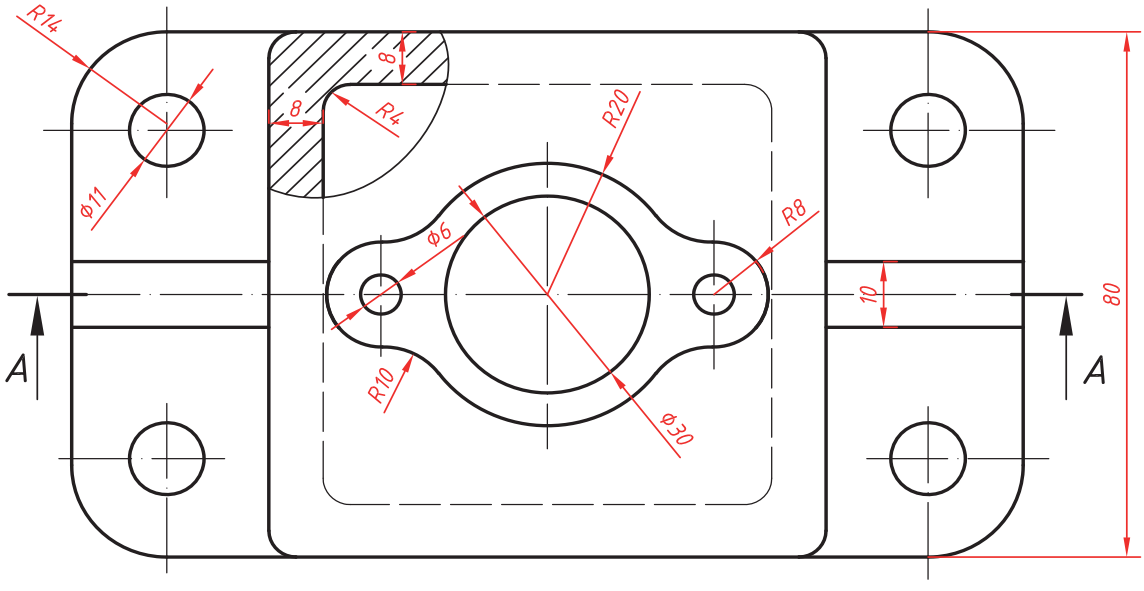
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.10
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

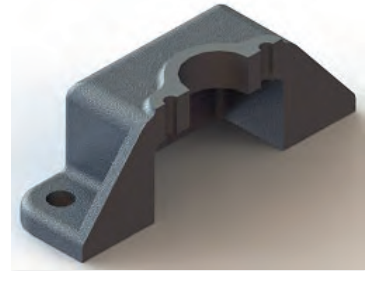
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29532

KAİDE KUTUSU









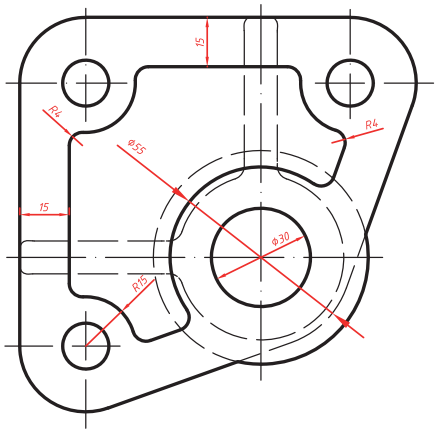
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /..... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /..... / 20.....		

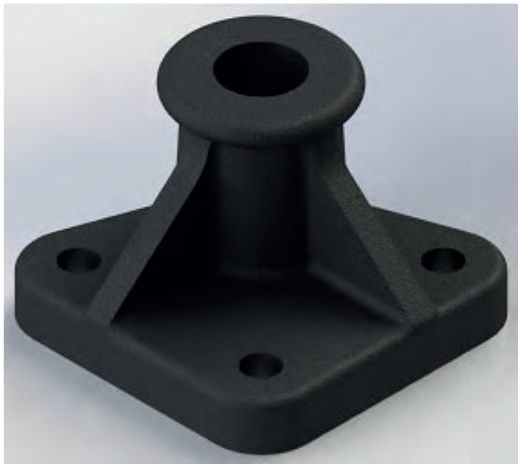
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

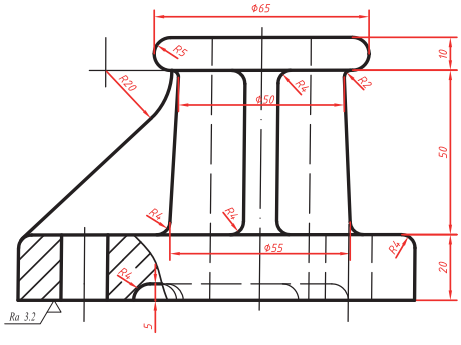
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29533

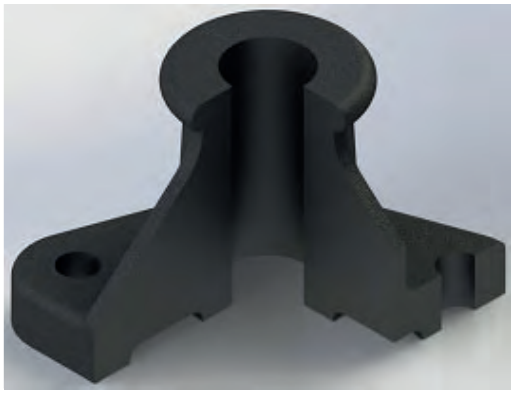
ÖĞRENME BİRİMİ	3. DİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 3.11
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

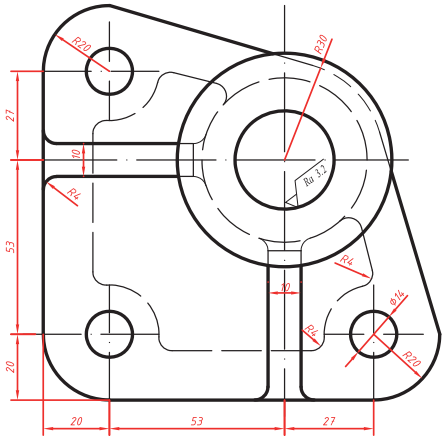
GÖVDE











ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

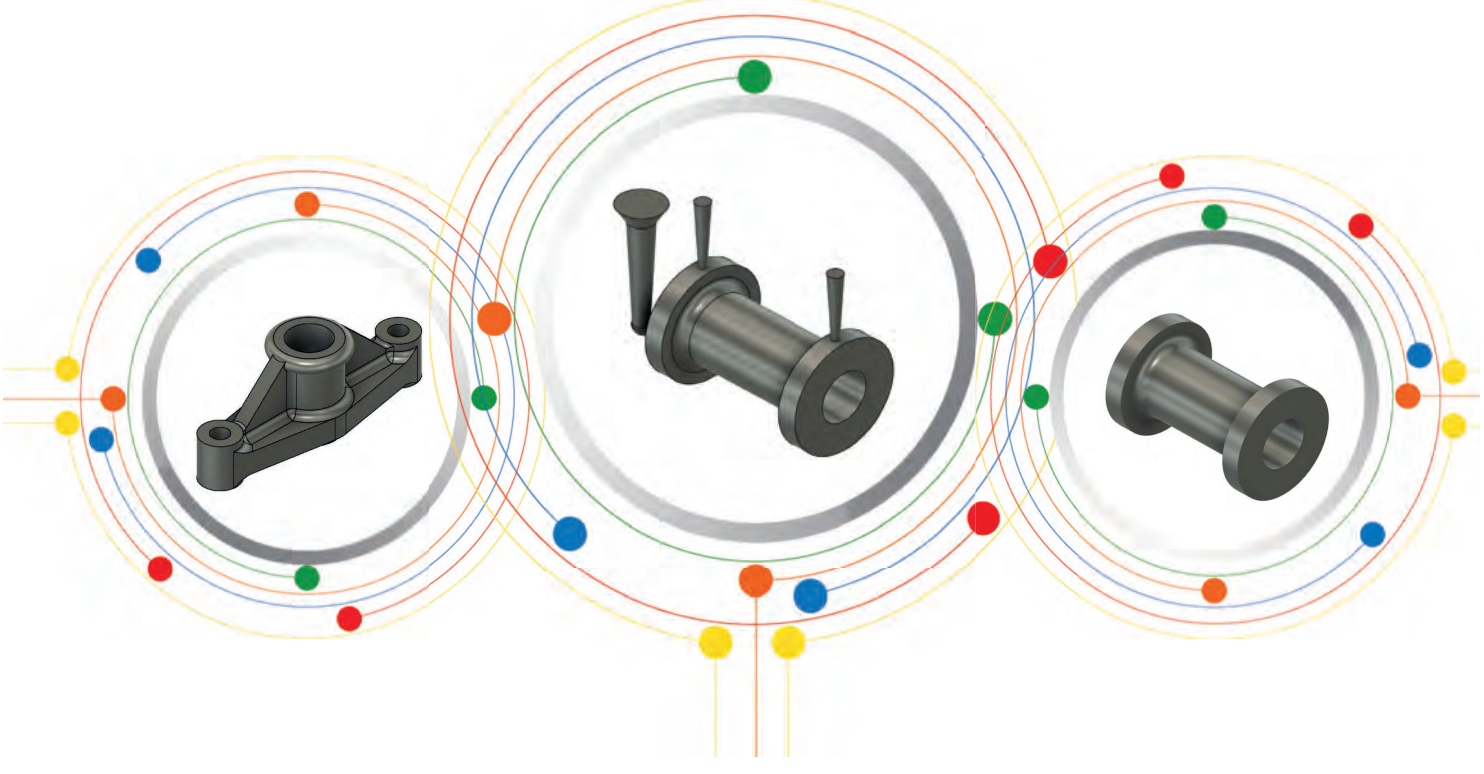
ÖĞRENME BİRİMİ

4

YATIK MAÇALI MODELLEMELER

Bu bölümde;

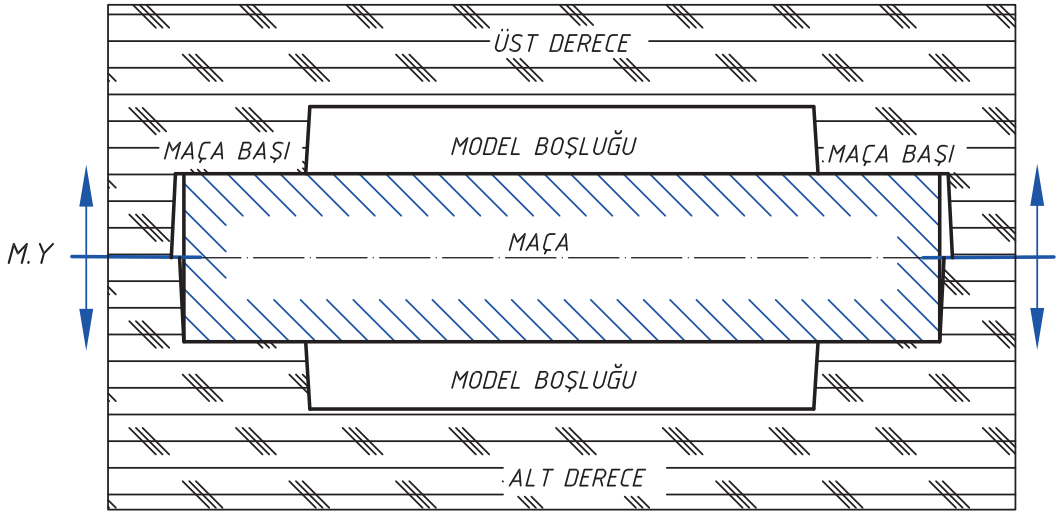
yatık maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, yatık maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve yatık maçalı modelleme yapmayı öğreneceksiniz.



4. YATIK MAÇALI MODELLEME

Kalıp içerisinde maçaların kalıp ayırma yüzeyine yatık konumda olmasından dolayı bu gibi modellemelere, **yatık maçalı modelleme** adı verilir. Yatık maçalı modellemede maça, kalıp boşluğunda iki uçtan dengede durur. Yatık maçalı modellemelerde maça başı ölçüleri, maçanın iş parçasındaki kısmını kırılmadan dengede tutabilecek ölçülerde olacak şekilde düz olarak yapılır. Maçanın kalıp içerisine yerleştirilip üst derecenin kapatılması esnasında dökülen kumların derecelerin kapanmasına engel olmaması için maça başlarının boyu alt dereceye gelen kısmı, üst dereceye gelen maça başına göre birkaç mm kısa yapılır. Maça sandığı ise alt derecede kalan maça başlarına göre yapılır (**Görsel 4.1**).

Yatık maçalı modelleme, CNC tezgâhlarında üretilebildiği gibi klasik modelci tezgâhları ve 3D yazıcılarda da üretilebilmektedir.



Görsel 4.1: Yatık maçalı modelleme

4.1. YATIK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Modeli yapılacak parça, üç boyutlu olarak gerçek ölçülerinde bilgisayar ortamında çizilir.

İmalat resmine göre üç boyutlu çizilen parça, farklı kaydedilerek modelleme resmine dönüştürülür. Modelleme resminde, maça başlarının ölçü ve konumları tespit edilerek üç boyutlu çizim programında gerekli ilaveler yapılır. Bu ilaveler yapılırken mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), çekme payı, işleme payı, modele verilecek eğim, koniklikler ve maça durumu dikkate alınır (**Görsel 4.3**).

Model resimleri esas alınarak maça sandığı yapım resimleri bilgisayar ortamında oluşturulur.

Üretilen modelden elde edilen kalıp boşluğu, maça sandığından oluşturulan maçaların kalıp içerisine yerleştirilmiş hali ve yolluk sistemi elemanlarının kalıp içindeki durumlarını gösteren üç boyutlu veya iki boyutlu kalıplama resimleri çizilir (**Görsel 4.6**).

4.2. YATIK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Yatık maçalı modelleme yapımında çeşitli CAD-CAM programları kullanılmaktadır. CAD-CAM programlarının çeşitlilik arz etmesi bize daha kaliteli modellemeler yapma imkânı sağlamaktadır.

Yatık maçalı modellemeyi yapabilmek için modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek ona göre işleme operasyonları planlanır.

İşleme operasyonları oluşturmada yatık maçalı model ve maça sandığının hangi gereçten yapılacağı, kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir.

*Üç boyutlu tasarımı yapılan yatık maçalı model veya maça sandığı resimleri öncelikle CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) programına aktarılarak kaydedilir. CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi, **Fixture** (sabitleme ve sıkma elemanları) seçimi yapılır. İşleme operasyonu takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılması ve bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkarılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır. CAM'ı yapılan iş parçası tezgâha bağlanır. Program CNC tezgâhına aktarılır.*

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan yatık maçalı model ve maça sandığı parçaları, 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programında G kodları çıkarılarak yazıcıya aktarılır.

İş parçası, klasik modelci tezgâhlarında üretilecekse çizilen resimlere uygun olarak parçalar, şerit testere, planya, kalınlık ve daire testere makinelerinde tek tek hazırlanır.

4.3. YATIK MAÇALI MODELLEME YAPMA

Yatık maçalı modelleme, imkânlar dahilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir.

İşlenecek iş parçası CNC tezgâhında üretilecekse aktarılan programa uygun olarak stok parça, tezgâha bağlanır. Ayarlar yapıldıktan sonra modelleme tek parçadan ya da birden fazla parçadan oluşacak şekilde yapılır.

Blok malzemeler kullanılarak CNC tezgâhlarında modelleme yapmak kolay ve seri olmaktadır. Modelleme hassasiyetleri, geleneksel yöntemlerle üretilen modellemelerden daha fazladır.

Öğrencilerin, modelleme makine ve tezgâhlarında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini dikkate alması, ikaz levhalarına uygun yöntemlerle çalışması gerekir.

CNC tezgâhlarında çalışırken kullanılan kesicilerin bilenmiş, modelleme gereçlerine uygun olmasına, ilerleme ve devirlerine dikkat edilmelidir. Bu kesiciler, malzemenin ve işin özelliğine göre seçilmediği zaman iş kazaları olabilir.

CNC tezgâhlarda yatık maçalı modeli işleyebilmek için öncelikle tezgâhın özelliklerini, nasıl çalışılacağını, kontrol panelindeki elemanların ne anlama geldiklerini, tezgâhın hareket kontrolünün nasıl sağlandığı açıklanır. Yatık maçalı model için uygun blok malzeme, CNC freze tezgâh mengenesine bağlanır. Kullanılacak takımların sıfırlamaları yapılır. G kodları tezgâha aktarıldıktan sonra simülasyon yapılarak son kontroller sağlanır. Böylece model ve maça sandığı işlenecek hale getirilir.

Tezgâh çalıştırılarak kontrollü bir şekilde model veya maça sandığı işlenir. Tezgâhta, takımların bıraktığı pürüzlü kısımlar el takımlarıyla veya zımparalanarak temizlenip üst yüzey işlemleri uygulanır. Böylece yatık maçalı modelleme ve maça sandığı tamamlanır.

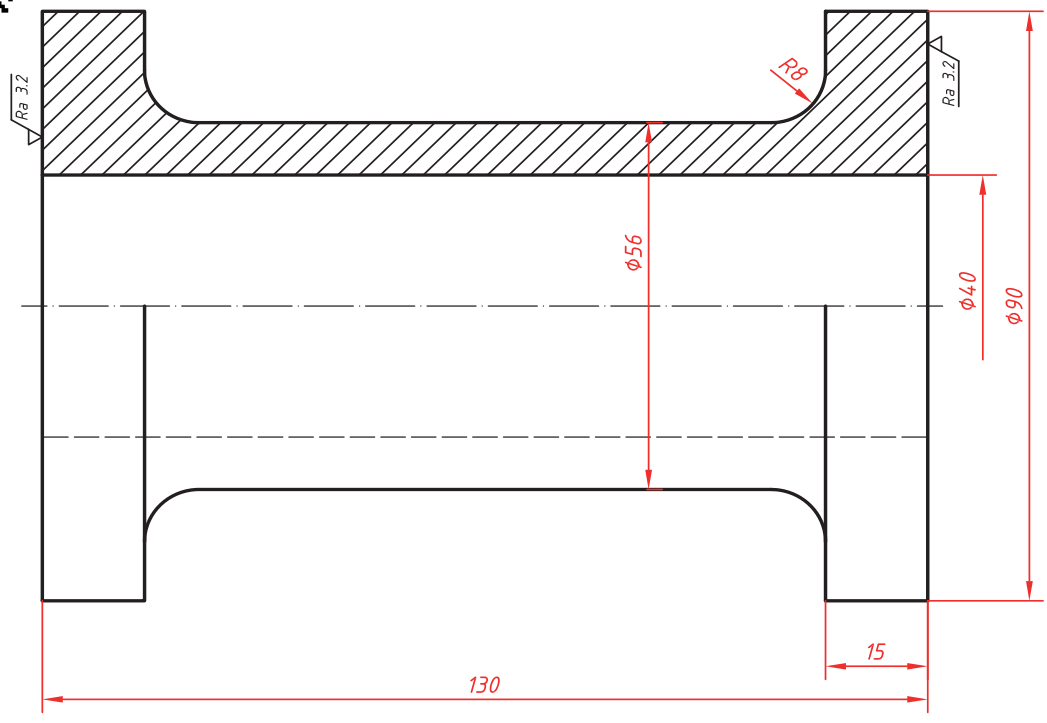
Yatık maçalı model, 3D yazıcı ile üretilecekse malzeme israfını önlemek için yapım resimleri dikkate alınarak ölçekli küçültme yapılabilir. Üç boyutlu çizim programından yazıcının programına aktarılan modelleme resimlerinin çeşitli ayarlamaları burada yapılarak G kodları elde edilir. Daha sonra 3D yazıcı çalıştırılır. Uygun filament takılarak ayarlamalar yapılır. Yazdırma ayarı yapıldıktan sonra model ve maça sandığının 3D yazıcıda üretimi tamamlanır. 3D yazıcıda yazdırma esnasında yapılan destek parçaları dikkatlice temizlenir. Üst yüzey işlemleri uygulanarak yatık maçalı model ve maça sandığı tamamlanır.

İş parçası, klasik modelci tezgâhlarında üretilecekse bu aşamada modelin kaç parçadan oluşacağı belirlenerek malzemenin israf edilmemesi sağlanır. Hazırlanan parçaların tekrar ayrılabilmesi için arasına kağıt koyup yapıştırılarak elde edilen parçalar, ahşap torna makinesinde ölçüsüne göre işlenir. Maça sandığı çeşitli ahşap işleme makinelerinde, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışılarak model resimlerine göre işlenir. Çeşitli makineler ve el takımlarıyla işlenen parçaların birbirine yapışması gereken kısımları tutkallanarak modelleme tamamlanır. Yatık maçalı model ve maça sandığı ölçü kontrolleri yapılarak üst yüzey işlemleri uygulanır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29534

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.1
KONU	4.1. YATIK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

FLANŞLI BORU





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Model teknik resmi*
2. *Kalem*
3. *Silgi*
4. *Bilgisayar*
5. *CAD programı*
6. *Taşınır bellek*

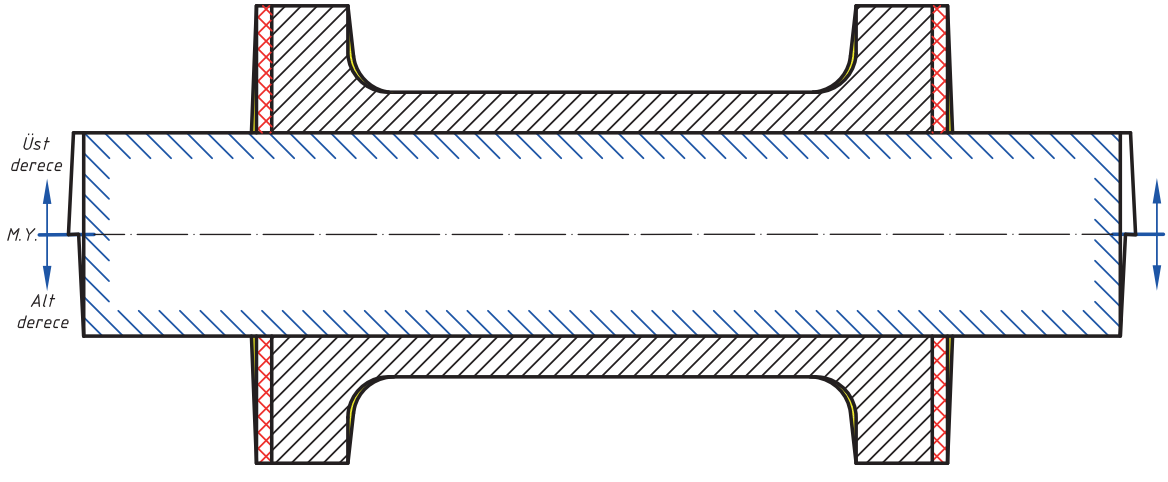
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Yatık maçalı flanşlı boru parçasının, verilen imalat resmine göre üç boyutlu orijinal parça resmini, katı modelleme programında çizerek kaydediniz (**Görsel 4.2**).*
3. *Orijinal parça resmini farklı kaydedip model resmine dönüştürmeye başlayınız.*
4. *Farklı kaydedilen orijinal parça resminden iki boyutlu teknik resim görünüşlerini elde ediniz.*
5. *Yatık maçalı flanşlı boru modelinin, iki boyutlu kesit ön görünüş resmi üzerinde, imalat resminde belirtilen işleme paylarını yüzeylere ölçü ilavesi olacak şekilde gösteriniz (**Görsel 4.3**).*
6. *Mala yüzeyini (kalıp ayırma yüzeyi), meslek resim kurallarına uygun olarak gösteriniz (**Görsel 4.3**).*
7. *Yatık maçalı modelin kumdan kolay çıkmasını sağlamak için gerekli eğim ve koniklikleri, yatık maça ve maça başı ilavelerini, dökme demir çekme miktarını %1 olarak ekleyip kaydediniz (**Görsel 4.3**).*
8. *Yatık maçalı model resminin ölçülerini, kalıplama sayılarını dikkate alarak modelin yapılacağı malzemelerin seçimini yapınız.*
9. *Yatık maçalı flanşlı boru modelinin hangi malzemeden yapılacağını kararlaştırınız.*
10. *Yatık maçalı flanşlı boru modelinin, parça birleştirilmesini ifade edecek model yapım resmini oluşturunuz ve kaydediniz (**Görsel 4.4**, **Görsel 4.5**).*
11. *Yatık maçalı model resminden faydalanarak üç boyutlu çizim programında önce maçayı elde ediniz, daha sonra maçadan da maça sandığını oluşturunuz ve kaydediniz (**Görsel 4.5**).*
12. *Model ve maça sandığı kalıplama etüdünü yaparak derece içerisinde yolluk sistemi, model kalıptan çıkmış, maça yerleştirilmiş şekilde üç boyutlu resmini çizip kaydediniz (**Görsel 4.6**, **Görsel 4.7**).*
13. *Çizdiğiniz resimleri bilgisayarınızın masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.*
14. *Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.*

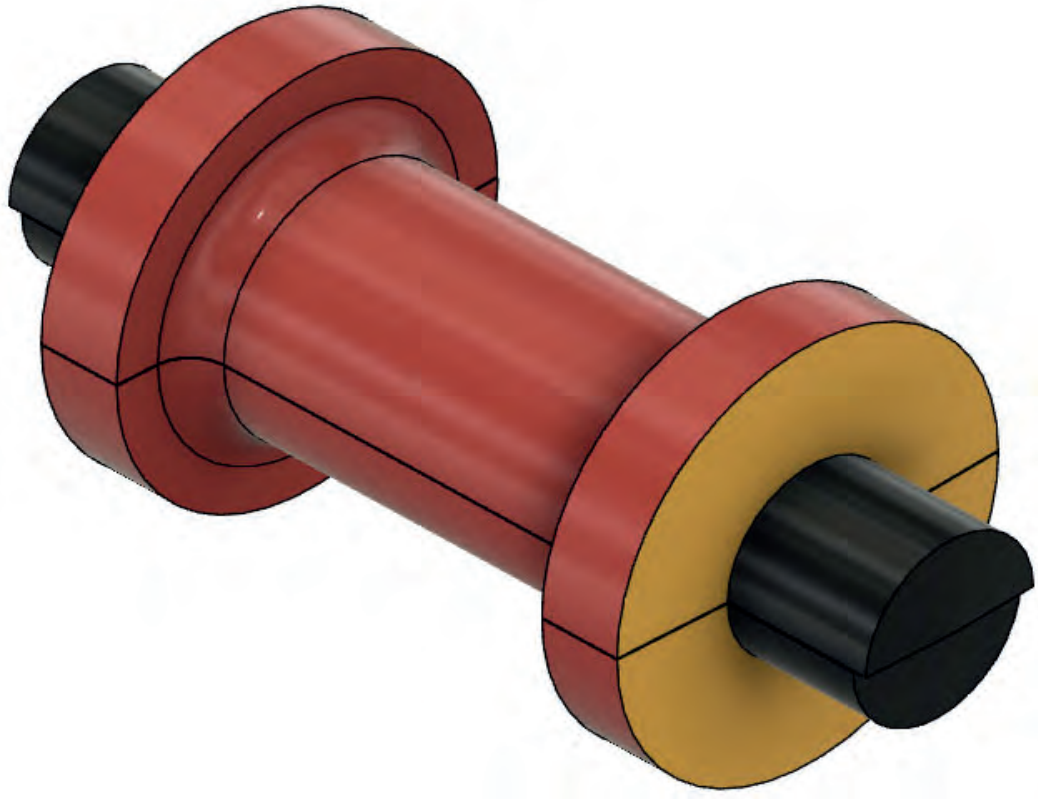
YATIK MAÇALI FLANŞLI BORU ORİJİNAL PARÇA VE MODEL RESMİ



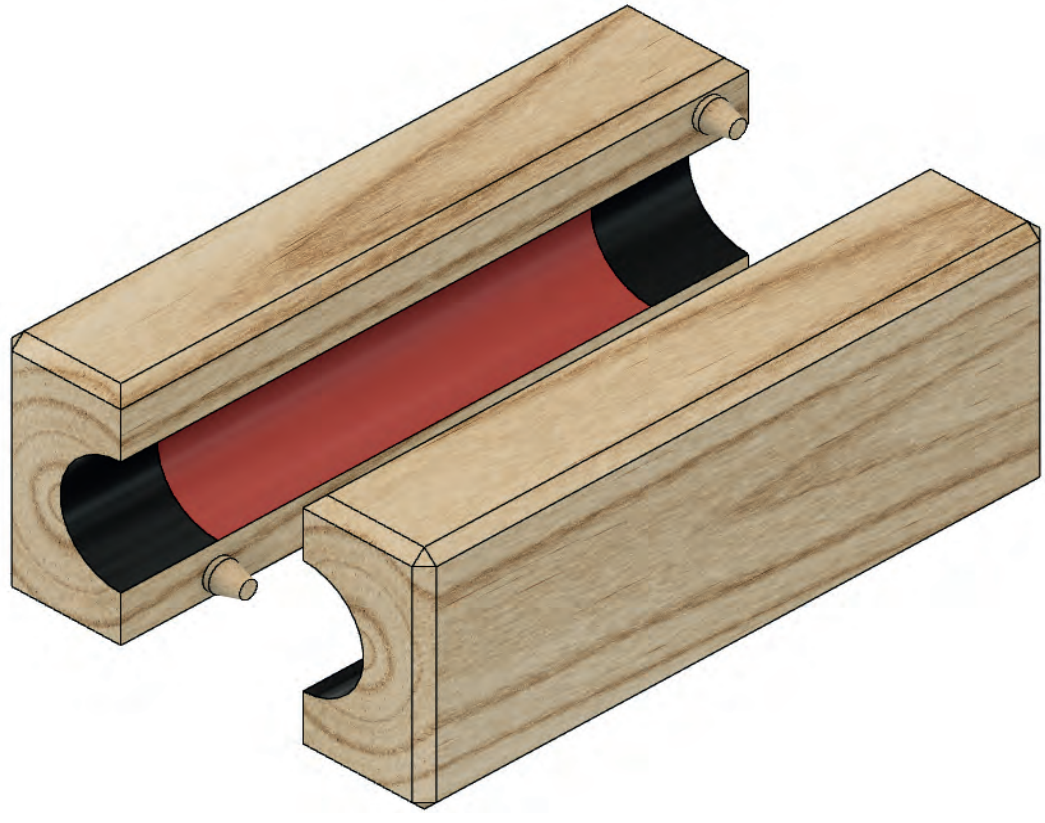
Görsel 4.2: Yatık maçalı modelleme orijinal parça



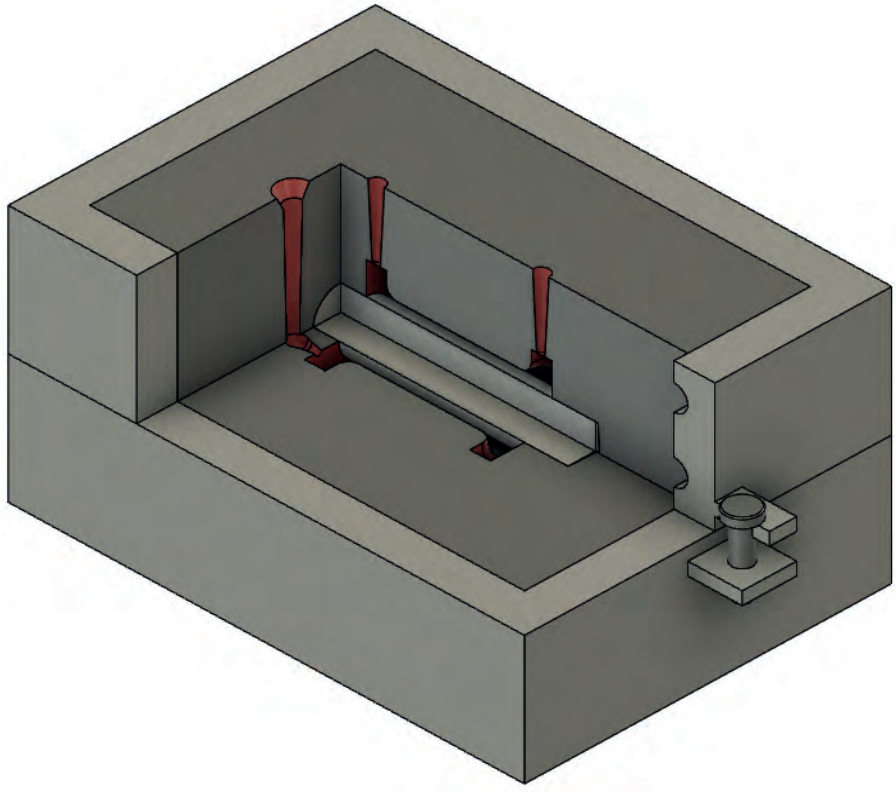
Görsel 4.3: Yatık maçalı modelleme model resmi



Görsel 4.4: Yatık maçalı modelleme model yapım resmi



Görsel 4.5: Yatık maçalı modelleme maça sandığı yapım resmi



Görsel 4.6: Yatık maçalı modelleme kalıplama etüdü

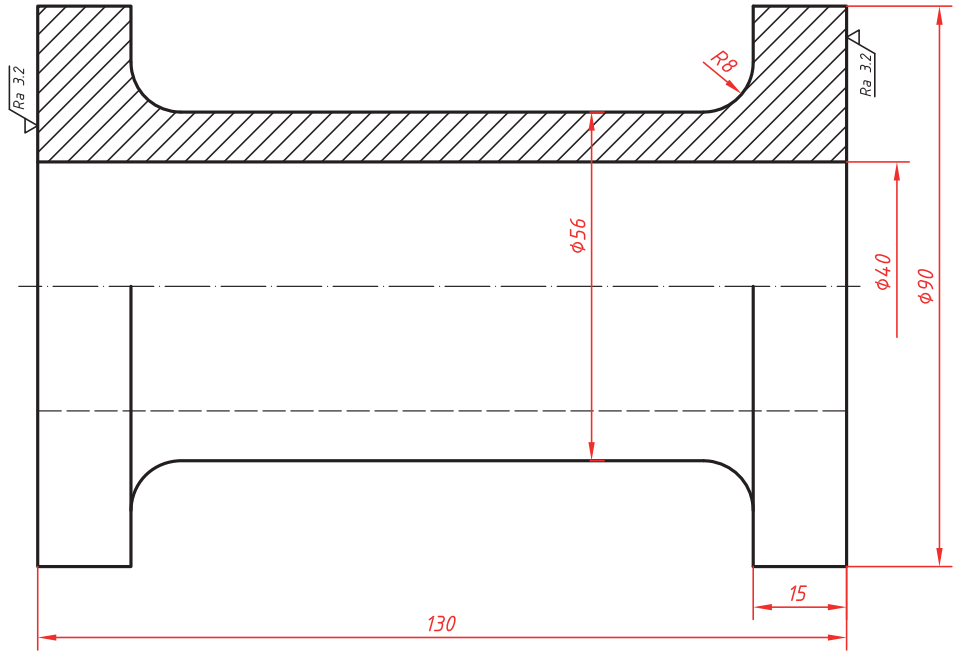


Görsel 4.7: Yatık maçalı modelleme döküm sonrası

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.2
KONU	4.2. YATIK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29535

FLANŞLI BORU





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

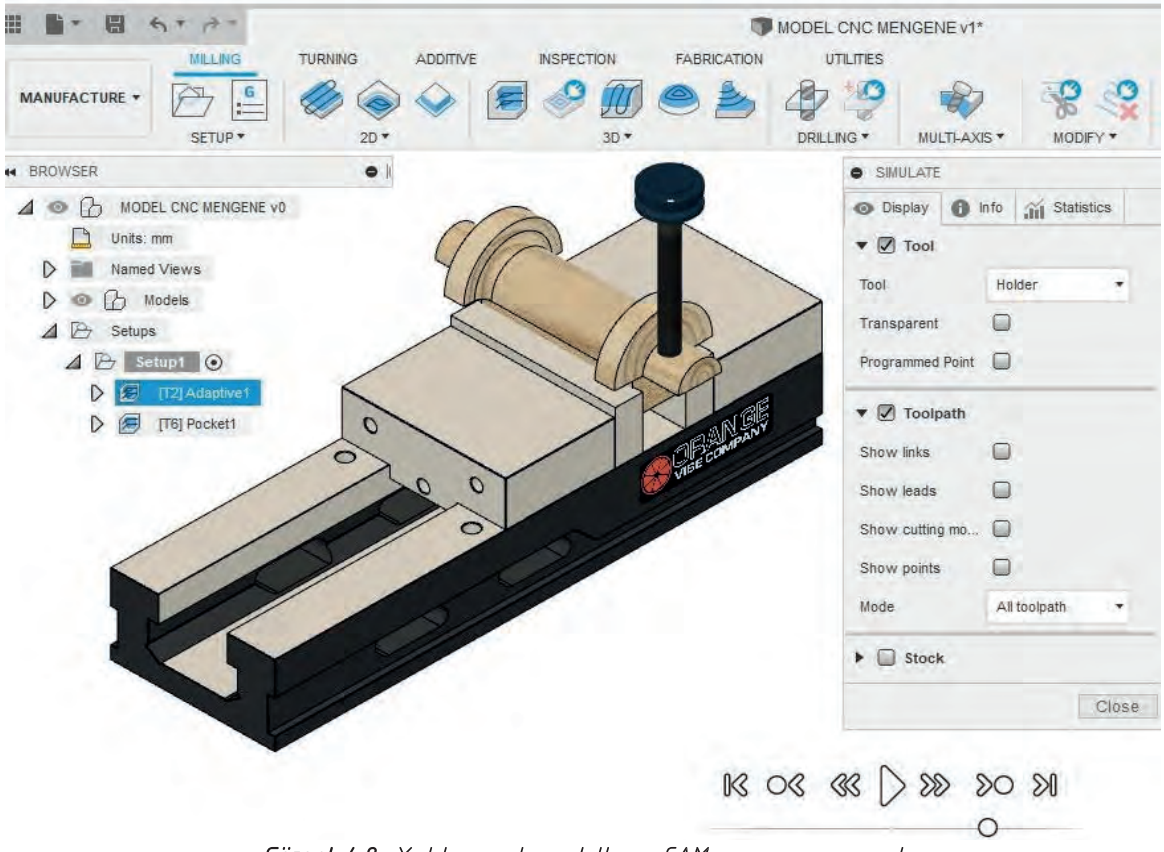
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Cam Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

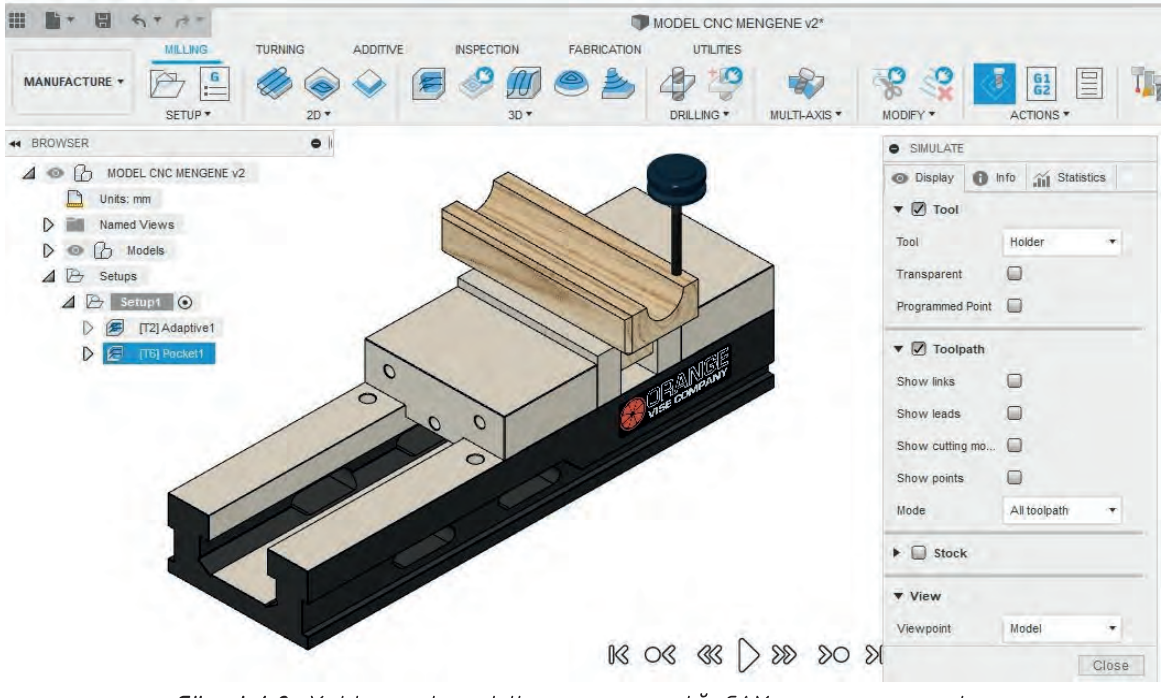
1. Model resimleri
2. Maça sandığı resimleri
3. Kalem
4. Silgi
5. Bilgisayar
6. CAD-CAM programı
7. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.
3. Yatık maçalı flanşlı boru modeli, bir önceki sayfadaki resimlerde görüldüğü gibi tek parça halinde yapınız (**Görsel 4.8**). Maça sandıklarını, maça sandığı yapım resimlerindeki gibi iki parça halinde CAM programında G kodlarını çıkarıp üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz (**Görsel 4.9**).
4. Modeli işlemek için **Manufacture** (İmalat) CAM modülüne geçiniz (**Görsel 4.8**).
5. **Setup** (Kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (Yeni Kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak **Milling** (Freze) seçiniz.
6. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (Ham Parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (İş Parçası Sıfır Noktasını), **Fixture** (Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.
7. Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (Uyarlanabilir Temizleme) sekmesini açınız.
8. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametreleri belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
9. G kodlarını çıkarmak için programda **Post Process** (işlem sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
10. Daha sonra **Post** (İşlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.
11. Yatık maça başlı flanşlı boru modeli için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.
12. Maça sandığını işlemek için **Manufacture** (İmalat) CAM modülüne geçiniz (**Görsel 4.9**).
13. **Setup** (Kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (Yeni Kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak **Milling** (Freze) seçiniz.
14. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (Ham Parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (İş Parçası Sıfır Noktasını), **Fixture** (Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.
15. Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (Uyarlanabilir Temizleme) sekmesini açınız.
16. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametreleri belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
17. Maça sandığı iki parça olduğu için her parça için ayrı ayrı CAM yaparak G kodlarını çıkarınız
18. G kodlarını çıkarmak için programda **Post Process** (İşlem Sonrası) penceresi açılır. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
19. Daha sonra **Post** (İşlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.
20. Maça sandığı parçaları için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.



Görsel 4.8: Yatık maçalı modelleme CAM programının yapılması

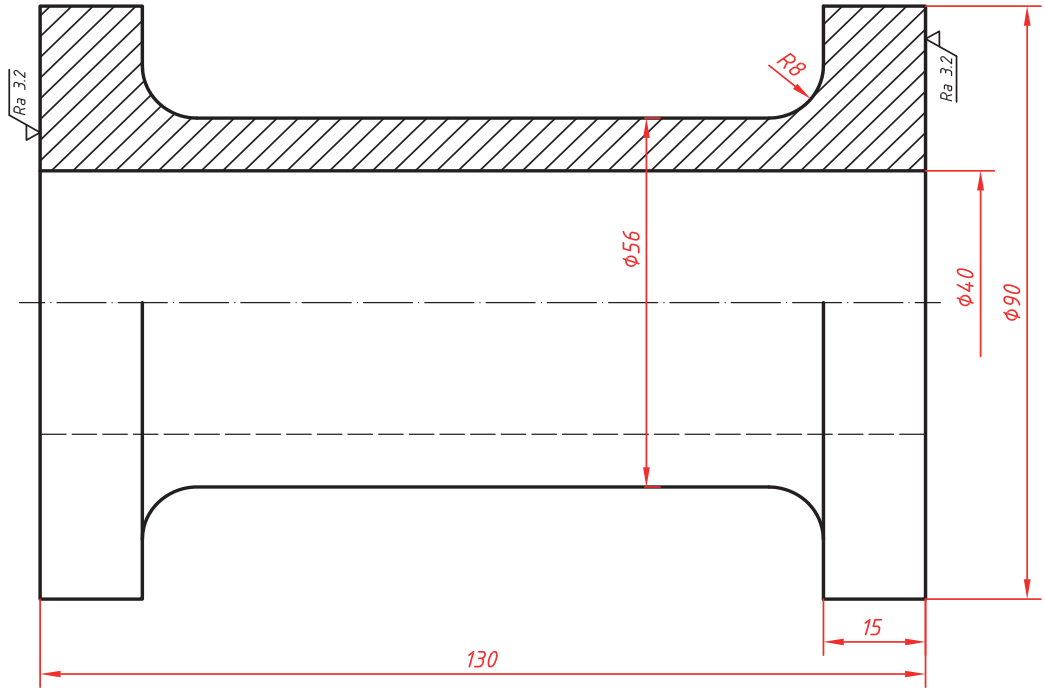


Görsel 4.9: Yatık maçalı modelleme maça sandığı CAM programının yapılması

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29536

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.3
KONU	4.3. YATIK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

YATIK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

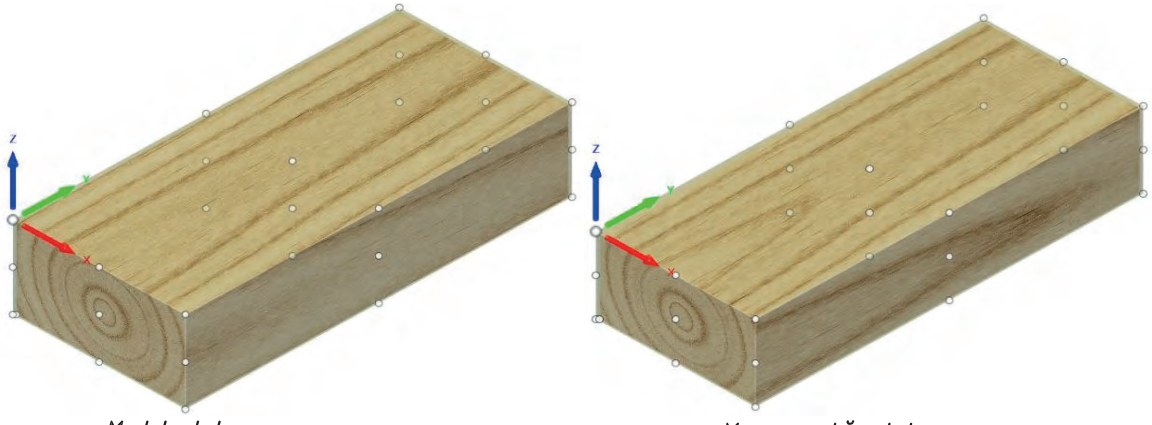
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgahını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgaha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Matkap tezgâhı
6. CNC freze makinesi
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçaları
9. Çekmeli metre veya kumpas
10. Zımpara
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner
14. Taşınır bellek

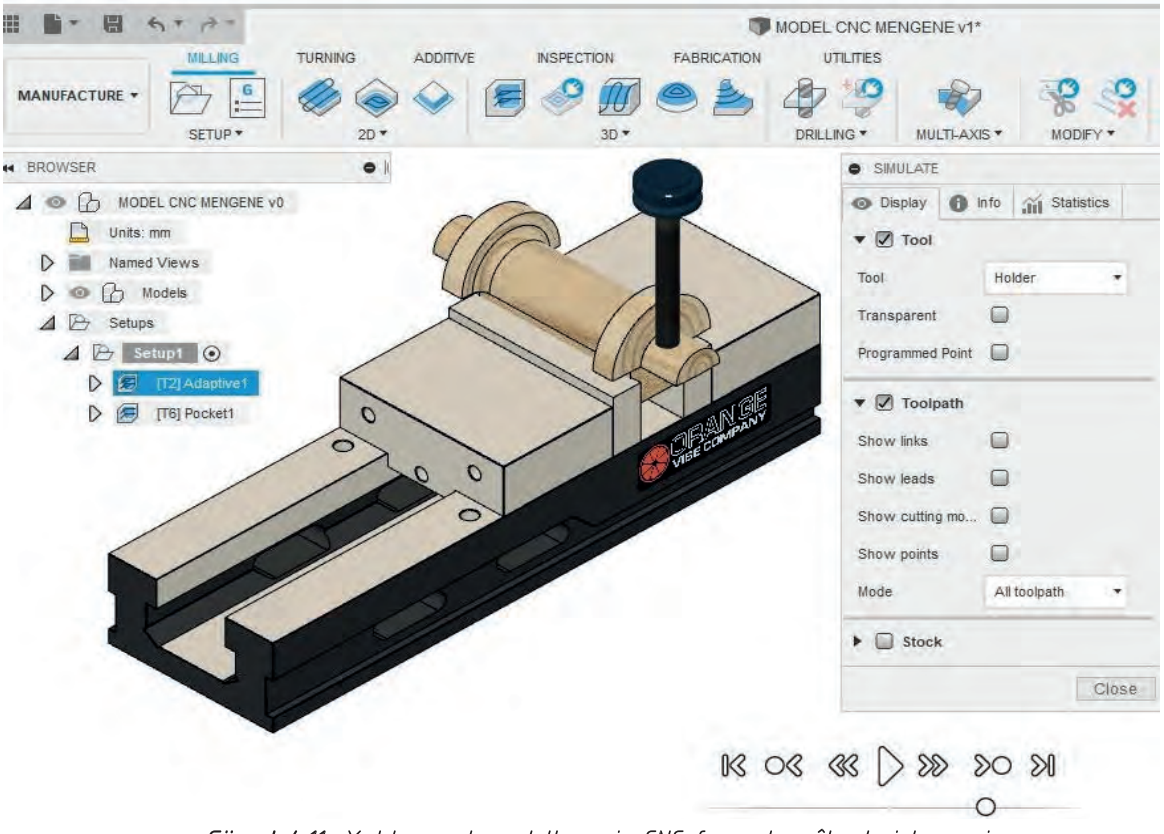
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Yatık maçalı model ve maça sandığını, CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız.
3. Yatık maçalı model için 213x94x47 mm ölçülerinde iki adet, maça sandığı için 205x80x42 mm ölçülerinde iki adet parça hazırlayınız (**Görsel 4.10**).
4. İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.
5. Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçü aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.
6. Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.
7. Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.
8. Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.
9. CAM programında yatık maçalı model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamalarını yapınız.
10. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız (**Görsel 4.11**).
11. Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
12. Bir numaralı takımın sıfırlanması çok önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde mengeneye bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya, X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.
13. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.
14. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.
15. Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az verip her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini arttırarak yatık maçalı modeli işleyiniz (**Görsel 4.11**).
16. Tezgâhta, basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
17. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları varsa tespit ediniz.
18. Üretimi tamamlanan yatık maçalı flanşlı boru modelinin özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçme işlemini yapınız.
19. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
20. Yatık maçalı modelin üst yüzey işlemlerini tamamlayıp boyayınız ya da vernikleyiniz (**Görsel 4.13**).
21. CNC freze tezgâhının temizliğini yapınız.



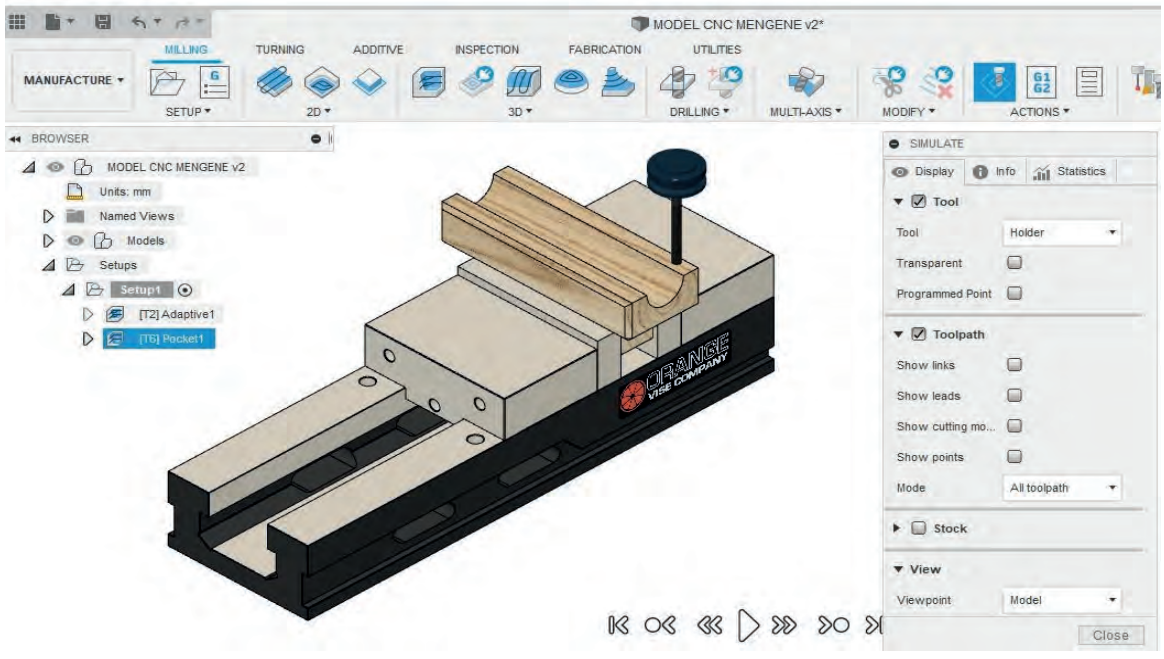
Model stok parça *Maça sandığı stok parça*

Görsel 4.10: Yatık maçalı modelleme ve maça sandığı için stok parçalar



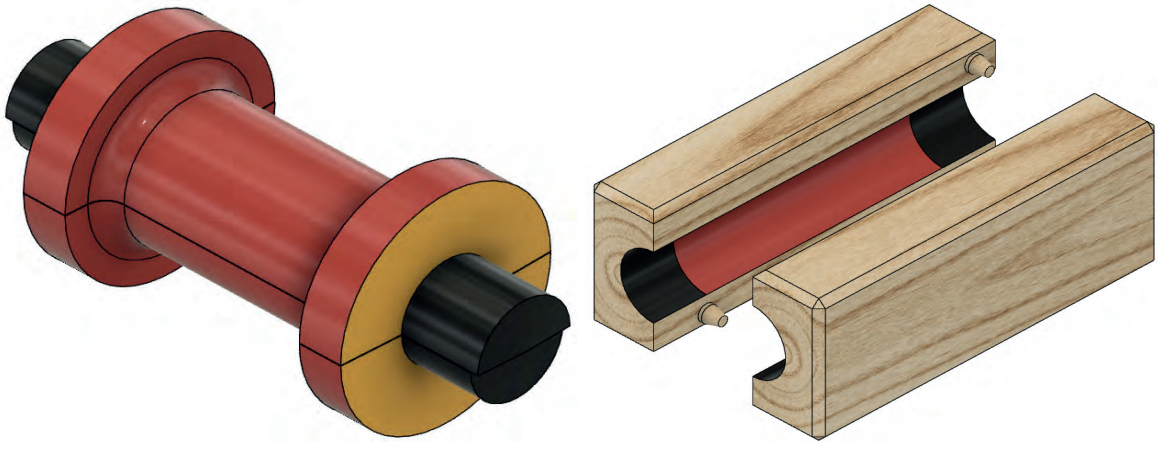
Görsel 4.11: Yatık maçalı modellemenin CNC freze tezgâhında işlenmesi

21. *Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile yatık maçalı modelin maça sandığı stok parçasını bağlayınız.*
22. *CAM programında üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.*
23. *Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Bir nolu takımın dış yüzeyi maça sandığı stok parçasına, X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra maça sandığı stok parçası üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.*



Görsel 4.12: Yatık maçalı modelleme maça sandığının CNC freze tezgâhında işlenmesi

24. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini gerçekleştiriniz.*
25. *CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.*
26. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az verip her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak maça sandığının yarısını işleyiniz (**Görsel 4.12**).*
27. *Maça sandığının diğer yarısını tezgâh mengenesine bağlayıp aynı işlemleri gerekiyorsa tekrar yaparak iş parçası sıfırlamasını kontrol ediniz.*
28. *Tezgâhta, basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
29. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları varsa tespit ediniz.*
30. *Üretimi tamamlanan yatık maçalı flanşlı boru modeli, maça sandığı parçalarının özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçme işlemini yapınız.*
31. *Kullanılan donanım, tezgâh ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
32. *Maça sandığının dağıtılıp toplanmasını sağlamak amacıyla pimlenmesini yapınız.*
33. *Yatık maçalı model ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz (**Görsel 4.13**).*

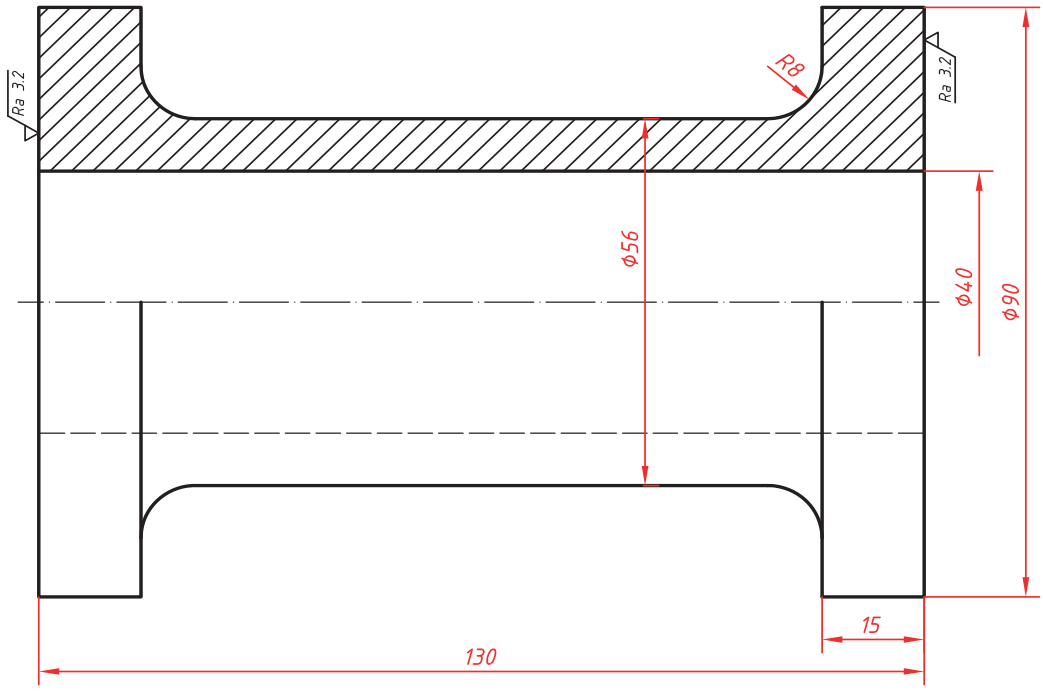


Görsel 4.13: Yatık maçalı modelleme ve maça sandığı

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.4
KONU	4.2. YATIK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 4.3. YATIK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29537

YATIK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI 3D YAZICIDA YAPMA





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

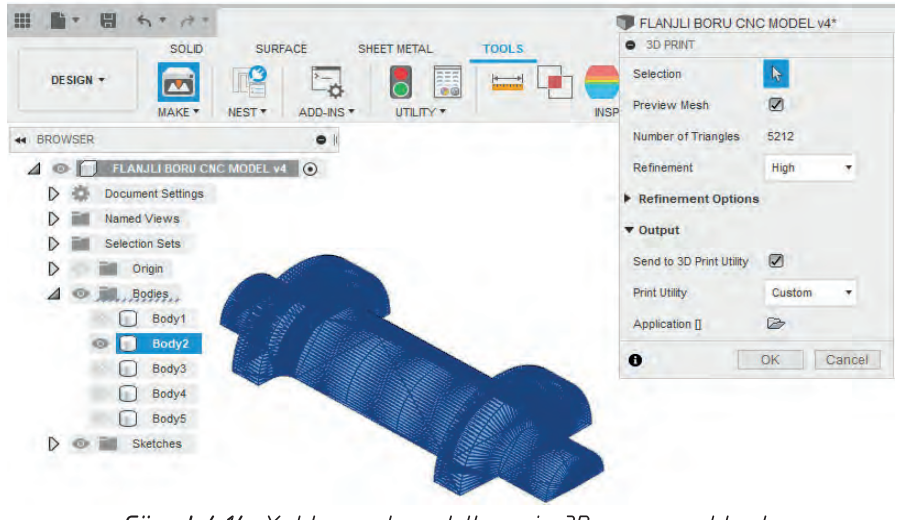
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. 3D Yazıcı (3D Printer)
2. PLA veya ABS filament
3. Bilgisayar
4. CAD-CAM programı
5. Model ve maça sandığı resimleri
6. Taşınır bellek
7. Çekmeli metre veya kumpas
8. Zımpara
9. Kalem
10. Silgi
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner

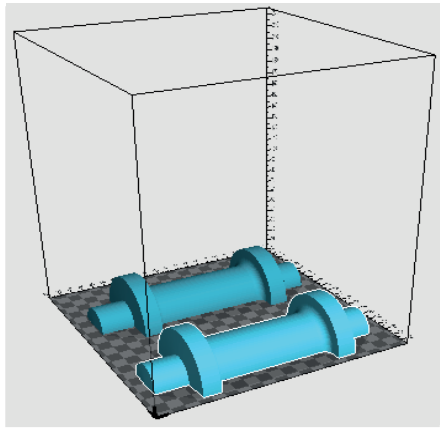
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve 3D yazıcıları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Yatık maçalı model ve maça sandığını 3D yazıcılarda yapmak için CAD programında üç boyutlu çizimlerini hazırlayınız.
3. Yatık maçalı modeli yapmak için katı modelleme programında **Tools** (araçlar) sekmesi açılarak burada **Make** (yapma) altındaki 3D printeri seçiniz.
4. Açılan pencerede yatık maçalı modeli seçerek **Preview Mesh** (ön izleme ağı) işaretli, **Refinement** (ayrıntılandırma) **High** (yüksek), **Medium** (orta), **Low** (düşük), **Custom** (özel) olacak şekilde her hangi birini seçerek **Printer Utility** (yazıcı yardımcı programı) kısmında **Custom** (özel) ayarlanıp **Application** (uygulama) masaüstünden yazıcı programını seçip modeli, yazıcı programına aktarınız (**Görsel 4.14**).
5. Ayrıca üç boyutlu katı modelleme programlarında çizilen parçalar STL formatında kaydedip ilgili yazıcı programında açarak da yazdırma işlemi yapılabilir.



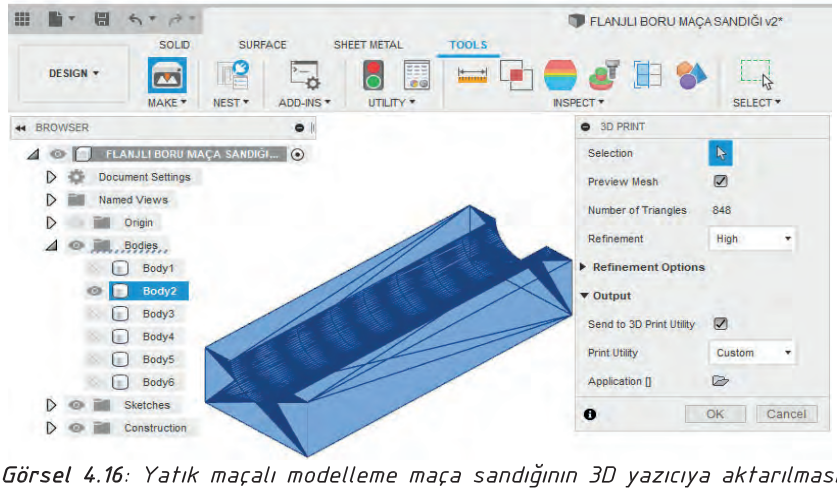
Görsel 4.14: Yatık maçalı modellemenin 3D yazıcıya aktarılması

6. Yazıcı programına aktarılan yatık maçalı modeli, yazdırma konumuna döndürerek zemine oturacak şekilde ayarlayınız.
7. Modeli, yazıcı kabini içerisinde uygun olacak yere ayarlayınız.
8. Model, çoğaltma veya ölçekleme ile küçültmek isteniyorsa bu işlemleri yapınız. Yatık maçalı modeli, malzemeden tasarruf etmek amacıyla 1/2 ölçekleyiniz (**Görsel 4.15**).
9. Daha sonra yazıcı modelini seçerek modeli baskıya hazırlayınız.
10. Yatık maçalı modeli baskıya hazırlama kısmında hangi malzemeden yapılacağını, katman kalınlığını, destek yoğunluğunu, destekleyici taban olup olmayacağını, yüzde olarak iç doluluk miktarını ayarlayarak dilimle sekmesini çalıştırınız.
11. Model, ekranda katmanlar halinde oluşturulduktan sonra baskı detaylarında ne kadar sürede yazılacağı, malzeme miktarını gözlemleyiniz (**Görsel 4.15**).
12. Ayarlamalar sonrası elde edilen G kodlarını taşınır belleğe kaydediniz.



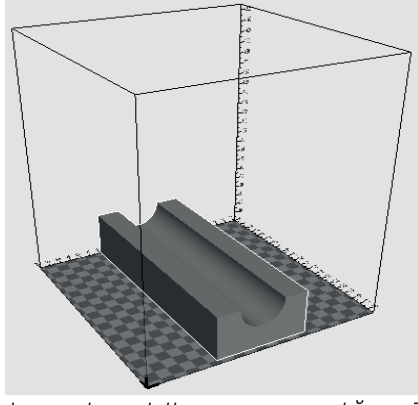
Görsel 4.15: Yatık maçalı modellemenin 3D yazıcıda yapımı

13. *3D yazıcıyı çalıştırıp taşınır belleği takarak ön ısıtmaları yaptıktan sonra uygun filamenti takınız.*
14. *Yatık maçalı modelin G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.*
15. *Modeli 3D yazıcıda üretiniz.*
16. *Modelin üst yüzey işlemlerini yapınız (**Görsel 4.15**).*



Görsel 4.16: Yatık maçalı modelleme maça sandığının 3D yazıcıya aktarılması

17. *3D yazıcıyı kullanarak maça sandığını yapmak için yatık maçalı model yapımında izlenen yolları takip ederek maça sandığının yarısını yapınız (**Görsel 4.16**).*
18. *Maça sandığının diğer yarısını da aynı yolu takip ederek yapınız.*
19. *Maça sandığı pimlerini rahat çalışabilir hale getiriniz.*
20. *Yatık maçalı flanşlı boru model ve maça sandığını, üst yüzey işlemlerini yaptıktan sonra öğretmeninize teslim ediniz (**Görsel 4.15**, **Görsel 4.17**).*

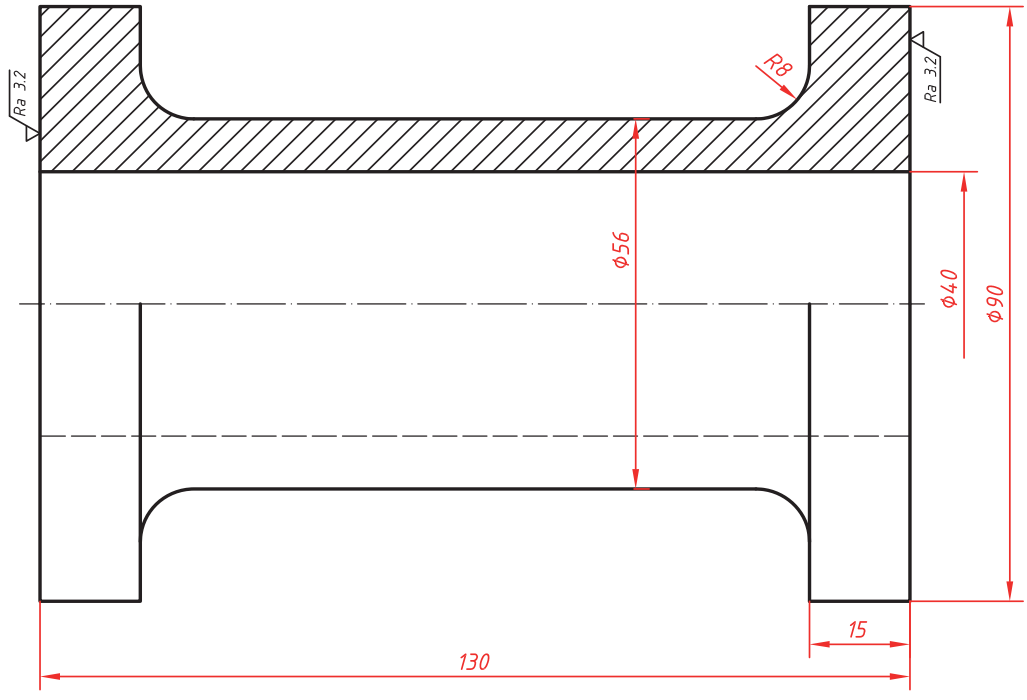


Görsel 4.17: Yatık maçalı modelleme maça sandığının 3D yazıcıda yapımı

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.5
KONU	4.3. YATIK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29538

YATIK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

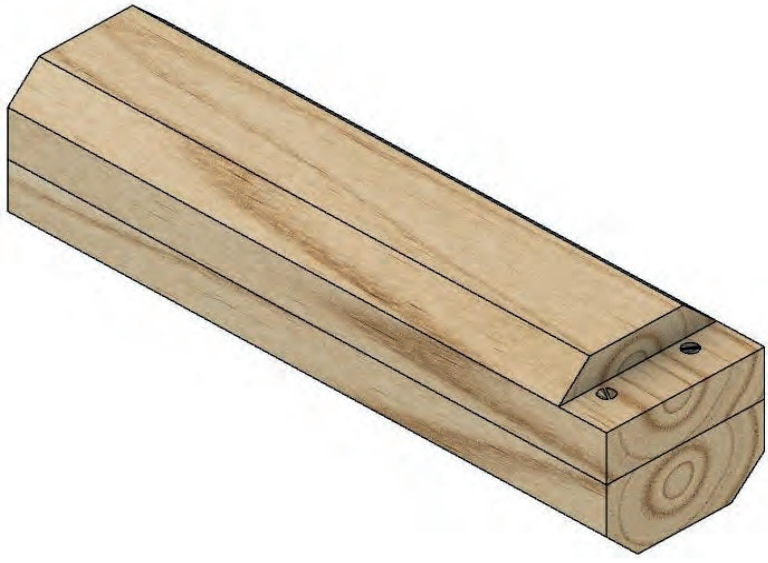
YATIK MAÇALI MODELLEME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Ağaç torna makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçası
9. Sert uçlu kurşun kalem
10. Çekmeli metre veya kumpas
11. Pergel
12. Gönye
13. Çizecek
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

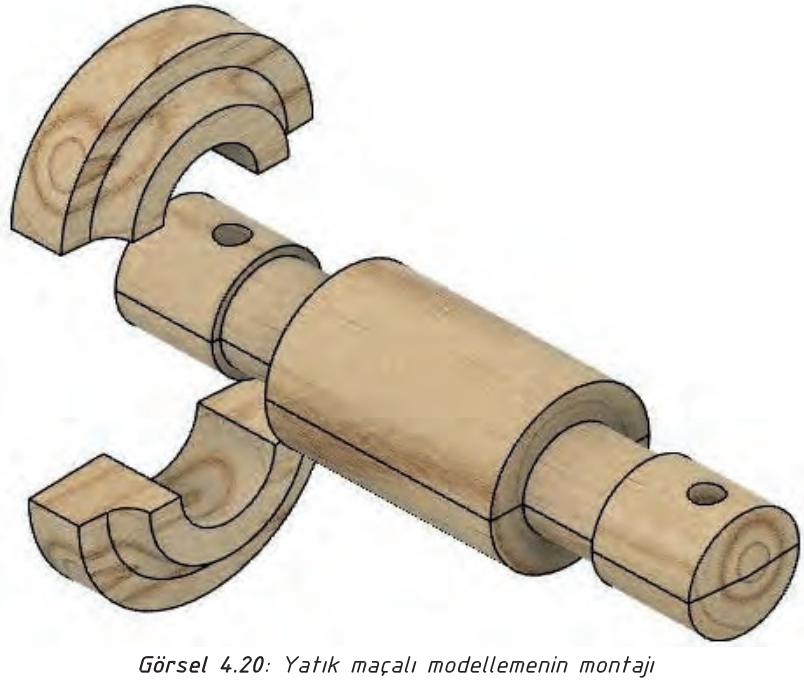
1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Yatık maçalı flanşlı boru modelin boyutları ve kalıplama sayısı itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç, dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Flanşlı boru modeli ve maça sandığı yapım resmine göre parça listesini tasarruflu şekilde hazırlayınız. Hazırladığınız parçalar şu özelliklere sahip olmalıdır:
   a) Yatık maçalı model için 250x66x33 mm olacak şekilde 2 adet
   b) Yatık maçalı model flanşları için 100x50x28 mm olacak şekilde 4 adet
   c) Maça sandığı için 205x80x40 mm olacak şekilde 2 adet
5. Ahşap işleme makineleriyle öğrencilerle birlikte listedeki parçaları hazırlayınız.
6. Yatık maçalı flanşlı boru model parçalarını, geniş yüzeyler bir birine gelecek şekilde aralarına gazete kağıdı koyarak yapıştırınız ve baş kısımlarından vidalarla sabitleyiniz (**Görsel 4.18**).
7. Yatık maçalı flanşlı boru modeli parçasını model yapım resmi ölçülerine göre işlenecek şekilde ahşap torna makinesine bağlayınız.
8. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ağaç torna makinesinde kaba tornalamayı yapıp parçanın merkezlemesinin doğruluğunu pergelle kontrol ediniz. Merkezli değilse tokmak yadımı ile merkezleyiniz. Model resmindeki ölçülere uygun olarak işleyip üzerindeki flanş için faturayı açınız. Zımpara ederek torna makinesinden sökünüz (**Görsel 4.20**).
9. Flanş parçalarını, düz aynaya iyi merkezleyip vidalayarak tornalayınız (**Görsel 4.19**).
10. Tornalanan parçaları kavela deliklerini deldikten sonra birbirlerinden ayırarak flanşları yerine yapıştırınız.



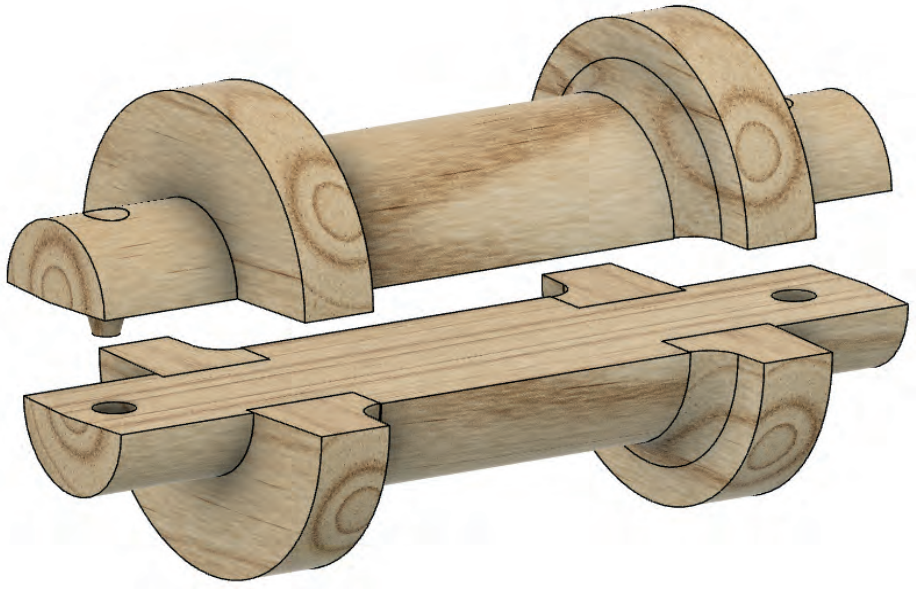
Görsel 4.18: Yatık maçalı modelleme tornalık gövde parçası



Görsel 4.19: Flanş parçası

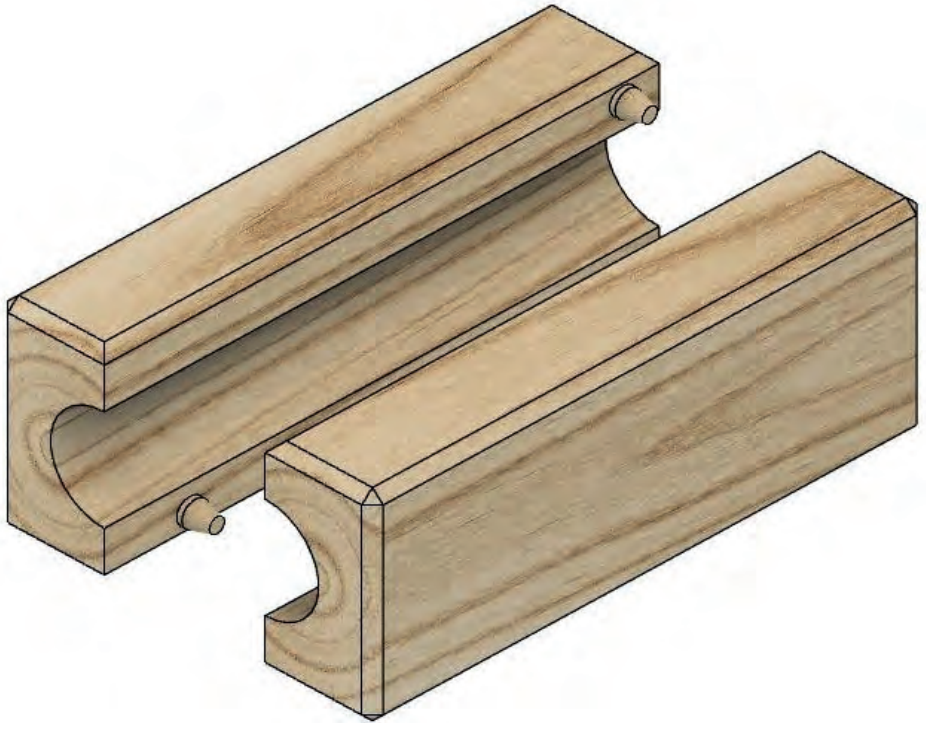


Görsel 4.20: Yatık maçalı modellemenin montajı



Görsel 4.21: Yatık maçalı modelleme

11. *Maça sandığını oluşturacak 205x80x40 ölçüsündeki parçalar, 80 mm olan kısımlar yüz yüze gelecek şekilde mengeneye bağlayınız. Model resmindeki çap ölçülerini, parçanın alt ve üst kısmına aynı eksende markalayınız. Mengeneyi açarak çizgileri gönye ile taşıyınız.*
12. *Markalamaları yapılan parçaları daire testere makinesinde veya oluklu kalemle kabasını boşaltınız. Zımpara kullanarak parçaları ölçüsünde temizleyiniz (**Görsel 4.22**).*
13. *Maça sandığı parçalarını matkap mengenesine bağlayınız. Kavela deliklerini delip kavelasını takınız. Maça sandığının boyunu, alt derecedeki maça başları ölçüsüne göre ayarlayınız. (**Görsel 4.22**).*
14. *Modelin ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz (**Görsel 4.21**, **Görsel 4.22**).*
15. *İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve çalışma ortamını temizleyiniz.*

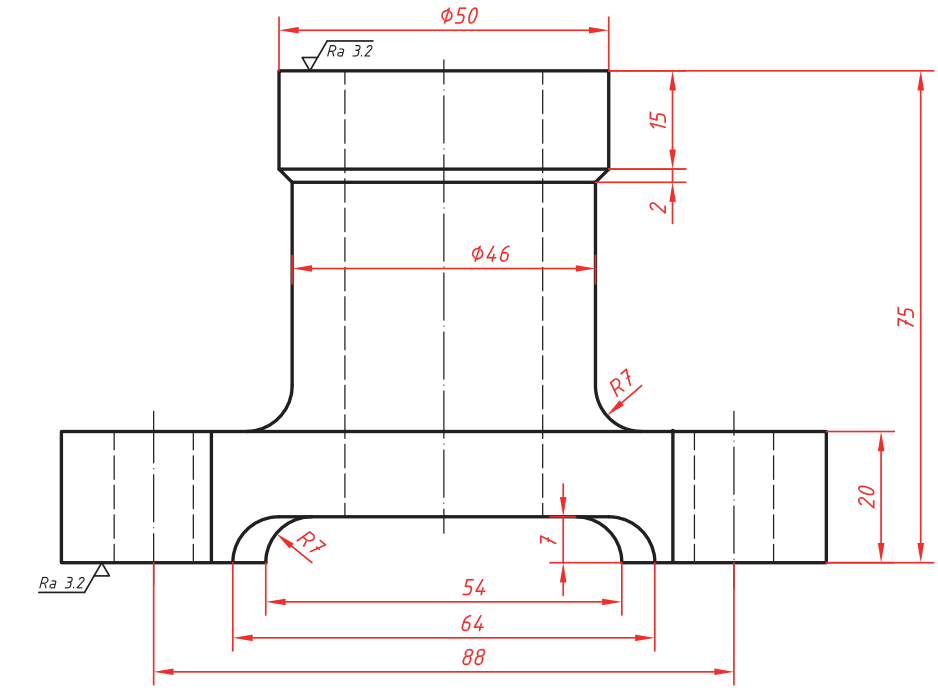


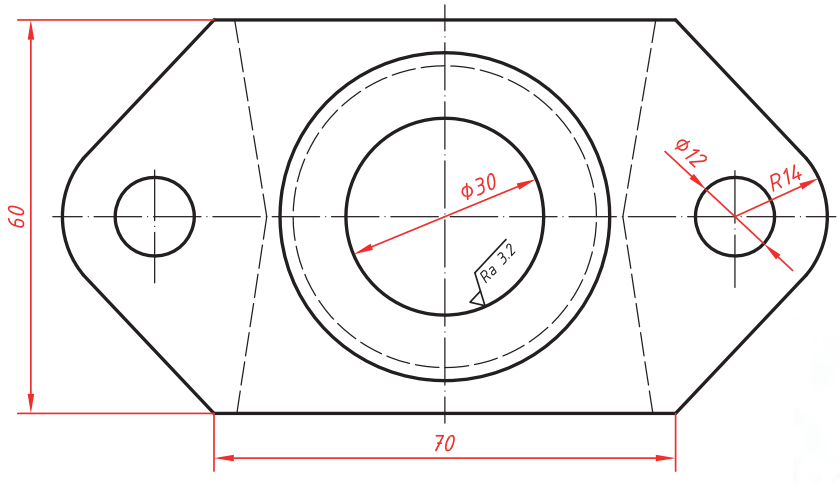
Görsel 4.22: Yatık maçalı modelleme maça sandığı

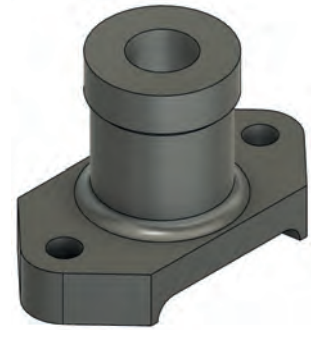
ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29539

GÖVDE







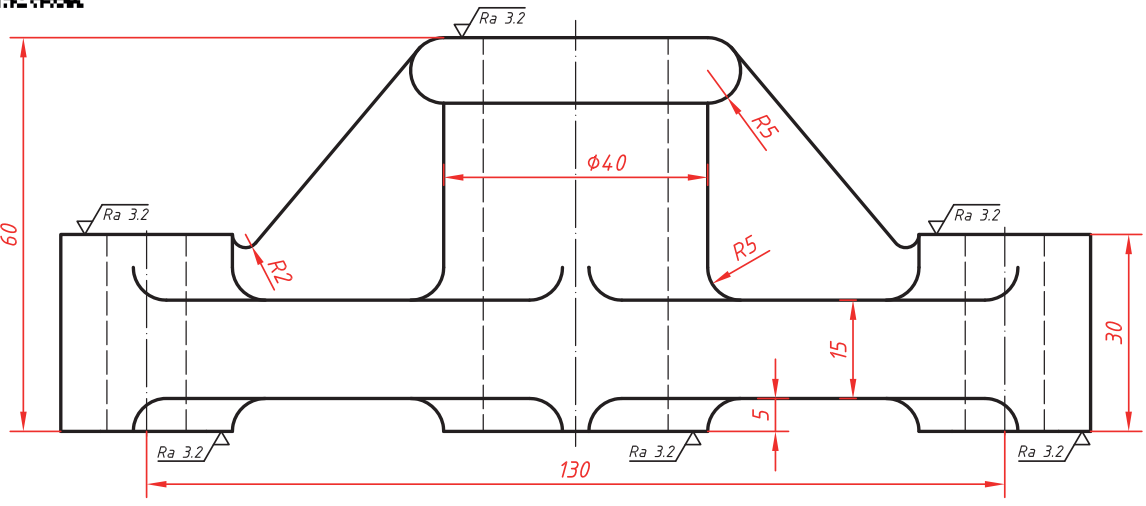
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

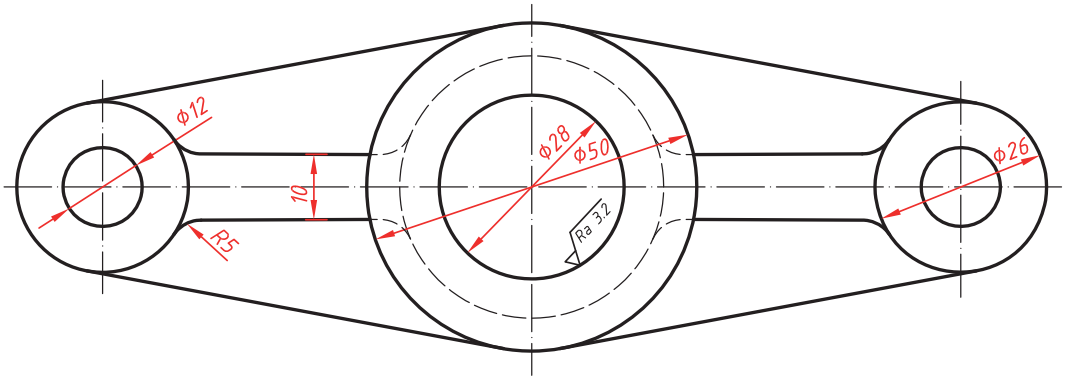
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

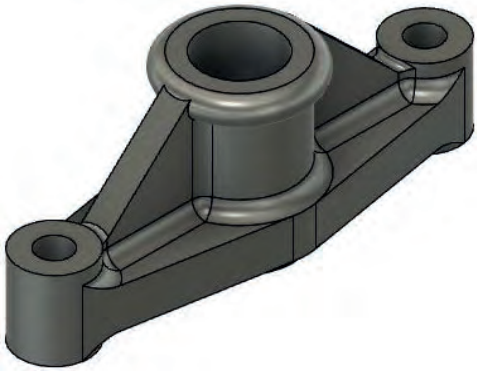
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29540

ÖĞRENME BİRİMİ	4. YATIK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 4.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

ÜST BAĞLANTI PARÇASI







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

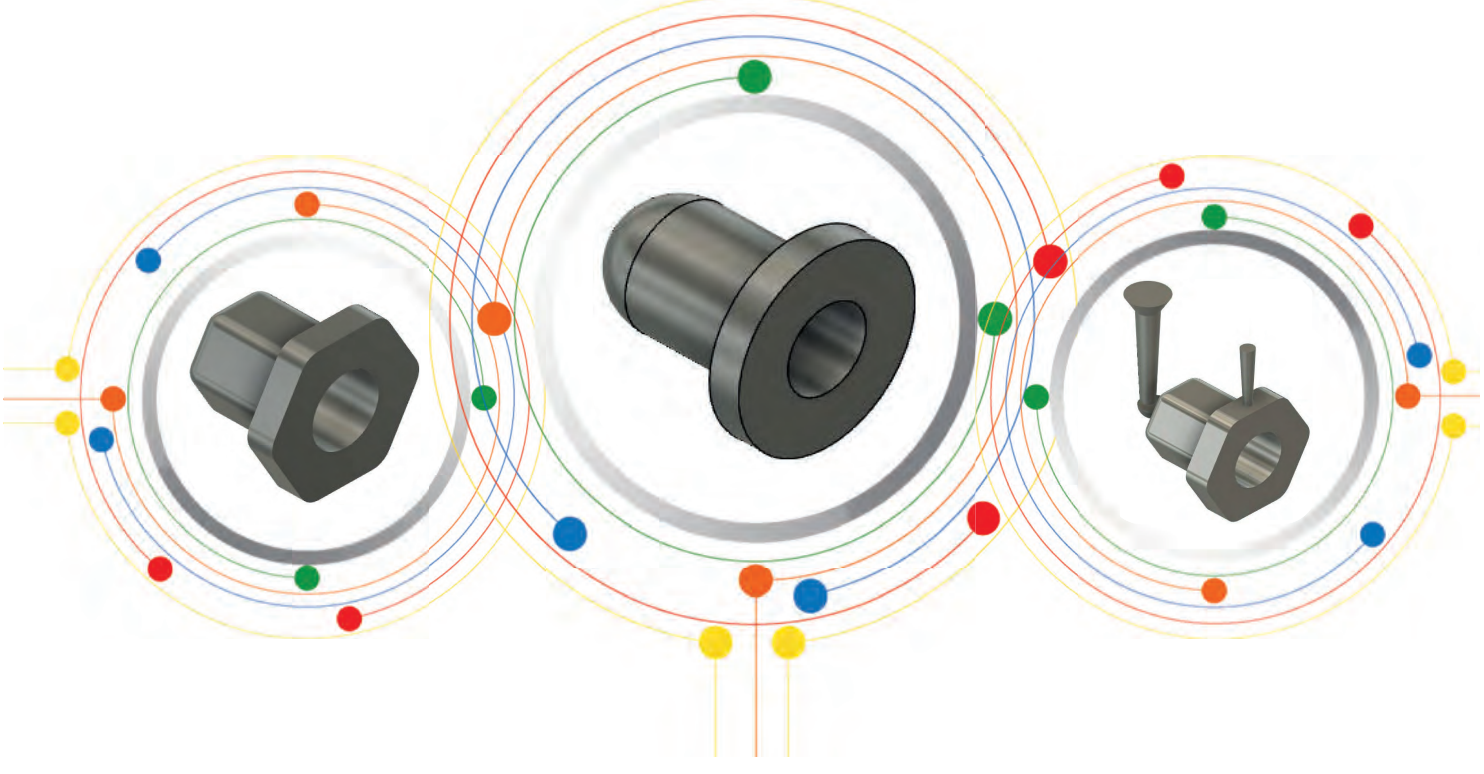
ÖĞRENME BİRİMİ

5

TOPUK MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

topuk maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, topuk maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve topuk maçalı modelleme yapmayı öğreneceksiniz.



5. TOPUK MAÇALI MODELLEME

*Kalıp içerisinde maçaların kalıp ayırma yüzeyine yatık konumda olması ve kör delik (tek tarafı açık) olmasından dolayı maçanın kalıp boşluğunda hareket etmemesi için maça başının bir kısmı daha büyük ölçüde yapılarak maça sabitlenir. Bu gibi modellemelere, **topuk maçalı modelleme** adı verilir. Dik kalıplanmayacak şekilde uzun olan kör delikli parçaların üretiminde topuk maçalı modellemeler tercih edilir. Topuk maçalı modellemelerde maça başı ölçüsü, maçanın iş parçasındaki kısmını kırmadan dengede tutabilecek ölçülerde ve dönmeyi engelleyecek şekilde profilli olarak yapılır.*

Topuk maçalı modelleme, CNC tezgâhlarda üretilebildiği gibi klasik modelci tezgâhları ve 3D yazıcılarda da üretilebilmektedir.

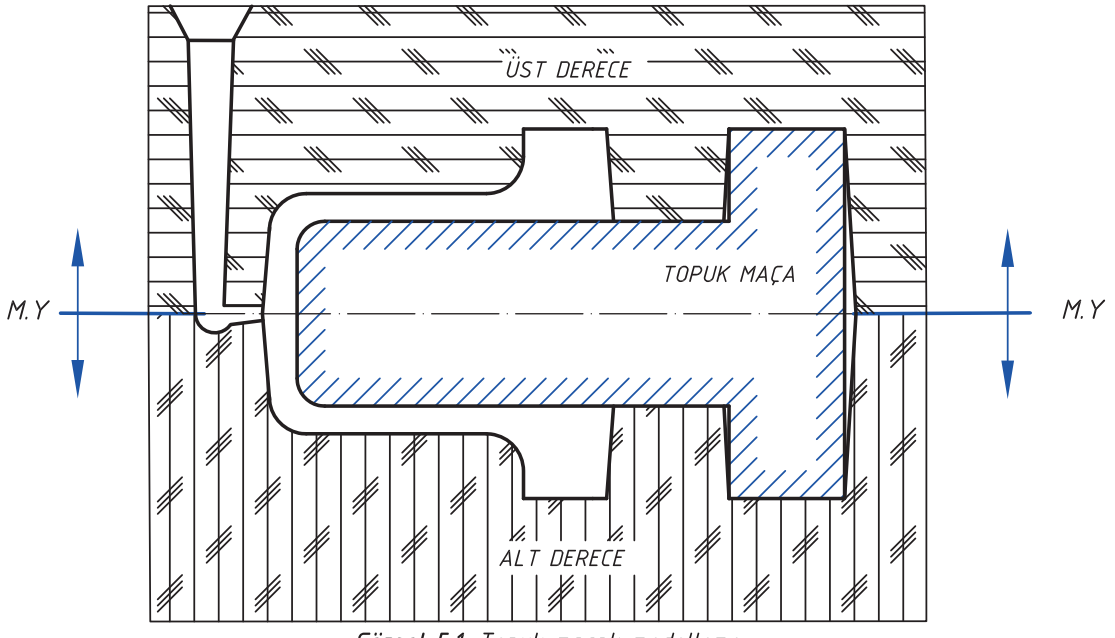
5.1. TOPUK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Modeli yapılacak parça üç boyutlu olarak gerçek ölçülerinde bilgisayar ortamında çizilir.

İmalat resmine göre üç boyutlu çizilen parça farklı kaydedilerek modelleme resmine dönüştürülür. Modelleme resminde maça başlarının ölçü ve konumları tespit edilerek üç boyutlu çizim programında gerekli ilaveler yapılır. Bu ilaveler yapılırken mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), çekme payı, işleme payı, modele verilecek eğim, koniklikler ve maça durumu dikkate alınır.

Model resimleri esas alınarak maça sandığı yapım resimleri bilgisayar ortamında oluşturulur.

*Üretilen modelden elde edilen kalıp boşluğu, maça sandığından oluşturulan maçaların kalıp içerisine yerleştirilmiş hâli ve yolluk sistemi elemanlarının kalıp içindeki durumlarını gösteren üç boyutlu veya iki boyutlu kalıplama resimleri çizilir (**Görsel 5.1**).*



***Görsel 5.1:** Topuk maçalı modelleme*

5.2. TOPUK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Topuk maçalı modelleme yapımında çeşitli CAD-CAM programları kullanılmaktadır. CAD-CAM programlarının çeşitlilik arz etmesi bize kaliteli modellemeler yapma imkânı sağlamaktadır.

Topuk maçalı modellemeyi yapabilmek için modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek ona göre işleme operasyonları planlanır.

İşleme operasyonları oluşturmada topuk maçalı model ve maça sandığının hangi gereçten yapılacağı kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir.

Üç boyutlu tasarımı yapılan topuk maçalı model veya maça sandığı resimleri, CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) programına aktarılarak kaydedilir. CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi, **Fixture** (sabitleme ve sıkma elemanları) seçimi yapılır. İşleme operasyonu; takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılması ve bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkarılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır. CAM'ı yapılan iş parçası tezgâha bağlanır. Program CNC tezgâhına aktarılır.

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan topuk maçalı model ve maça sandığı parçaları, 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programında G kodları çıkarılarak yazıcıya aktarılır.

İş parçası klasik modelci tezgâhlarında üretilecekse çizilen resimlere uygun olarak parçalar, şerit testere, planya, kalınlık ve daire testere makinelerinde tek tek hazırlanır.

5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEME YAPMA

Topuk maçalı modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir.

İşlenecek iş parçası CNC tezgâhında üretilecekse aktarılan programa uygun olarak stok parça tezgâha bağlanır. Ayarlar yapıldıktan sonra modelleme tek parçadan ya da birden fazla parçadan oluşacak şekilde yapılır.

Blok malzemeler kullanılarak CNC tezgâhlarında modelleme yapmak kolay ve seri olmaktadır. Modelleme hassasiyetleri geleneksel yöntemlerle üretilen modellemelerden daha fazladır.

Öğrencilerin, modelleme makine ve tezgâhlarında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini dikkate alması, ikaz levhalarına uygun yöntemlerle çalışması gerekir.

CNC tezgâhlarında çalışırken kullanılan kesicilerin, bilenmiş, modelleme gereçlerine uygun olmasına, ilerleme ve devirlerine dikkat edilmelidir. Bu kesiciler, malzemenin ve işin özelliğine göre seçilmediği zaman iş kazaları olabilir.

CNC tezgâhlarda topuk maçalı modeli işleyebilmek için öncelikle tezgâhın özelliklerini, nasıl çalışılacağını, kontrol panelindeki elemanların ne anlama geldiklerini, tezgâhın hareket kontrolünün nasıl sağlandığı açıklanır. Topuk maçalı model için uygun blok malzeme CNC freze tezgâh mengenesine bağlanır. Kullanılacak takımların sıfırlamaları yapılır. G kodları tezgâha aktarıldıktan sonra simülasyon yapılarak son kontrollleri sağlanır. Böylece model ve maça sandığı işlenecek hale getirilir.

Tezgâh çalıştırılarak kontollü bir şekilde model veya maça sandığı işlenir. Tezgâhta takımların bıraktığı pürüzler el takımları veya zımparalanarak temizlenip üst yüzey işlemleri uygulanır. Böylece topuk maçalı modelleme ve maça sandığı tamamlanır.

Topuk maçalı model 3D yazıcı ile üretilecekse malzeme israfını önlemek için yapım resimleri dikkate alınarak ölçekli küçültme yapılabilir. Üç boyutlu çizim programından yazıcının programına aktarılan modelleme resimlerinin çeşitli ayarlamaları burada yapılarak G kodları elde edilir. Daha sonra 3D yazıcı çalıştırılır. Uygun filament takılarak ayarlamalar yapılır. Yazdırma ayarı yapıldıktan sonra model ve maça sandığının 3D yazıcıda üretimi tamamlanır. 3D yazıcıda yazdırma esnasında yapılan destek parçaları dikkatlice temizlenir. Üst yüzey işlemleri uygulanarak topuk maçalı model ve maça sandığı tamamlanır.

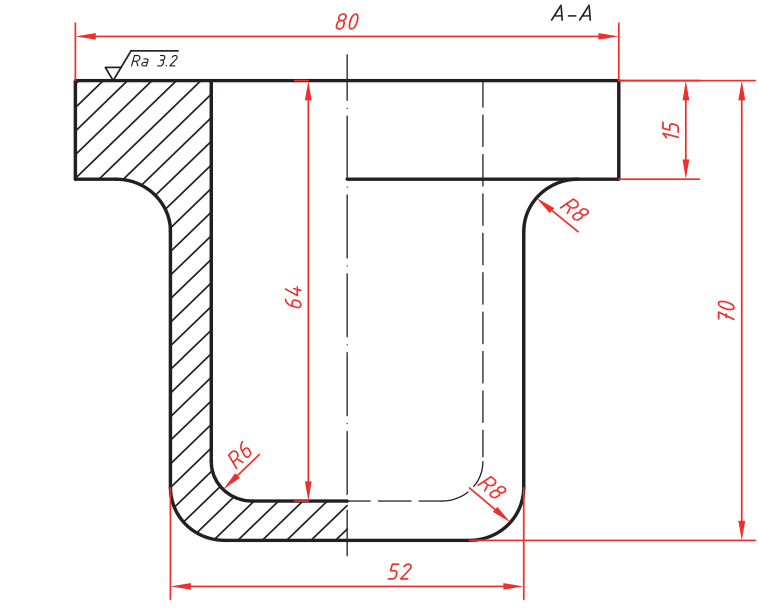
İş parçası klasik modelci tezgâhlarında üretilecekse bu aşamada modelin kaç parçadan oluşacağı belirlenerek malzemenin israf edilmemesi sağlanır. Hazırlanan parçaların markalamaları yapılır. Parçalar daire testere makinesinde ölçüsüne göre açılı bir şekilde işlenir. Maça başının silindir kısmı elde yuvarlatılır. Daha sonra modeldeki flanş kısmı ve topuk kısmının farkı çıta olarak yapıştırılarak eklenir. Flanşdaki kavisler verilir.

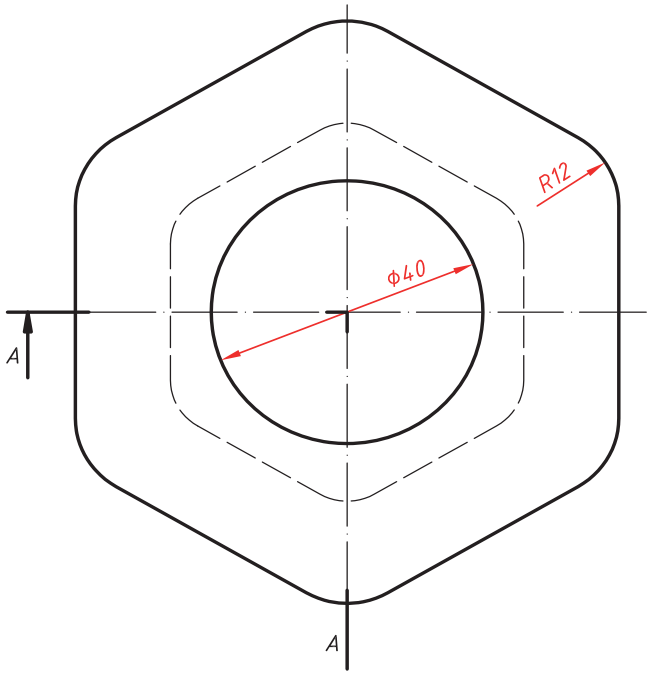
Maça sandığı, çeşitli ahşap işleme makinelerinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışılarak model resimlerine göre işlenir. Çeşitli makineler ve el takımlarıyla işlenen parçaların birbirine yapışması gereken kısımları tutkallanarak modelleme tamamlanır. Topuk maçalı model ve maça sandığı ölçü kontrolleri yapılarak üst yüzey işlemleri uygulanır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29541

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.1
KONU	5.1. TOPUK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

KAPAK







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Model teknik resmi*
2. *Kalem*
3. *Silgi*
4. *Bilgisayar*
5. *CAD programı*
6. *Taşınır bellek*

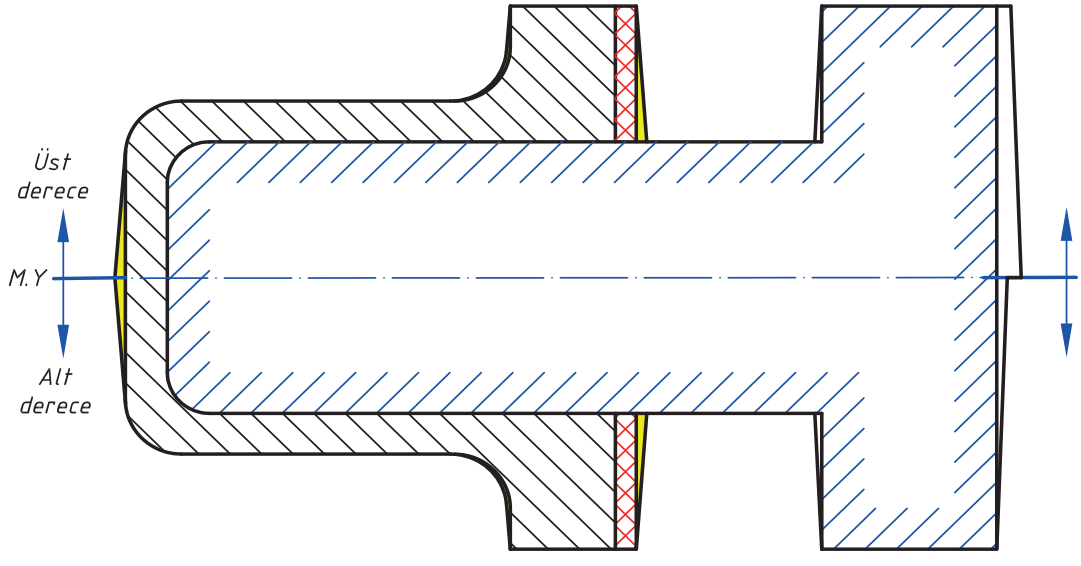
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Topuk maçalı kapak parçasının verilen imalat resmine göre üç boyutlu orijinal parça resmini katı modelleme programında çizerek kaydediniz (**Görsel 5.2**).*
3. *Orijinal parça resmini farklı kaydedip model resmine dönüştürmeye başlayınız.*
4. *Farklı kaydedilen orijinal parça resminden iki boyutlu teknik resim görünüşlerini elde ediniz .*
5. *Topuk maçalı kapak iki boyutlu kesit ön görünüş resmi üzerinde imalat resminde belirtilen işleme paylarını yüzeylere ölçü ilavesi olacak şekilde gösteriniz (**Görsel 5.3**).*
6. *Mala yüzeyini (kalıp ayırma yüzeyi) meslek resim kurallarına uygun olarak gösteriniz (**Görsel 5.3**).*
7. *Topuk maçalı modelin kumdan kolay çıkışını sağlamak için gerekli eğim ve koniklikleri, topuk maça ve maça başı ilavelerini, dökme demir çekme miktarını %1 olarak ekleyerek kaydediniz (**Görsel 5.3**).*
8. *Topuk maçalı model resminin ölçülerini, kalıplama sayılarını dikkate alarak modelin yapılacağı malzemelerin seçimini yapınız.*
9. *Topuk maçalı kapak modelinin hangi malzemeden yapılacağını kararlaştırınız.*
10. *Topuk maçalı kapak modelinin parçalarının birleştirilmesini ifade edecek model yapım resmini oluşturunuz ve kaydediniz (**Görsel 5.4**).*
11. *Topuk maçalı model resminden faydalanarak üç boyutlu çizim programında önce maçayı elde ediniz. Sonrasında maçadan, maça sandığı oluşturup kaydediniz (**Görsel 5.5**).*
12. *Model ve maça sandığı kalıplama etüdünü yaparak derece içerisinde yolluk sistemi, model kalıptan çıkmış, maça yerleştirilmiş şekilde üç boyutlu resmini çizip kaydediniz (**Görsel 5.6**, **Görsel 5.7**).*
13. *Çizdiğiniz resimleri bilgisayarınızın masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.*
14. *Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.*

TOPUK MAÇALI KAPAK ORİJİNAL PARÇA VE MODEL RESMİ

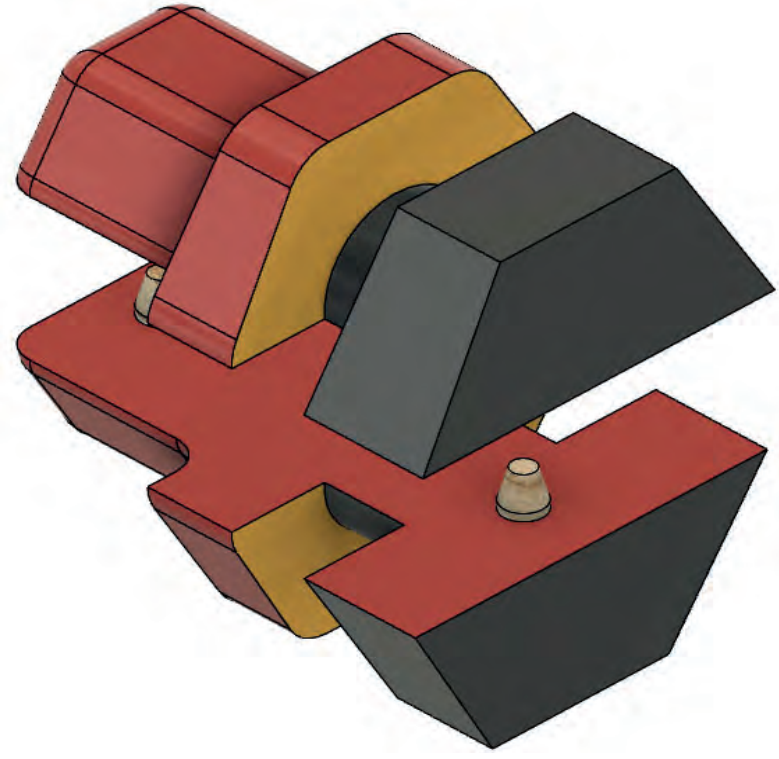


Görsel 5.2: Topuk maçalı modelleme orijinal parça

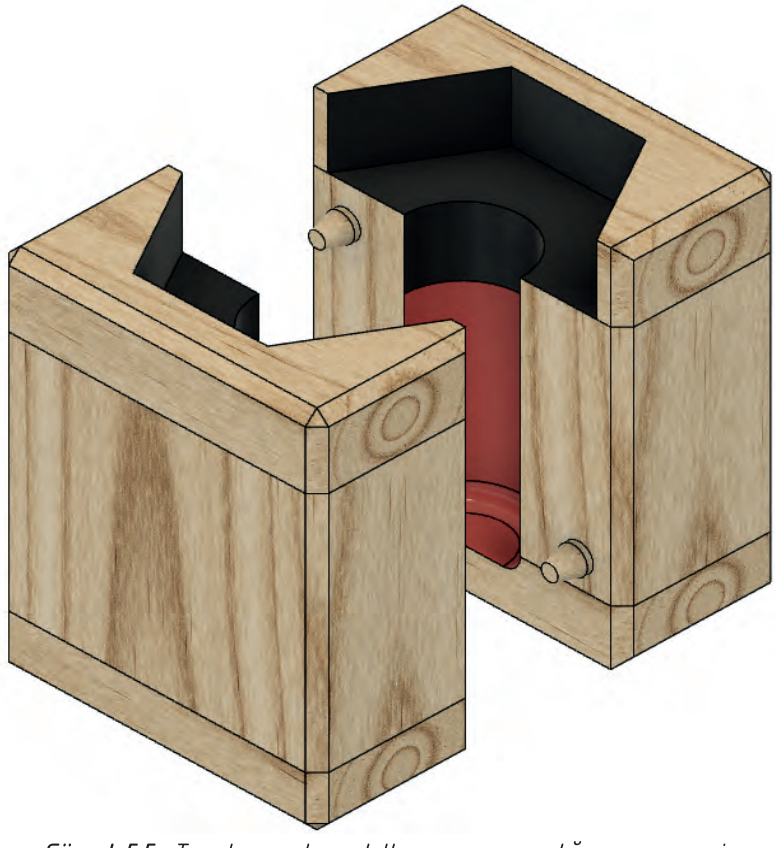


Görsel 5.3: Topuk maçalı modelleme model resmi

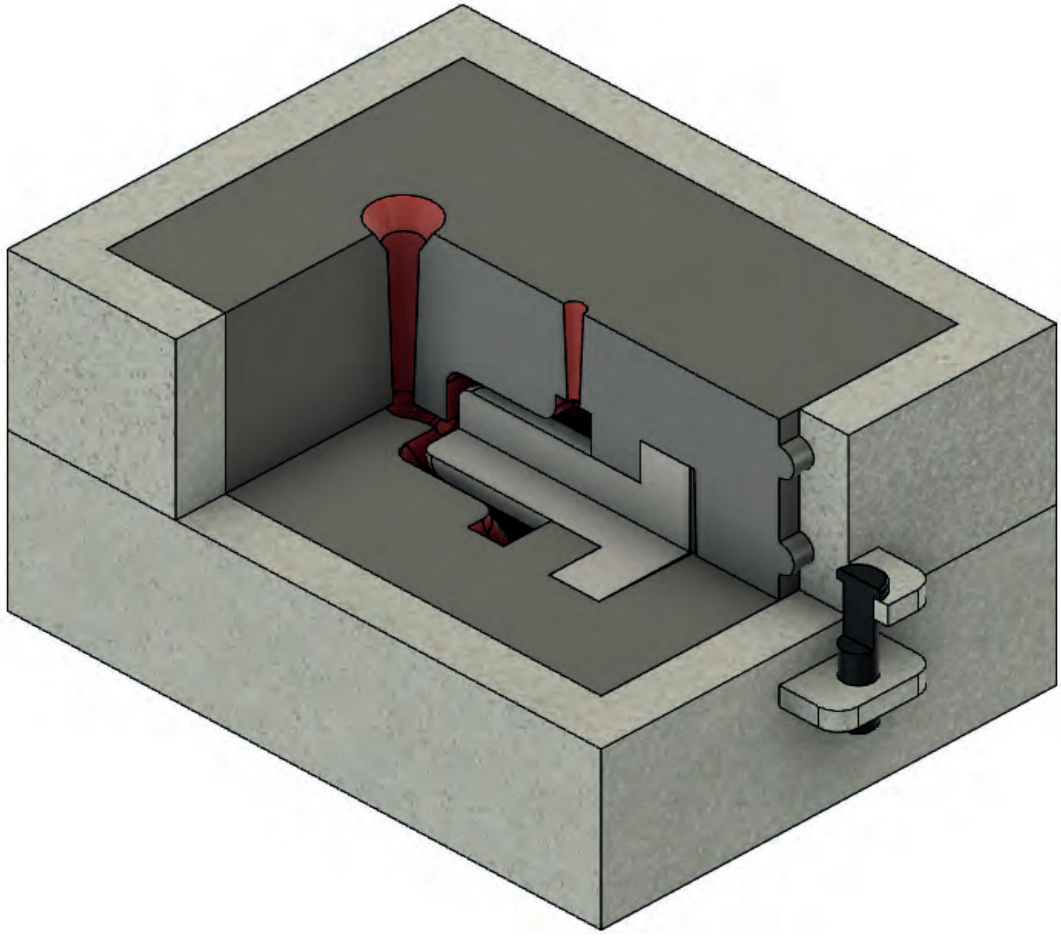
TOPUK MAÇALI KAPAK MODEL YAPIM RESMİ



Görsel 5.4: Topuk maçalı modelleme model yapım resmi



Görsel 5.5: Topuk maçalı modelleme maça sandığı yapım resmi



Görsel 5.6: Topuk maçalı modelleme kalıplama etüdü

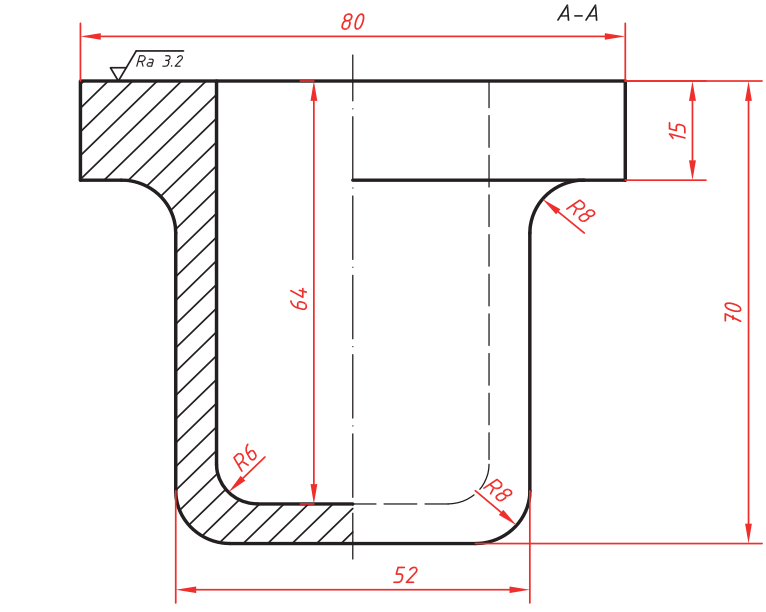


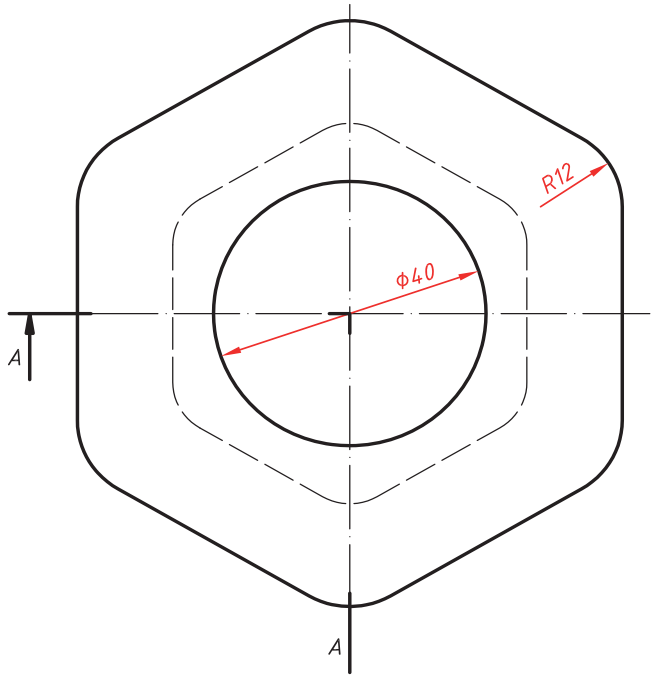
Görsel 5.7: Topuk maçalı modelleme döküm sonrası

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.2
KONU	5.2. TOPUK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29542

KAPAK







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

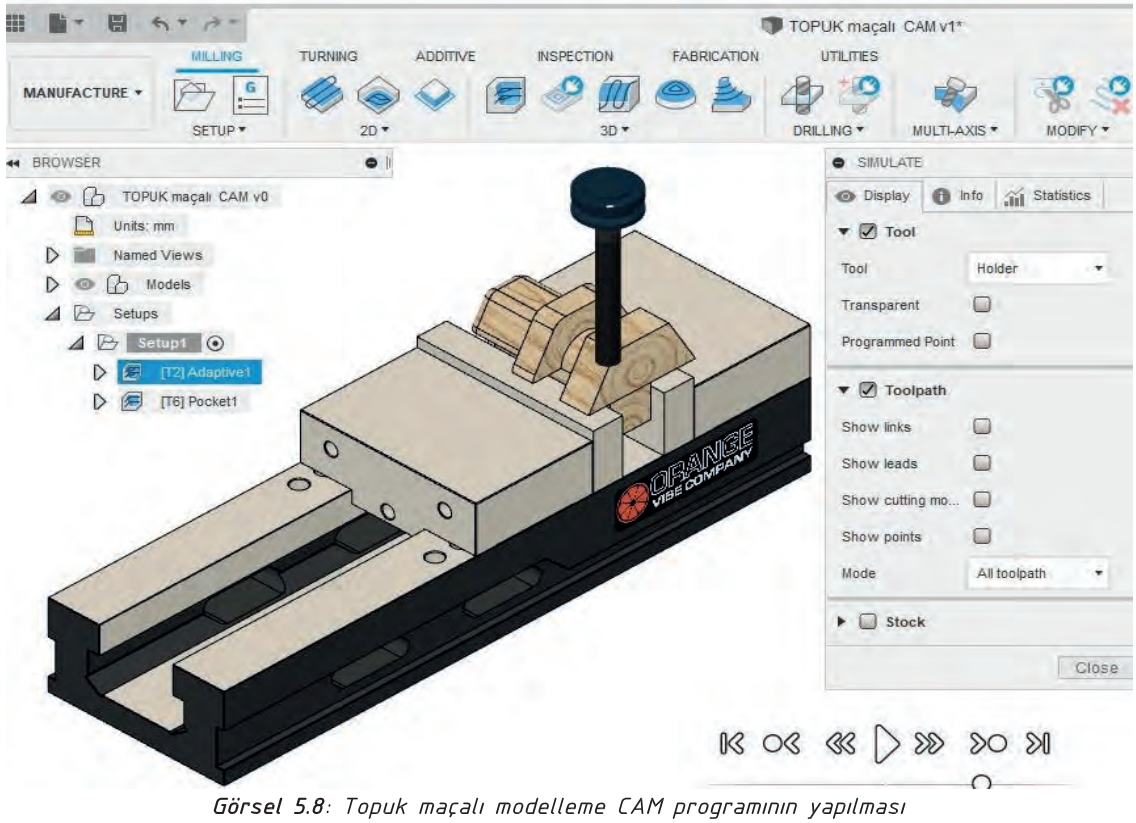
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	Cam Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

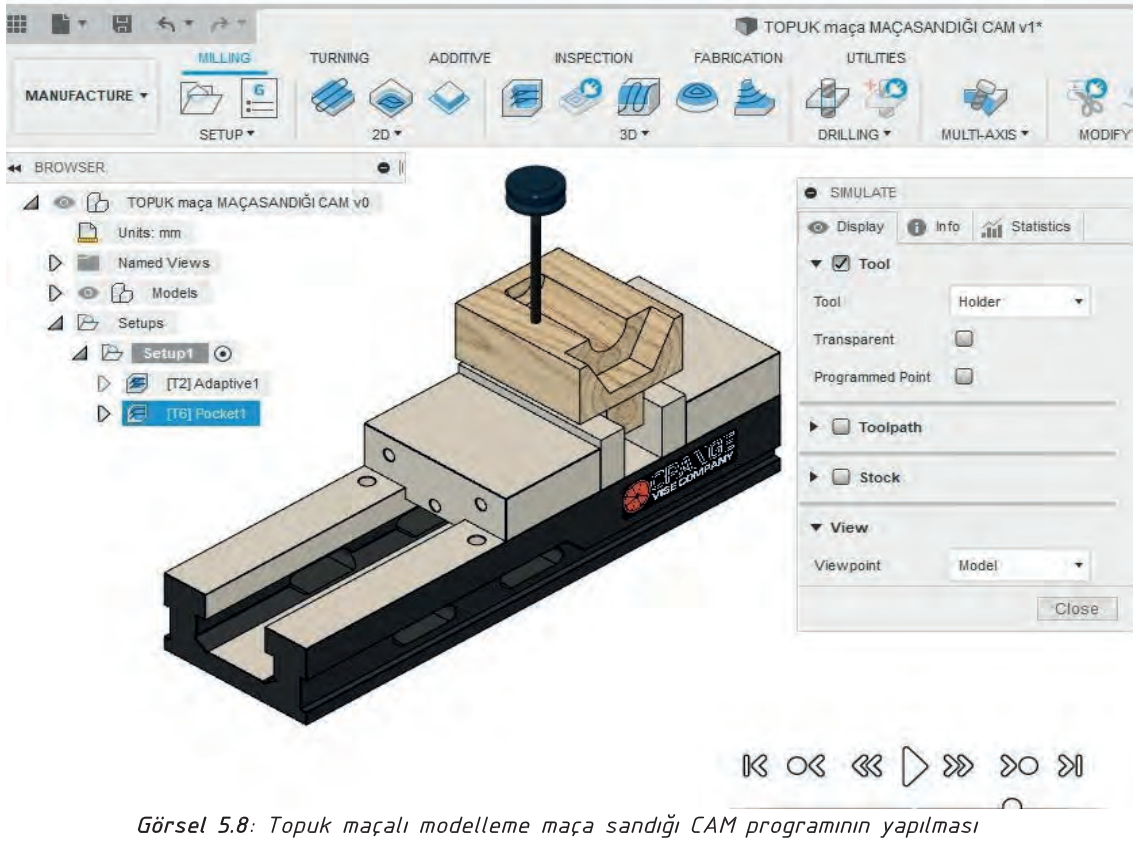
1. *Model resimleri*
2. *Maça sandığı resimleri*
3. *Kalem*
4. *Silgi*
5. *Bilgisayar*
6. *CAD-CAM programı*
7. *Taşınır bellek*

İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.*
3. *Topuk maçalı kapak modelini bir önceki sayfadaki resimlerde görüldüğü gibi iki parça halinde yapınız. (**Görsel 5.4**). Maça sandığını, yapım resmindeki gibi iki parça halinde CAM programında G kodlarını çıkarıp üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz (**Görsel 5.5**).*
4. *Topuk maçalı kapak modelini işlemek için **Manufacture** (İmalat) CAM modülüne geçiniz (**Görsel 5.8**).*
5. ***Setup** (Kurulum) sekmesini açıp **New Setup** (Yeni Kurulum) seçiniz. Burada makine tipi olarak **Milling** (Freze) seçiniz.*
6. *Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (Ham Parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (İş Parçası Sıfır Noktasını), **Fixture** (Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.*
7. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (Uyarlanabilir Temizleme) sekmesini açınız.*
8. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.*
   a) *Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.*
   b) *Parça geometrisini seçiniz.*
   c) *İşleme yüksekliklerini seçiniz.*
   d) *Kesme ayarlarını yapınız.*
   e) *Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.*
   f) *Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.*
   g) *Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.*
9. *G kodlarını çıkarmak için programda **Post Process** (İşlem Sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
10. *Daha sonra **Post** (İşlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
11. *Topuk maçalı kapak modeli için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*
12. *Maça sandığını işlemek için **Manufacture** (İmalat) CAM modülüne geçiniz (**Görsel 5.9**).*
13. ***Setup** (Kurulum) sekmesini açarak **New Setup'ı** (Yeni kurulum) seçiniz. Burada makine tipi olarak **Milling** (Freze) seçiniz.*
14. *Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (Ham Parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (İş Parçası Sıfır Noktasını), **Fixture** (Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.*
15. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (Uyarlanabilir Temizleme) sekmesini açınız.*
16. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.*
   a) *Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.*
   b) *Parça geometrisini seçiniz.*
   c) *İşleme yüksekliklerini seçiniz.*
   d) *Kesme ayarlarını yapınız.*
   e) *Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.*
   f) *Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.*
   g) *Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.*
17. *Maça sandığı iki parça olduğu için her parça için ayrı ayrı CAM yaparak G kodlarını çıkarınız.*
18. *G kodlarını çıkarmak için programda **Post Process** (İşlem Sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
19. *Daha sonra **Post** (İşlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
20. *Maça sandığı parçaları için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*



Görsel 5.8: Topuk maçalı modelleme CAM programının yapılması

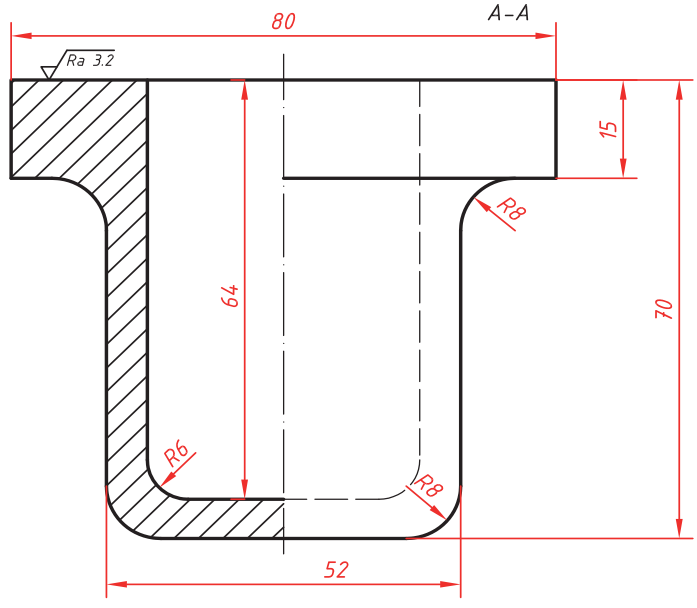


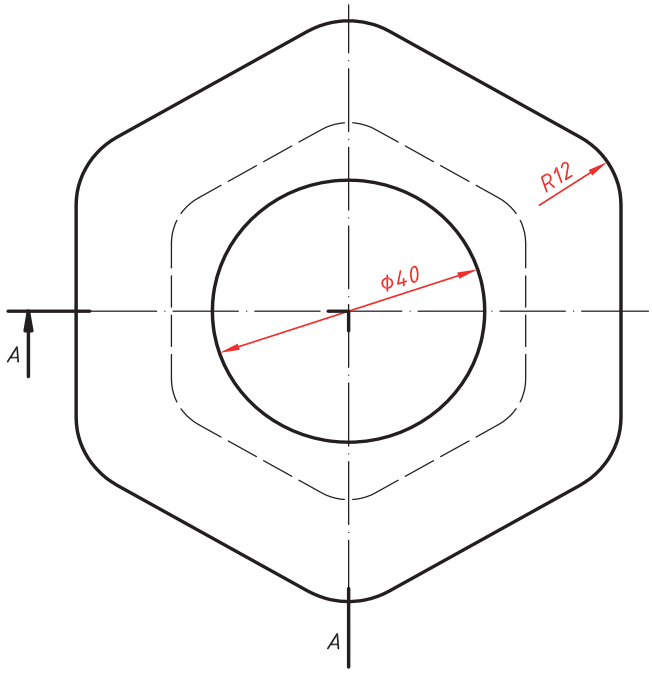
Görsel 5.8: Topuk maçalı modelleme maça sandığı CAM programının yapılması

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29543

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.3
KONU	5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

TOPUK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	.... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	.... /.... / 20.....		

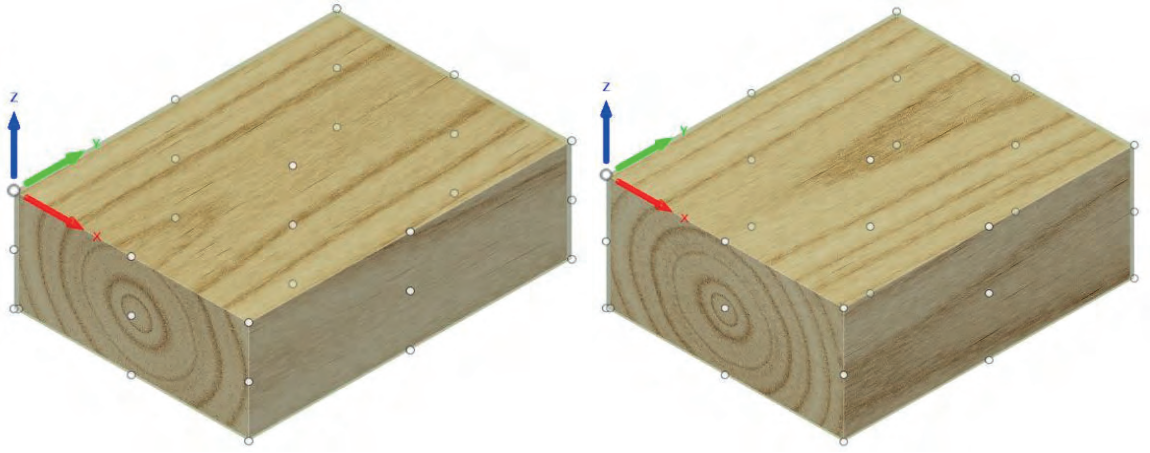
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgahını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgaha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Matkap tezgâhı
6. CNC freze makinesi
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçaları
9. Çekmeli metre veya kumpas
10. Zımpara
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner
14. Taşınır bellek

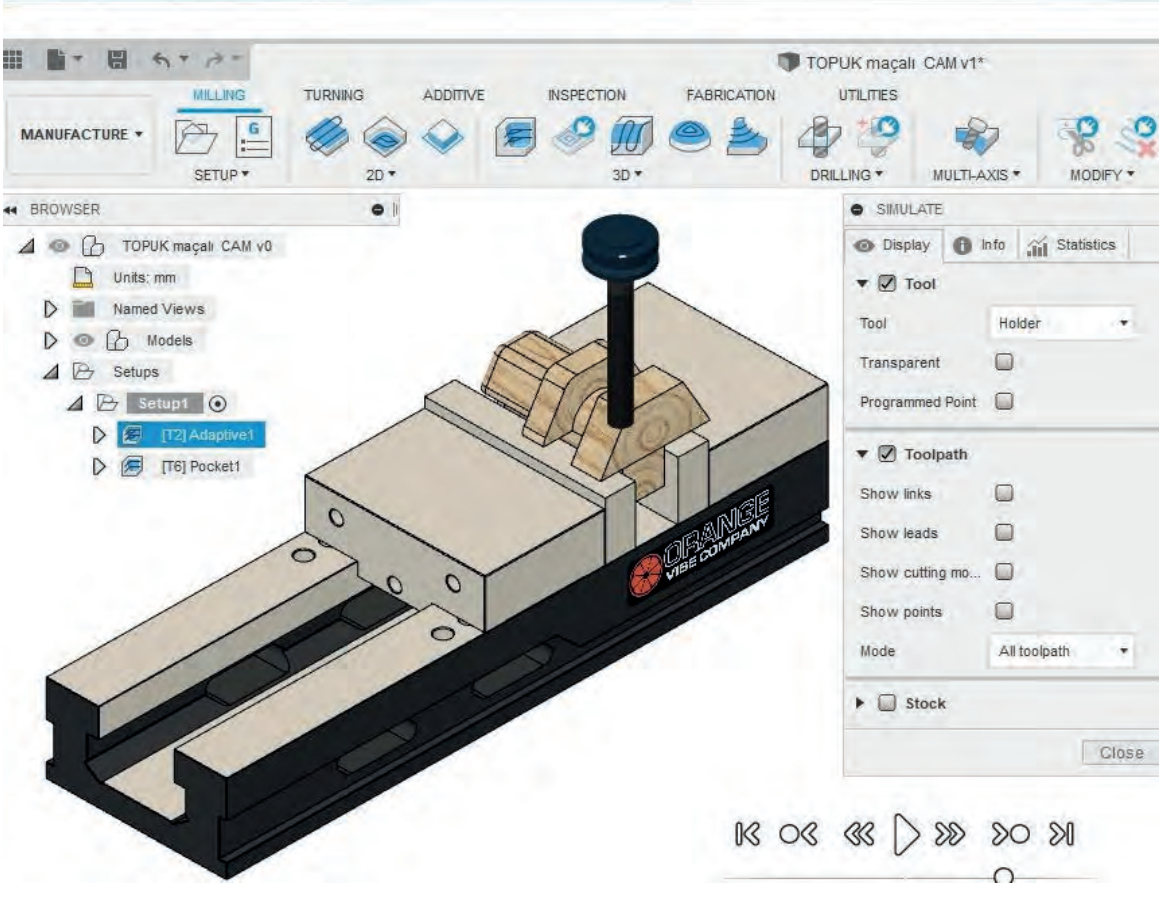
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Topuk maçalı model ve maça sandığını CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine göre şerit testere, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız.
3. Topuk maçalı model için 130x94x42 mm ölçülerinde iki adet, maça sandığı için 135x110x55 mm ölçülerinde iki parça hazırlayınız (**Görsel 5.10**).
4. İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.
5. Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçü aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.
6. Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.
7. Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.
8. Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.
9. CAM programında topuk maçalı model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamalarını yapınız.
10. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız (**Görsel 5.11**).
11. Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
12. Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde mengeneye bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.
13. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.
14. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.
15. Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak topuk maçalı modeli işleyiniz (**Görsel 5.11**).
16. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
17. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları varsa tespit ediniz.
18. Üretimi tamamlanan topuk maçalı kapak modelinin özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle gerekli ölçme işlemini yapınız.
19. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
20. Topuk maçalı modelin ve tezgâhın temizliğini yaparak üst yüzey çalışmalarını tamamlayıp boyayınız ya da vernikleyiniz (**Görsel 5.13**).



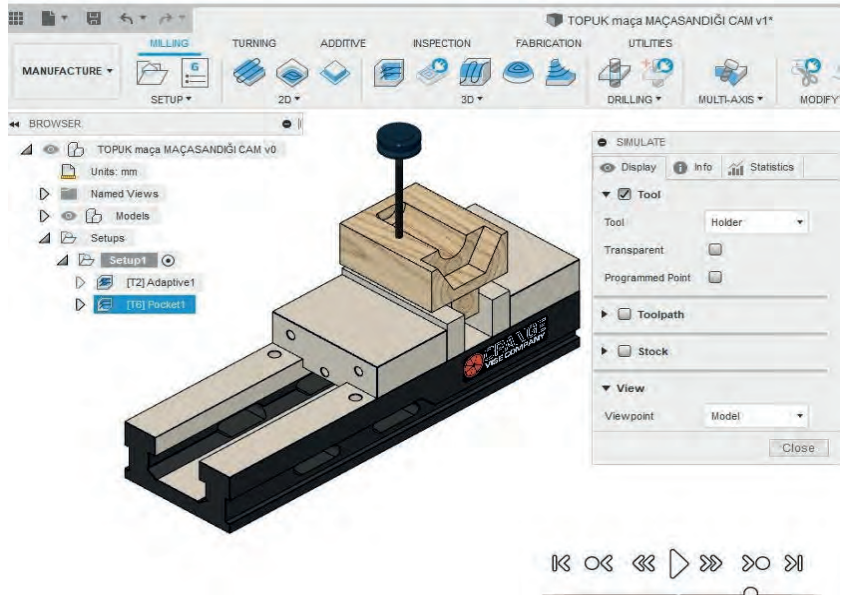
Model stok parça Maça sandığı stok parça

Görsel 5.10: Topuk maçalı modelleme ve maça sandığı için stok parçalar



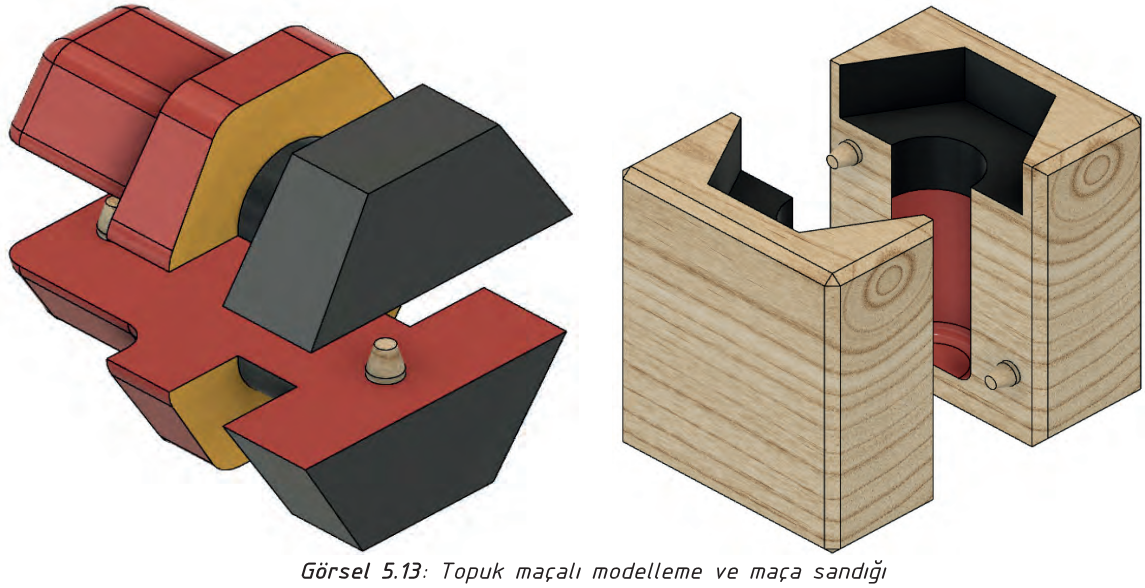
Görsel 5.11: Topuk maçalı modellemenin CNC freze tezgâhında işlenmesi

21. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile topuk maçalı modelin maça sandığı stok parçasını bağlayınız.
22. CAM programında üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
23. Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Bir nolu takımın dış yüzeyini maça sandığı stok parçasına X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra maça sandığı stok parçası üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.



Görsel 5.12: Topuk maçalı modelleme maça sandığının CNC freze tezgâhında işlenmesi

24. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini gerçekleştiriniz.*
25. *CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.*
26. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak maça sandığının yarısını işleyiniz (**Görsel 5.12**).*
27. *Maça sandığının diğer yarısını tezgâh mengenesine bağlayıp aynı işlemleri gerekiyorsa tekrar yaparak sıfırlamasını kontrol ediniz.*
28. *Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
29. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları varsa tespit ediniz.*
30. *Üretimi tamamlanan topuk maçalı kapak modeli, maça sandığı parçalarının özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle gerekli ölçme işlemini yapınız.*
31. *Kullanılan donanım, tezgâh ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
32. *Maça sandığının dağıtılıp toplanmasını sağlamak amacıyla pimlenmesini yapınız.*
33. *Topuk maçalı model ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz (**Görsel 5.13**).*

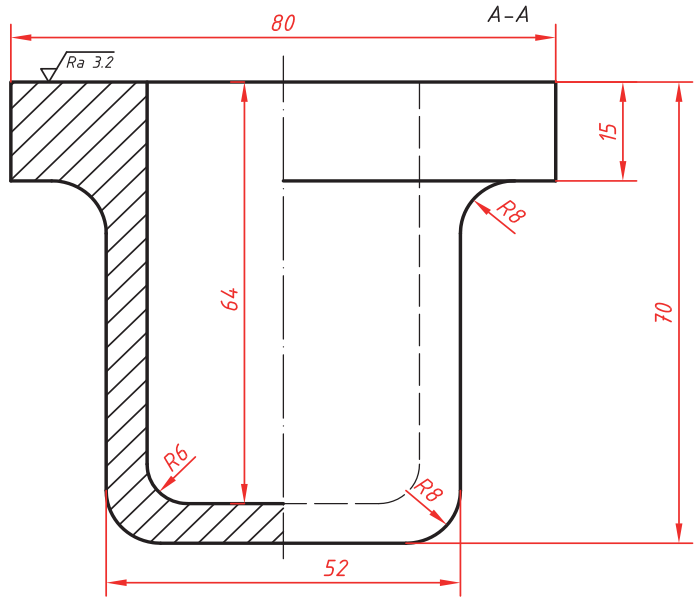


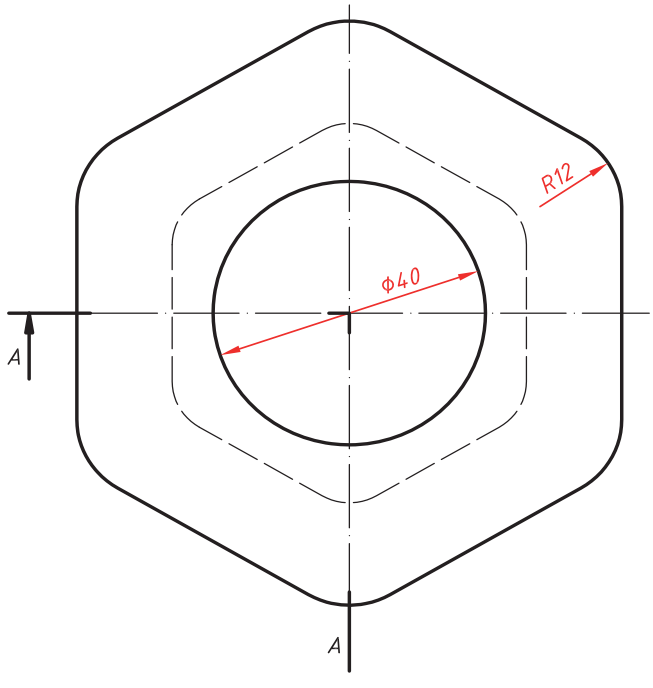
Görsel 5.13: Topuk maçalı modelleme ve maça sandığı

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29544

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.4
KONU	5.2. TOPUK MAÇALI MODELLEMENİN İŞLEME OPERASYONUN OLUŞTURULMASI 5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

TOPUK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI 3D YAZICIDA YAPMA







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

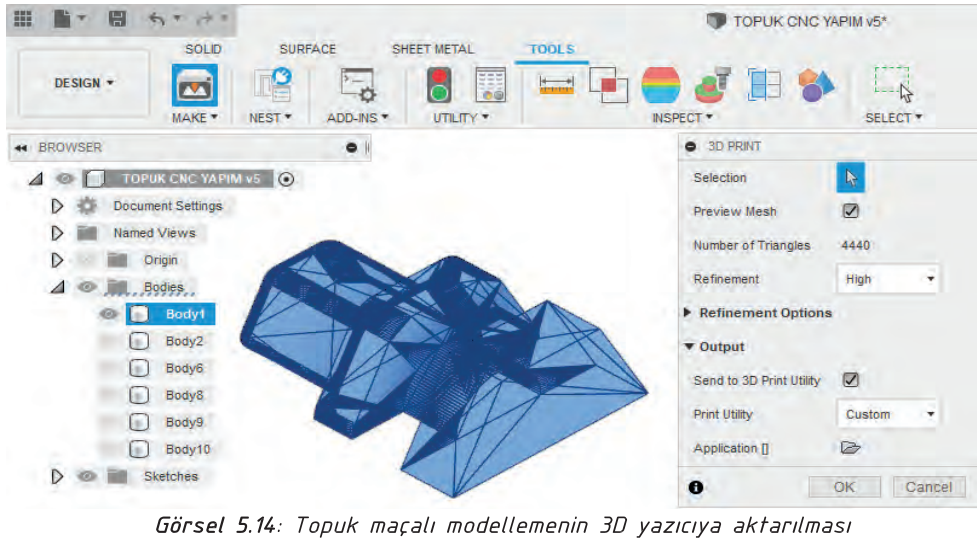
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Proğrama Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. 3D Yazıcı (3D Printer)
2. PLA veya ABS filament
3. Bilgisayar
4. CAD-CAM programı
5. Model ve maça sandığı resimleri
6. Taşınır bellek
7. Çekmeli metre veya kumpas
8. Zımpara
9. Kalem
10. Silgi
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner

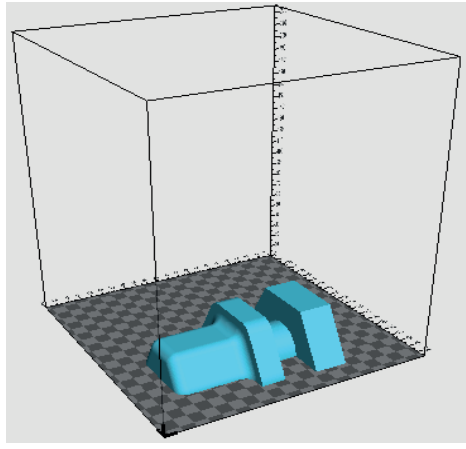
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve 3D yazıcıları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Topuk maçalı model ve maça sandığını, 3D yazıcılarda yapabilmek için CAD programında üç boyutlu çizimlerini hazırlayınız.
3. Topuk maçalı modeli yapmak için katı modelleme programında **Tools** (Araçlar) sekmesi açılarak burada **Make** (yapma) altındaki 3D printeri seçiniz.
4. Açılan pencerede topuk maçalı modeli seçerek **Preview Mesh** (Ön İzleme Ağı) işaretli, **Refinement** (ayrıntılandırma) **High** (yüksek), **Medium** (Orta), **Low** (Düşük), **Custom** (Özel) olacak şekilde her hangi birini seçiniz. **Printer Utility** (Yazıcı Yardımcı Programı) kısmında **Custom** (Özel) ayarlanıp **Application** (Uygulama) masaüstünden yazıcı programını seçip modeli yazıcı programına aktarınız (**Görsel 5.14**).
5. Ayrıca üç boyutlu katı modelleme programlarında çizilen parçalar STL formatında kaydedip ilgili yazıcı programında açarak da yazdırma işlemi yapabilirsiniz.



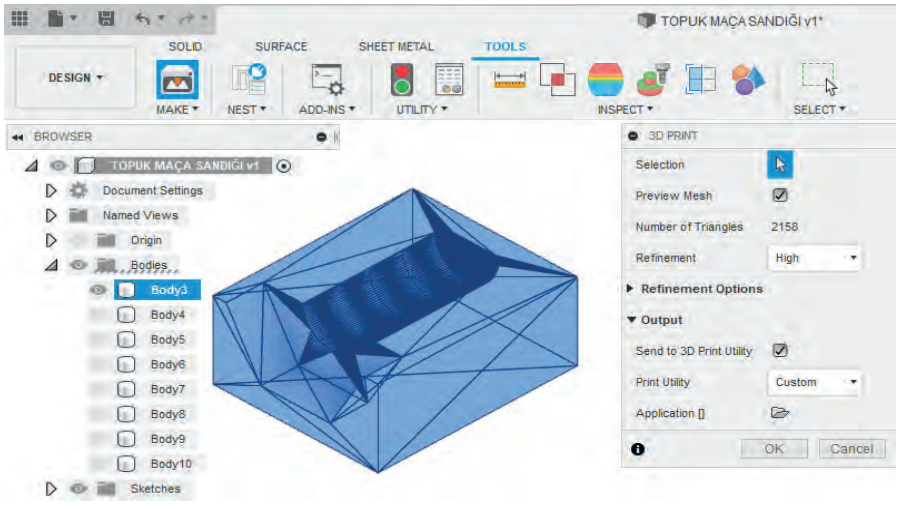
Görsel 5.14: Topuk maçalı modellemenin 3D yazıcıya aktarılması

6. Yazıcı programına aktarılan topuk maçalı modeli öncelikle yazdırma konumuna döndürerek zemine oturacak şekilde ayarlayınız.
7. Modeli, yazıcı kabini içerisinde uygun olacak yere ayarlayınız.
8. Model, çoğaltma veya ölçekleme ile küçültmek isteniyorsa bu işlemleri yapınız. Topuk maçalı modeli malzemeden tasarruf etmek amacıyla 1/2 ölçekleyiniz (**Görsel 5.15**).
9. Daha sonra yazıcı modelini seçerek modeli baskıya hazırlayınız.
10. Topuk maçalı modeli baskıya hazırlama kısmında hangi malzemeden yapılacağını, katman kalınlığını, destek yoğunluğunu, destekleyici taban olup olmayacağını, yüzde olarak iç doluluk miktarını ayarlayarak dilimle sekmesini çalıştırınız.
11. Model, ekranda katmanlar halinde oluşturulduktan sonra baskı detaylarında ne kadar sürede yazılacağını, malzeme miktarını gözlemleyiniz (**Görsel 5.15**).
12. Ayarlamalar sonrası elde edilen G kodlarını taşınır belleğe kaydediniz.



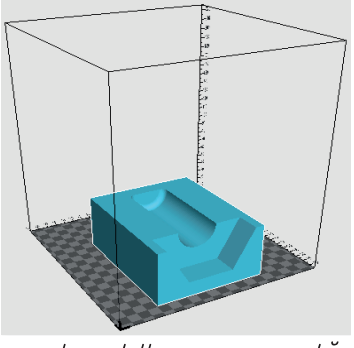
Görsel 5.15: Topuk maçalı modellemenin 3D yazıcıda yapımı

13. *3D yazıcıyı çalıştırıp taşınır belleği takarak ön ısıtmaları yaptıktan sonra uygun filamenti takınız.*
14. *Topuk maçalı modelin G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.*
15. *Modeli 3D yazıcıda üretiniz.*
16. *Modelin üst yüzey işlemlerini yapınız (**Görsel 5.15**).*



Görsel 5.16: Topuk maçalı modelleme maça sandığının 3D yazıcıya aktarılması

17. *3D yazıcıyı kullanarak maça sandığını yapmak için topuk maçalı model yapımında izlenen yolları takip ederek maça sandığının yarısını yapınız (**Görsel 5.16**).*
18. *Maça sandığının diğer yarısını da aynı yolu takip ederek yapınız.*
19. *Maça sandığı pimlerini rahat çalışabilir hale getiriniz.*
20. *Topuk maçalı kapak model ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz (**Görsel 5.17**).*

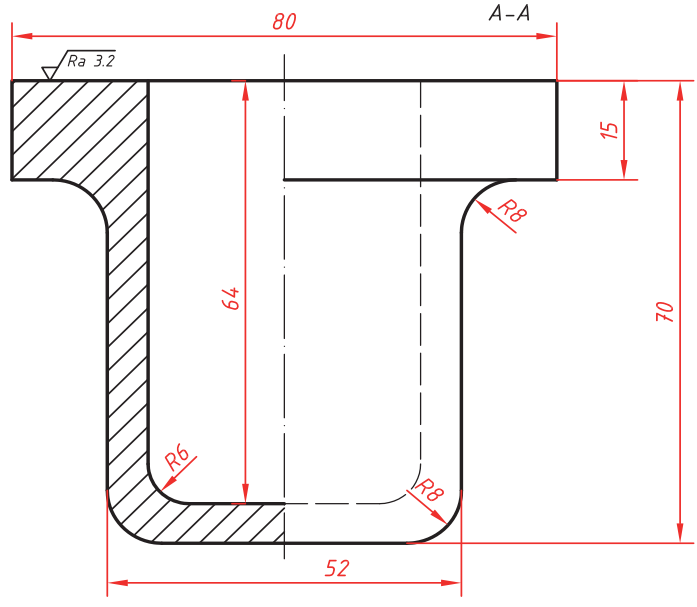


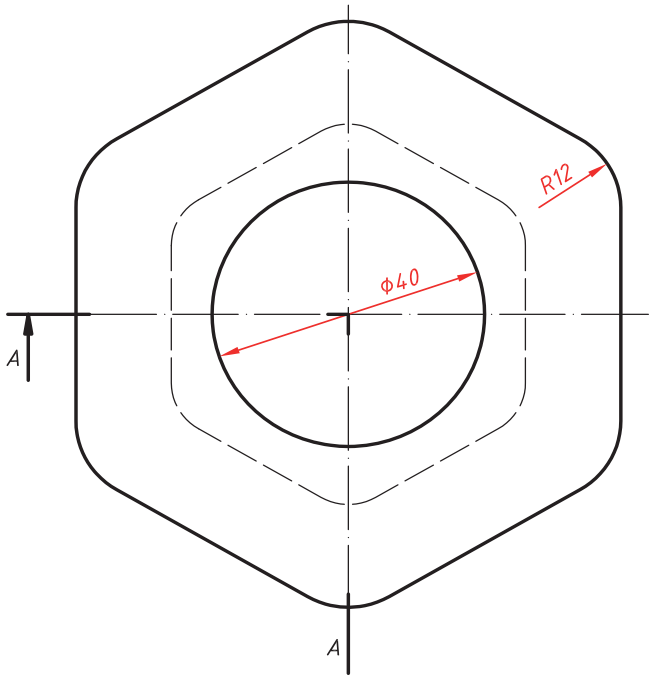
Görsel 5.17: Topuk maçalı modelleme maça sandığının 3D yazıcıda yapımı

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.5
KONU	5.3. TOPUK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29545

TOPUK MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

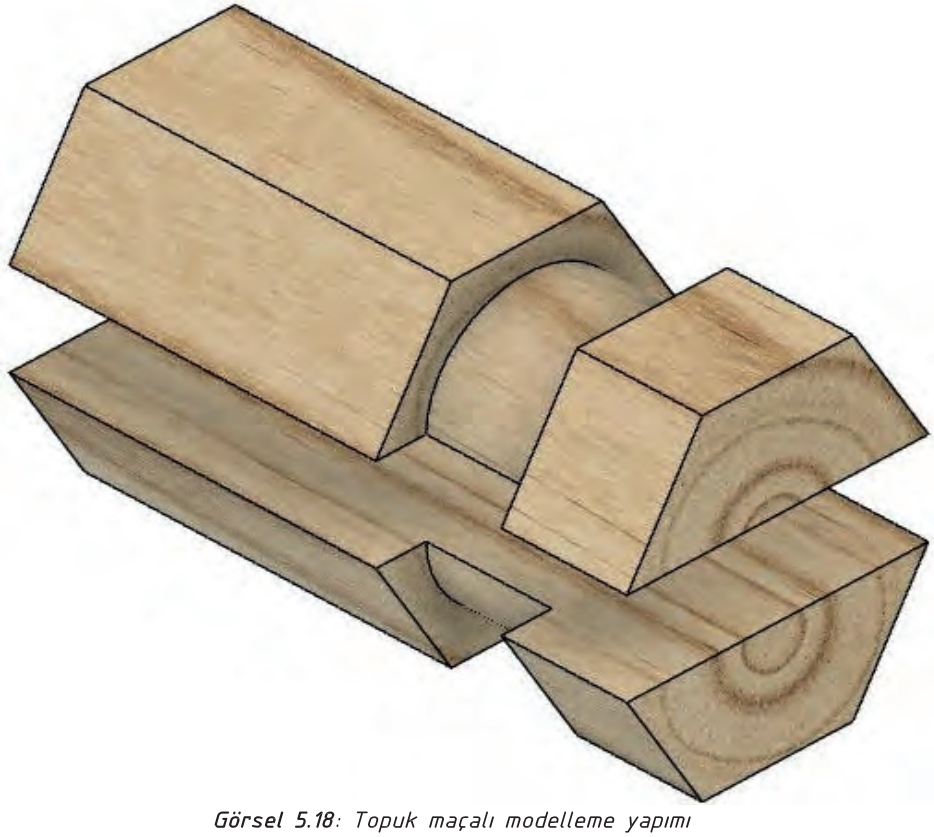
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

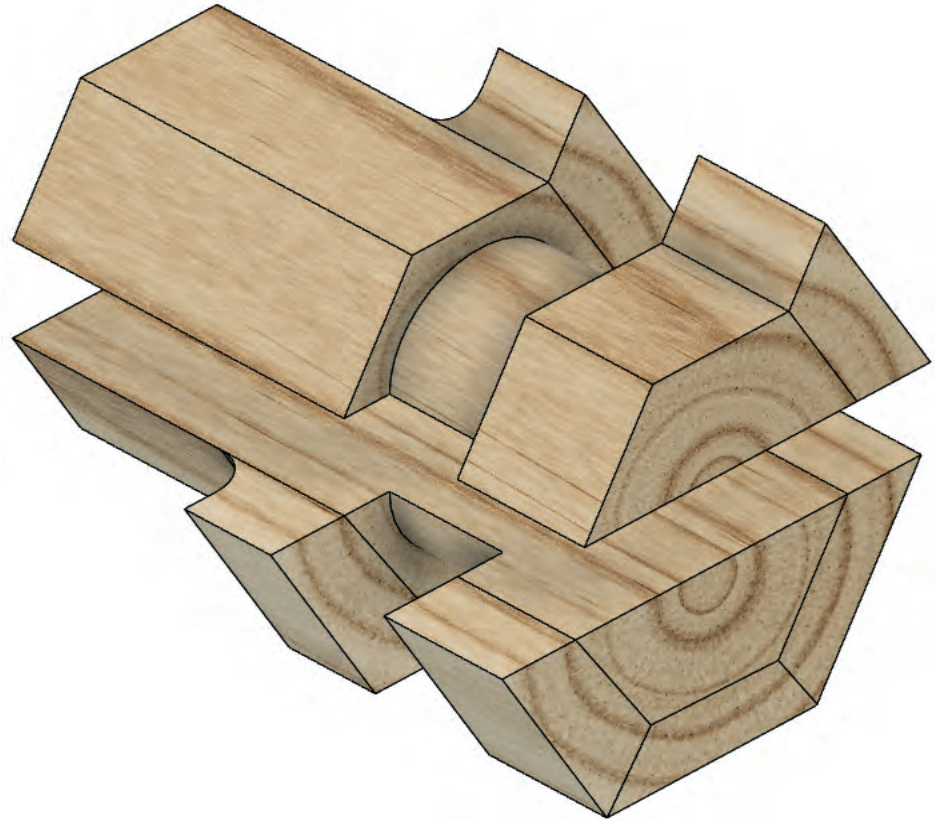
1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Ağaç torna makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçası
9. Sert uçlu kurşun kalem
10. Çekmeli metre veya kumpas
11. Pergel
12. Gönye
13. Çizecek
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

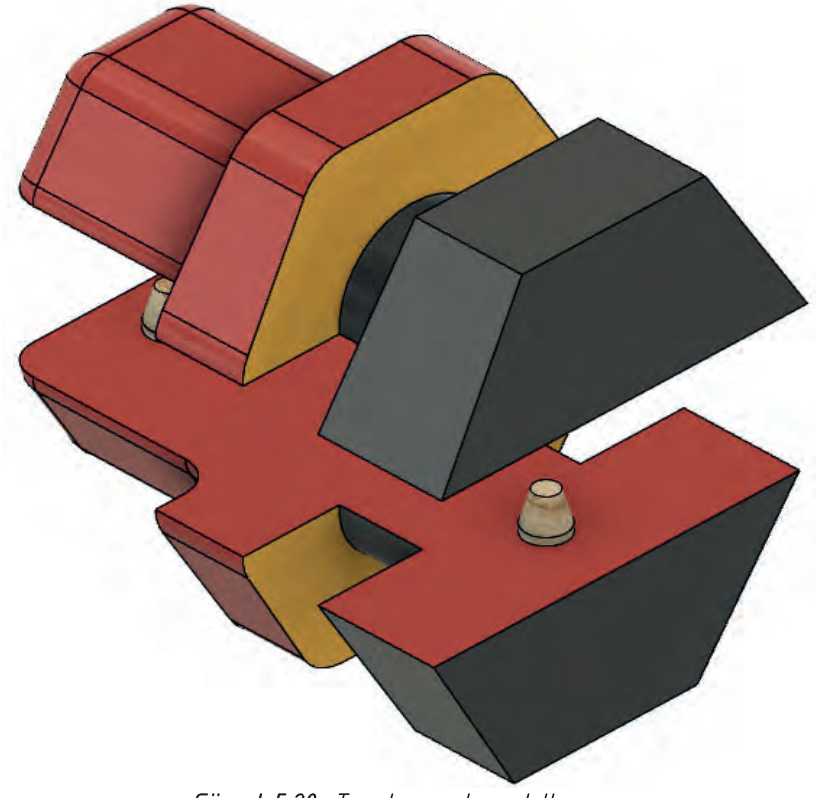
1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Topuk maçalı kapak modeli, kalıplanma şekli itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Kapak modeli ve maça sandığı yapım resmine göre parça listesini israf etmeden hazırlayınız.
   - A Topuk maçalı model ve maça başı için 130x64x26 mm olacak şekilde 2 adet
   - B Topuk maçalı model ve maça başı için 700x27x14 mm olacak şekilde 1 adet
   - A Maça sandığı için 110x25x55 mm olacak şekilde 2 adet
   - B Maça sandığı için 110x88x55 mm olacak şekilde 2 adet
   - C Maça sandığı için 110x20x55 mm olacak şekilde 2 adet.
5. Öğrencilerle birlikte ahşap işleme makinelerini kullanarak listedeki parçaları hazırlayınız.
6. Topuk maçalı kapak modeli parçalarını geniş yüzeyler birbirine gelecek şekilde mengeneye sıkıştırarak modelin altıgenlerini marka ediniz. Markaladığınız parçaları ayırarak çizgileri gönye yardımı ile diğer uca taşıyınız.
7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak topuk maçalı kapak modeli parçalarını daire testere makinesinde model yapım resmi ölçülerine göre açılarında kesiniz (**Görsel 5.18**).
8. Maça başının silindir kısmını elde törpü, eğe veya torna makinesinde oluşturunuz (**Görsel 5.18**).
9. Hazırladığınız çıtalarla modelin flanşını ve maça başının topuk kısmını yapıştırarak flanşın radyusunu oluşturunuz (**Görsel 5.19**).
10. Maça sandığı parçalarını 110x25, 110x88, 110x20 mm ölçüleri birbirine gelecek şekilde mengeneye sıkıştırarak maça başı ve delik çapına uygun markalayınız. Markaladığınız parçaları ayırarak çizgi uçlarını gönye yardımı ile birleştiriniz.
11. Maça sandığı parçalarını şerit testere makinesinde çizgilere uygun şekilde boşaltıp temizliğini yaparak yapıştırınız.
12. Modelin ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz (**Görsel 5.20, Görsel 5.21**).
13. İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve çalışma ortamını temizleyiniz.



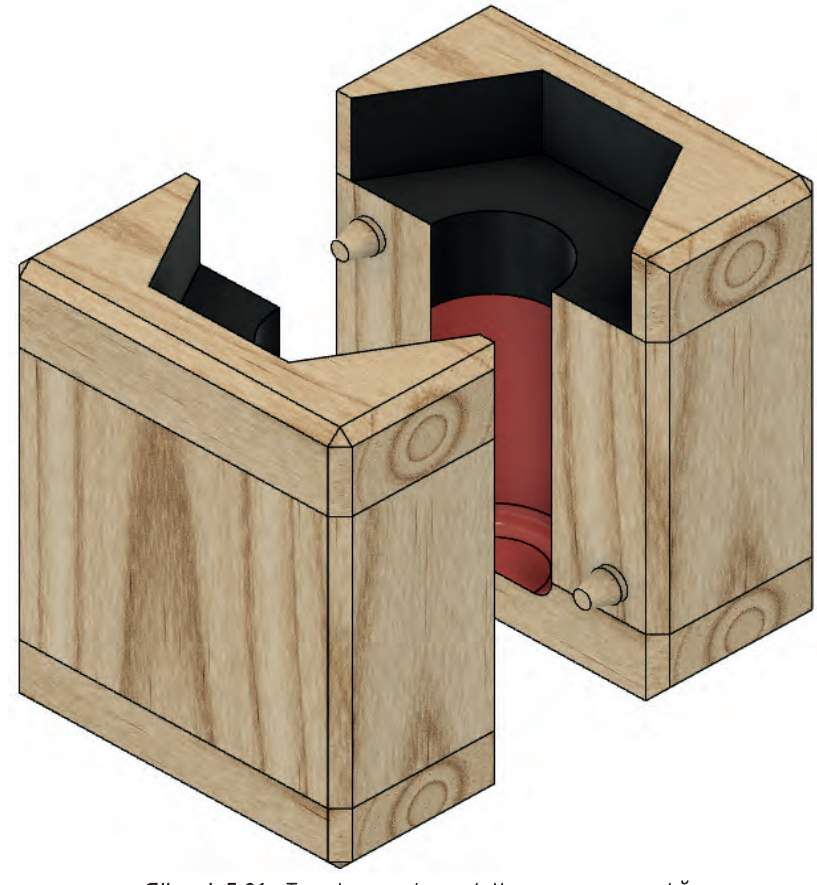
Görsel 5.18: Topuk maçalı modelleme yapımı



Görsel 5.19: Topuk maçalı modellemenin çıtalarının montajı



Görsel 5.20: Topuk maçalı modelleme

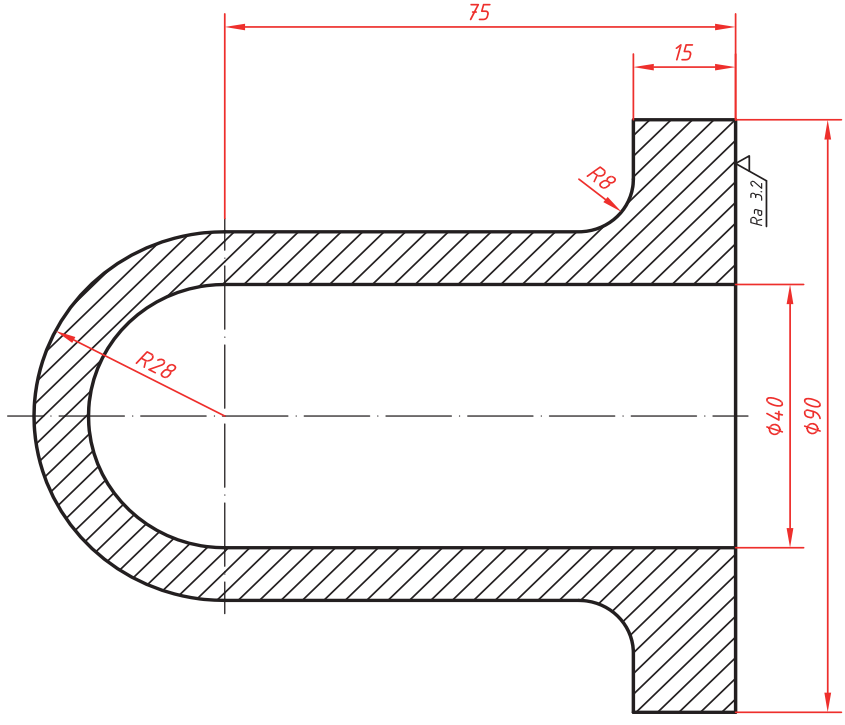


Görsel 5.21: Topuk maçalı modelleme maça sandığı

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29546

KAPAK





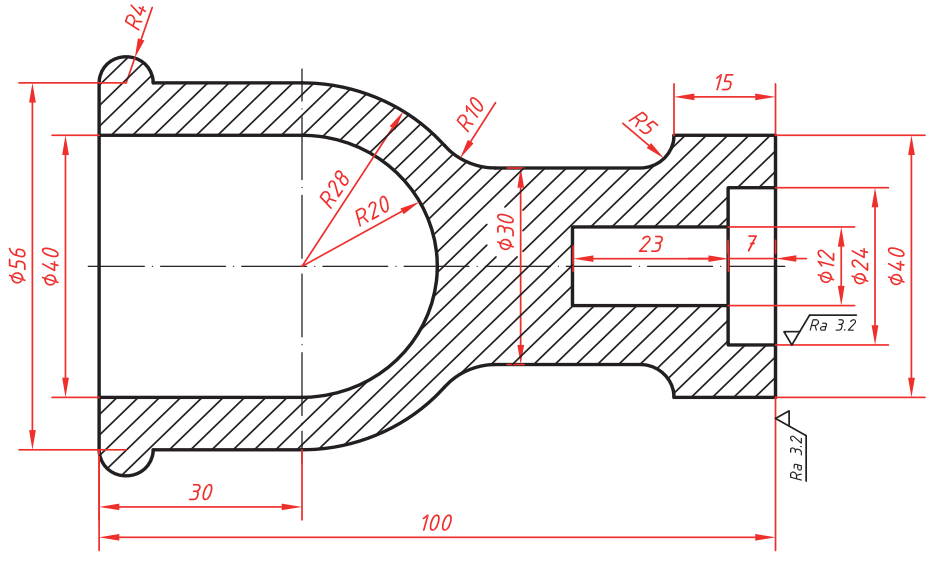
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29547

ÖĞRENME BİRİMİ	5. TOPUK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 5.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

BAĞLANTI PARÇASI





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

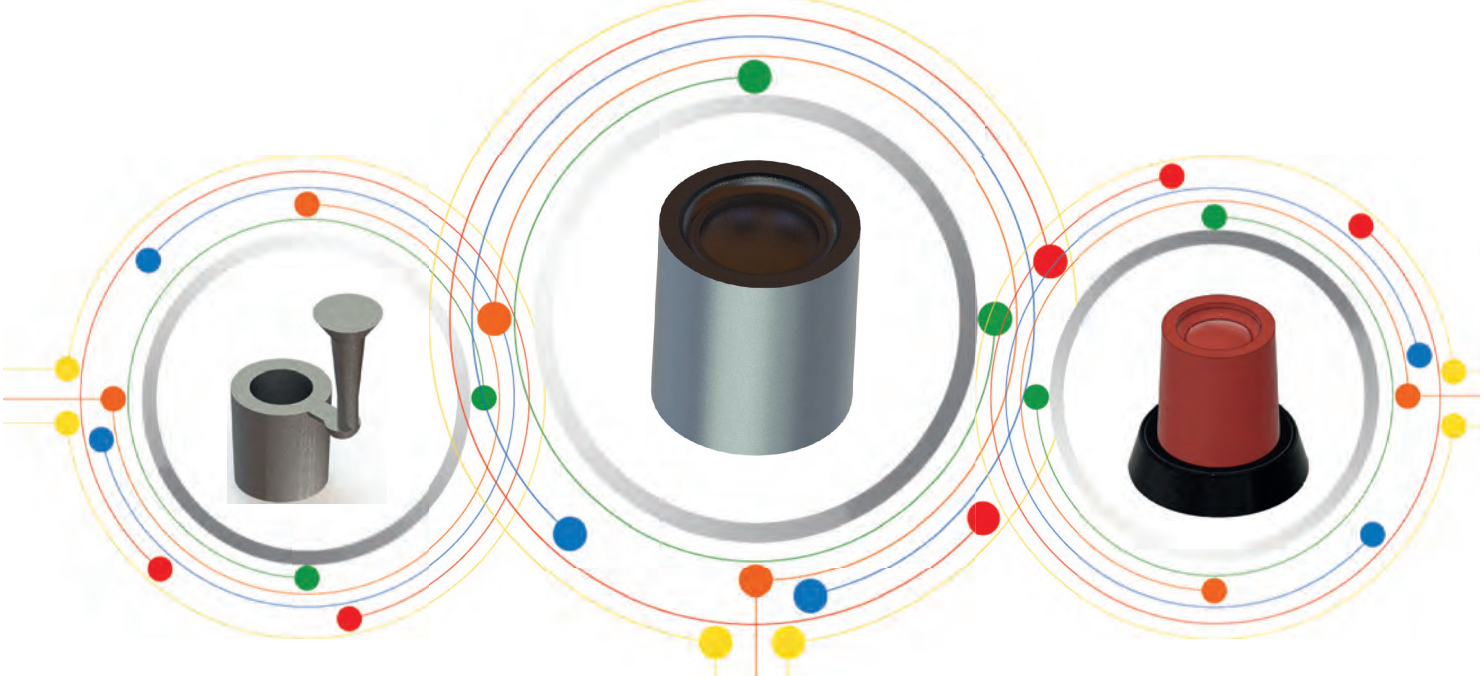
ÖĞRENME BİRİMİ

6

ASMA MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

asma maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, asma maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve asma maçalı modelleme yapmayı öğreneceksiniz.



6. ASMA MAÇALI MODELLEME

Modelin tümünün alt derecede kalıplanması istenildiğinde, kör iç boşlukların dik maçalarla meydana getirilmesinde kullanılan maçalı modellere, **asma maçalı model** denir.

Bu maçalara kapak maçalar da denir. Bu maça yapım tekniği genellikle iş parçasının ağız kısmının üst tarafa getirilmesiyle kalıplanan piston, kapak gibi makine parçalarının yapımında kullanılır. Özellikle işlenecek yüzeylerin alt derecede kalmasını istediğimiz kör delikli maçaların kalıplanmasında asma maçalar kullanılır. Büyük modellerde üst derece kapanmayacaksa kapak maça başı kısmı daha kalın yapılarak maça ağırlaştırılır. Maçanın yüzmesi engellenir. Yolluk düzeni maçanın üzerine yerleştirilir.

Asma maçalı modellerde alt maça başı yoktur. Asma maçalı model olarak tanımlanmasının nedeni, maçanın maça başının kenar uzantıları üzerinde asılı durumda kalmasındandır. Maça başı ölçüleri, dik maça tablosundaki üst maça başı ölçülerinden yararlanılarak maçayı dengeleyecek büyüklükte tespit edilir. Bu tip kalıplamalarda homojen yapılı bir döküm elde edilmesi avantaj; maçanın sarkması, maliyetin yükselmesi, kalıp içerisindeki gaz tahliyesinin zorluğu dezavantajdır.

6.1. ASMA MAÇALI MODELLEME RESIMLERINI CAD ORTAMINDA ÇIZME

Ülkemizde gelişmekte olan yerli sanayi ile birlikte gerekli olan imalat ve model yapım resimleri bilgisayar ortamına taşınmıştır. Bilgisayarın getirdiği kolaylık ve pratiklik çalışmalara ayrı bir kalite ve hız kazandırmıştır.

Bilgisayar destekli üç boyutlu tasarım; çizimlerin düzeltilmesini sağlama, çizimleri geliştirme, onları daha kolay saklama gibi kullanışlı özellikleri sayesinde işletmeler tarafından daha çok tercih edilir olmuştur.

Bu nedenle sektörün istediği nitelikte teknik eleman ihtiyacı bu programları bilen kişilerden karşılanacaktır. Modelcilik mesleğinin temel taşı olan çok iyi resim çizme ve çizilen resmi okumanın yanı sıra resimleri bilgisayar ortamına aktarma becerisi bu mesleğe başlayacaklara büyük avantajlar sağlamaktadır.

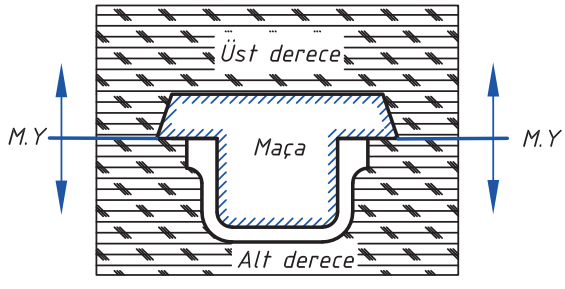
Mala yüzeyi model resminde, alt ve üst dereceler veya diğer dereceler (ana derece, orta derece, üst derece) gösterilerek çizilir. Belirlenen mala yüzeyine göre modelin kum kalıptan rahat çıkmasını sağlamak için yüzeylere eğim ve koniklik verilir.

Modeli yapılacak parça üç boyutlu olarak gerçek ölçülerinde bilgisayar ortamında çizilir. İmalat resmine göre üç boyutlu çizilen parça farklı kaydedilerek modelleme resmine dönüştürülür. Modelleme resminde maça başlarının ölçü ve konumları tespit edilerek üç boyutlu çizim programında gerekli ilaveler yapılır. Bu ilaveler yapılırken mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), çekme payı, işleme payı, modele verilecek eğim, koniklikler ve maça durumu dikkate alınır.

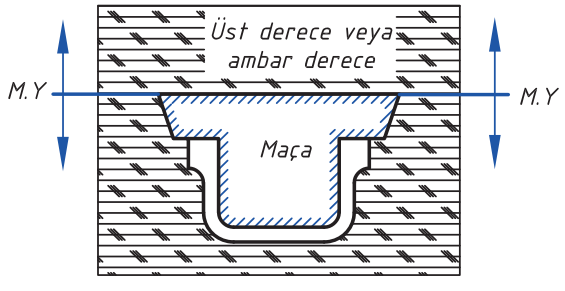
Model resimleri esas alınarak maça sandığı yapım resimleri bilgisayar ortamında oluşturulur.

Üretilen modelden elde edilen kalıp boşluğu, maça sandığından oluşturulan maçaların kalıp içerisine yerleştirilmiş hâli ve yolluk sistemi elemanlarının kalıp içindeki durumlarını gösteren üç boyutlu veya iki boyutlu kalıplama resimleri çizilir.

Asma maça başı kullanılan modellerde mala yüzeyinin geçeceği yer önemlidir. Mala yüzeyi maça başı alt yüzeyinden geçerse maça başı üst derecede kalır **(Görsel 6.1)**. Bu durum maçayı yerine koyduktan sonra üst derecenin kapatılmasını güçleştirir. Bu sorunları önlemek ve doğru kalıplama yapmak için model resmi tasarımı yapılırken mala yüzeyi maça başı üst yüzeyinden geçirilerek ve maça başına aşırı koniklik verilerek kalıplama yapılmasının uygun olacağı düşünülmelidir **(Görsel 6.2)**.



Görsel 6.1: Mala yüzeyi maça başı alt yüzeyinde



Görsel 6.2: Mala yüzeyi maça başı üst yüzeyinde

6.2. ASMA MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Asma maçalı modelleme yapımında çeşitli CAD-CAM programları kullanılmaktadır. CAD-CAM programlarının çeşitlilik arz etmesi bize daha kaliteli modellemeler yapma imkânı sağlamaktadır. Öğrencilerin bu programları öğrenmeleri ve kendilerini bu noktada geliştirmeleri ileride ülkemizin bu konudaki yerli ve milli ürünler geliştirmesinde kolaylık sağlayacaktır.

Asma maçalı modellemeyi yapabilmek için modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek ona göre işleme operasyonlarını planlamak gerekir. İşleme operasyonları oluşturulmadan asma maçalı model ve maça sandığının hangi gereçten yapılacağı kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir.

Üç boyutlu tasarımı yapılan asma maçalı model veya maça sandığı resimleri öncelikle CAM (bilgisayar destekli üretim) programına aktarılarak kaydedilir. CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi, Fixture (sabitleme ve sıkma elemanları) seçimi yapılır. İşleme operasyonu takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılması ve bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkarılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır.

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan asma maçalı model ve maça sandığı parçaları 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilir ve yazıcı programında G kodları çıkarılarak yazıcıya aktarılır.

6.3. ASMA MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA

Asma maçalı modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi yine imkânlar dahilinde klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir.

Üretimi yapılacak model parçaları öncelikle parça sayısı dikkate alınarak küçük bloklar hâline getirilir ve işlenerek modelleme yapımına geçilir.

Blok malzemeler kullanılarak CNC tezgâhlarında modelleme yapmak kolay ve seri olmaktadır. Modelleme hassasiyetleri klasik yöntemlerle üretilen modellemelerden daha fazladır.

Öğrencilerin modelleme makine ve tezgâhlarında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini dikkate alması ikaz levhalarına uygun yöntemlerle çalışması gerekir.

CNC tezgâhlarında çalışırken kullanılan kesiciler, modelleme gereçlerine uygun seçilmelidir. Bu kesiciler, malzemenin ve işin özelliğine göre seçilmediği zaman iş kazaları da kaçınılmaz olabilir. Kullanılan makine ve tezgâhlara ait kesicilerin bilenmiş olmasına, ilerleme miktarına ve devirlerine dikkat edilmesi gerekir.

CNC tezgâhlarda asma maçalı modeli işleyebilmek için öncelikle tezgâhın özellikleri, nasıl çalışacağı, kontrol panelindeki elemanların ne anlama geldiği, tezgâhın hareket kontrolünün nasıl sağlandığı açıklanır. Asma maçalı model için uygun blok malzeme, CNC freze tezgâh mengenesine bağlanır. Kullanılacak takımların sıfırlamaları yapılır. G kodları tezgâha aktarıldıktan sonra simülasyon yapılarak son kontrolleri sağlanır. Böylece model ve maça sandığı işlenecek hale getirilir. Tezgâh çalıştırılarak kontrollü bir şekilde model veya maça sandığı işlenir. Tezgâhta takımların bıraktığı talaşlar el takımları ile veya zımparalanarak temizlenip üst yüzey işlemleri uygulanır. Böylece asma maçalı modelleme ve maça sandığı tamamlanır.

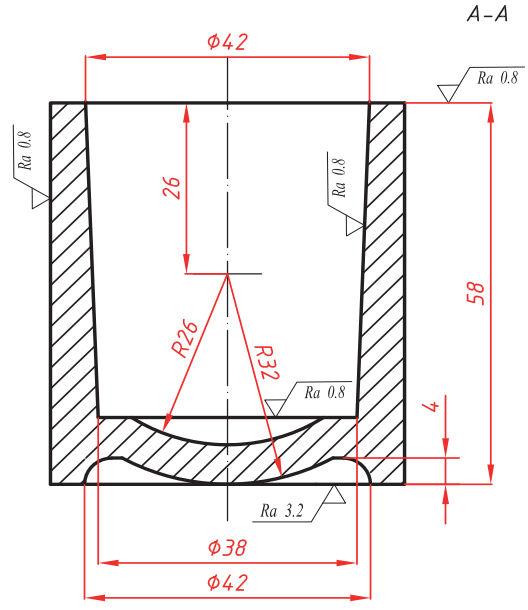
Klasik modelleme tezgâhları ile asma maçalı modelleme ve maça sandığı yapımına başlarken model yapım resimlerindeki ölçüler dikkate alınır. Bu aşamada modelin kaç parçadan oluşacağı belirlenerek israf edilmemesi sağlanır. Hazırlanan parçaların markalamaları yapılır. Model yapıştırılarak elde edilen parçalar ahşap torna makinesinde ölçüsüne göre işlenir. Maça sandığı, çeşitli ahşap işleme makinelerinde, iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışılarak model resimlerine göre işlenir. Çeşitli makineler ve el takımlarıyla işlenen parçaların birbirine yapışması gereken kısımları tutkallanarak yapıştırılır. Metal malzemeler kullanarak model yapılmışsa ona uygun birleştirme elemanları kullanılır. Model ve maça sandığının ölçü kontrolleri tamamlanarak üst yüzey işlemleri uygulanır.

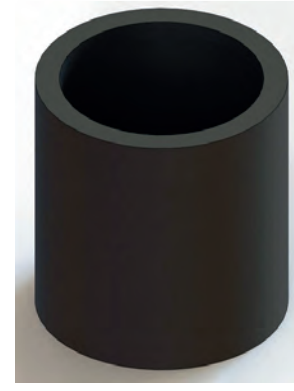
Asma maçalı model 3D yazıcı ile üretilecekse malzeme israfını önlemek için yapım resimleri dikkate alınarak ölçekli küçültme yapılabilir. Üç boyutlu çizim programından yazıcı programına aktarılan modelleme resimlerinin çeşitli ayarlamaları burada yapılarak G kodları elde edilir. Daha sonra 3D yazıcı çalıştırılır. Uygun filament takılarak ayarlamalar yapılır. Yazdırma ayarı yapıldıktan sonra model ve maça sandığının 3D yazıcıda üretimi tamamlanır. 3D yazdırma esnasında yapılan destek parçaları dikkatlice temizlenir. Üst yüzey işlemleri uygulanarak asma maçalı model ve maça sandığı tamamlanır.

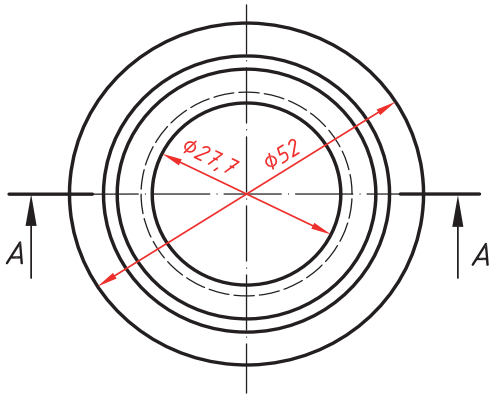
ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.1
KONU	6.1. ASMA MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29548

PİSTON









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	

ASMA MAÇALI PİSTONUN MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

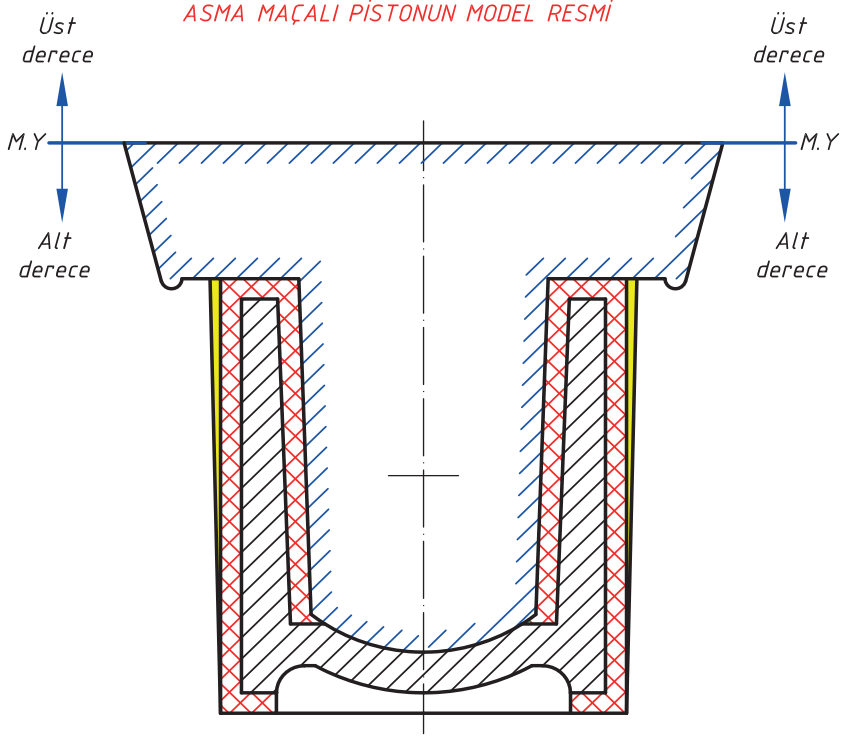
1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Asma maçalı piston parçasının verilen imalat resmine göre üç boyutlu orijinal parça resmini katı modelleme programında çizerek kaydediniz **(Görsel 6.3)**.
3. Orijinal parça resmini farklı kaydedip model resmine dönüştürmeye başlayınız.
4. Farklı kaydedilen orijinal parça resminden iki boyutlu teknik resim görünüşleri elde ediniz.
5. Asma maçalı piston modelinin iki boyutlu kesit ön görünüş resmi üzerinde, imalat resminde belirtilen işleme paylarını yüzeylere ölçü ilavesi olacak şekilde gösteriniz **(Görsel 6.4)**.
6. Mala yüzeyini (kalıp ayırma yüzeyi) meslek resim standartlarına uygun olarak çiziniz **(Görsel 6.4)**.
7. Asma maçalı modelin kumdan kolay çıkışını sağlamak için gerekli eğim ve koniklikleri, asma maça ve maça başı ilavelerini, dökme demir çekme miktarını % 1 olarak ekleyerek kaydediniz **(Görsel 6.4)**.
8. Asma maçalı model resminin ölçülerini, kalıplama sayılarını dikkate alarak modelin yapılacağı malzemelerin seçimini yapınız.
9. Asma maçalı piston modeli ve maça sandığının hangi malzemeden yapılacağını kararlaştırınız.
10. Asma maçalı piston model parçalarının birleştirilmesini ifade edecek model yapım resmini oluşturunuz ve resmi kaydediniz **(Görsel 6.5, Görsel 6.6)**.
11. Asma maçalı model resminden faydalanarak üç boyutlu çizim programında önce maçayı elde ediniz daha sonra maçadan da maça sandığını oluşturunuz ve kaydediniz **(Görsel 6.7, Görsel 6.8)**.
12. Asma maçalı model ve maça sandığı kalıplama etüdünü yaparak derece içerisinde yolluk sistemi; model kalıptan çıkmış, maça yerleştirilmiş şekilde üç boyutlu resmini çizip kaydediniz **(Görsel 6.9, Görsel 6.10)**.
13. Çizdiğiniz resimleri bilgisayarınızın masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
14. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

ASMA MAÇALI PİSTONUN ORİJİNAL PARÇA RESMİ



Görsel 6.3: Piston orijinal parça resmi

ASMA MAÇALI PİSTONUN MODEL RESMİ



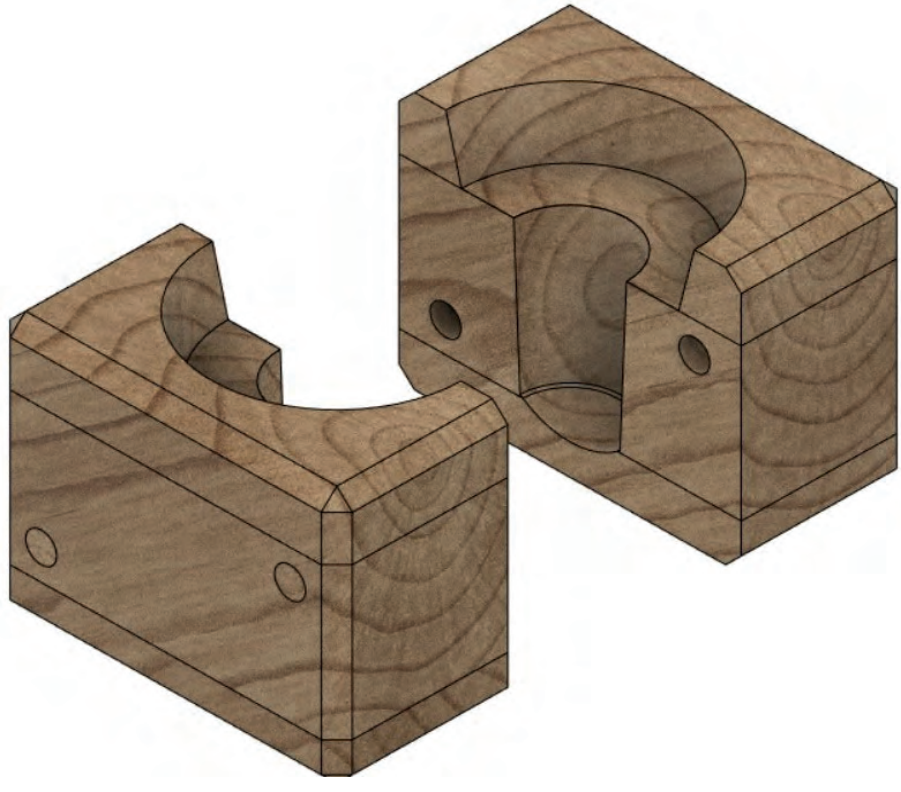
Görsel 6.4: Piston model resmi

ASMA MAÇALI PİSTONUN MODEL YAPIM RESMİ



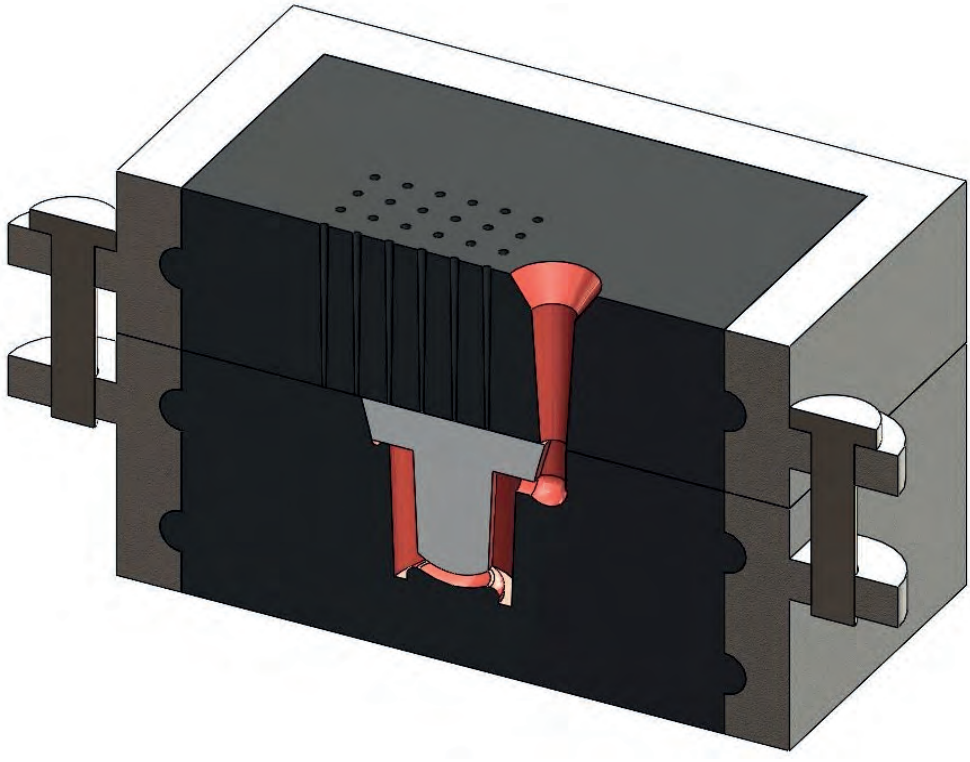
Görsel 6.5: Piston modeli yapım resmi

ASMA MAÇALI PİSTON MODELİ MAÇA SANDIĞI YAPIM RESMİ



Görsel 6.6: Piston modeli maça sandığı yapım resmi

ASMA MAÇALI PİSTON MODELİ KALIPLAMA RESMİ



Görsel 6.7: Piston modeli kalıplama resmi

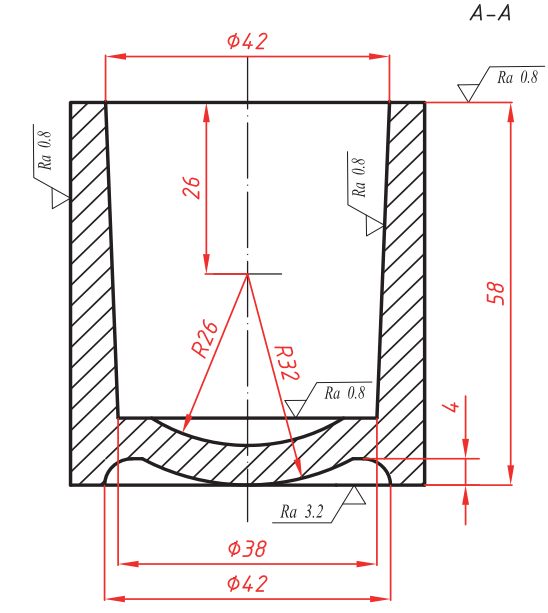
ASMA MAÇALI PİSTON MODELİNİN DÖKÜM PARÇA RESMİ

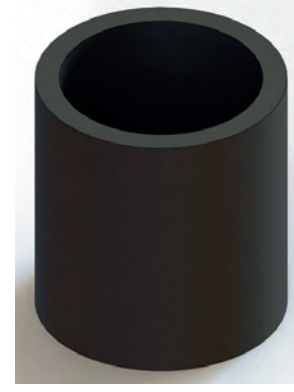


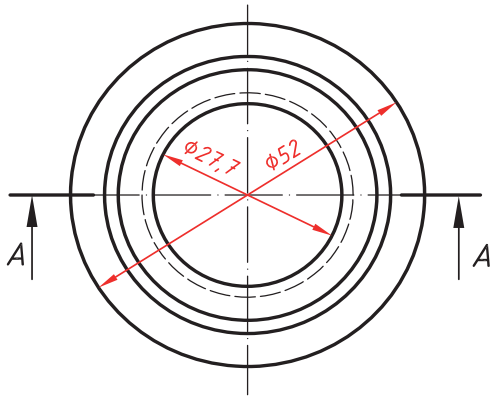
Görsel 6.8: Piston döküm parça resmi

ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.2
KONU	6.2. ASMA MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29549









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

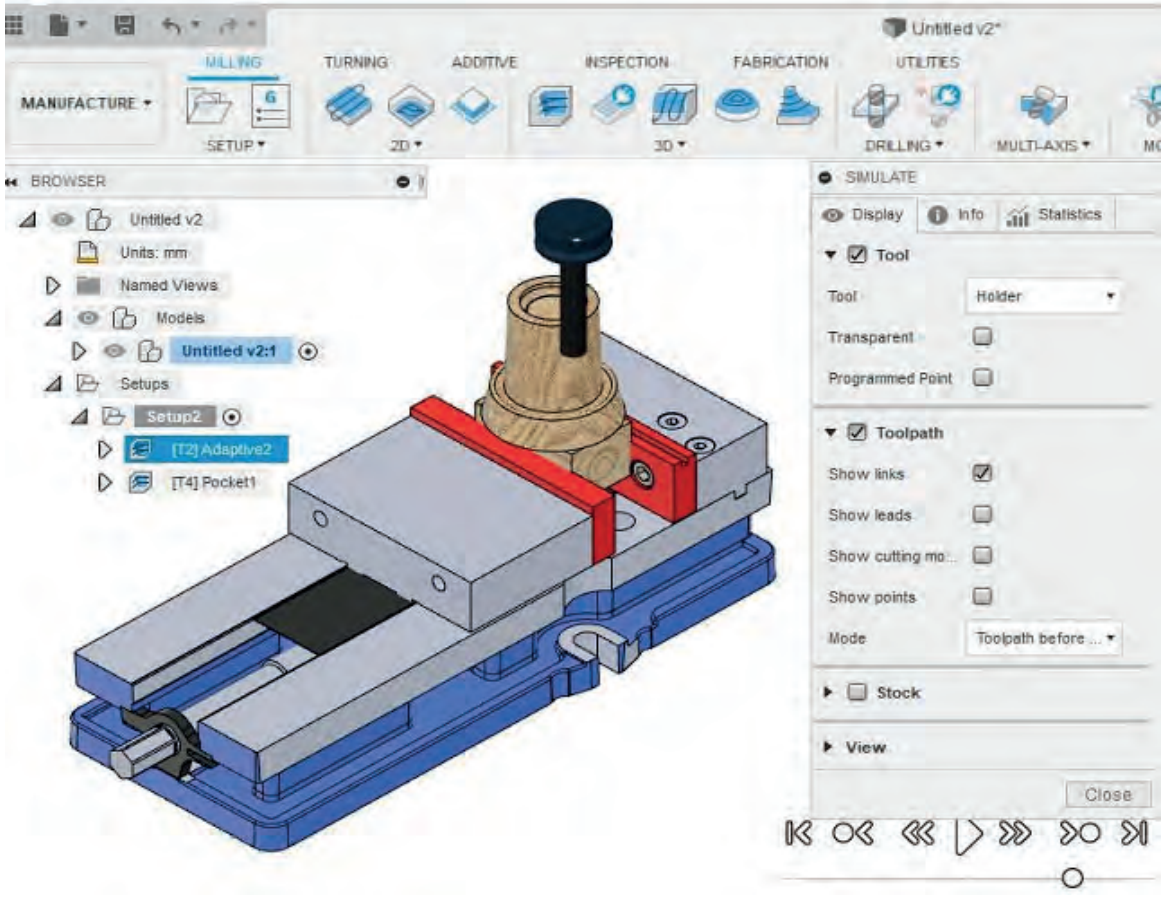
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

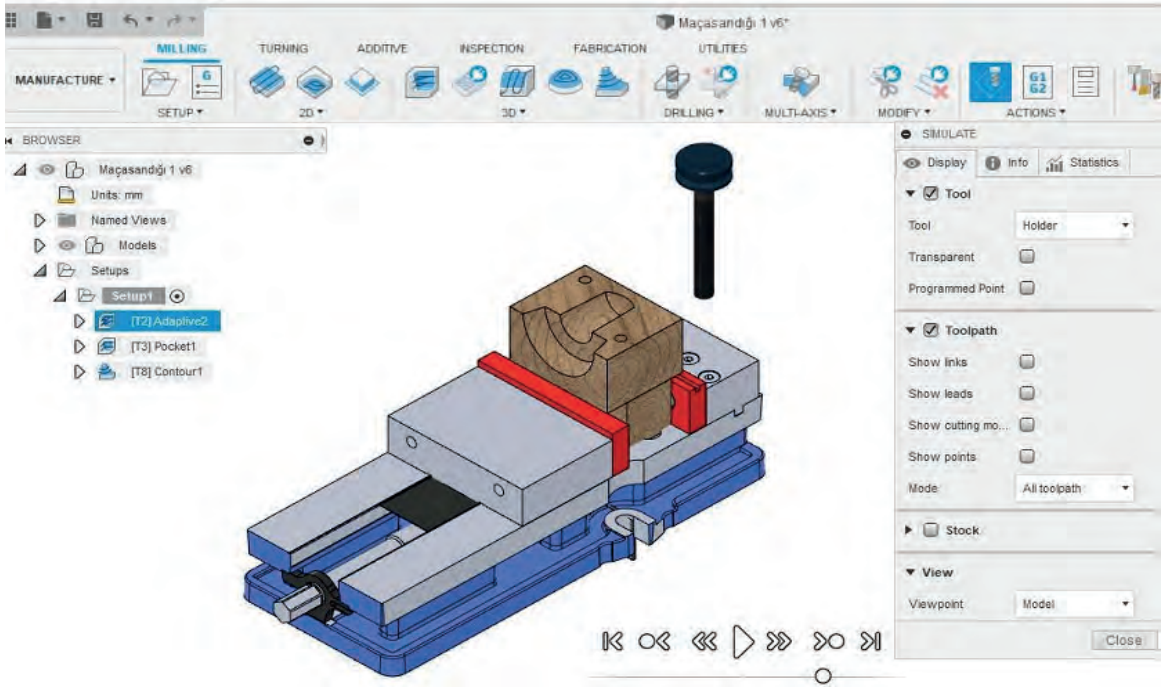
1. Model resimleri
2. Maça sandığı resimleri
3. Kalem
4. Silgi
5. Bilgisayar
6. CAD-CAM programı
7. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.
3. Asma maçalı piston modelini model yapım resminde görüldüğü gibi tek parça halinde yapınız **(Görsel 6.5)**. Maça sandıklarını da maça sandığı yapım resimlerindeki gibi iki parça halinde CAM programında G kodlarını çıkarıp üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz **(Görsel 6.6)**.
4. Asma maçalı piston modelini işlemek için **Manufacture** (imalat) CAM modülüne geçiniz **(Görsel 6.9)**.
5. **Setup** (kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (yeni kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak **Milling** (freze) seçiniz.
6. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (ham parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktasını), **Fixture** (bağlama elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.
7. Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (uyarlanabilir temizleme) sekmesini açınız.
8. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
9. G kodlarını çıkarmak için **Post Process** (işlem sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
10. Daha sonra **Post** (işlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.
11. Asma maça başlı piston modeli için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.
12. Asma maçalı piston modeli maça sandığını işlemek için **Manufacture** (imalat) CAM modülüne geçiniz **(Görsel 6.10)**.
13. **Setup** (kurulum) sekmesini tıklayarak **New Setup** (yeni kurulum) seçiniz. Burada makine tipi olarak **Milling** (freze) seçiniz.
14. Bu kısımda parçanın; **Stock** (ham parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktasını), **Fixture** (bağlama elemanları) varsa seçimi yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.
15. Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinden **Adaptive Clearing** (uyarlanabilir temizleme) sekmesini açınız.
16. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametreleri belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
17. Maça sandığı iki parça olduğu için her parça için ayrı ayrı CAM yaparak G kodlarını çıkarınız.
18. G kodlarını çıkarmak için **Post Process** (işlem sonrası) penceresi açılır. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
19. Daha sonra **Post** (işlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.
20. Maça sandığı parçaları için elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.



Görsel 6.9: Piston modelinin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

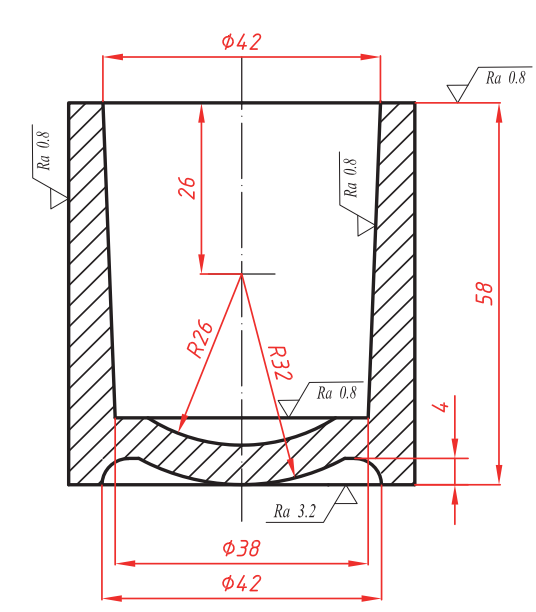


Görsel 6.10: Piston modeli maça sandığının CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

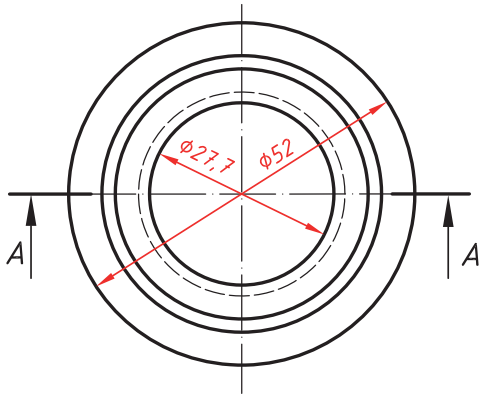
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29550

ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.3
KONU	6.3. ASMA MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

ASMA MAÇALI PİSTON MODELİNİ VE MAÇA SANDIĞINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

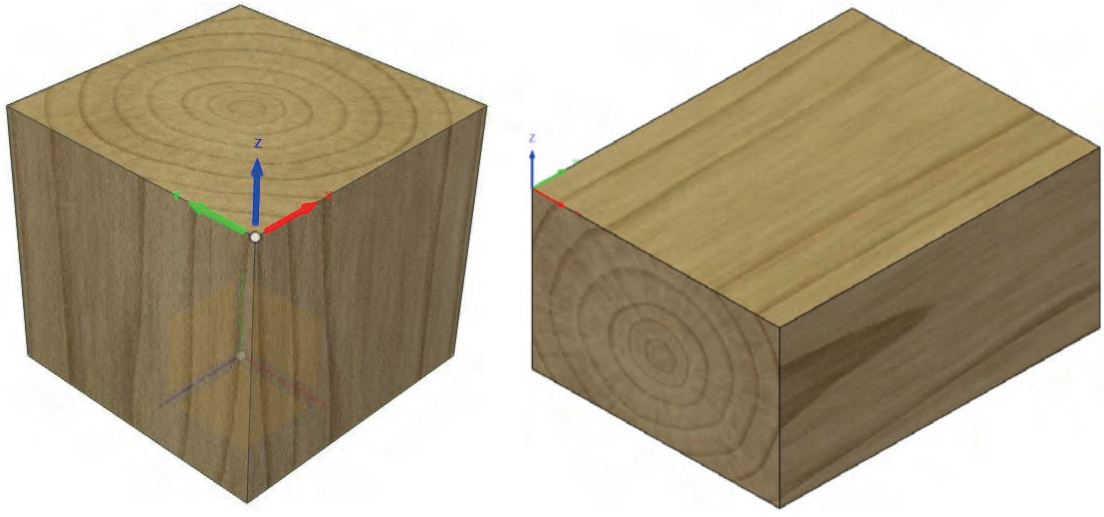
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgâha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Matkap tezgâhı
6. CNC freze makinesi
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçaları
9. Çekmeli metre veya kumpas
10. Zımpara
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner
14. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

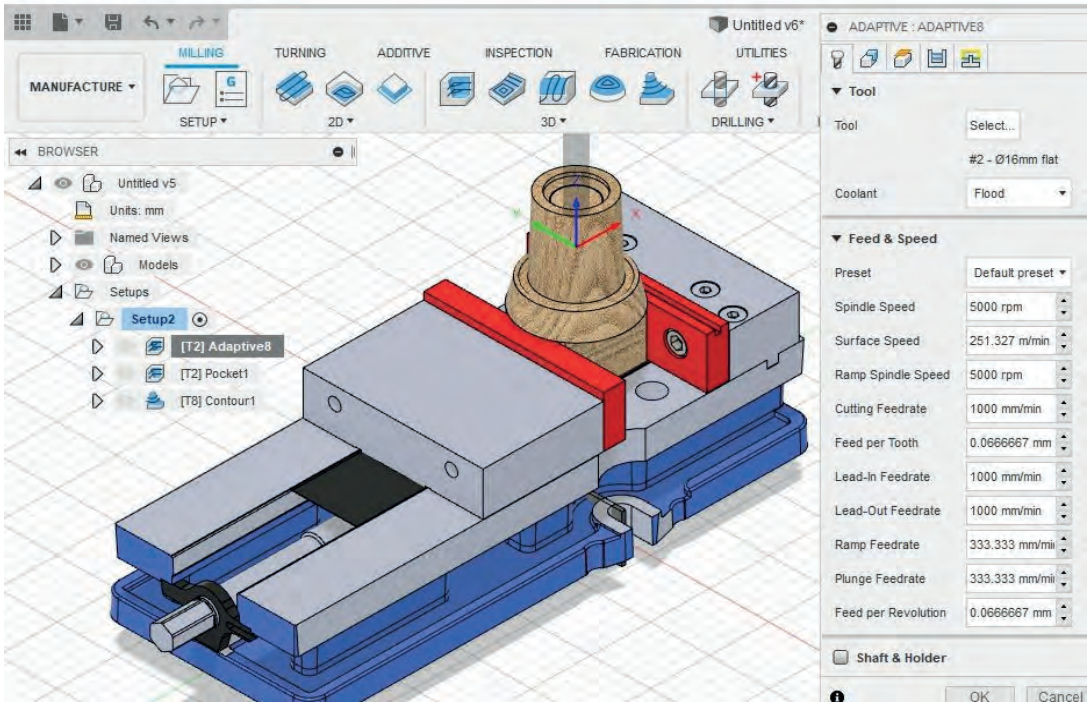
1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Öncelikle model ve maça sandığını CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız.
3. Asma maçalı model için 86x89x89 mm ölçülerinde bir adet, maça sandığı için 110x85x55 mm ölçülerinde iki adet parça hazırlayınız **(Görsel 6.11)**.
4. İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.
5. Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçü aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.
6. Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.
7. Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, mağazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.
8. Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.
9. CAM programında asma maçalı model ve maça sandığını işleyecek takımların mağazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamalarını yapınız.
10. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile stok parçayı bağlayınız.
11. Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
12. Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı mengeneye bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.
13. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.
14. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.
15. Tezgâhı çalıştırıp önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak asma maçalı modeli işleyiniz **(Görsel 6.12)**.
16. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
17. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.
18. Üretimi tamamlanan asma maçalı piston modelinin özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçme işlemini yapınız.
19. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
20. Asma maçalı piston modelinin üst yüzey işlemlerini tamamlayıp modeli boyayınız ya da vernikleyiniz **(Görsel 6.14)**.



Model stok parça

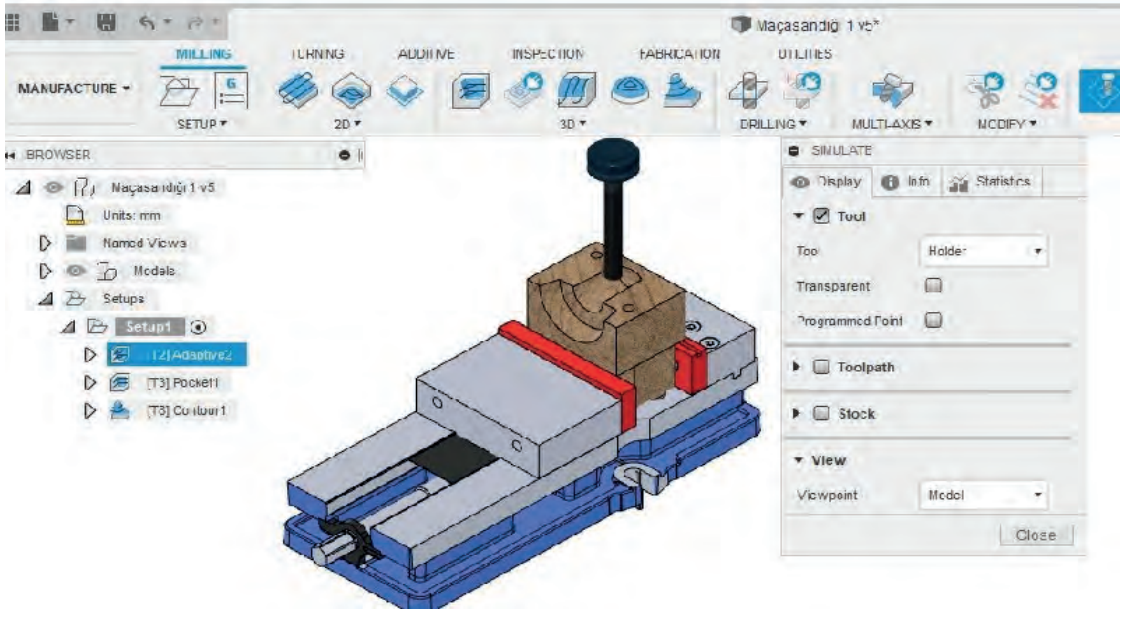
Maça sandığı stok parça

Görsel 6.11: Piston modeli ve maça sandığı stok parça resimleri



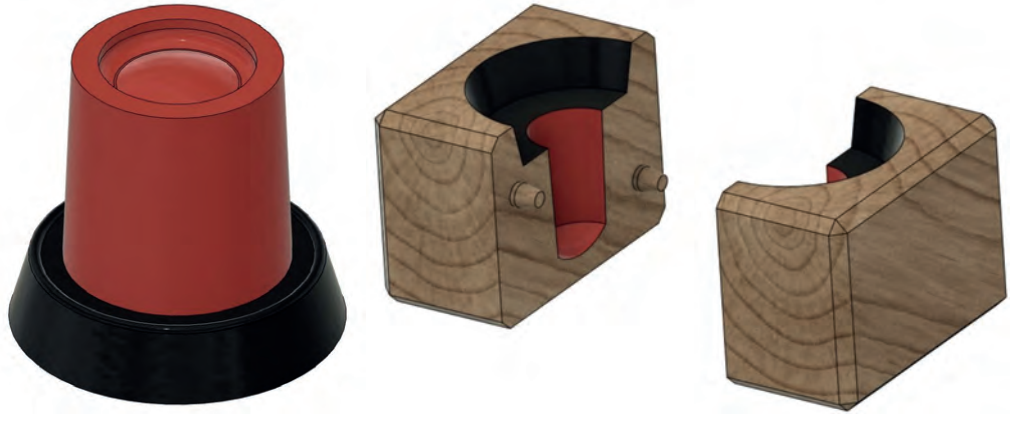
Görsel 6.12: Piston modelinin işlenmesi

21. *Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile asma maçalı modelin maça sandığı stok parçasını bağlayınız.*
22. *CAM programında üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.*
23. *Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaktır. Bir nolu takımın dış yüzeyini maça sandığı stok parçasına X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra maça sandığı stok parçası üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.*



Görsel 6.13: Piston modeli maça sandığının işlenmesi

24. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini gerçekleştiriniz.*
25. *CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.*
26. *Tezgâhı çalıştırıp önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek herşey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak maça sandığının yarısını işleyiniz* ***(Görsel 6.13).***
27. *Maça sandığının diğer yarısını tezgâh mengenesine bağlayıp aynı işlemleri gerekiyorsa tekrar yaparak iş parçası sıfırlamasını kontrol ediniz.*
28. *Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
29. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.*
30. *Üretimi tamamlanan asma maçalı piston modeli maça sandığı parçalarının, talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçme işlemini yapınız.*
31. *Kullanılan donanım, tezgâh ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
32. *Maça sandığının dağıtılıp toplanmasını sağlamak amacıyla pimlenmesini yapınız.*
33. *Asma maçalı model ve maça samdığının üst yüzey işlemlerini yaparak teslim ediniz* ***(Görsel 6.14).***

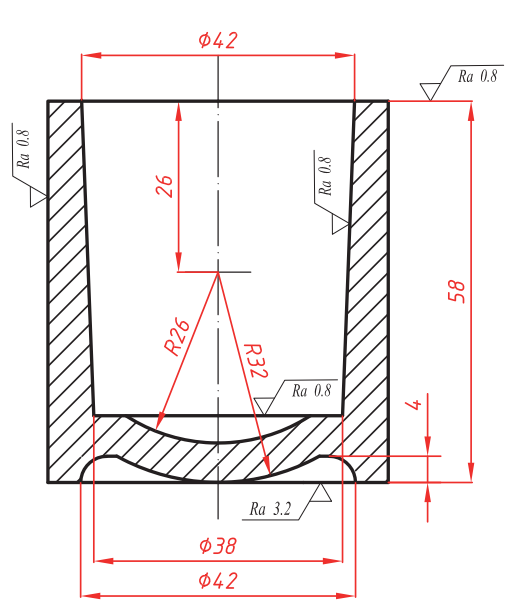


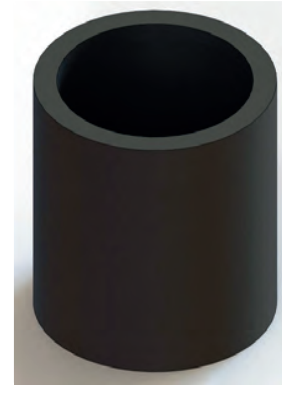
Görsel 6.14: Piston modeli ve maça sandığının CNC tezgâhlarda üretilmiş hâli

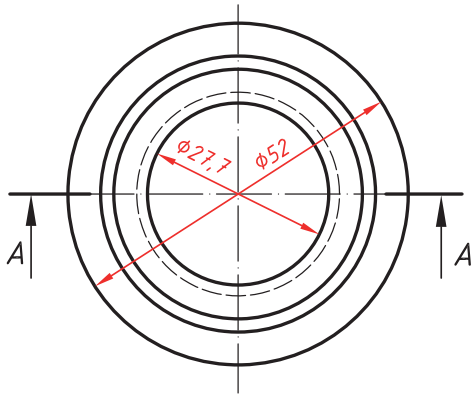
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29551

ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.4
KONU	6.2. ASMA MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 6.4. ASMA MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

ASMA MAÇALI MODELİ VE MAÇA SANDIĞINI 3D YAZICIDA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

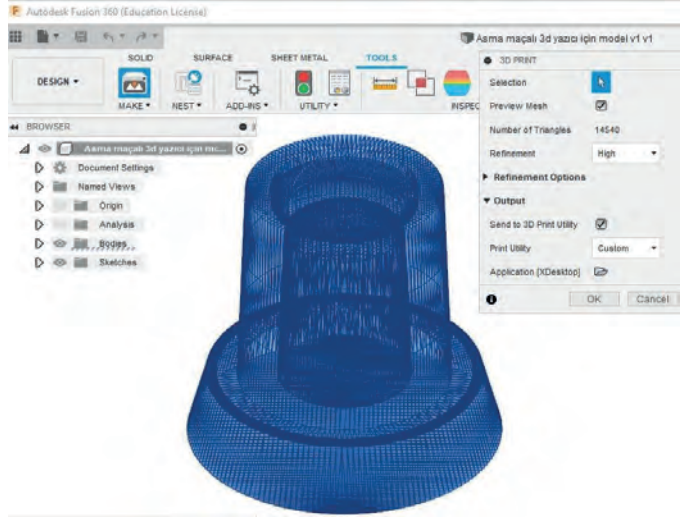
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Proğrama Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *3D Yazıcı (3D Printer)*
2. *PLA veya ABS filament*
3. *Bilgisayar*
4. *CAD-CAM programı*
5. *Model ve maça sandığı resimleri*
6. *Taşınır bellek*
7. *Çekmeli metre veya kumpas*
8. *Zımpara*
9. *Kalem*
10. *Silgi*
11. *Fırça*
12. *Vernik veya boya*
13. *Tiner*

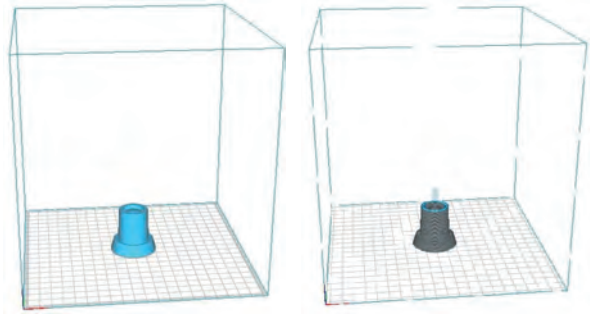
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve 3D yazıcıları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Asma maçalı model ve maça sandığını 3D yazıcılarda yapabilmek için CAD programında üç boyutlu çizimlerini hazırlayınız.*
3. *Asma maçalı modeli yapmak için katı modelleme programında Tools (araçlar) sekmesi açılarak burada **Make** (yapma) altındaki 3D printeri seçiniz.*
4. *Açılan pencerede asma maçalı modeli seçerek **Preview Mesh** (ön izleme ağı) işaretli, **Refinement** (ayrıntılandırma) **High** (yüksek), **Medium** (orta), **Low** (düşük), **Custom** (özel) olacak şekilde herhangi birini seçerek **Printer Utility** (yazıcı yardımcı programı) kısmında **Custom** (özel) ayaralanıp **Application** (uygulama) masaüstünden yazıcı programını seçip modeli yazıcı programına aktarınız **(Görsel 6.15).***
5. *Ayrıca üç boyutlu katı modelleme programlarında çizilen parçaları STL formatında kaydedip ilgili yazıcı programında açarak da yazdırma işlemi yapabilirsiniz.*



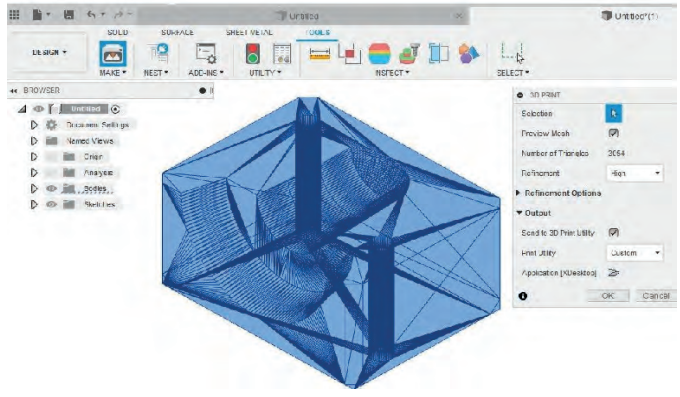
***Görsel 6.15:** Piston modelini CAD programından 3D yazıcı programına gönderme*

6. *Yazıcı programına aktarılan asma maçalı modeli öncelikle yazdırma konumuna döndürerek zemine oturacak şekilde ayarlayınız.*
7. *Modeli, yazıcı kabini içerisinde uygun olacak yere ayarlayınız.*
8. *Model çoğaltma veya ölçekleme ile küçültmek isteniyorsa bu işlemleri yapınız. Asma maçalı modeli malzemeden tasarruf etmek amacıyla 1/2 ölçekleyiniz **(Görsel 6.16).***
9. *Daha sonra yazıcı modelini seçerek modeli baskıya hazırlayınız.*
10. *Asma maçalı modeli baskıya hazırlama kısmında hangi malzemeden yapılacağını, katman kalınlığını, destek yoğunluğunu, destekleyici taban olup olmayacağını, yüzde olarak iç doluluk miktarını ayarlayarak dilimle sekmesini çalıştırınız.*
11. *Model, ekranda katmanlar halinde oluşturulduktan sonra baskı detaylarında ne kadar sürede yazılacağını ve malzeme miktarını gözlemleyiniz **(Görsel 6.16).***
12. *Ayarlamalar sonrası elde edilen G kodlarını taşınır belleğe kaydediniz.*



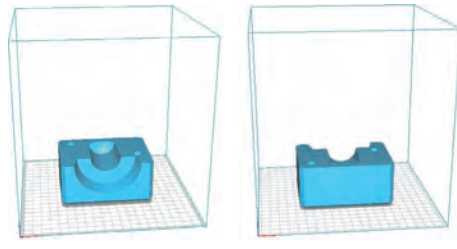
Görsel 6.16: Piston modelini 3D yazıcı programında yapma

13. *3D yazıcıyı çalıştırıp taşınır belleği takarak ön ısıtmaları yaptıktan sonra uygun filamenti takınız.*
14. *Asma maçalı modelin G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.*
15. *Modeli 3D yazıcıda üretiniz* ***(Görsel 6.16).***
16. *Modelin üst yüzey işlemlerini yapınız.*

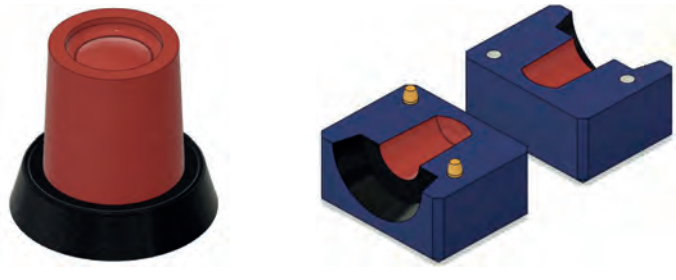


Görsel 6.17: Maça sandığı resmini CAD programından 3D yazıcı programına gönderme

17. *3D yazıcıyı kullanarak maça sandığını yapmak için asma maçalı model yapımında izlenen yolları takip ederek maça sandığının yarısını yapınız* ***(Görsel 6.17).***
18. *Maça sandığının diğer yarısını da aynı yolu takip ederek yapınız* ***(Görsel 6.18).***
19. *Maça sandığı pimlerini rahat çalışabilir hale getiriniz.*
20. *Asma maçalı piston modelinin ve maça sandığının üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz* ***(Görsel 6.19).***



Görsel 6.18: Maça sandığını 3D yazıcı programında yapma

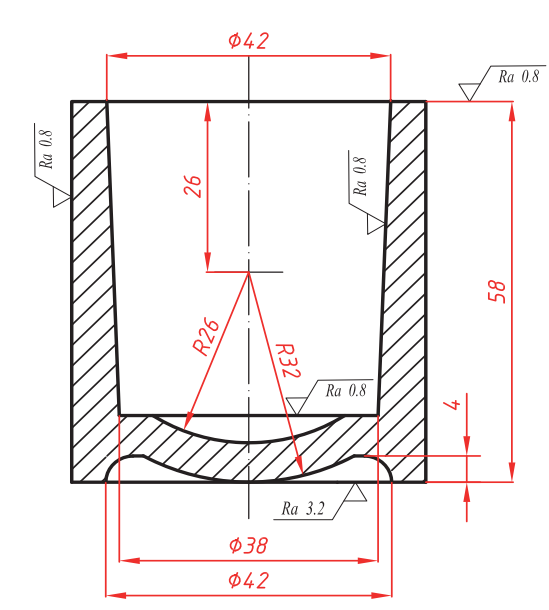


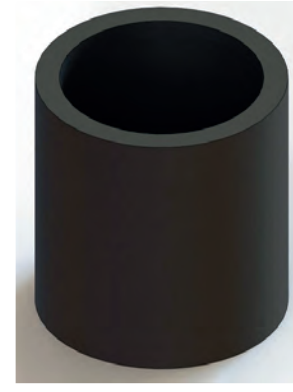
Görsel 6.19: Piston modeli ve maça sandığının 3D yazıcıda üretilmiş hâli

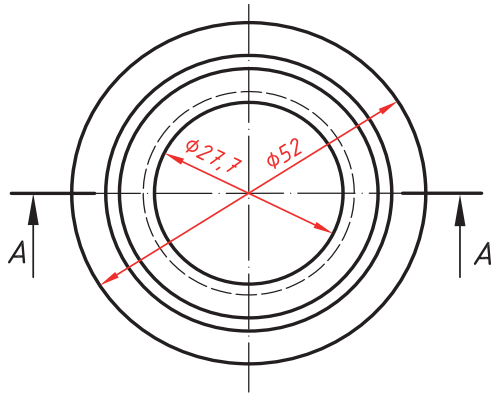
ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.5
KONU	6.3. ASMA MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29553

ASMA MAÇALI PİSTON MODELİNİ VE MAÇA SANDIĞINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Gri Dökme Demir	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

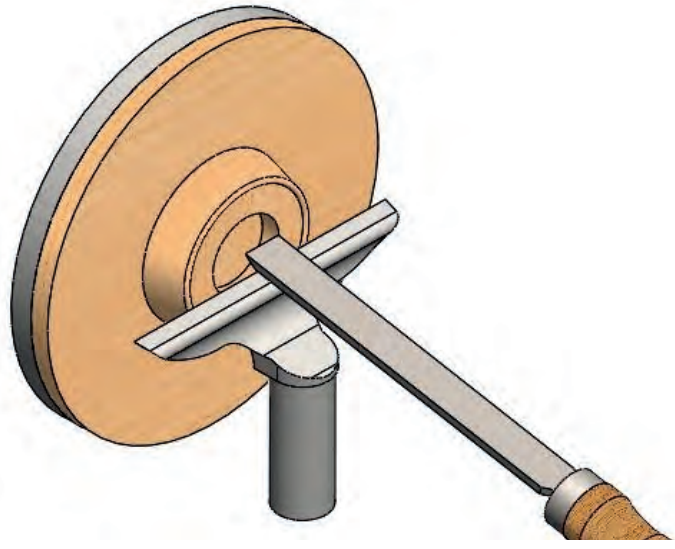
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

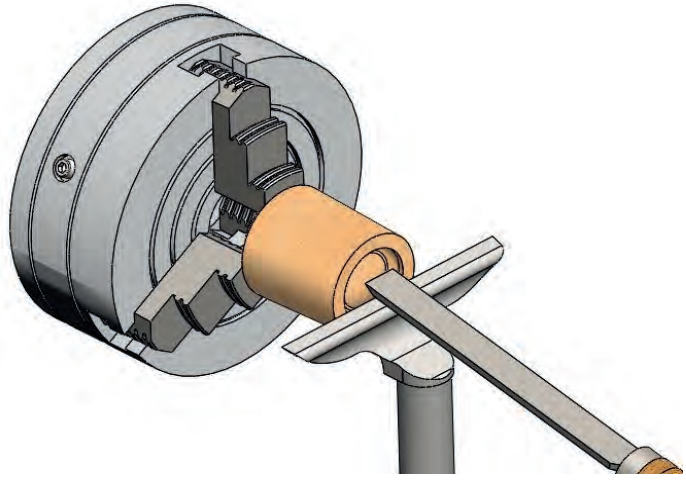
1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. Ağaç torna makinesi
9. Lazer kesme makinesi
10. İş parçası
11. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
12. Çekmeli metre veya kumpas
13. Pergel
14. Gönye
15. Tezgâh ve mengene
16. Oluklu kalem
17. Düz kalem
18. Törpü ve eğe
19. Zımpara
20. Fırça
21. Vernik veya boya
22. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Asma maçalı piston modelin, boyutları ve kalıplama sayısı itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Piston modeli ve maça sandığı yapım resmine göre parça listesini israf etmeden hazırlayınız.
   A parçası asma maçalı model için 100x70x70 mm olacak şekilde 1 adet,
   B parçası asma maçalı model maça başı için 90x90x25 mm olacak şekilde 1adet,
   A parçası maça sandığı için 110x50x55 mm olacak şekilde 2 adet,
   B parçası maça sandığı için 110x15x55 mm olacak şekilde 2 adet,
   C parçası maça sandığı için 110x20x55 mm olacak şekilde 2 adet hazırlayınız.
5. Ahşap işleme makinelerinde öğrencilerle birlikte listedeki parçaları hazırlayınız.
6. Asma maçalı piston modeli, maça başı parçasını ahşap torna makinesi düz aynasına, model yapım resmi ölçülerine göre işlenecek şekilde bağlayınız **(Görsel 6.20)**.
7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ağaç torna makinesinde maça başını model resmindeki ölçülere uygun işleyerek üzerindeki faturayı açıp zımpara ederek aynadan sökünüz **(Görsel 6.20)**.
8. Model ana parçasını, önce ağaç torna makinesinde model resmi ölçülerine göre işleyerek ayaklı aynaya bağlayıp üst kısmındaki profili elde veya lazer kesim makinesinde hazırladığınız bir mastar yardımıyla oluşturunuz **(Görsel 6.21)**.
9. Asma maçalı model ana parçası ile maça başı parçasını, faturalı yere oturacak şekilde tutkallayarak yapıştırınız **(Görsel 6.22)**.
10. Modelin genel temizliğini ve üst yüzey işlemlerini yaparak modeli teslim ediniz **(Görsel 6.22)**.
11. İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve çalışma ortamını temizleyiniz.
12. Asma maçalı modelin, maça sandığının orta kısmını oluşturacak 110x55x50 mm ölçüsündeki parçaları 50 mm olan kısımlar yüz yüze gelecek şekilde mengeneye bağlayınız. Model resmindeki çap ölçülerini parçanın alt ve üst kısmına aynı eksende markalayınız. Mengeneyi açarak çizgileri gönye ile taşıyınız.
13. Maça sandığının maça başı kısmını da aynı şekilde model resmindeki ölçüleri dikkate alarak markalayınız.
14. Markalamaları yapılan parçaları keserek boşaltınız. Oluklu kalem, törpü, eğe, zımpara kullanarak parçaları ölçüsünde temizleyiniz **(Görsel 6.23)**.



Görsel 6.20: Piston maça başının tornada düz aynada yapımı



Görsel 6.21: Piston model gövdesinin tornada ayaklı aynada yapımı



Görsel 6.22: Model parçaları ve modelin montajlanmış hâli



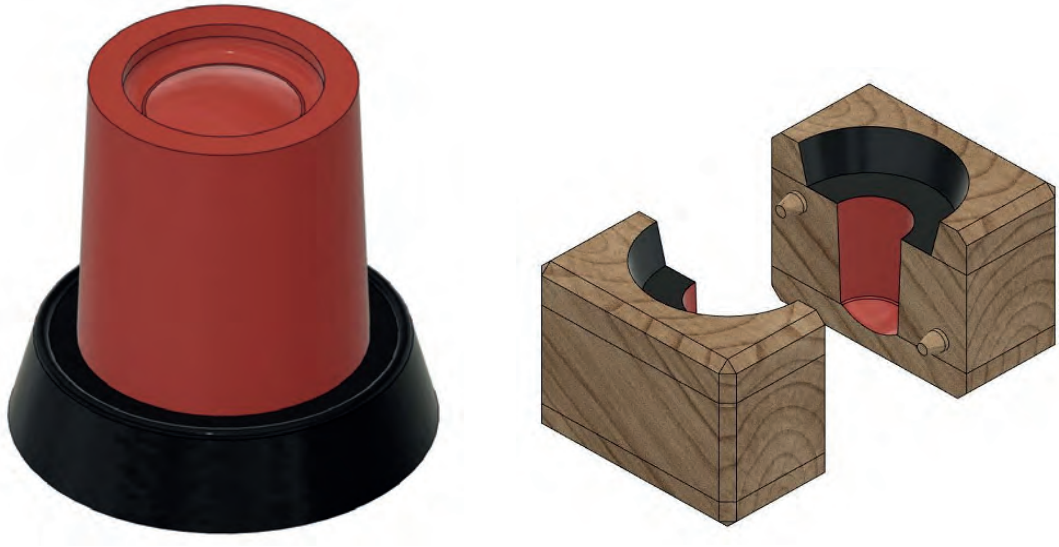
Görsel 6.23: Piston maça sandığı parçalarının işlenmiş hâli

15. Maça sandığının alt kısmını oluşturmak için parçaları, ağaç torna makinesi düz aynasına ekseninde bağlayıp kontrplaktan elde veya lazer kesim makinesinde yapılmış bir mastar yardımıyla tornada işleyiniz **(Görsel 6.24)**.



Görsel 6.24: Piston modeli kontrol mastarı

16. Maça sandığı parçalarını işledikten sonra yüzeylere tutkal sürerek yapıştırma işlemini yapınız.
17. Maça sandığının dikey konumda parçalı olacağını düşünerek parçaları yapıştırınız **(Görsel 6.25)**.
18. Maça sandığı parçalarını matkap mengenesine bağlayarak kavela deliklerini delerek kavela atınız.
19. Maça sandığına üst yüzey işlemleri uygulayınız.
20. İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve çalışma ortamını temizleyiniz.
21. Asma maçalı piston modeli ve maça sandığını öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 6.25)**.

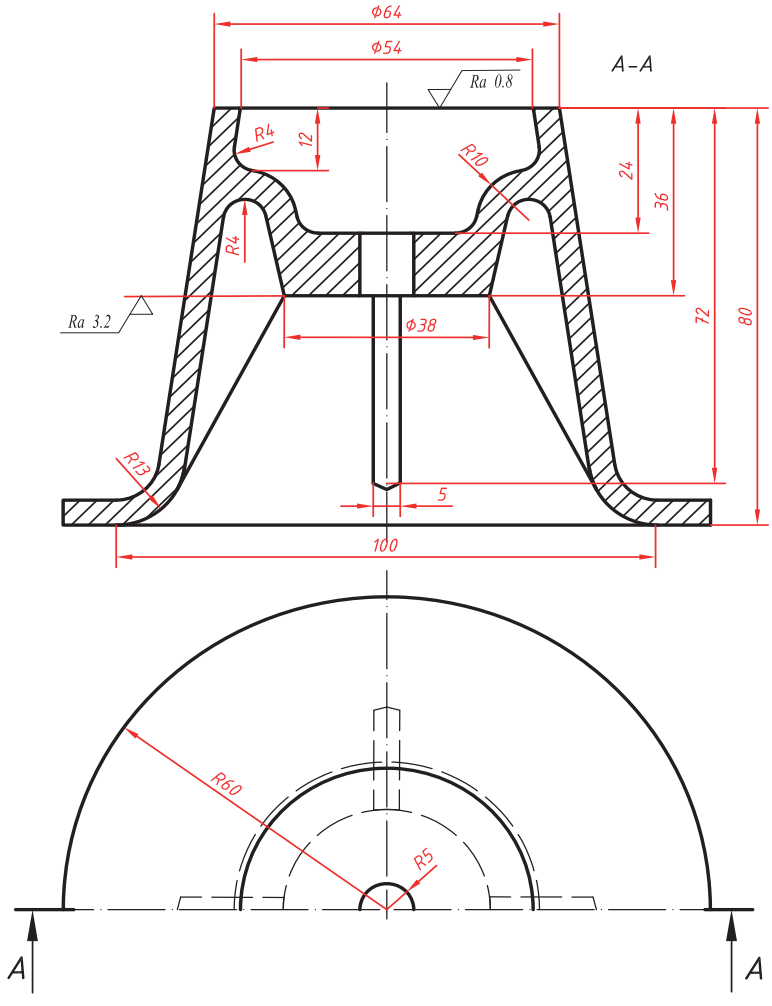


Görsel 6.25: Piston modeli ve maça sandığının tamamlanmış, boyanmış hâli

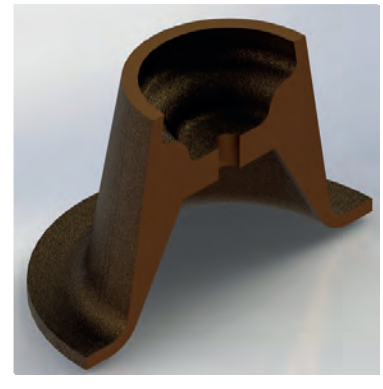
ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29554

BAĞLANTI PARÇASI







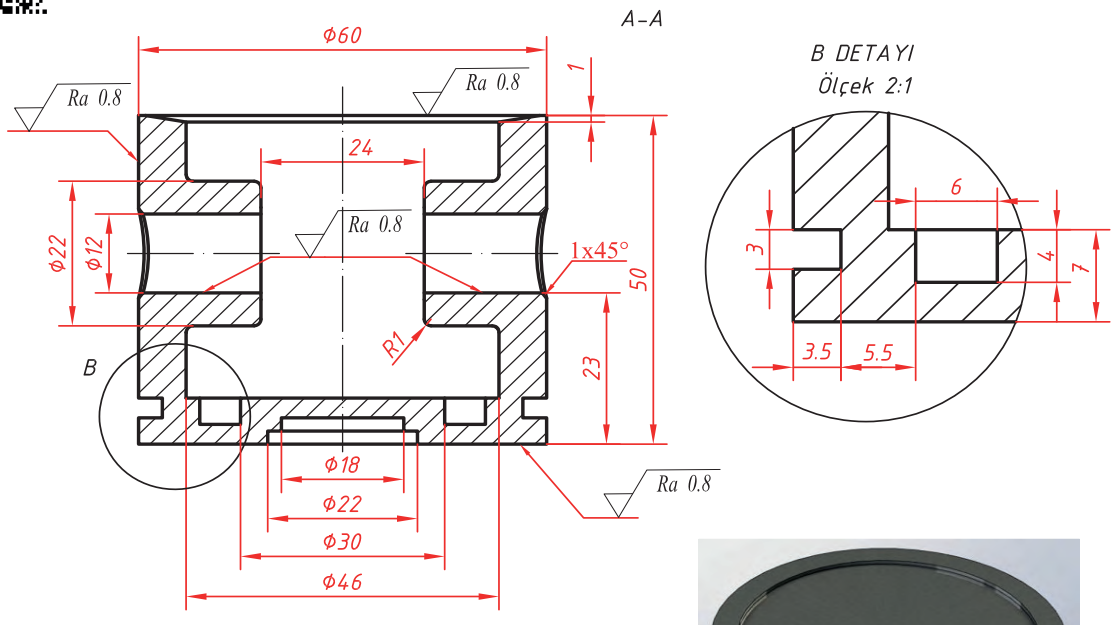
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

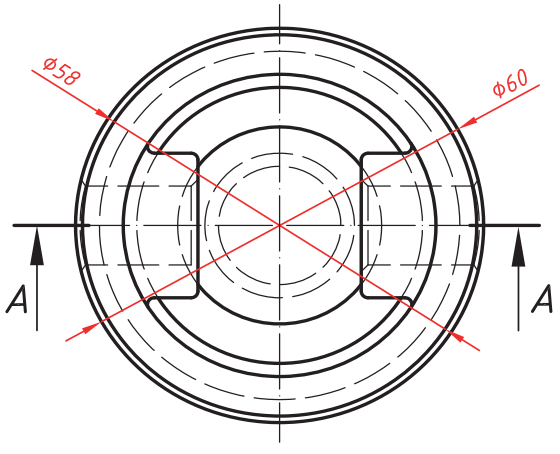
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29555

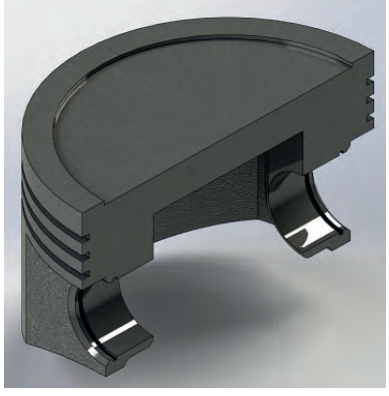
ÖĞRENME BİRİMİ	6. ASMA MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 6.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

PİSTON









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENME BİRİMİ 7

BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

birleşik maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, birleşik maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve birleşik maçalı modelleme yapmayı öğreneceksiniz.



7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME

Birleşik maça başları ile kalıplama yöntemi, makine parçalarının model tasarımında maçaları birleştirerek oluşturulan bir maça yapma yöntemidir. Birleşik maça başları özellikle egzoz manifoldlarının ve motor silindir deliklerinin tam ölçüde elde edilmesinde kullanılan bir yöntemdir.

Birleşik maçalar, dik ve yatık maça standartlarına uyularak ve aynı yöndeki tüm maça başlarını içine alacak şekilde düşünülmelidir. Birleşik maça başları, ölçü hassasiyeti ve maçaları kalıp içinde sağlamlaştırmak amacıyla yapılan özel bir maça başı yapma yöntemidir. Birleşik maça başları, birden fazla maçanın bir maça başı ile birleştirilmesine denir.

Bileşik maça başları, model iç boşluğundan farklı şekil ve ölçülerde yapılabilir. Bu maça başları model içindeki boşlukları birleştirecek şekilde yapılarak kalıplama hatasını ortadan kaldırır ve ölçü hassasiyetini sağlar.

Bir modelin üzerinde bulunan birden fazla maçanın dik ve yatık maça standartlarına uyularak ve aynı yöndeki tüm maça başlarını içine alacak şekilde düşünülerek yapılan maçalara **birleşik maçalı modellemeler** denir.

7.1. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Ülkemizde gelişmekte olan yerli sanayi ile gerekli olan imalat ve model yapım resimleri bilgisayar ortamına taşınmıştır. Bilgisayarın getirdiği kolaylık ve pratiklik çalışmalara ayrı bir kalite ve hız kazandırmıştır.

Bilgisayar destekli üç boyutlu tasarım; çizimlerin düzeltilmesini sağlama, çizimleri geliştirme, onları daha kolay saklama gibi kullanışlı özellikleri sayesinde işletmeler tarafından daha çok tercih edilir olmuştur.

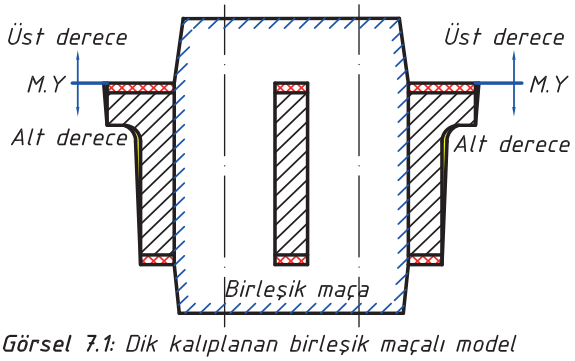
Bilgisayar destekli üç boyutlu tasarım ve üretim, CNC makineler sayesinde endüstriyel parçaların üretimlerini gerçekleştirmeyi de kolaylaştırmıştır. Bu nedenle sektörün istediği nitelikte teknik eleman ihtiyacı bu programları bilen kişilerden karşılanacaktır. Mesleğin temel taşı olan çok iyi resim çizme ve çizilen resmi okumanın yanı sıra, resimleri bilgisayar ortamına aktarma becerisi bu mesleğe başlayacaklara büyük avantajlar sağlamaktadır.

Birleşik maça uygulanacak imalat resmi verilen parça değerlendirilerek önce üç boyutlu orijinal parça resmi çizilerek kaydedilir. Daha sonra mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), kalıplama durumu dikkate alınarak tespit edilir. Model resminde; mala yüzeyi, alt ve üst dereceler veya diğer dereceler (ana derece, orta derece, üst derece) gösterilerek çizilir. Belirlenen mala yüzeyine göre modelin kum kalıptan rahat çıkmasını sağlamak için yüzeylere eğimler verilir. İmalat resmine göre üç boyutlu çizilen orijinal parça farklı kaydedilerek modelleme resmine dönüştürülür. Modelleme resminde mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi), çekme payı, işleme payı, modele verilecek eğim ve koniklikler, birleşik maçanın kalıplama durumunu düşünerek maça başlarının ölçü ve konumlarını tespit ederek üç boyutlu çizim programlarında modelleme resmine gerekli ilaveler yapılır.

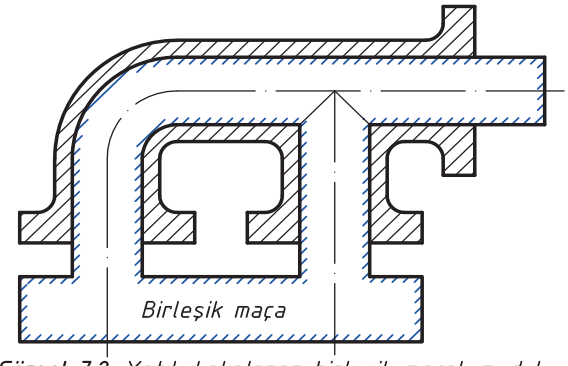
Model resimleri esas alınarak maça sandığı yapım resimleri bilgisayar ortamında oluşturulur.

Birleşik maçalı modelden elde edilen kalıp boşluğu, maça sandığından oluşturulan maçaların kalıp içerisine yerleştirilmiş hali ve yolluk sistemi elemanlarının kalıp içindeki durumlarını gösteren üç boyutlu veya iki boyutlu kalıplama resimleri çizilir.

Birleşik maça kullanılan modellerde kalıplama dik yapılabileceği gibi yatık olarak da yapılabilmektedir. Dik ve yatık kalıplanan birleşik maçalı model aşağıdaki resimlerde görüldüğü gibi tasarlanır **(Görsel 7.1 ve 7.2).**



Görsel 7.1: Dik kalıplanan birleşik maçalı model



Görsel 7.2: Yatık kalıplanan birleşik maçalı model

7.2. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Modelleme yapımında Bilgisayar Destekli Çizim ve Üretim (CAD-CAM) programı ve (CNC) makineleri kullanılmaktadır. Öğrencilerin bu programları öğrenmeleri ve kendilerini bu noktada geliştirmeleri ileride ülkemizin yerli ve milli ürünler geliştirmesinde kolaylık sağlayacaktır.

Birleşik maçalı modellemeyi yapabilmek için modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit edip ona göre işleme operasyonları planlanır.

İşleme operasyonları oluşturulmadan birleşik maçalı model ve maça sandığının hangi gereçten yapılacağı kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir.

Üç boyutlu tasarımı yapılan birleşik maçalı modelleme ve maça sandığı resimleri öncelikle CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) programına aktarılarak kaydedilir. CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, model için stok parça, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi, Fixture (sabitleme ve sıkma elemanları) seçimi yapılır. İşleme operasyonu takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılmasından sonra simülasyonla kontrol edilerek tamamlanır. İşleme operasyonlarından elde edilen G kodları çıkarılıp düzenlenerek kaydedilip tezgâha aktarılacak hale getirilir.

7.3. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA

Birleşik maçalı modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilmektedir.

CNC makinelerde işlenecek birleşik maçalı modelin parçaları küçük bloklar hâline getirilir. Hazırlanan blok parçalar tezgâha bağlanarak modelleme yapımına geçilir. Blok malzemeler kullanılarak CNC tezgâhlarında modelleme yapmak kolay ve seri olmaktadır. CNC tezgâhlarda üretilen model ve maça sandıklarının ölçü hassasiyeti, klasik yöntemlerle üretilenlere göre daha iyi olmaktadır.

Öğrencilerin modelleme makine ve tezgâhlarında çalışırken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini dikkate alması, ikaz levhalarına uygun yöntemlerle çalışması gerekir.

CNC tezgâhlarında çalışırken kullanılan kesiciler, modellemenin yapılacağı gereçlere uygun seçilmelidir. Bu kesiciler, malzemenin ve işin özelliğine göre seçilmediği zaman iş kazaları da kaçınılmaz olabilir. Kullanılan makine ve tezgâhlara ait kesicilerin bilenmiş olmasına, ilerleme ve devirlerinin seçimine dikkat edilmesi gerekir.

CNC tezgâhlarda modeli işleyebilmek için öncelikle tezgâhın özellikleri, nasıl çalışacağı, kontrol panelindeki elemanların ne anlama geldiği, tezgâhın hareket kontrolünün nasıl sağlandığı açıklanır.

Birleşik maçalı model için uygun blok malzemeler, CNC freze tezgâh mengenesine bağlanır. Kullanılacak takımların sıfırlamaları yapılır. G kodları tezgâha aktarıldıktan sonra simülasyon yapılarak son kontrolleri sağlanır. Böylece birleşik maçalı model ya da maça sandığı işlenecek hale getirilir.

Tezgâh çalıştırılarak kontrollü bir şekilde model veya maça sandığı işlenir. Tezgâhta takımların bıraktığı talaşlar el takımları ile veya zımparalanarak temizlenip üst yüzey işlemleri uygulanır. Birleşik maçalı modelleme ve maça sandığı kontrolleri yapılarak tamamlanır.

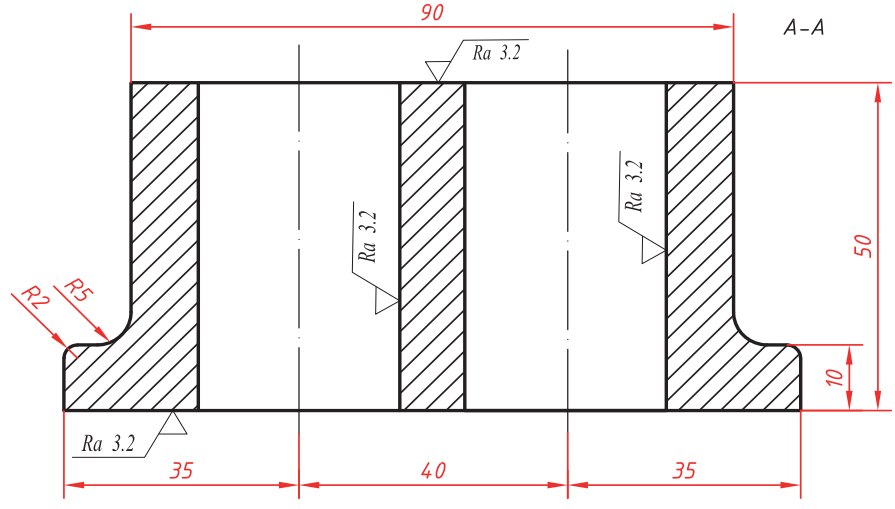
İmkânlar ölçüsünde klasik modelleme tezgâhları ile birleşik maçalı modelleme ve maça sandığı yapımına başlarken model yapım resimlerindeki ölçüler dikkate alınır. Bu aşamada modelin kaç parçadan oluşacağı belirlenerek malzemenin tasarruf edilerek kullanılması sağlanır. Hazırlanan parçaların markalamaları yapılır. Model için yapıştırılarak elde edilen parçalar, ahşap işleme makinelerinde ölçüsünde işlenir. Maça sandığı parçaları, ahşap işleme makinelerinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun çalışılarak model resimlerine göre işlenir. Çeşitli makineler ve el takımlarıyla işlenen parçaların birbirine yapışması gereken kısımları tutkallanarak yapıştırılır. Metal malzemeler kullanarak model yapılmışsa ona uygun birleştirme elemanları kullanılır. Böylece model ve maça sandığı ölçü kontrolleri tamamlanarak üst yüzey işlemleri uygulanır.

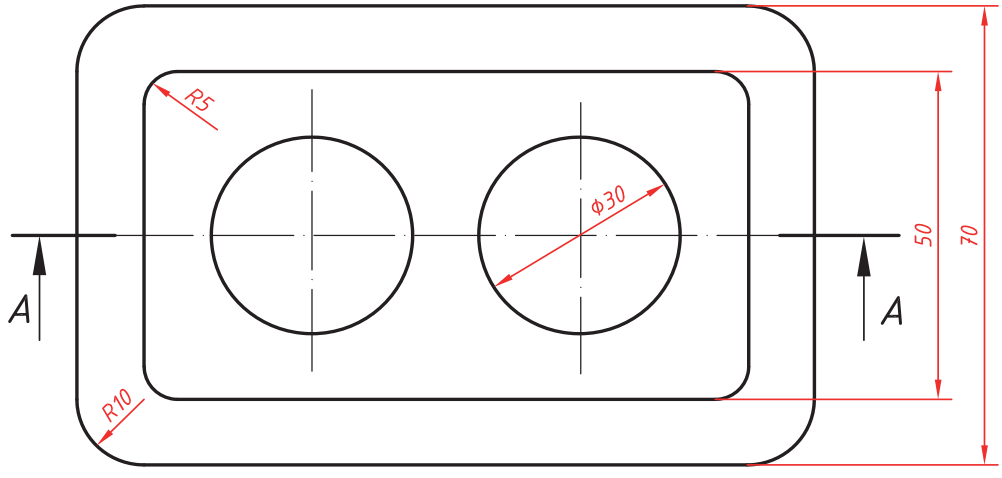
Birleşik maçalı model 3D yazıcı ile üretilecekse malzeme israfını önlemek için yapım resimleri dikkate alınarak ölçekli küçültme yapılabilir. Üç boyutlu çizim programından yazıcının programına aktarılan modelleme resimlerinin çeşitli ayarlamaları burada yapılarak G kodları elde edilir. Daha sonra 3D yazıcı çalıştırılır. Uygun filament takılarak ayarlamalar yapılır. Yazdırma ayarı yapıldıktan sonra model ve maça sandığının 3D yazıcıda üretimi yapılır. 3D yazdırma esnasında yapılan destek parçaları dikkatlice temizlenir. Üst yüzey işlemleri uygulanarak birleşik maçalı model ve maça sandığı tamamlanır.

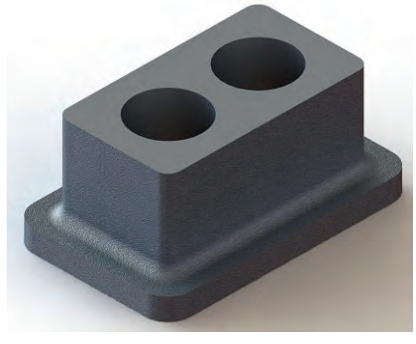
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.1
KONU	7.1. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

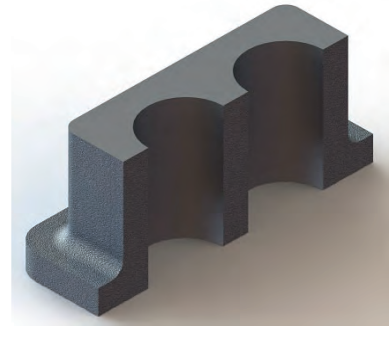
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29556

YATAK









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Alüminyum Alaşımı	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	

BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

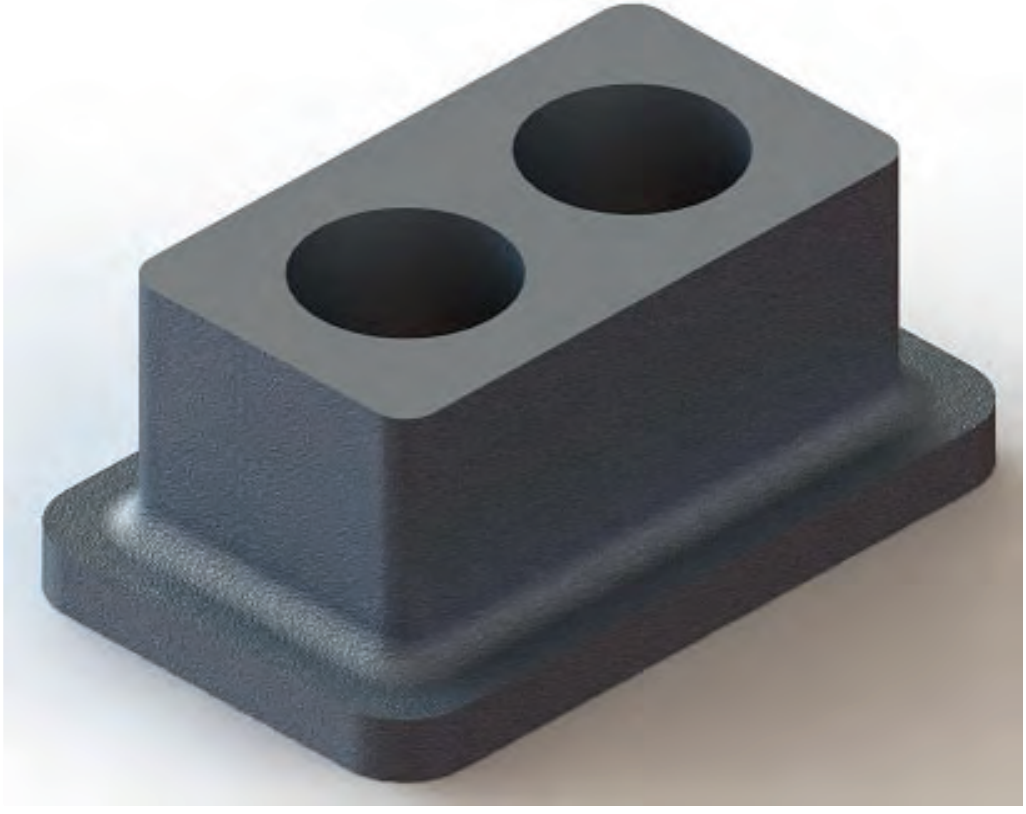
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

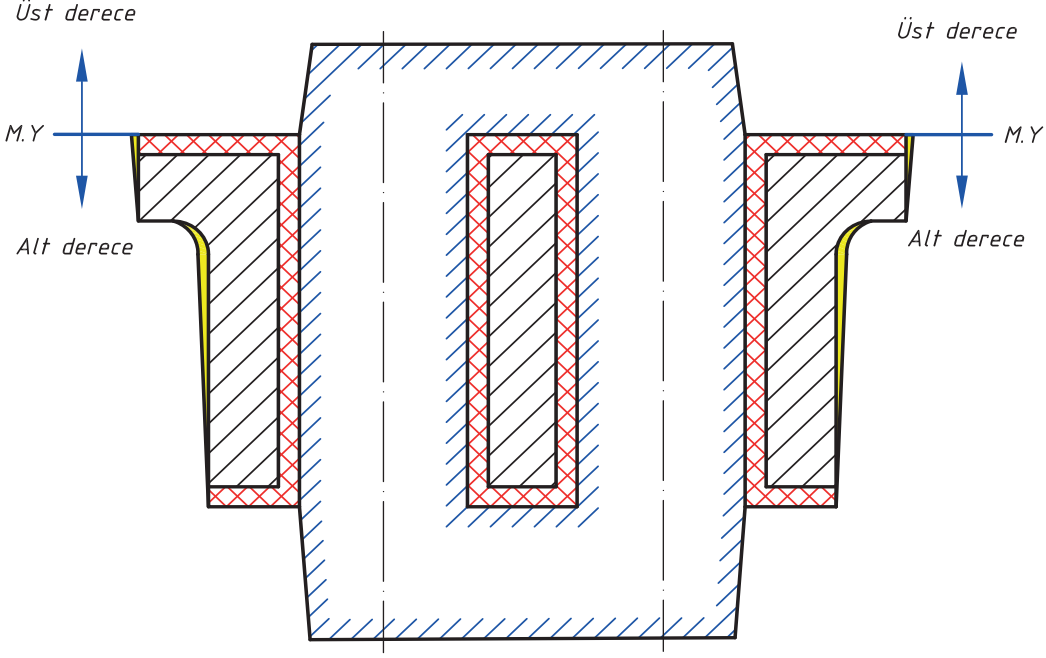
1. Araç gereç ve bilgisayarları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Birleşik maçalı yatak parçasının verilen imalat resmine göre üç boyutlu orijinal parça resmini çizerek kaydediniz **(Görsel 7.3)**.
3. Orijinal parça resmini farklı kaydedip model resmine dönüştürmeye başlayınız.
4. Farklı kaydedilen orijinal parça resminden iki boyutlu teknik resim görünüşleri elde ediniz.
5. Birleşik maçalı yatak modelinin iki boyutlu kesit görünüş resmi üzerinde imalat resminde belirtilen işleme paylarını yüzeylere ölçü ilavesi olacak şekilde gösteriniz **(Görsel 7.4)**.
6. Mala yüzeyini, (kalıp ayırma yüzeyi) meslek resim standartlarına uygun olarak çiziniz **(Görsel 7.4)**.
7. Birleşik maçalı modelin kumdan kolay çıkması için gerekli eğim ve koniklikleri, maça ve maça başı ilavelerini, alüminyum alaşımı çekme miktarını %1,5 olarak ekleyip kaydediniz **(Görsel 7.4)**.
8. Birleşik maçalı model resminin ölçülerini, kalıplama sayılarını dikkate alarak modelin yapılacağı malzemelerin seçimini yapınız.
9. Birleşik maçalı yatak model ve maça sandığını hangi malzemeden yapılacağını kararlaştırınız.
10. Birleşik maçalı yatak modelinin parçalarının birleştirilmesini ifade edecek model yapım resmini oluşturunuz ve kaydediniz **(Görsel 7.5)**.
11. Birleşik maçalı model resminden faydalanarak üç boyutlu çizim programında önce maçayı elde ediniz, daha sonra maçadan da maça sandığını oluşturunuz ve kaydediniz **(Görsel 7.6)**.
12. Birleşik maçalı model ve maça sandığının kalıplama etüdünü yaparak derece içerisinde yolluk sistemi görünecek şekilde, model kalıptan çıkmış, maça yerleştirilmiş olarak üç boyutlu resmini çizerek kaydediniz **(Görsel 7.7)**.
13. Kalıptan çıkmış yolluk sistemli döküm parça resmini çizerek kaydediniz **(Görsel 7.8)**.
14. Çizdiğiniz resimleri bilgisayarınızın masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
15. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

BİRLEŞİK MAÇALI YATAĞIN ORİJİNAL PARÇA RESMİ



Görsel 7.3: Yatak orijinal parça resmi

BİRLEŞİK MAÇALI YATAĞIN MODEL RESMİ



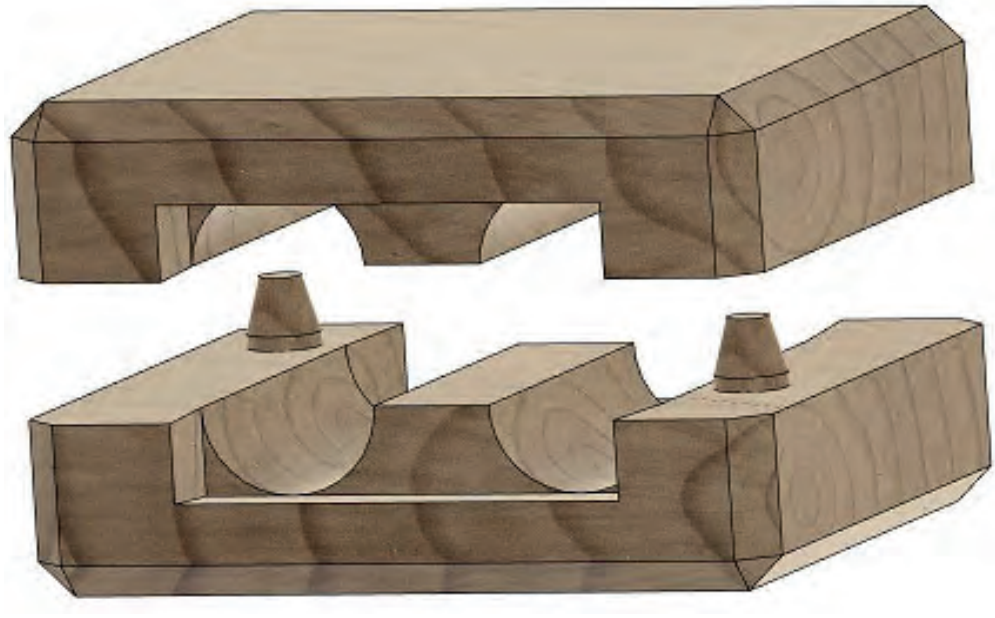
Görsel 7.4: Yatak model resmi

BİRLEŞİK MAÇALI YATAĞIN MODEL YAPIM RESMİ



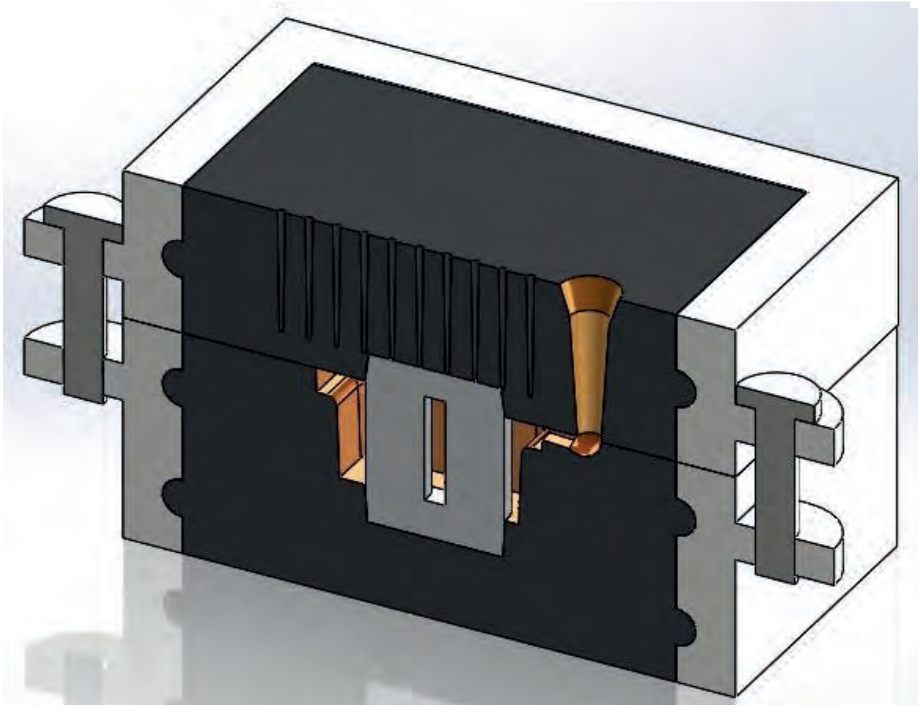
Görsel 7.5: Yatak modeli yapım resmi

BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİ MAÇA SANDIĞI RESMİ



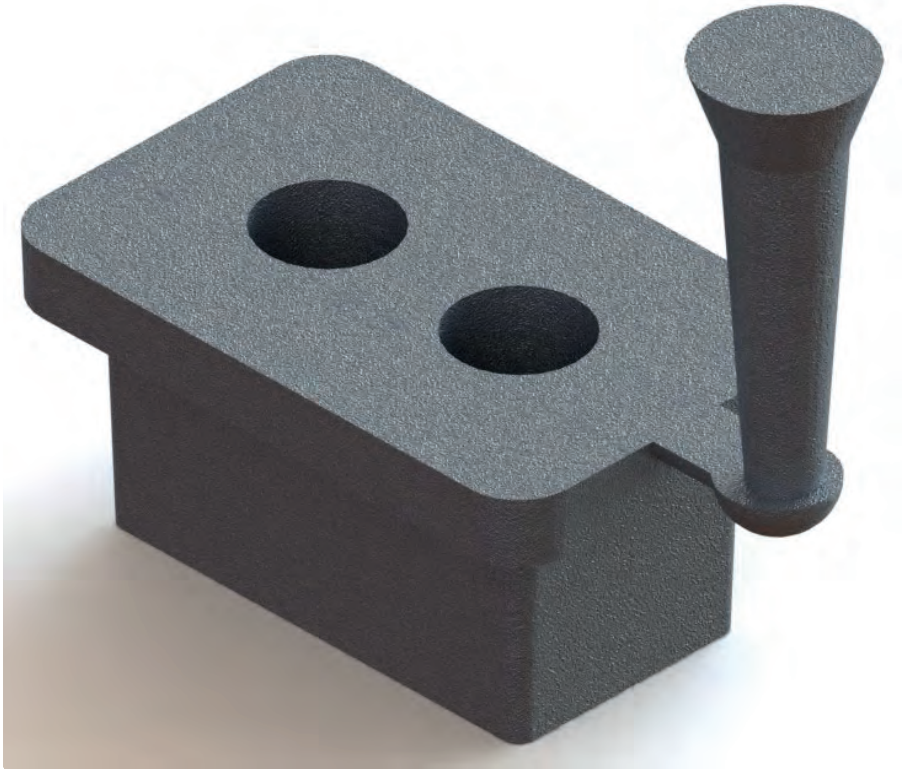
Görsel 7.6: Yatak modeli maça sandığı yapım resmi

BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİ KALIPLAMA RESMİ



Görsel 7.7: Yatak modeli kalıplama resmi

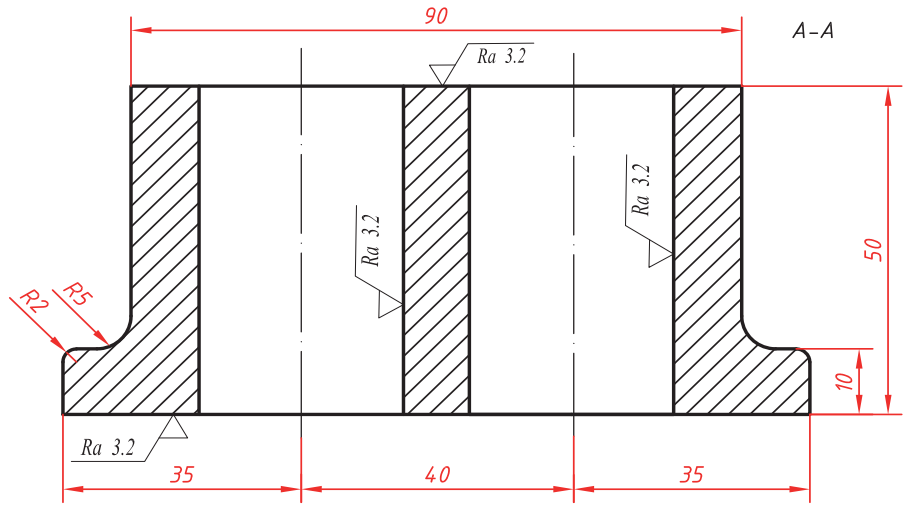
BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİNİN DÖKÜM PARÇA RESMİ

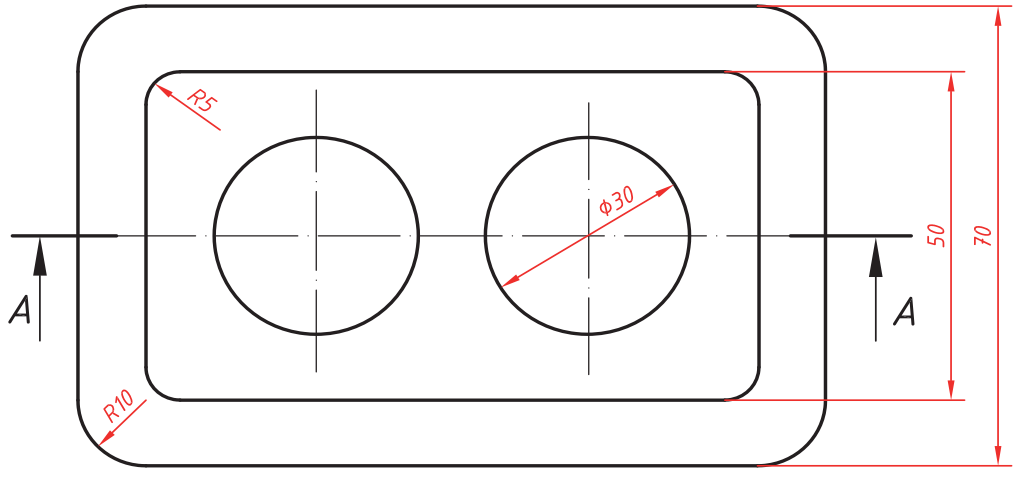


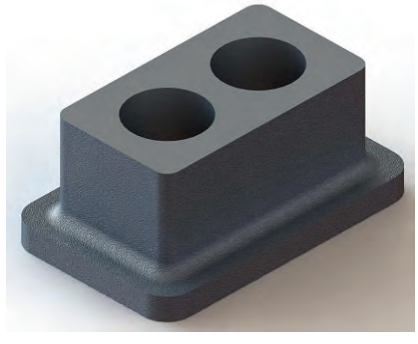
Görsel 7.8: Yatak döküm parça resmi

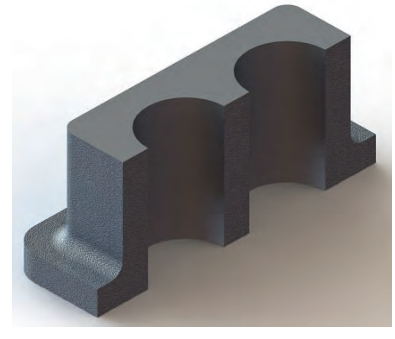
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.2
KONU	7.2. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29557









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Alüminyum Alaşımı	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

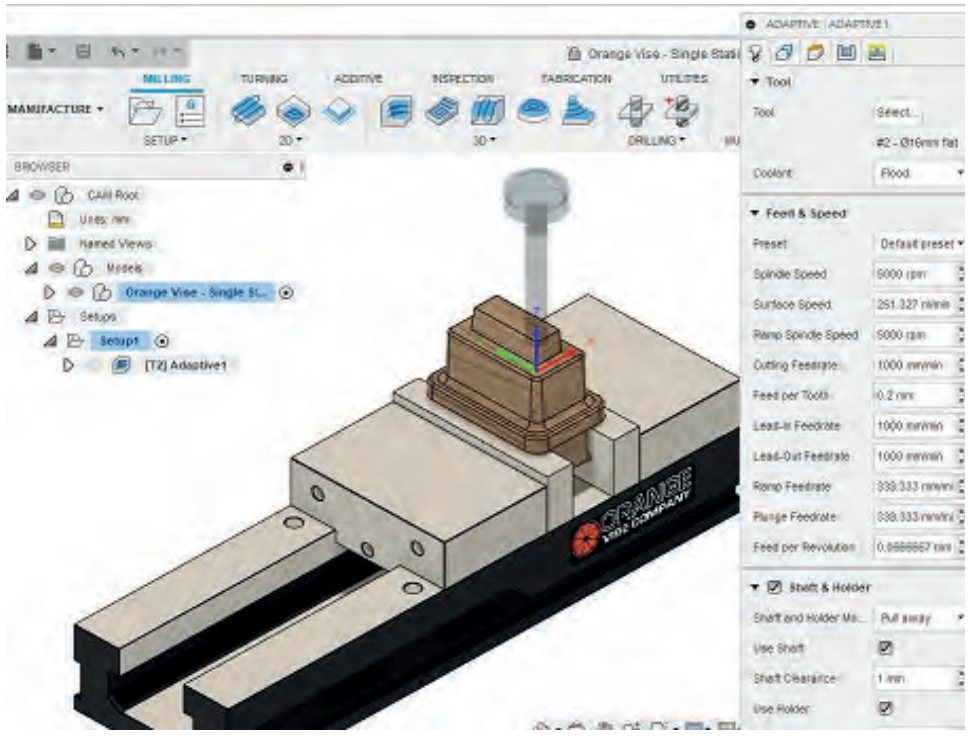
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G Kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Model resimleri*
2. *Maça sandığı resimleri*
3. *Kalem*
4. *Silgi*
5. *Bilgisayar*
6. *CAD-CAM programı*
7. *Taşınır bellek*

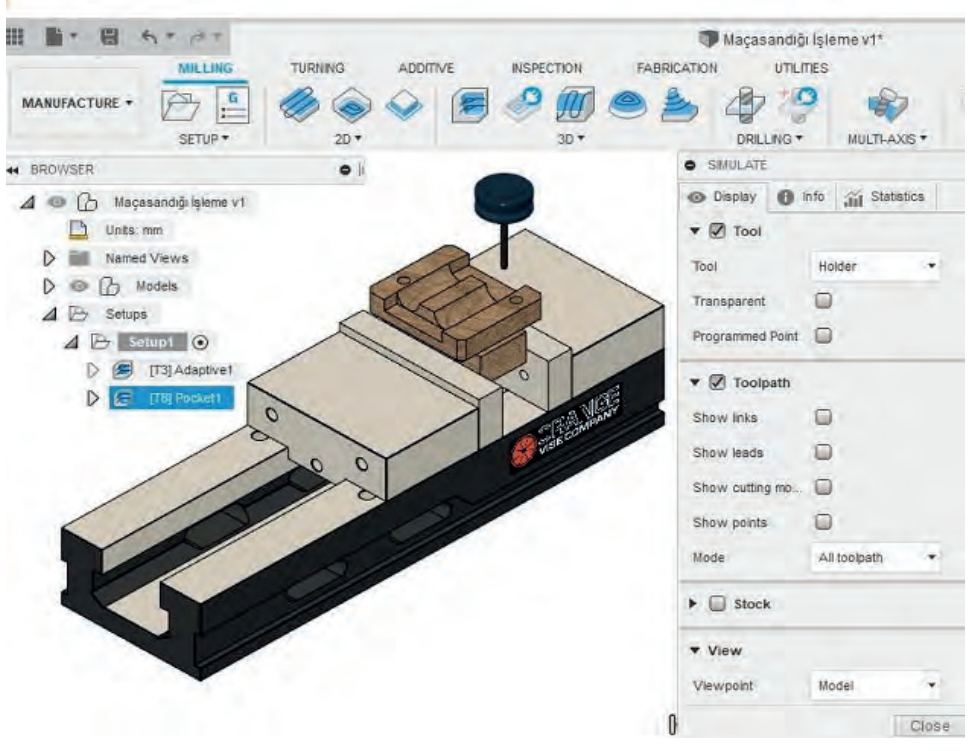
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereçleri makineleri ve bilgisayarı, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Birleşik maçalı yatak modeli yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.*
3. *Yatak modelini model yapım resmindeki gibi iki parça halinde yapınız* ***(Görsel 7.5).***
4. *Maça sandığını, maça sandığı yapım resimlerine göre iki parça halinde CAM programında G kodlarını çıkarıp üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz* ***(Görsel 7.6).***
5. *Yatak modelini işlemek için* ***Manufacture*** *(imalat) CAM modülüne geçiniz* ***(Görsel 7.9).***
6. ***Setup*** *(kurulum) sekmesinde* ***New Setup*** *(yeni kurulum), makine tipi olarak* ***Milling*** *(freze) seçiniz.*
7. *Bu kısımda parçanın;* ***Stock*** *(ham parça) tanımlaması,* ***Work Coordinate System*** *(iş parçası sıfır noktasını), varsa* ***Fixture*** *(bağlama elemanları) seçimini yaparak onaylayıp kapatınız.*
8. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinde* ***Adaptive Clearing*** *(uyarlanabilir temizleme) sekmesini açınız.*
9. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.*
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
10. *G kodlarını çıkarmak için* ***Post Process*** *(işlem sonrası) penceresini açınız. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
11. *Daha sonra* ***Post*** *(işlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
12. *Birleşik maçalı yatak modeli için elde edilen G kodlarını düzenleyerek CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*
13. *Birleşik maçalı yatak modelinin üst maça başı için model gövdesinde takip edilen yola uyarak CAM programında G kodlarını oluşturarak taşınır belleğe kaydediniz.*
14. *Yatak modeli maça sandığını işlemek için* ***Manufacture*** *(imalat) CAM modülüne geçiniz* ***(Görsel 7.10).***
15. ***Setup*** *(kurulum) sekmesini tıklayarak* ***New Setup*** *(yeni kurulum) seçiniz. Burada makine tipi olarak* ***Milling*** *(freze) seçiniz.*
16. *Ayrıca parçanın;* ***Stock*** *(ham parça) tanımlamasını ve* ***Work Coordinate System*** *(iş parçası sıfır noktasını),* ***Fixture*** *(bağlama elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız.*
17. *Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerinden üç eksen frezeleme işlemlerinde* ***Adaptive Clearing*** *(uyarlanabilir temizleme) sekmesini açınız.*
18. *Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.*
    a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
    b) Parça geometrisini seçiniz.
    c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
    d) Kesme ayarlarını yapınız.
    e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
    f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
    g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz.
19. *Maça sandığının işlenemeyen kısımlarını üç boyutlu işleme şekillerinden* ***Pocket*** *(cep) komutunu seçerek yukarıdaki ayarlamaları tekrar yaparak son işlemleri gerçekleştiriniz.*
20. *Maça sandığı iki parça olduğundan her parça için ayrı ayrı CAM yaparak G kodlarını çıkarıp taşınır belleğe kaydediniz.*



Görsel 7.9: Yatak modelinin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

21. *G kodlarını çıkarmak için **Post Process** (işlem sonrası) penceresi açılır. Bu pencerede G kodlarının hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
22. *Daha sonra **Post** (işlem) komutunu çalıştırarak G kodlarını elde ediniz.*
23. *Maça sandığı parçalarının G kodlarını düzenleyerek tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.*

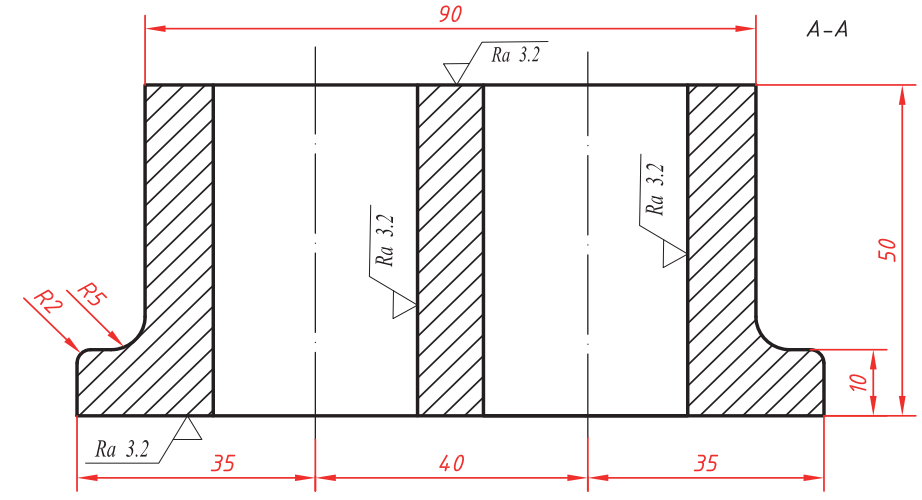


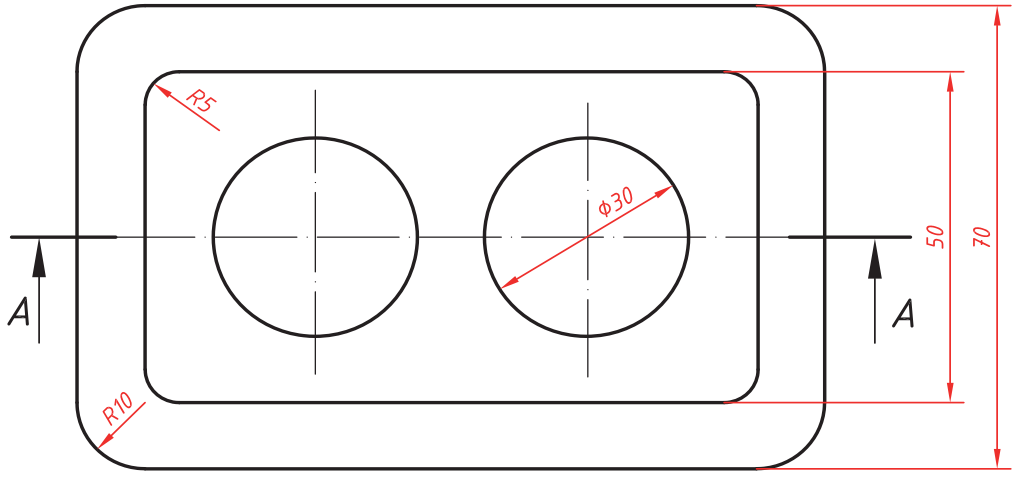
Görsel 7.10: Yatak modeli maça sandığının CAM programında işleme operasyonunun oluşturulması

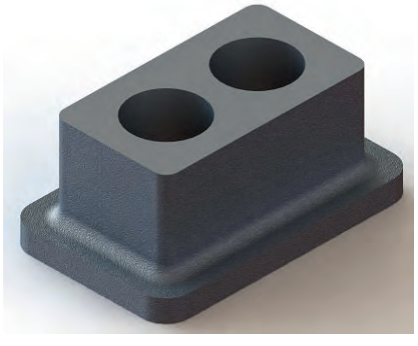
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.3
KONU	7.3. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

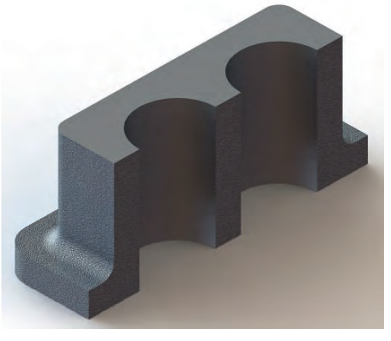
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29558

BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİNİ VE MAÇA SANDIĞINI CNC TEZGÂHTA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Alüminyum Alaşımı	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

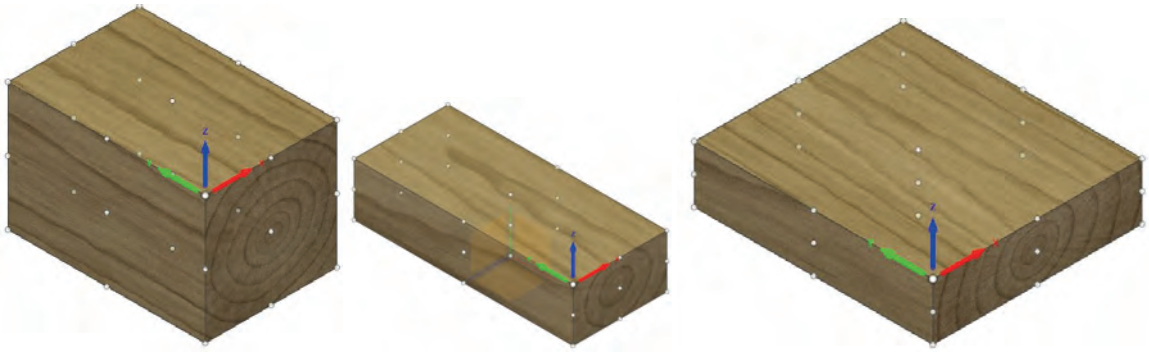
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgâha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Matkap tezgâhı
6. CNC freze makinesi
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçaları
9. Çekmeli metre veya kumpas
10. Zımpara
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner
14. Taşınır bellek

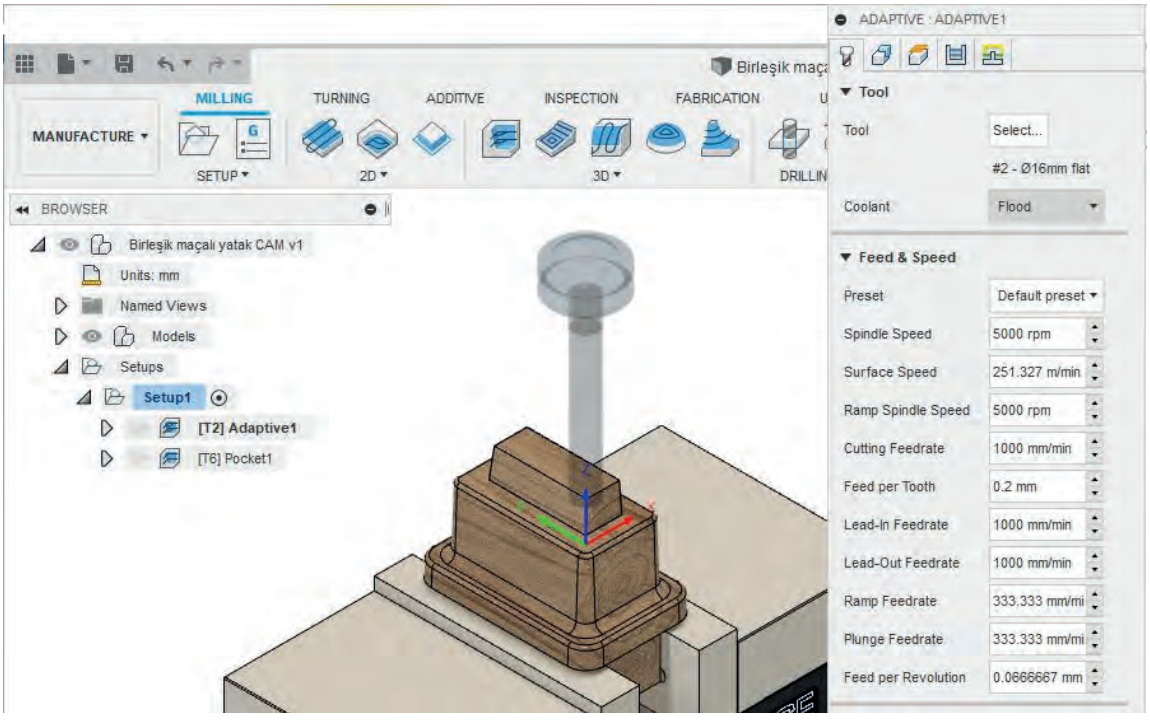
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Birleşik maçalı model ve maça sandığını, CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız.
3. Birleşik maçalı, model gövdesi ve alt maça başı kısmı için 120x80x78 mm ölçülerinde bir parça, üst maça başı için 70x30x17 mm ölçülerinde bir parça hazırlayınız **(Görsel 7.11).**
4. Birleşik maçalı maça sandığı için 105x92x25 mm ölçülerinde iki parça hazırlayınız **(Görsel 7.11).**
5. İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.
6. Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçüm aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.
7. Tezgâhın yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.
8. Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.
9. Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.
10. CAM programında model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamasını yapınız.
11. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız.
12. Bir nolu takımın sıfırlanması çok önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde mengeneye bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.
13. Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
14. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapıp tamamlayınız.
15. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.
16. Tezgâhı çalıştırıp önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek, her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak birleşik maçalı modeli işleyiniz **(Görsel 7.12).**
17. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
18. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.
19. Üretimi tamamlanan birleşik maçalı yatak modelini, özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçünüz.
20. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.



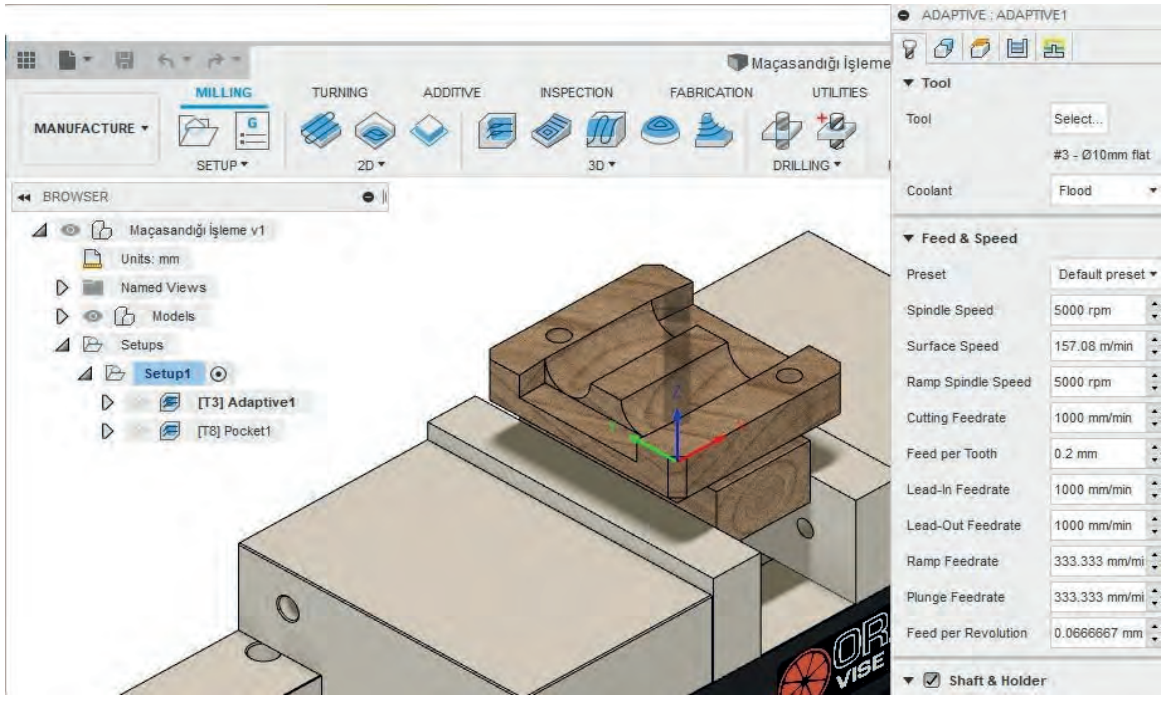
Model stok parça | Üst maça başı stok parça | Maça sandığı stok parça

Görsel 7.11: Yatak modeli ve maça sandığı stok parçaları



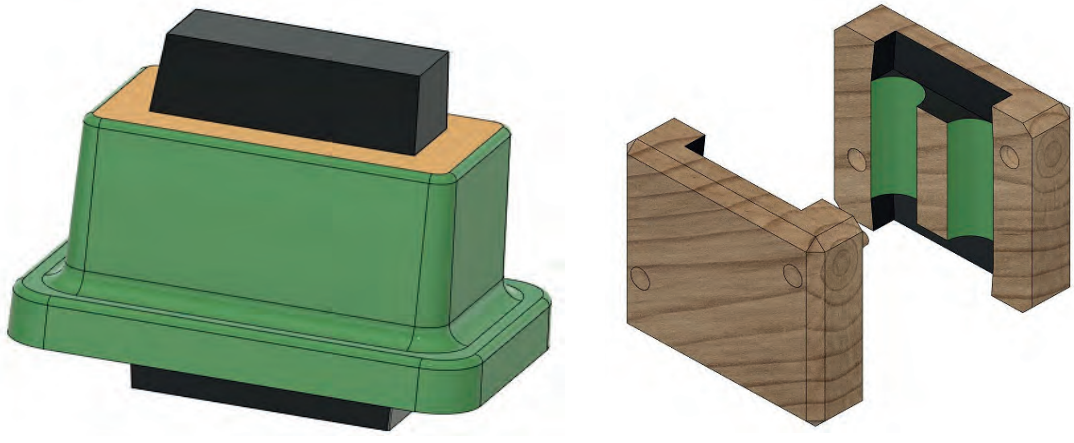
Görsel 7.12: Yatak modelinin işlenmesi

21. Model ve tezgâh temizliğini yaparak üst yüzey çalışmalarını tamamlayıp boyayınız ya da vernikleyiniz.
22. Tezgâh mengenesine, uygun bağlama aparatı ile maça sandığı stok parçasını bağlayınız.
23. CAM programında üretim için hazırlanan kodları tezgâha veya bilgisayara yükleyiniz.
24. Bir nolu takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerleriyle çalışacaklardır. Bir nolu takımın dış yüzeyi maça sandığı stok parçasına X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra maça sandığı stok parçasının üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız **(Görsel 7.13)**.
25. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini gerçekleştiriniz.
26. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli tezgâh ayarlarını yapınız.



Görsel 7.13: Yatak modeli maça sandığının işlenmesi

1. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrollü bir şekilde veriniz. Her şey normal şartlarda gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak maça sandığının yarısını işlemeye başlayınız* ***(Görsel 7.13).***
2. *Birinci parçanın işlenmesi tamamlandıktan sonra maça sandığının diğer yarısını tezgâh mengenesine bağlayıp işleyiniz.*
3. *Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.*
4. *Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.*
5. *Üretimi tamamlanan birleşik maçalı yatak modeli, maça sandığı parçalarını, özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle ölçünüz.*
6. *Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.*
7. *İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız tezgâhı ve ortamı temizleyiniz.*
8. *Maça sandığının dağıtılıp toplanmasını sağlamak amacıyla pimlenmesini yapınız.*
9. *Birleşik maçalı model ve maça samdığının son temizliğini yaptıktan sonra vernikleyerek ya da uygun renklere boyayarak öğretmeninize teslim ediniz* ***(Görsel 7.14).***

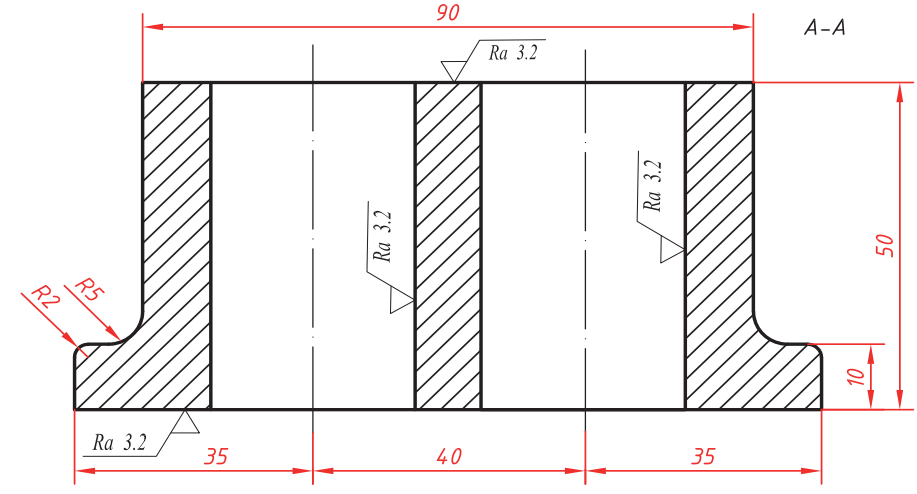


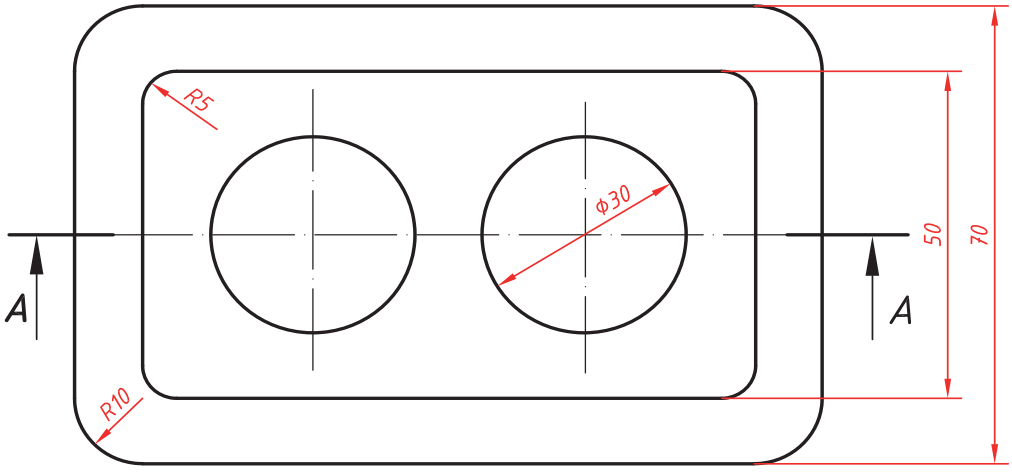
Görsel 7.14: Yatak model ve maça sandığı CNC tezgâhlarda üretilmiş hâli

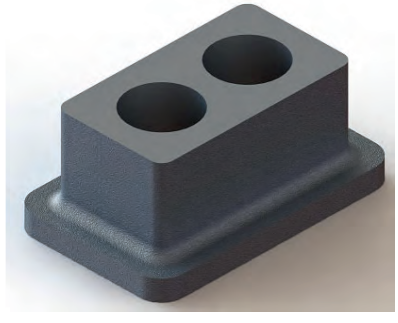
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.4
KONU	7.2 BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 7.3 BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

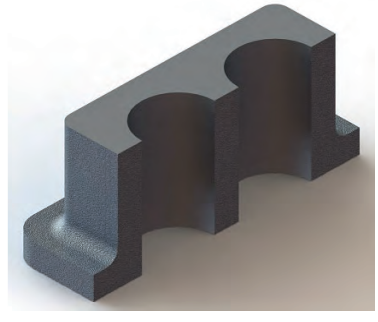
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29559

BİRLEŞİK MAÇALI MODELİ VE MAÇA SANDIĞINI 3D YAZICIDA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Alüminyum Alaşımı	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

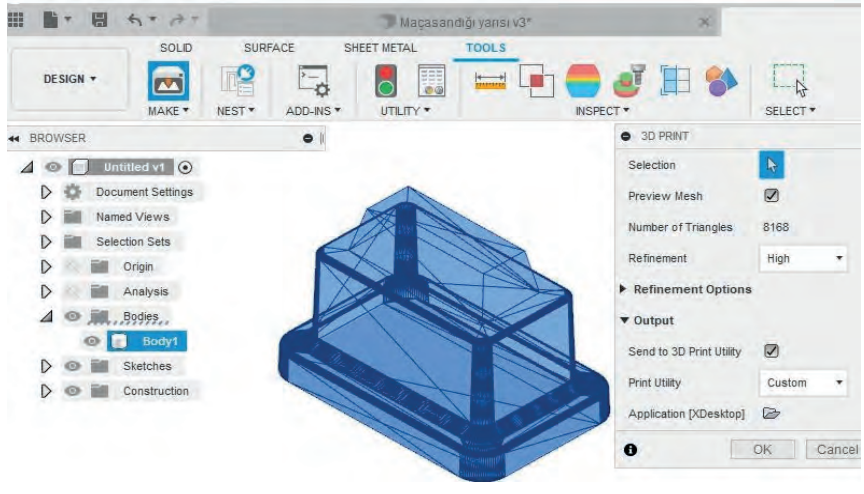
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Proğrama Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. 3D yazıcı (3D printer)
2. PLA veya ABS filament
3. Bilgisayar
4. CAD-CAM programı
5. Model ve maça sandığı resimleri
6. Taşınır bellek
7. Çekmeli metre veya kumpas
8. Zımpara
9. Kalem
10. Silgi
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner

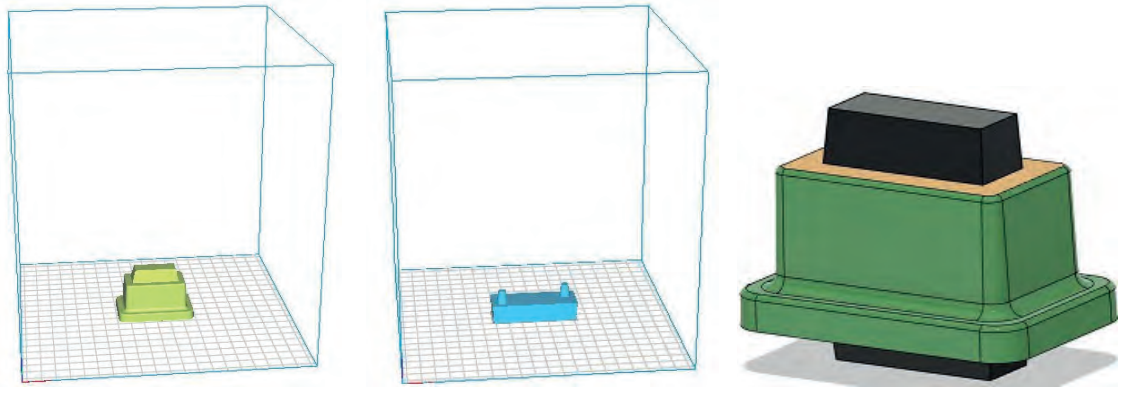
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve 3D yazıcıları, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Öncelikle birleşik maçalı model ve maça sandığını 3D yazıcılarda yapabilmek için CAD programında üç boyutlu çizimlerini hazırlayınız.
3. Birleşik maçalı modeli yapmak için katı modelleme programında Tools (araçlar) sekmesini açıp burada **Make** (yapma) altındaki **3D printeri** (3 boyutlu yazıcı) seçiniz.
4. Açılan pencerede birleşik maçalı modeli seçerek **Preview Mesh** (ön izleme ağı) işaretli, **Refinement** (ayrıntılandırma) High (yüksek), Medium (orta), Low (düşük), **Custom** (özel) olacak şekilde herhangi birini seçerek, **Printer Utility** (yazıcı yardımcı programı) kısmında **Custom** (özel) ayaralanıp **Application** (uygulama) masaüstünden yazıcı programını seçip modeli yazıcı programına aktarınız **(Görsel 7.15)**.
5. Ayrıca üç boyutlu katı modelleme programlarında çizilen parçaları STL formatında kaydedip ilgili yazıcı programında açarak da yazdırma işlemi yapabilirsiniz.



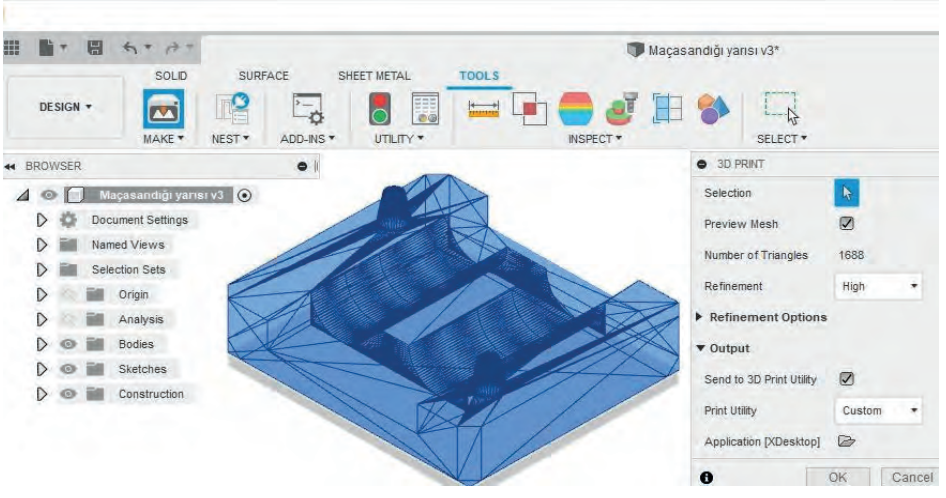
Görsel 7.15: Yatak modelini CAD programından 3D yazıcıya gönderme

6. Yazıcı programına aktarılan birleşik maçalı modeli, öncelikle yazdırma konumuna döndürerek zemine oturacak şekilde ayarlayınız.
7. Modeli, yazıcı kabini içerisinde uygun olacak yere ayarlayınız.
8. Modeli çoğaltmanız veya ölçeklemeniz isteniyorsa bu işlemleri yapınız. Birleşik maçalı modeli, malzemeden tasarruf etmek amacıyla 1/2 oranında ölçekleyiniz **(Görsel 7.16)**.
9. Daha sonra yazıcı modelini seçerek modeli baskıya hazırlayınız.
10. Modeli baskıya hazırlarken hangi malzemeden yapılacağını, katman kalınlığını, destek yoğunluğunu, destekleyici taban olup olmayacağını, yüzde olarak iç doluluk miktarını ayarlayarak dilimle sekmesini çalıştırınız.
11. Model, ekranda katmanlar halinde oluşturulduktan sonra baskı detaylarında ne kadar sürede yazılacağını, malzeme miktarını gözlemleyiniz **(Görsel 7.16)**.
12. Ayarlamalar sonrası elde edilen G kodlarını taşınır belleğe kaydediniz.



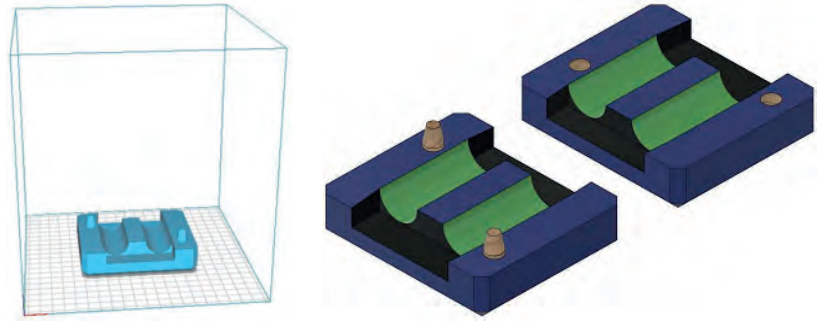
Görsel 7.16: Yatak modelini 3D yazıcıda yapma ve tamamlanmış hâli

13. *3D yazıcıyı çalıştırıp taşınır belleği takarak ön ısıtmaları yaptıktan sonra uygun filamenti takınız.*
14. *Birleşik maçalı modelin G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.*
15. *Modeli 3D yazıcıda üretiniz* ***(Görsel 7.16).***
16. *Modelin üst yüzey işlemlerini yaparak boyayınız veya vernikleyiniz.*



Görsel 7.17: Yatak modeli maçasandığını CAD programından 3D yazıcıya gönderme

17. *3D yazıcıyı kullanarak maça sandığını yapmak için birleşik maçalı model yapımında izlenen yolları takip ederek maça sandığının yarısını yapınız* ***(Görsel 7.17).***
18. *Maça sandığının diğer yarısını da aynı yolu takip ederek yapınız.*
19. *Maça sandığının pimlerini rahat çalışabilir hâle getirerek üst yüzey işlemlerini uygulayınız.*
20. *Kullandığınız araç gereçleri yerlerine kaldırınız. Çalışma ortamınızı temizleyerek maça sandığını ve modeli öğretmeninize teslim ediniz* ***(Görsel 7.18).***

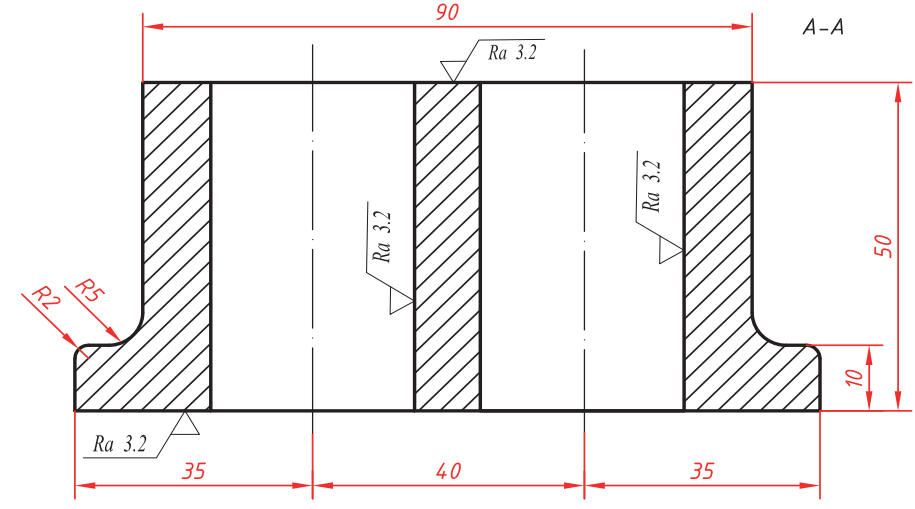


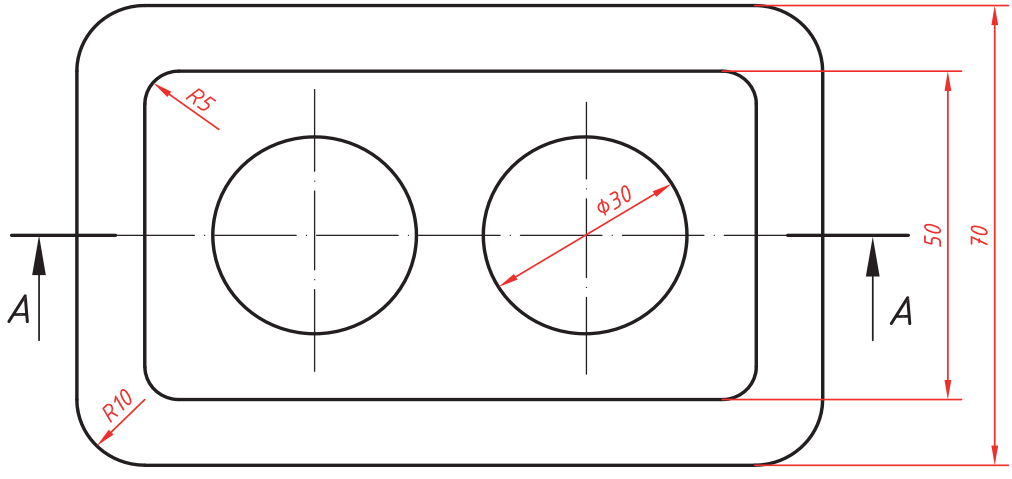
Görsel 7.18: Maça sandığını 3D yazıcı programında yapma ve tamamlanmış hâli

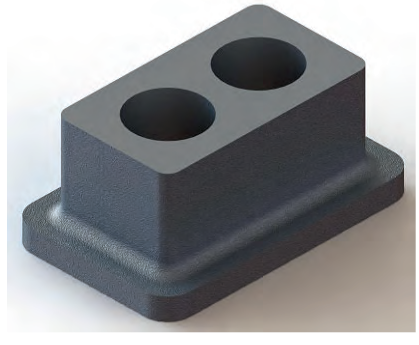
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.5
KONU	7.3. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 16 DERS SAATİ

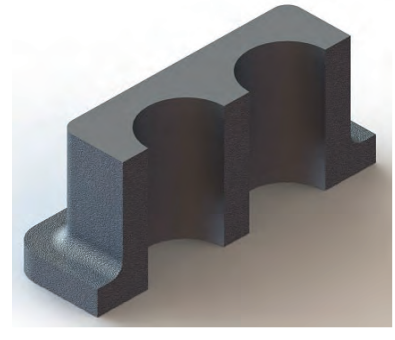
BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİNİ VE MAÇA SANDIĞINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29560









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Alüminyum Alaşımı	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

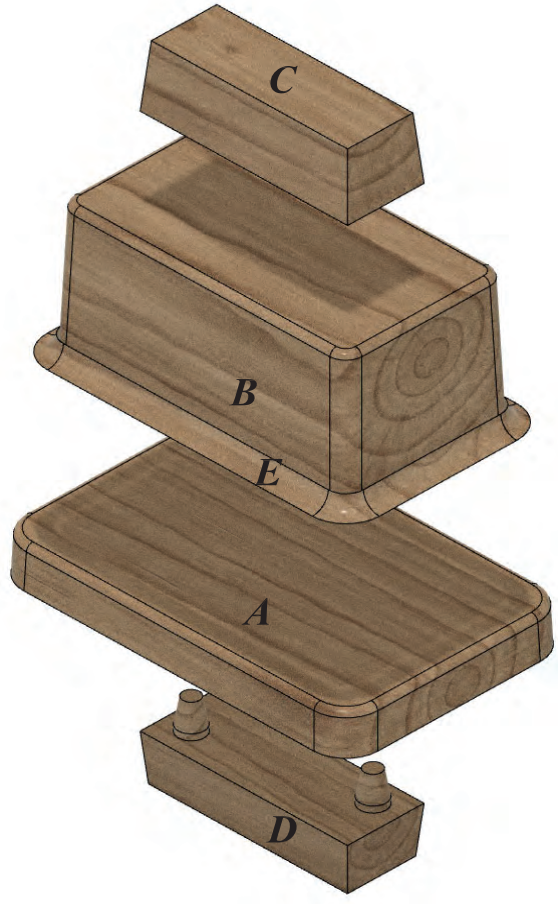
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. Lazer kesme makinesi
9. İş parçası
10. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
11. Çekmeli metre veya kumpas
12. Pergel
13. Gönye
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

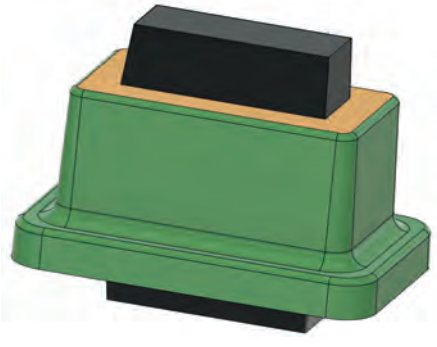
1. Araç gereç ve makineleri, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Birleşik maçalı yatak modeli, boyutları ve kalıplama sayısı itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç alüminyum alaşımı olduğu için %1,5 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Parça listesini, model ve maça sandığı yapım resmine göre makinelerdeki kesme ve işleme miktarlarını dikkate alarak fazla malzeme kullanımından kaçınarak ahşap işleme makineleriyle öğrencilerle birlikte hazırlayınız.
5. Model parçalarını isimlendirerek hata yapma ihtimalini azaltınız **(Görsel 7.19).**
   A parçası birleşik maçalı model alt tablası için 115x75x13 mm olacak şekilde 1 adet,
   B parçası birleşik maçalı model gövdesi için 95x55x43,5 mm olacak şekilde 1 adet,
   C parçası birleşik maçalı model alt maça başı için 70x30x20 mm olacak şekilde 1 adet,
   D parçası birleşik maçalı model üst maça başı için 70x30x15 mm olacak şekilde 1 adet,
   E parçası 5 mm'lik radyuslar için 5x5 mm çevreye yetecek uzunlukta çıta hazırlanır.
6. Modelin mala yüzeyini (kalıp ayırma yüzeyi) oluşturacak A parçasını, imalat resmindeki ölçülerine alüminyum alaşımlarına verilecek %1.5 çekme payı ve eğim ilave ederek markalamasını yapınız.
7. A parçasının markalanmasında mala yüzeyi kısmına verilecek eğimi ölçü olarak ilave etmeyi unutmayınız.
8. A parçasının şerit testere makinesinde, mala yüzeyi üste gelecek şekilde markalama çizgilerine göre kenarlardaki fazlalıklarını kesiniz.
9. A parçasının kesilen yüzeylerini, eğimleri oluşturacak şekilde zımpara makinesinde temizleyiniz.
10. A parçasının üst kısmındaki 2 mm'lik kenar radyuslarını eğe yardımıyla oluşturunuz **(Görsel 7.19).**
11. Daha sonra B parçasını imalat resmindeki ölçülerine göre alüminyum alaşımlarına verilecek %1.5 çekme payı ve eğim ilave ederek markalamasını yapınız.
12. B parçasının markalanmasında verilecek eğimi, ölçü olarak ilave etmeyi unutmayınız.
13. B parçasının kenarlarındaki fazlalıkları, markalama çizgilerine göre, mala yüzeyi üste gelecek şekilde şerit testere makinesinde kesiniz.
14. B parçasının kesilen yüzeylerini, eğimleri oluşturacak şekilde zımpara makinesinde temizleyiniz.
15. B parçasının üst kısmındaki 2 mm'lik kenar radyuslarını eğe yardımıyla oluşturunuz **(Görsel 7.19).**
16. A ve B paçalarının eksenlerini çizip yanlara taşıyarak eksenler çakışacak şekilde ayarlayıp yapıştırınız.
17. Yapıştırılan kenarlara, resimde görüldüğü şekilde 5 mm'lik radyusları oluşturmak için 5x5 mm'lik çıtaları yapıştırınız.
18. Birleşik maçalı modele yapıştırılan çıtaları, parçayı mengeneye bağlayarak oluklu kalemle işleyip çıtalara 5 mm yarıçapındaki radyusları oluşturunuz **(Görsel 7.19).**

BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİ PARÇALARI



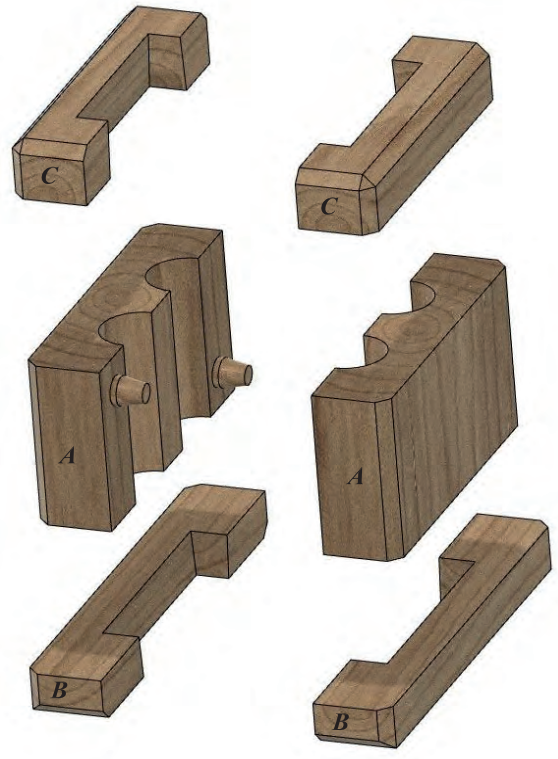
Görsel 7.19: Yatak modeli parçalarının işlenmiş hâli

19. Alt ve üst maça başlarını (C ve D) eğim durumlarını dikkate alarak markalayınız.
20. Markalama çizgilerine göre şerit testere makinesinde fazla olan kısımları kesiniz.
21. Kenar fazlalıkları kesilen maça başı parçalarını, zımpara makinesi siperini uygun açıda ayarlayarak zımpara edip ölçüsüne getiriniz **(Görsel 7.19)**.
22. Alt maça başı parçası eksenlerini, dikey alanların dört tarafına taşıyınız.
23. Alt maça başı parçasını, B parçası üzerine eksenleri birbiri ile çakışacak şekilde yapıştırınız.
24. Üst maça başı parçasının eksenlerini taşıyarak bir işkence ile yerine tutturunuz.
25. Matkap tezgâhında 8 mm çapındaki kavela deliklerini deliniz.
26. Kavelaları hazırlayarak yerine takıp düzgün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
27. Modelin son zımpara ve temizliğini, ölçü ve eğim kontrollerini yaparak boya veya vernik uygulayıp hazır hâle getiriniz **(Görsel 7.20)**.



Görsel 7.20: Yatak modelinin tamamlanmış hâli

BİRLEŞİK MAÇALI YATAK MODELİ MAÇA SANDIĞI PARÇALARI



Görsel 7.21: Yatak modeli maça sandığının işlenmiş hâli

28. Maça sandığı parçalarını isimlendirerek hata yapma ihtimalini azaltınız **(Görsel 7.21)**.
29. Maça sandığını elde etmek için ahşap parça listesini hazırlayınız.
    A parçası maça sandığının deliklerinin bulunduğu kısmı oluşturmak için 105x25x57 mm 2 adet,
    B parçası maça sandığının üst maça başını oluşturmak için 105x25x15 mm olacak şekilde 2 adet,
    C parçası maça sandığının alt maça başını oluşturmak için 105x25x20 mm olacak şekilde 2 adet hazırlayınız.
30. A parçalarını işkence ile bağlayarak baş ağaç kısmına, her iki tarafta olacak şekilde delikleri markalayıp işkenceyi açarak çizgileri taşıyıp yarım daire profili boşaltınız **(Görsel 7.21)**. Boşaltılan kısımları elde veya lazer kesim makinesinde hazırlalnan mastar ile kontrol ediniz.
31. B parçalarını birbirine bağlayarak her iki yüzeyine maça başı ölçülerini markalayıp önce şerit testere makinesinde boşaltıp eğe ve zımpara ile temizleyerek elde veya lazer kesim makinesinde hazırlanan mastar ile kontrol ediniz.
32. C parçalarını birbirine bağlayıp her iki yüzeyine maça başı ölçülerini markalayarak önce şerit testere makinesinde boşaltıp eğe ve zımpara ile temizleyerek elde veya lazer kesim makinesinde hazırlanan mastar ile kontrol ediniz.
33. Maça sandığı parçalarını gruplayıp yapıştırınız. Kuruduktan sonra kavela delikleri delip kavela atınız.
34. Maça sandığının son zımpara ve temizliğini, ölçü kontrollerini yaparak boya veya vernik uygulayıp hazır hâle getiriniz **(Görsel 7.22)**.
35. İş bitiminde çalışma ortamındaki takımları yerlerine kaldırınız ve çalışma ortamını temizleyiniz.

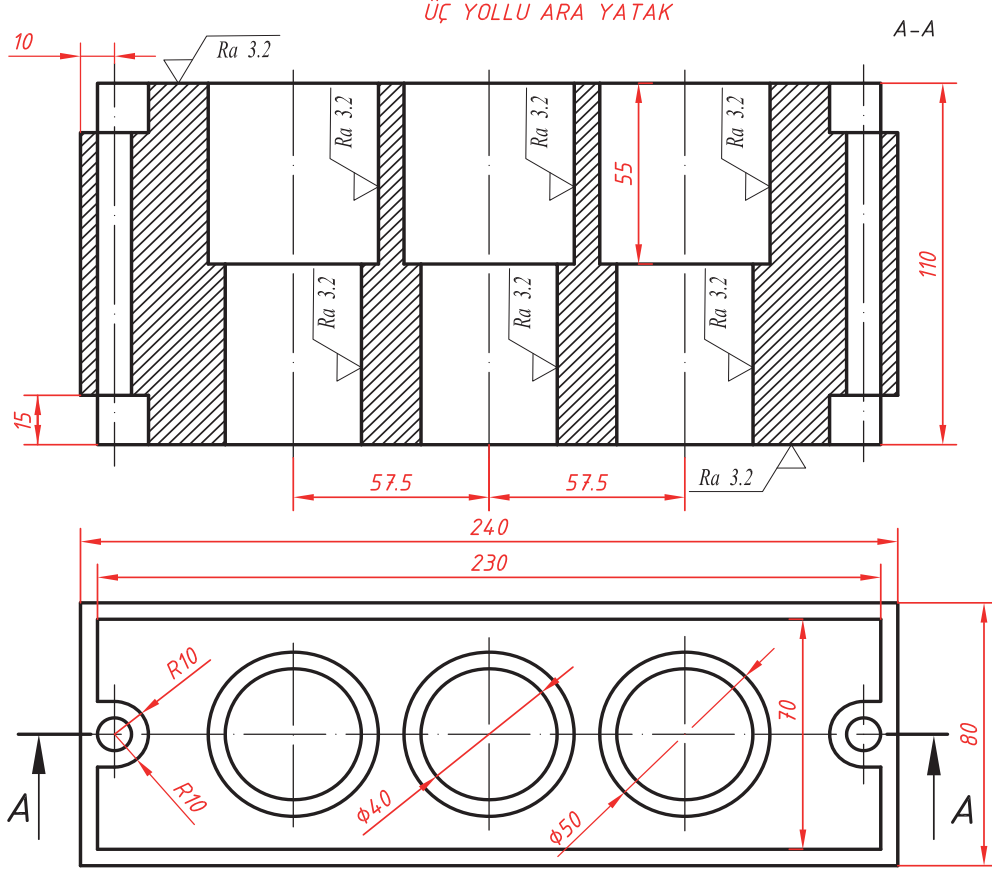


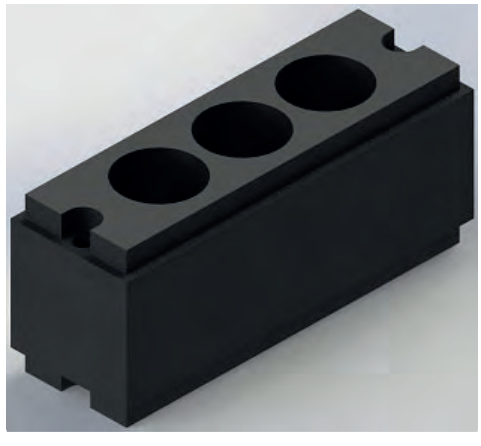
Görsel 7.22: Yatak modeli maça sandığının tamamlanmış hâli

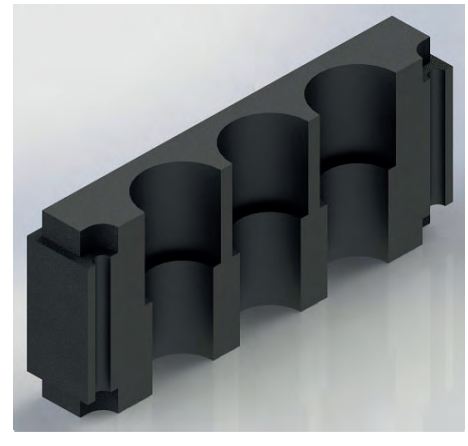
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29561

ÜÇ YOLLU ARA YATAK







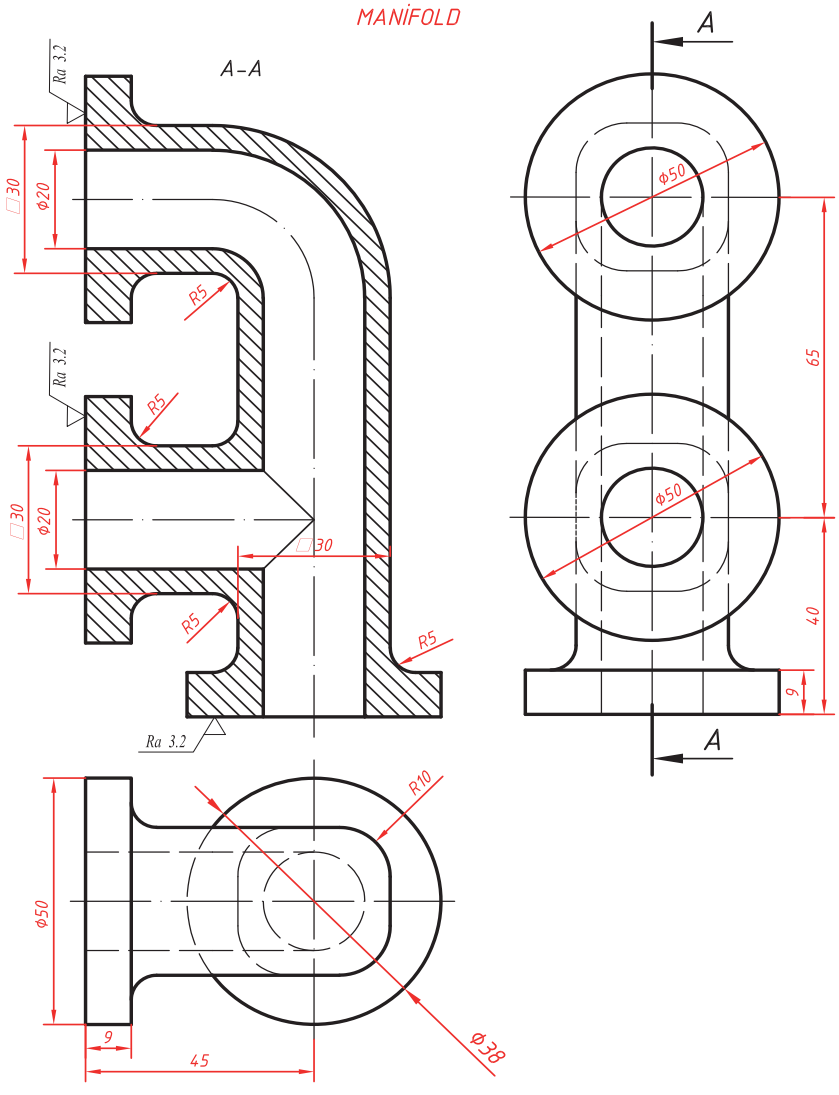
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	.....
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

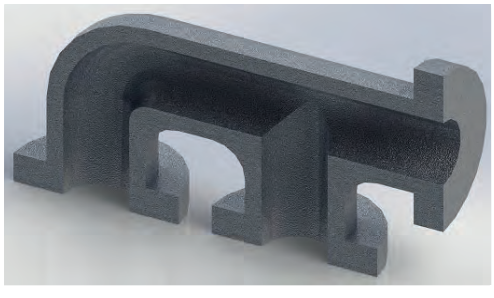
ÖĞRENME BİRİMİ	7. BİRLEŞİK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 7.7
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29562

MANİFOLD







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENME BİRİMİ

8

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME

Bu bölümde;

tamamen maçalardan oluşan modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, tamamen maçalardan oluşan modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve tamamen maçalardan oluşan modellemeyi yapmayı öğreneceksiniz.



8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME

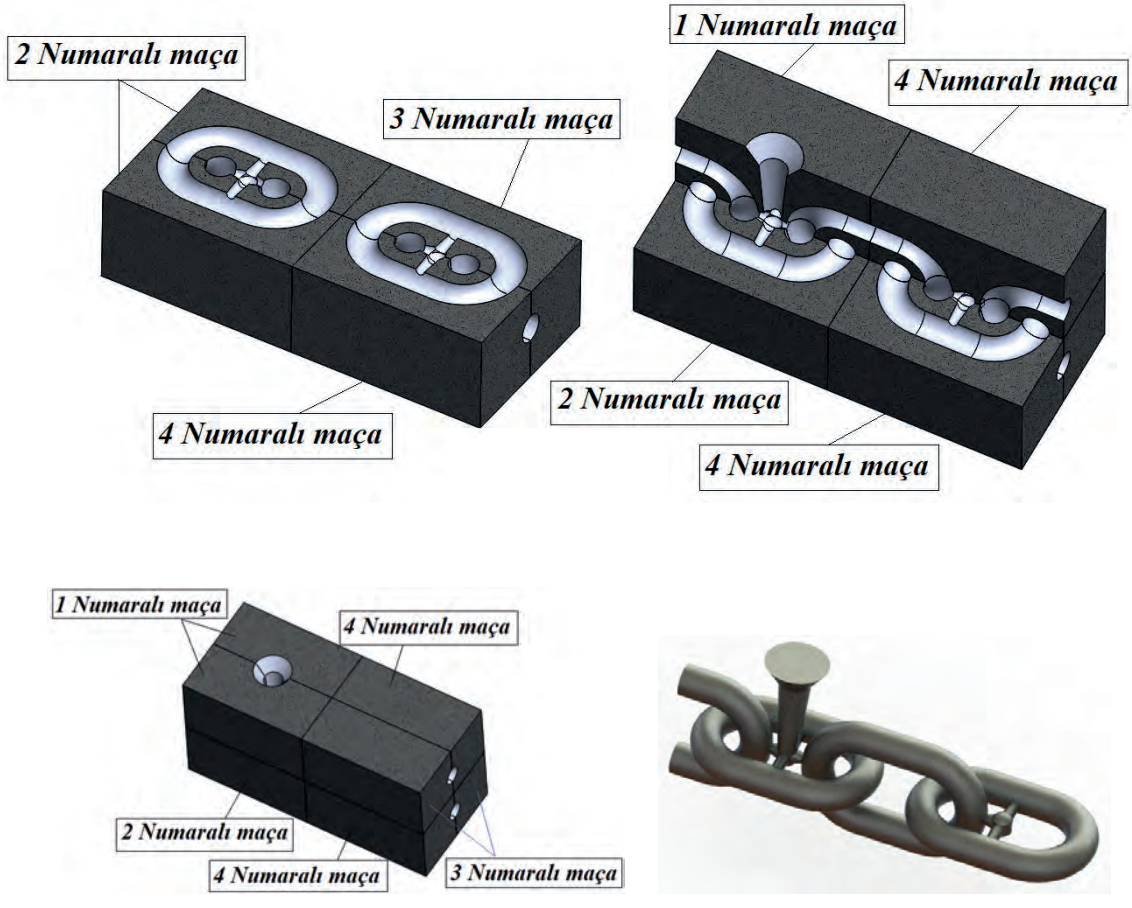
Üretimi yapılacak parçaların kalıbını oluştururken kalıbın tamamının ya da çoğunun maçalardan yapıldığı yöntemdir. Burada amaç maça sandıklarından elde edilen maçaları birleştirerek kalıbı meydana getirmektir. Bu kalıp oluşturulurken maçaların doğru şekilde dizilmesi önemlidir. Maçaların doğru dizilmesini sağlamak için her bir maçayı numaralandırmak gerekir. Bu numaralandırma kalıplamayı tekniğine uygun yapmayı kolaylaştırır.

Bazı parçaların üretiminde kalıplama kolaylığı sağlamak amacıyla da tamamen maçalardan oluşan modelleme yöntemleri ile üretim tercih edilir.

8.1 TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Tamamen maçalardan oluşan modelin belirlenen ölçekte imalat resmi çizilir. İmalat resmi çizilen tamamen maçalardan oluşan modelin, model resmi çizilir. Model resmi çizilirken genellikle bu tür işlerin kalıplarının çoğunun maçalardan oluşacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Birden çok mala yüzeyi (kalıp ayırma yüzeyi) olabileceği bilinmelidir. Kalıbı meydana getirirken maçaların doğru bir şekilde yerleşmesi için maçalar numaralandırılır ve tekniğine uygun olarak her bir maça kullanılır. Maça sandığı ve maçalarda numaralandırma yapmak üretimde kolaylık sağlar.

Model resmi esas alınarak model yapım resmi çizilir. Modelleme resimleri çizilirken üretim kolaylıkları ve maliyet göz önünde bulundurulur ***(Görsel 8.1).***



Görsel 8.1: *Zincir modelleme kalıp resmi ve dökümden çıkmış hâli*

8.2. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Tamamen maçalardan oluşan modellemeyi yapabilmek için öncelikle modellemenin nasıl ve kaç parçadan meydana geleceği tespit edilmelidir. Ona göre işleme operasyonlarının hazırlanması gerekir. Tamamen maçalardan oluşan modele ait parçaları CNC tezgâhlarında üretim tekniklerine ve özelliklerine göre hangi gereçten yapılacağı, kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir. Bu doğrultuda CAD çizimleri tamamlanmış olan tamamen maçalardan oluşan modelleme öncelikle CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) programına aktarılarak kaydedilir.

CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi gibi işlemler yapılır. İşleme operasyonu; takımlarla ilgili seçimlerin ve işleme ayarlarının yapılması, bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkartılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır.

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan tamamen maçalardan oluşan model parçaları 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programında G kodları çıkartılır ve yazıcıya aktarılır.

8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA

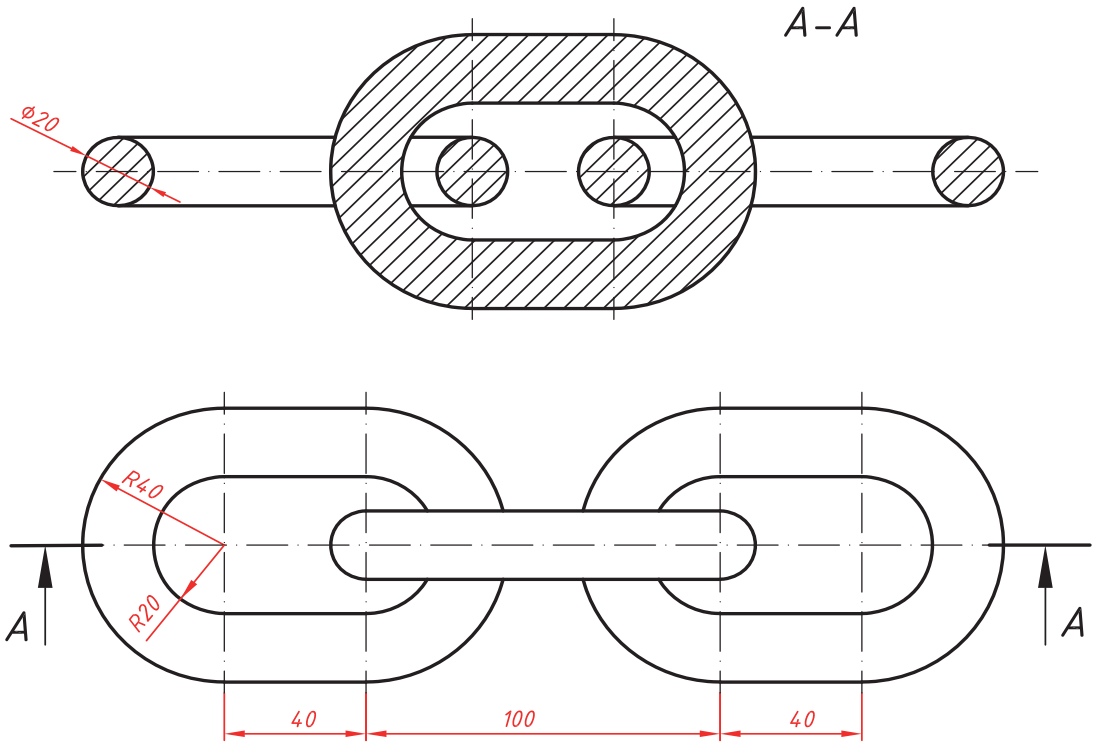
Tamamen maçalardan oluşan modellemeye ait parçalar CAD-CAM programlarında üretim ile ilgili yapılan çalışmalar doğrultusunda imalata geçilir.

Tamamen maçalardan oluşan modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir. Atölye imkanları ile model imalatının üretim maliyeti ve kolaylıkları dikkate alınarak tamamen maçalardan oluşan modellemeye ait parçaların üretimi tamamlanır.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29563

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.1
KONU	8.1. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

ZİNCİR





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Çelik	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	
Alınan Puan								

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODELLEME RESİMLERİNİ ÇİZME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

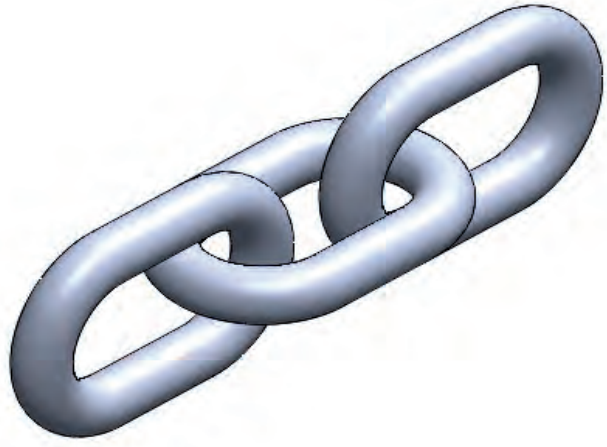
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş ahlak ve kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Zincirin üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz.
4. Orijinal parçayı teknik resimlendirme sayfasına aktarınız, imalat resmini çiziniz ve kaydediniz.
5. İmalat resmini farklı kaydederek model resmini çiziniz ve kaydediniz.
6. Model yapım resmini, kalıplama resmini çiziniz ve kaydediniz.
7. Çizdiğiniz resimleri masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
8. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

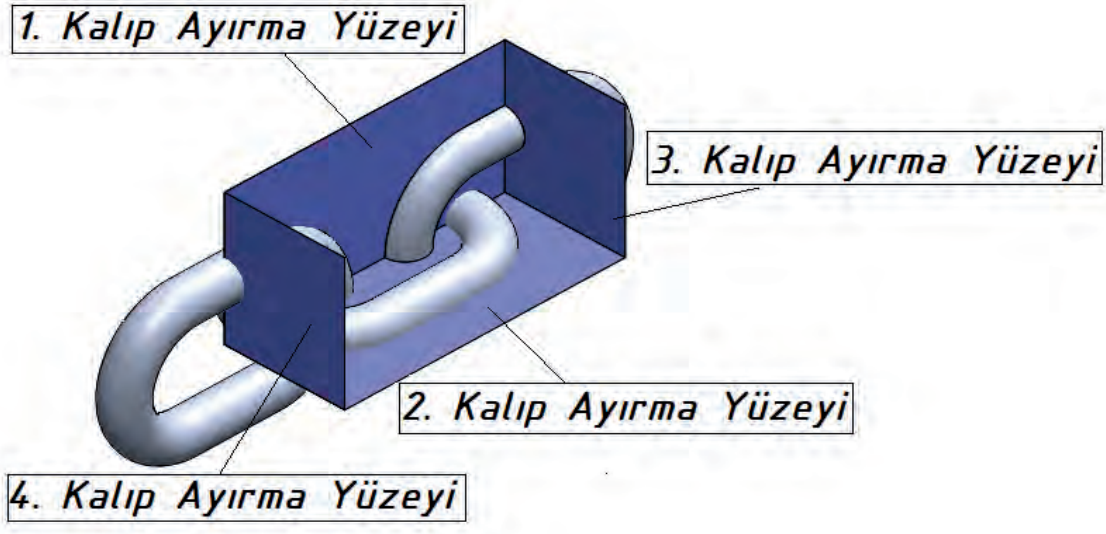
TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODELLEME ORİJİNAL PARÇA RESMİ

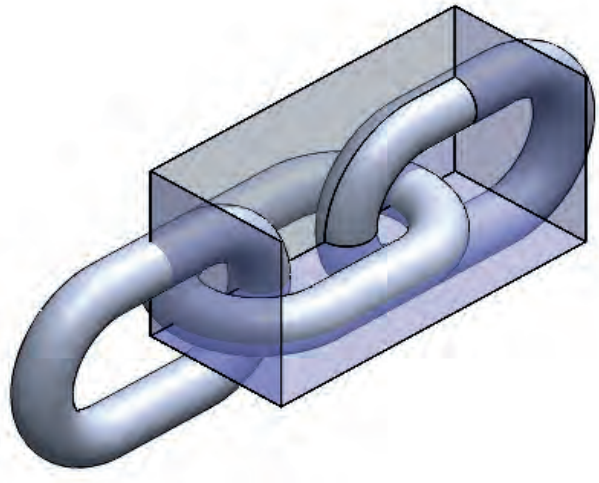


Görsel 8.2: Zincirin üç boyutlu orijinal parçası

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODEL RESMİ

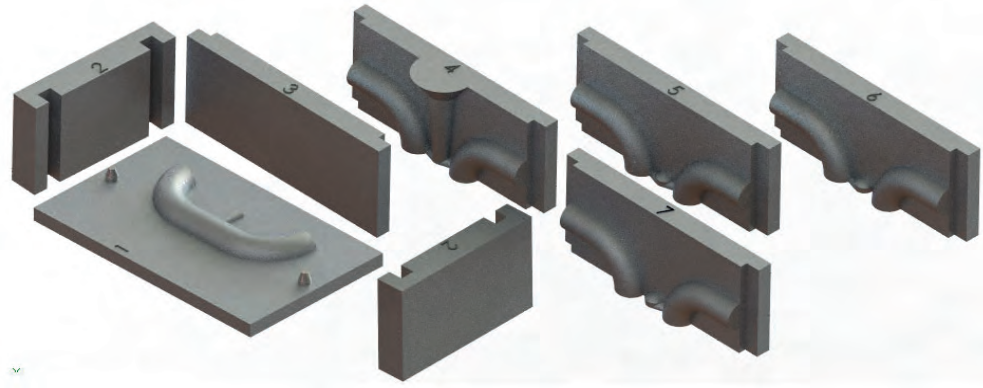




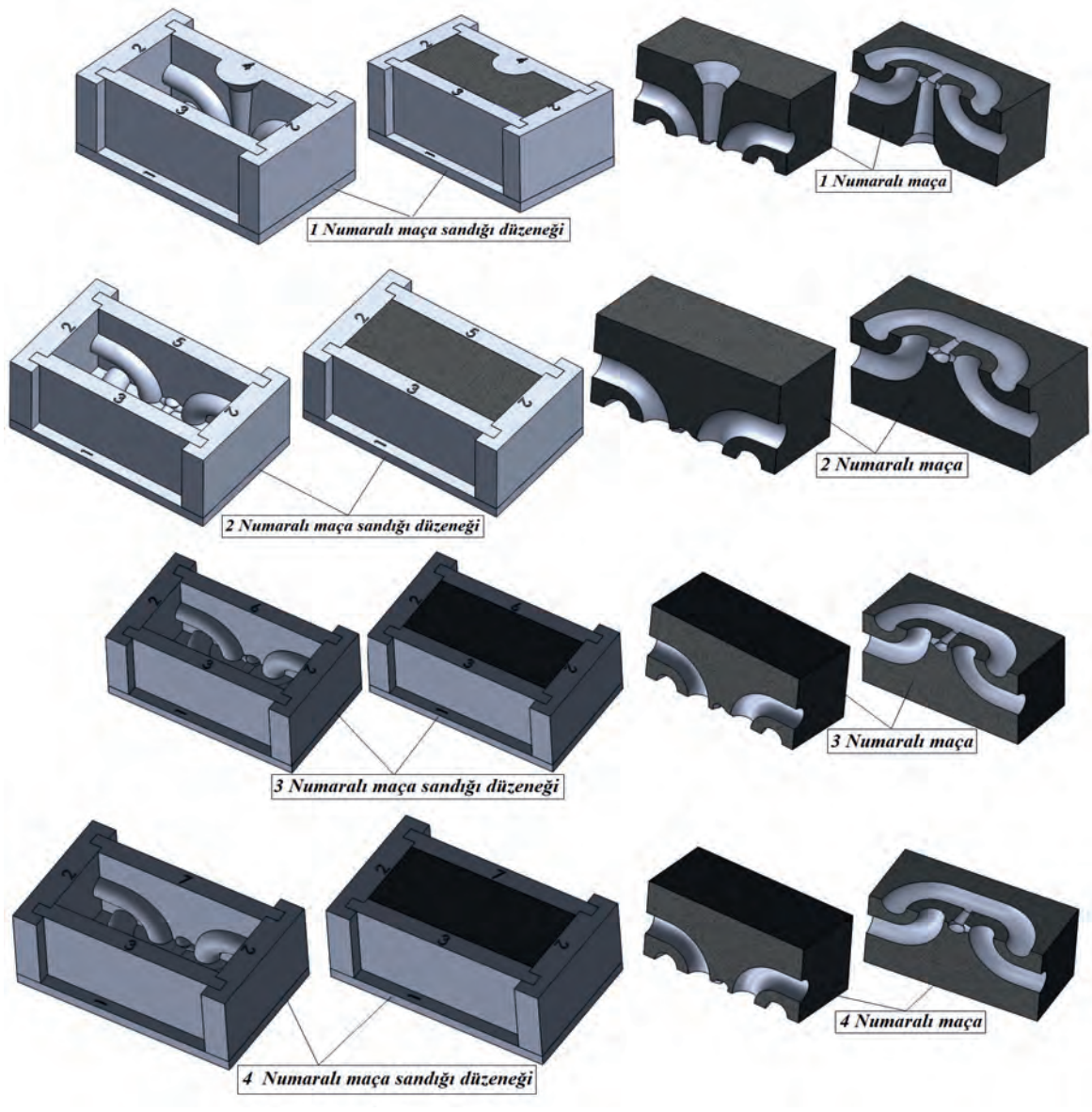


Görsel 8.3: Tamamen maçalardan oluşan zincir model resmi

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODELLEME YAPIM RESİMLERİ

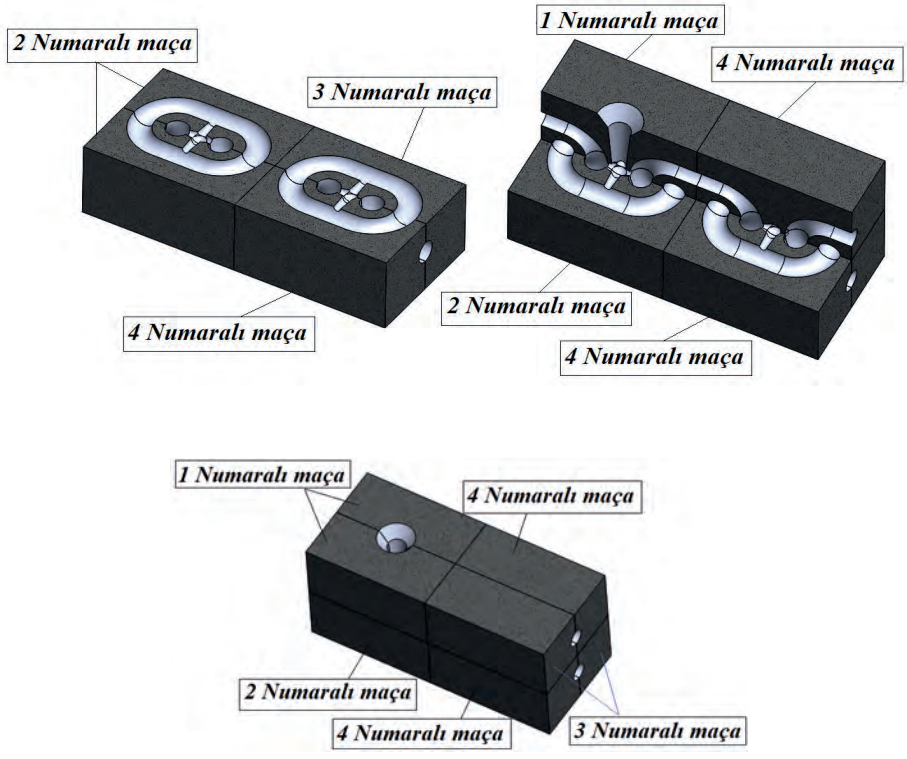


Görsel 8.4: Maça kalıplarını oluşturacak olan maça sandığı parçaları



Görsel 8.5: Zincir modelleme yapım resimleri

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODELLEME KALIP RESMİ



Görsel 8.6: Zincir modelleme kalıp resmi

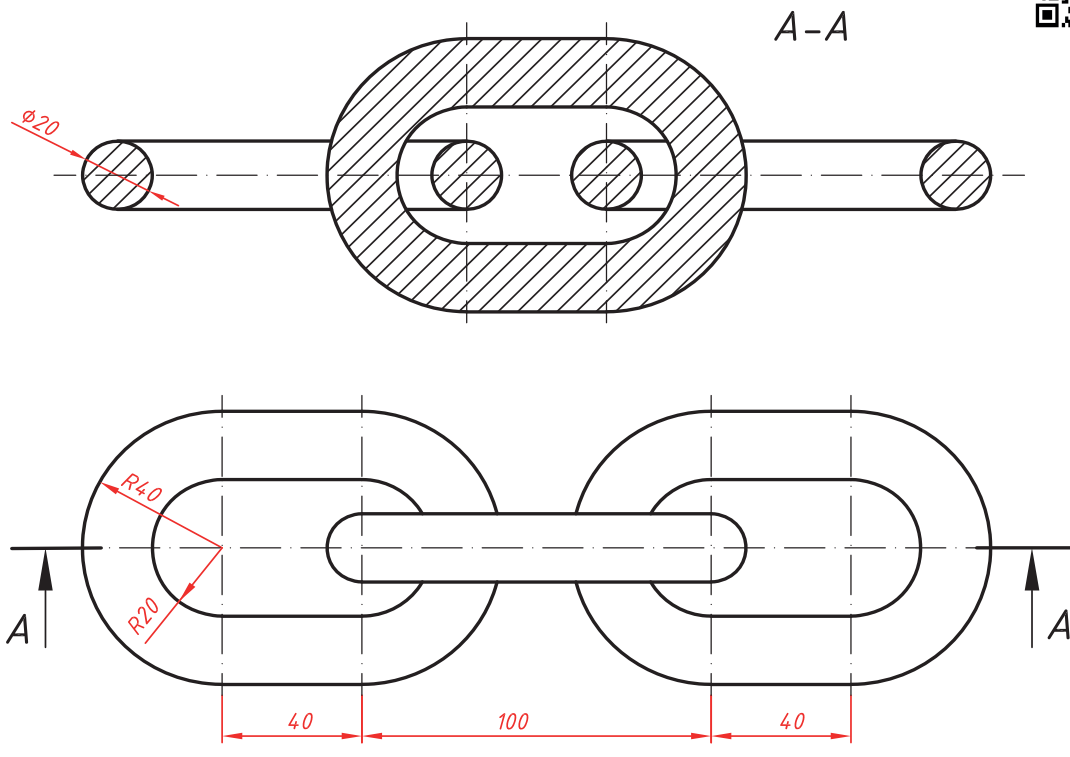


Görsel 8.7: Zincir modelleme kalıp resmi ve dökümden çıkmış hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.2
KONU	8.2. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29564

ZİNCİR





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Çelik	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

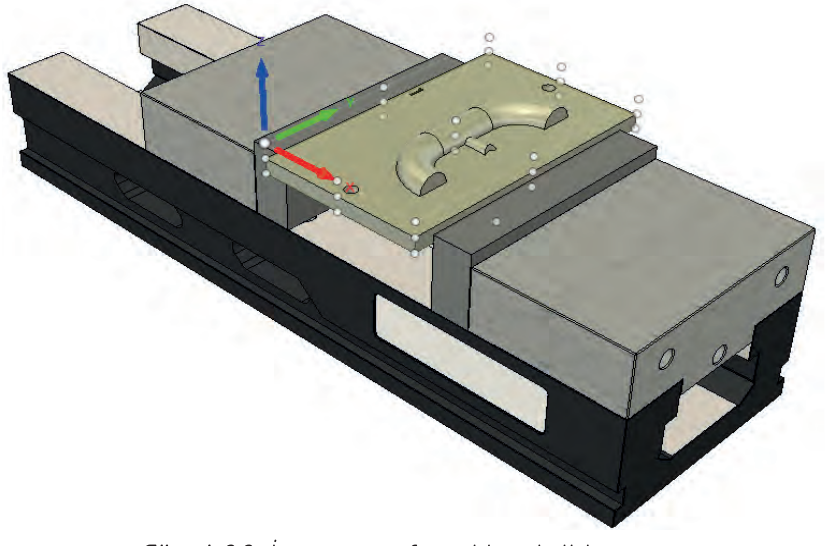
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

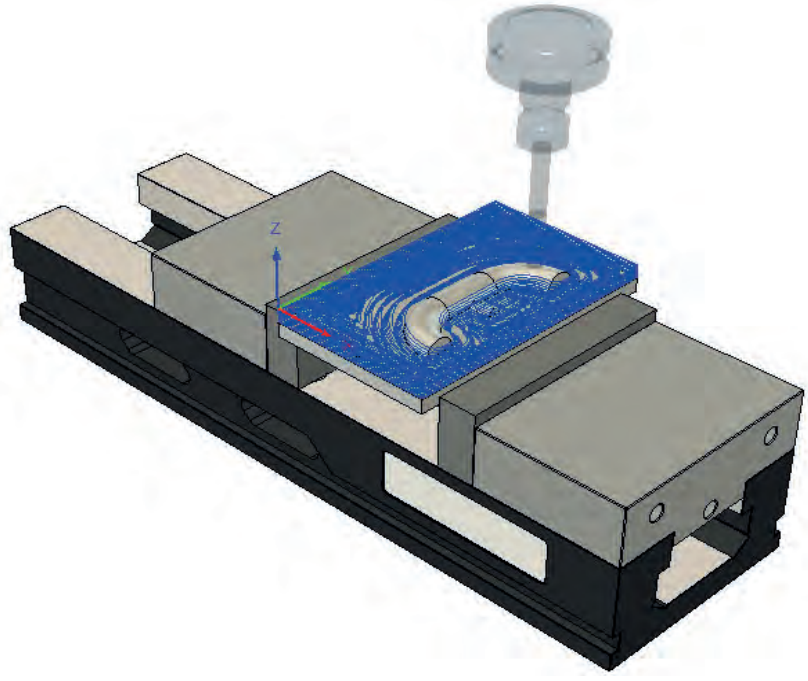
1. CAM yapılacak maça sandığı resimleri
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.
3. Döküm yoluyla zincirin üretimi için maça sandığı düzenekleri hazırlanır. Maça sandığı düzenekleri için yedi çeşit ve toplamda sekiz parçadan faydalanılır. Bu parçaların alüminyumdan olması tercih edilir **(Görsel 8.4)**.
4. Zinciri döküm yoluyla elde etmek için 4 ayrı maçadan yararlanılır. Her bir maçayı elde etmek için ayrı ayrı maça sandığı düzenekleri oluşturulur **(Görsel 8.5)**.
5. Dört çeşit maçadan yararlanılarak tekniğine uygun olarak dizilip kalıp oluşturulur **(Görsel 8.6)**. Bu işlem üretimi yapılacak olan zincir boyutuna göre maçalar dizilerek kalıp oluşturulup zincirin üretimi yapılır **(Görsel 8.7)**.
6. Maça kalıplarını oluşturacak olan maça sandığı parçalarını, maça sandığı yapım resmine göre CAM programında G kodlarını çıkartınız ve maça sandığı parçalarının üretimlerini yapınız.
7. Elde etmek istediğiniz maça çeşidine göre maça sandığı düzenekleri oluşturunuz **(Görsel 8.5)**.
8. Maça sandığı düzeneklerinde kullanılacak olan bir numaralı parçayı işlemek için CAM modülüne geçiniz.
5. **Setup** (kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (yeni kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak **Milling** (freze) seçiniz.
6. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock Setup** (ham parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktasını), **Fixture** (bağlama elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız **(Görsel 8.8)**.
7. Parçanın şekline uygun işleme stratejilerini belirleyerek üç eksen frezeleme işlemlerinden gerekli olan sekmeyi açınız.
8. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz **(Görsel 8.9)**.

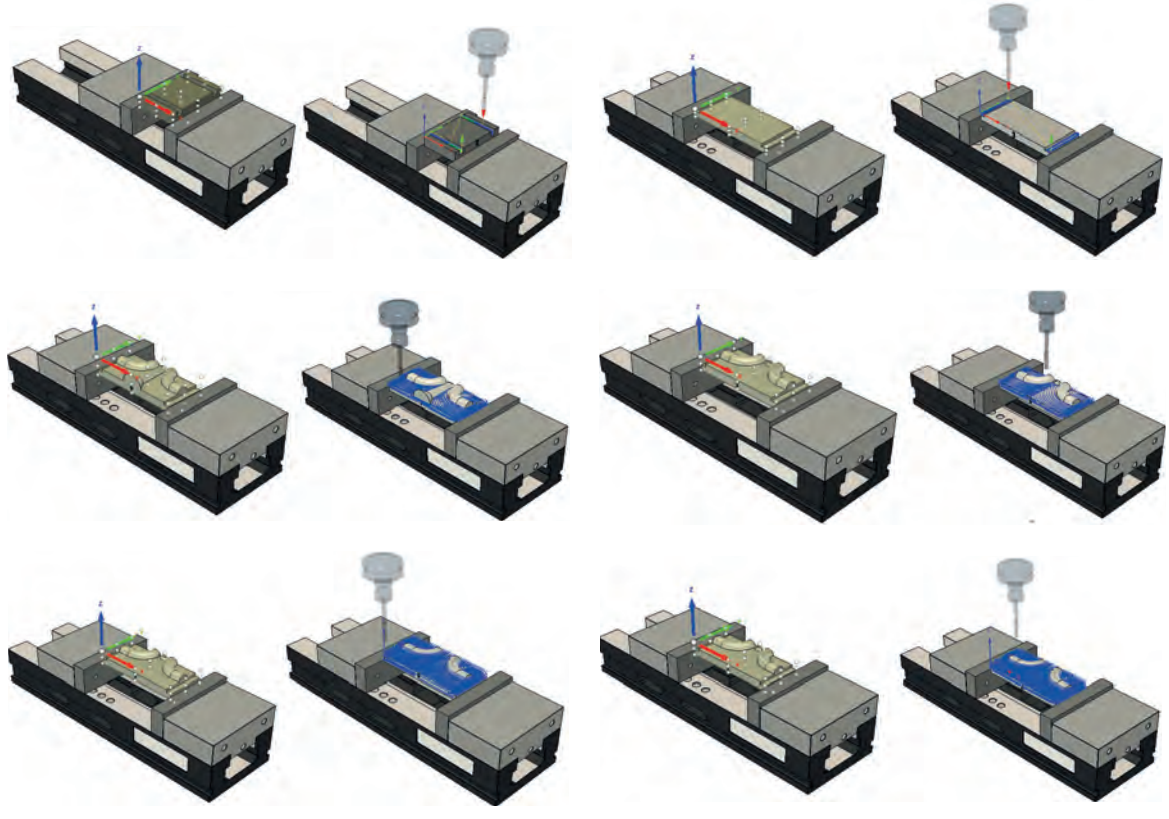


Görsel 8.8: İş parçası sıfır noktası belirleme



Görsel 8.9: Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma

9. *G kodlarını çıkartarak hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.*
10. *Maça sandığı düzeneklerinde kullanılacak olan diğer parçalar için de aynı işlemleri yapınız. Elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz (Görsel 8.10).*

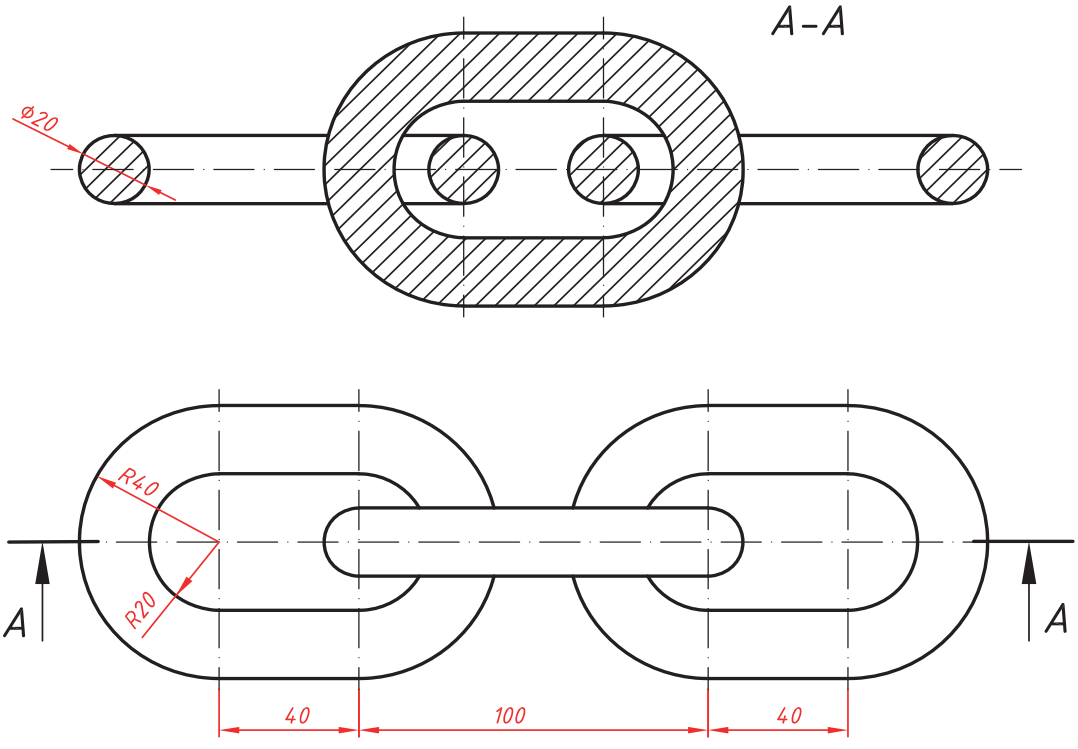


Görsel 8.10: İş parçası sıfır noktası belirleme ve NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemi

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29565

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.3
KONU	8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN ZİNCİR MODELLEMEYİ CNC TEZGÂHLARINDA YAPMA





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Çelik	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

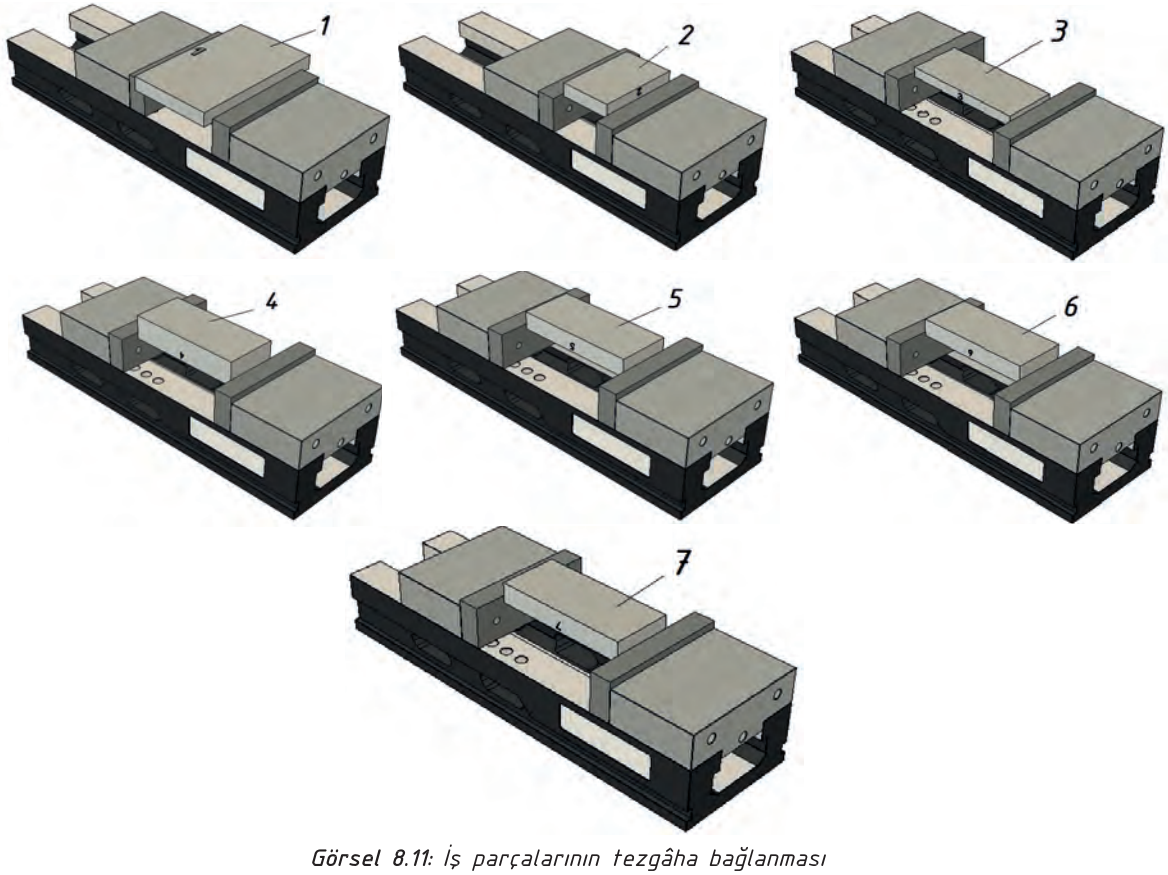
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgâha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Matkap tezgâhı*
2. *CNC freze makinesi*
3. *Disk veya bant zımpara makinesi*
4. *İş parçaları*
5. *Çekmeli metre veya kumpas*
6. *Zımpara*
7. *Fırça*
8. *Vernik veya boya*
9. *Tiner*
10. *Taşınır bellek*

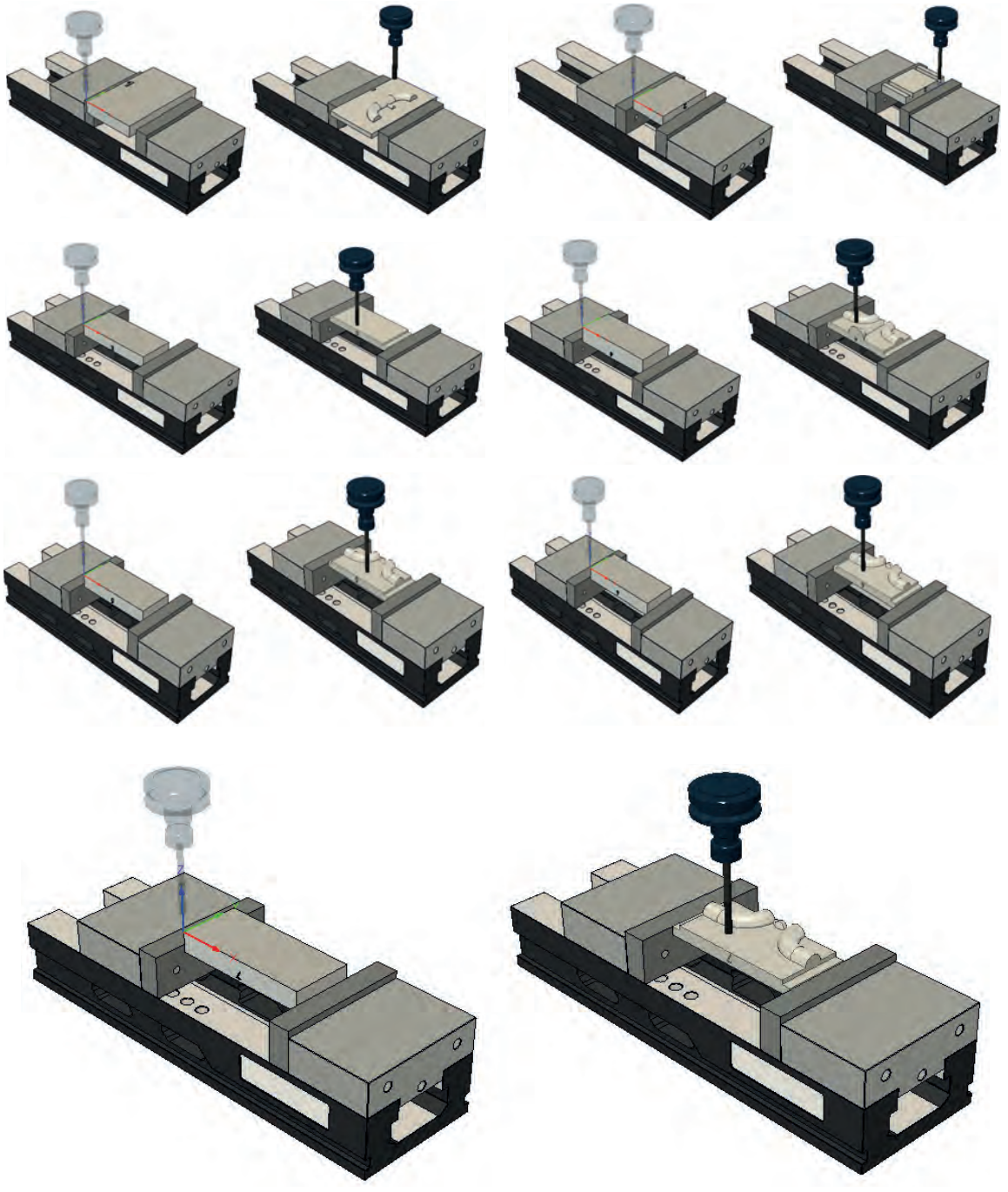
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Döküm yoluyla zincirin üretiminde hazırlanması gereken maça sandığı düzenekleri için yedi çeşit ve toplamda sekiz parçayı CNC freze tezgâhında işlemek üzere hazırlayınız. Bu parçaların alüminyum malzemeden olması tercih edilir. CAM modülündeki stok ölçülerine göre her bir parçayı CNC freze tezgâhında işlemek üzere hazırlayınız.*
3. *İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.*
4. *Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçüm aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.*
5. *Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.*
6. *Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.*
7. *Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.*
8. *CAM programında maça sandığı parçalarını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamasını yapınız.*
9. *Tezgâha uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız* ***(Görsel 8.11).***



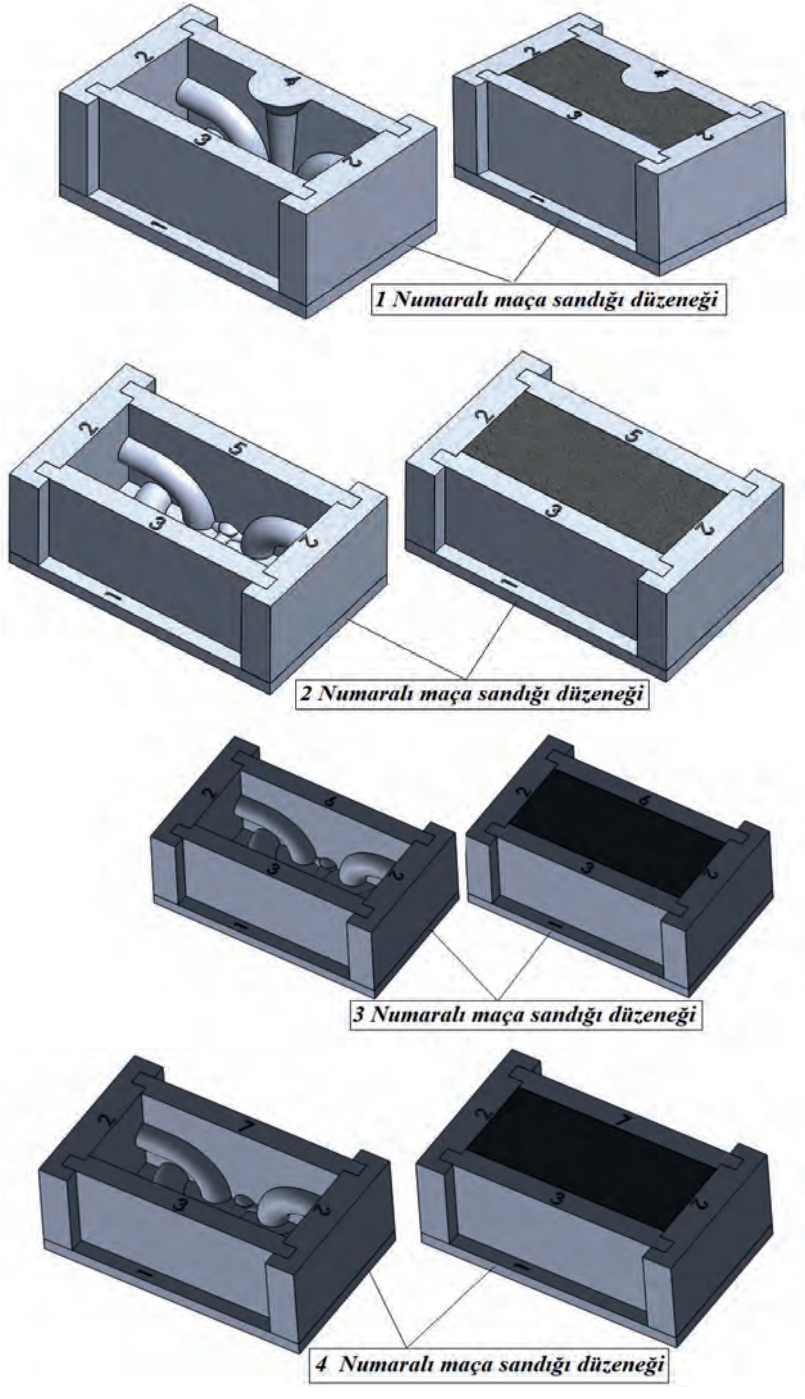
Görsel 8.11: *İş parçalarının tezgâha bağlanması*

10. *Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya tezgâha bağlı bilgisayara yükleyiniz.*
11. *Bir numaralı takımın sıfırlanması önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde tezgâha bağlayınız. CNC freze için bir numaralı takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takım dokundurularak Z ekseni sıfırlamasını yapınız.*
12. *Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.*
13. *CNC Freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.*
14. *Tezgâhı çalıştırarak önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek herşey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak zinciri oluşturacak maça sandığı parçalarını sırasıyla işleyiniz* ***(Görsel 8.12).***



Görsel 8.12: *CNC Freze tezgâhında zincir kalıbını oluşturacak maça sandığı parçalarının işlenmesi*

15. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
16. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.
17. Zincirin üretimi için gerekli olan maça sandığı düzeneklerine ait hazırlanan parçalara özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle gerekli ölçme işlemini uygulayınız.
18. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
19. Tamamen maçalardan oluşan modele ait maça sandıklarının ve tezgâhın temizliğini yapınız.
20. Üretimi tamamlanan maça sandığı düzeneklerine ait hazırlanan parçaların üst yüzey işlemlerini yapınız. Gerekli pimleme işlemlerini yaparak dört çeşit maça sandığı düzeneklerini oluşturup öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 8.13)**.

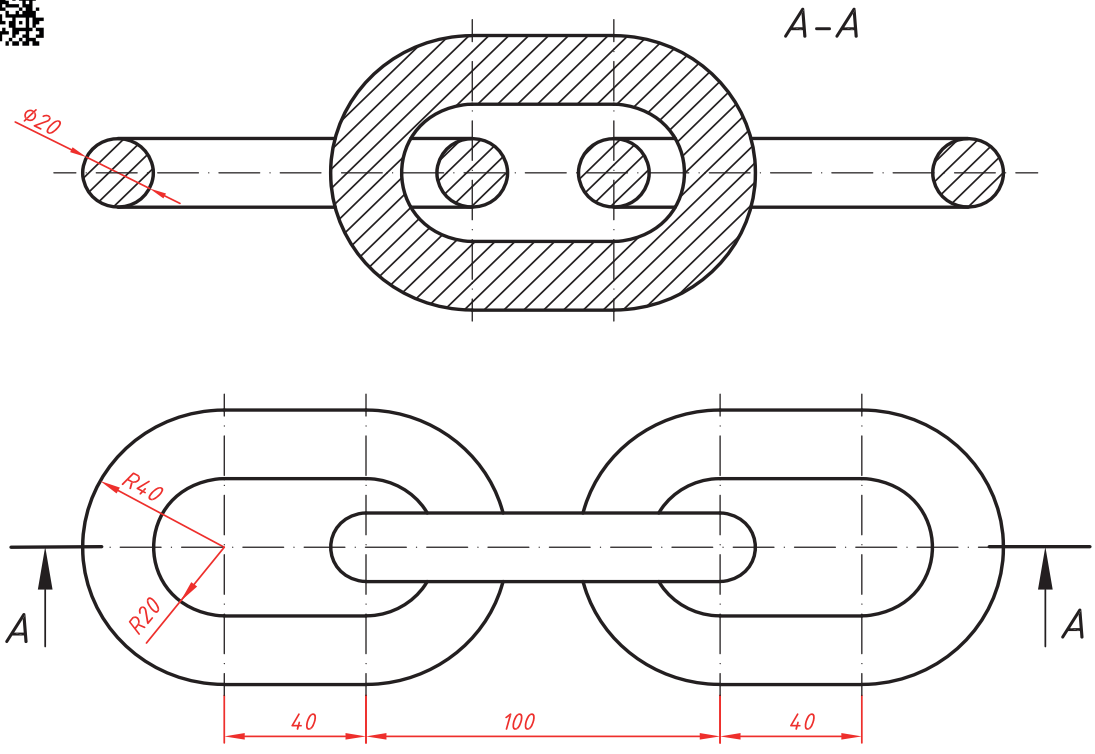


Görsel 8.13: Zincir kalıbını oluşturacak maça sandığı düzeneklerinin oluşturulması

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29566

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.4
KONU	8.2. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ 3D YAZICIDA ÜRETME





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Çelik	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

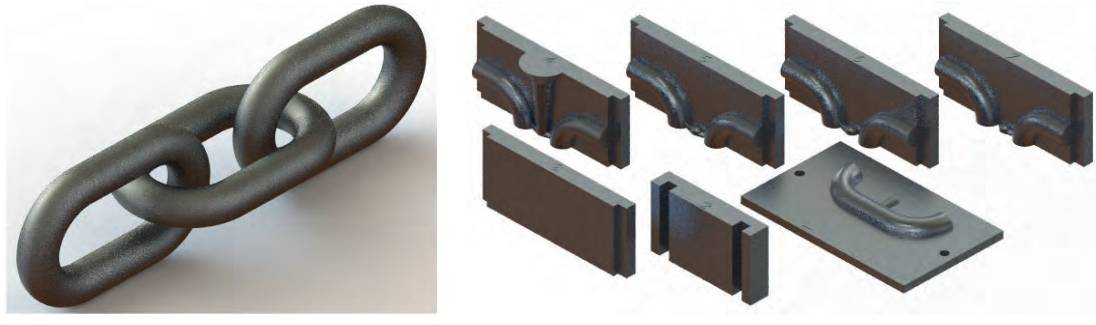
TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ 3D YAZICIDA ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

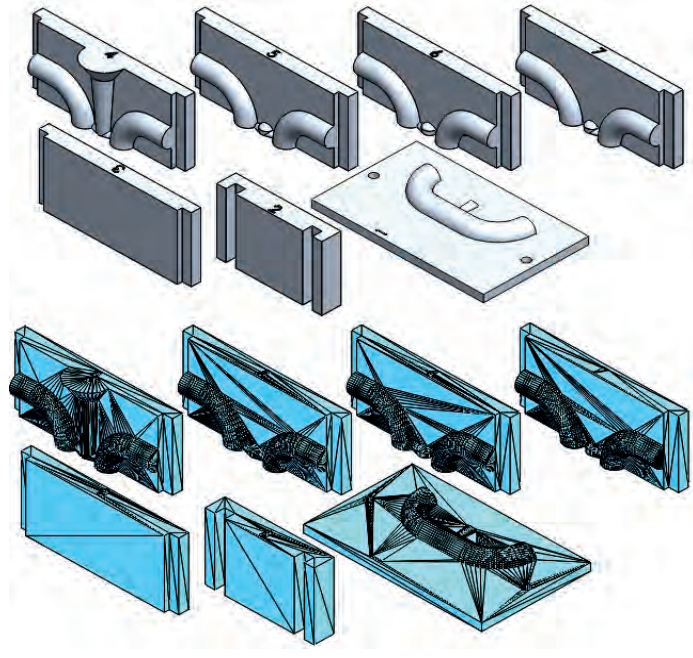
1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek
7. 3D Yazıcı ve ekipmanları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç, bilgisayar ve 3D yazıcıyı kullanınız.
2. İş ahlak ve kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Zincirin üretimi için gerekli olan maça sandığı parçalarının üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz **(Görsel 8.14)**.
4. Günümüzde çok çeşitli 3D yazıcı bulunmaktadır. Bunlar arasında eğitim amaçlı en çok kullanılanları ise PLA hammadesiyle üretim yapan 3D yazıcılardır. Üretim bu tür yazıcılarda yapılmak istendiğinde üretimi yapılacak parçanın çizimi 3D yazıcının çalışma ve üretme mantığına uygun olmalıdır. 3D yazıcıda üretilecek zincir modeline ait parçaların her birini üç boyutlu çiziniz ve STL formatında farklı kaydediniz **(Görsel 8.15)**.

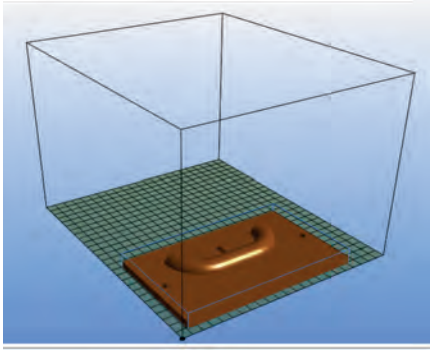


Görsel 8.14: Zincirin üretimi için gerekli olan maça sandığı parçalarının üç boyutlu orijinal parça çizimi

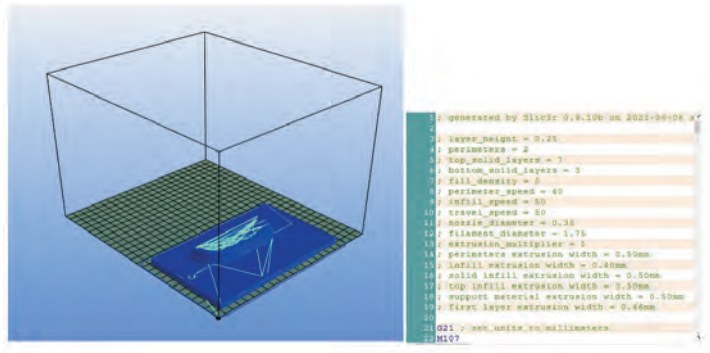


Görsel 8.15: 3D yazıcıda üretilecek maça sandığı parçalarının STL formatında farklı kaydedilmesi

5. STL formatında kaydettiğiniz parçayı, kullanmakta olduğunuz 3D yazıcı programında açınız.
6. STL formatında kaydettiğiniz maça sandığı parçalarından 1. parçayı 3D yazıcı programında açarak katman ayarları ve diğer ayarlarını yapınız. Bu ayarları yaparken 3D yazıcının üretim mantığını dikkate alınız **(Görsel 8.16)**. 3D yazıcıda kullanılması gereken G kodlarını oluşturunuz ve farklı kaydediniz **(Görsel 9.17)**.

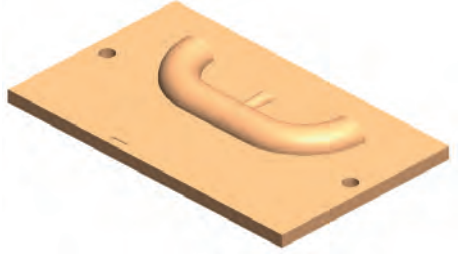


Görsel 8.16: 3D yazıcı ayarları

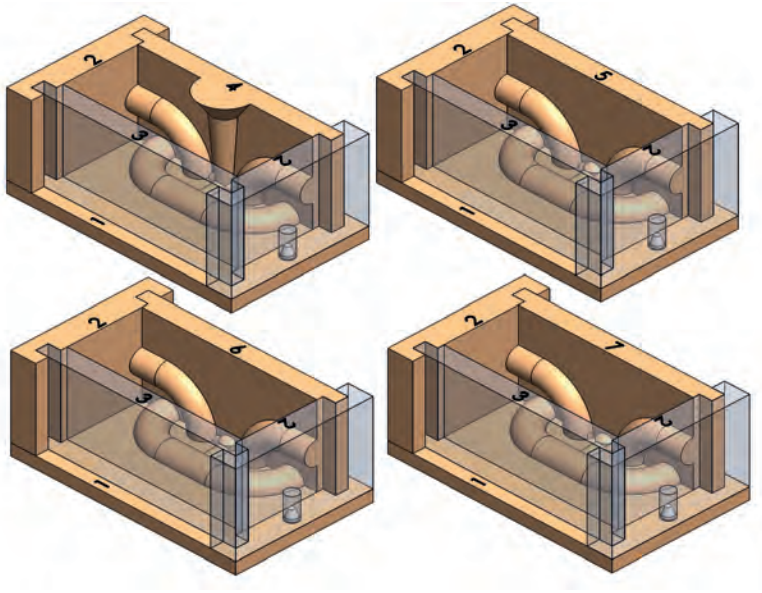


Görsel 8.17: 3D yazıcı için gerekli olan G kodlarının oluşturulması

7. 3D yazıcıyı kullanıma hazır hale getiriniz.
8. Üretimi yapılacak parçanın G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.
9. Parçayı 3D yazıcıda üretiniz **(Görsel 8.18)**.
10. Zincir üretimi için gerekli olan diğer parçalar için de aynı işlem basamaklarını uygulayarak 3D yazıcıda parçaların üretimini yapınız.
11. Üretilen parçaların üst yüzey işlemlerini yapınız. Dört ayrı maça üretimi için gerekli olan maça sandığı düzeneklerini oluşturunuz ve öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 8.19)**.



Görsel 8.18: 3D yazıcıda üretilen parça

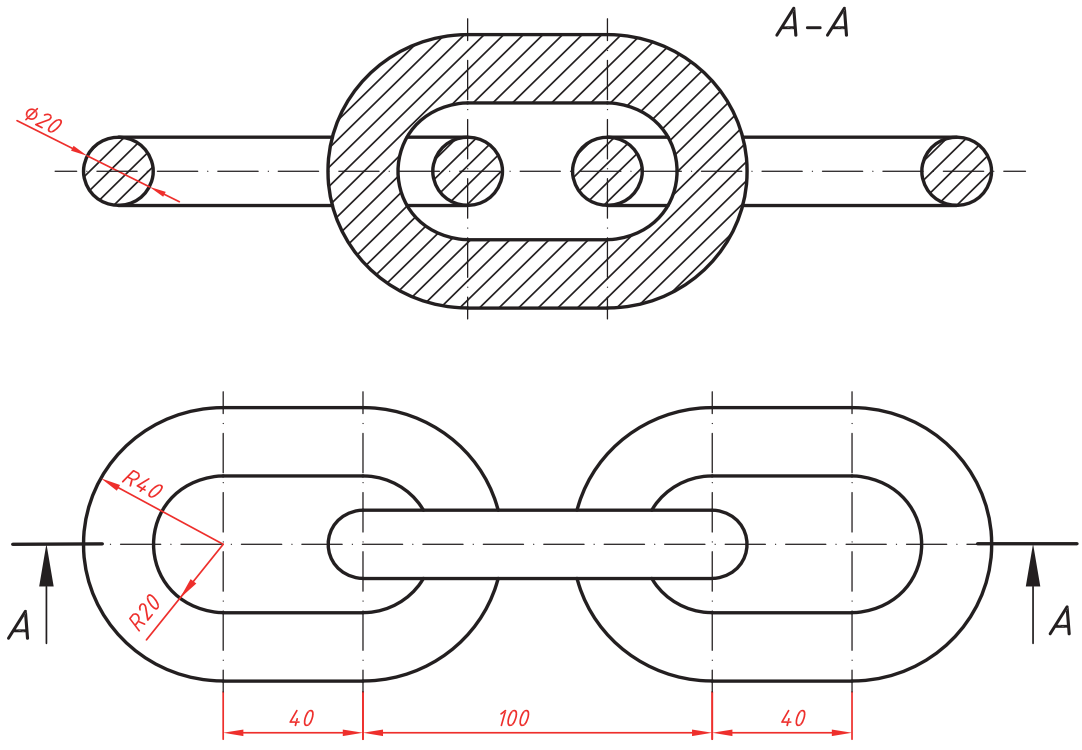


Görsel 8.19: 3D yazıcıda üretimi tamamlanan parçalardan maça sandığı düzeneklerinin oluşturulması

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.5
KONU	8.3. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29567

TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEMEYİ GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Çelik	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

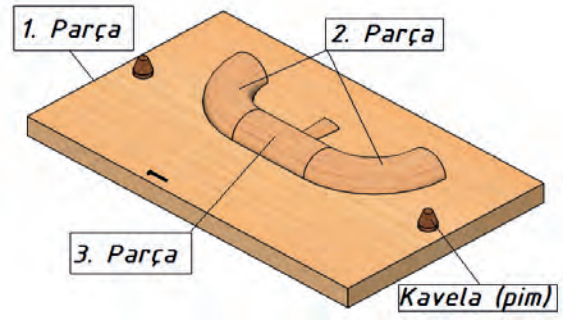
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Ahşap torna makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Daire testere makinesi
7. Matkap tezgâhı
8. Disk veya bant zımpara makinesi
9. İş parçası
10. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
11. Çekmeli metre veya kumpas
12. Pergel
13. Gönye
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

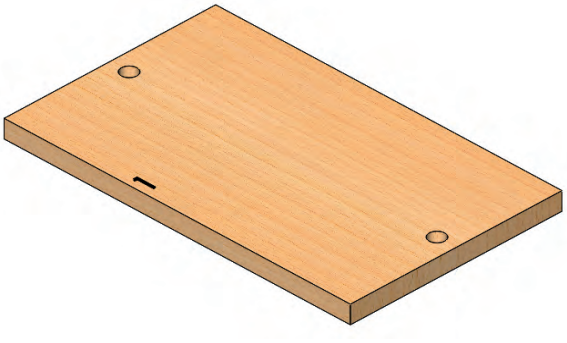
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Döküm yoluyla zincirin üretimi için maça sandığı düzenekleri hazırlanır. Maça sandığı düzenekleri için yedi çeşit ve toplamda sekiz parçadan faydalanılır. Bu parçaları geleneksel yöntemlerle üretmek için en uygun kullanılacak malzeme türü ahşaptır.
3. Dökülecek gereç dökme çeliktir. %2 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Döküm yoluyla zincirin üretime hazırlanması gereken maça sandığı düzeneklerine ait yedi çeşit ve toplamda sekiz parçanın her biri için üretime geçiniz.
5. Bir numaralı parçanın üretimini yapmak için yapım resimlerini dikkate alarak parça listesini hazırlayınız **(Görsel 8.20).**



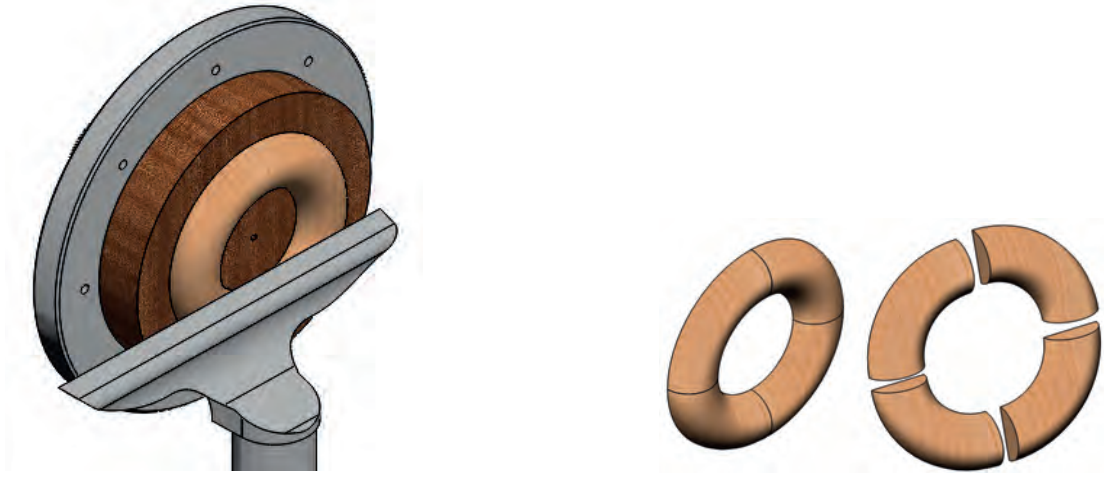
Görsel 8.20: Bir numaralı parçanın parça listesi

6. Ahşap işleme makinelerinde 1. parçayı öğrencilerle birlikte israf etmeden hazırlayınız **(Görsel 8.21).**



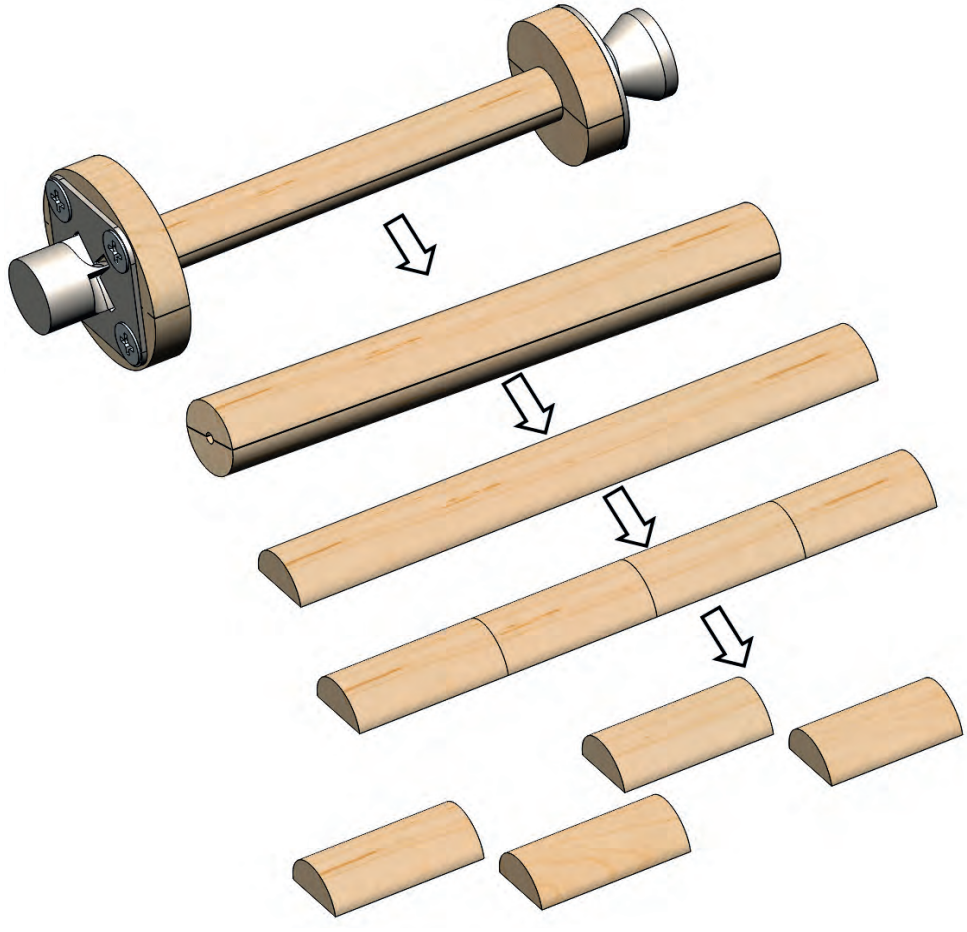
Görsel 8.21: 1. parçanın hazırlanması

7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ahşap torna makinesinde düz aynada 2. parçayı işleyiniz. Parçaların üretiminde yapım resmindeki ölçüleri dikkate alınız. Tornada işlenen parçayı dört eşit parçaya bölünüz **(Görsel 8.22)**.



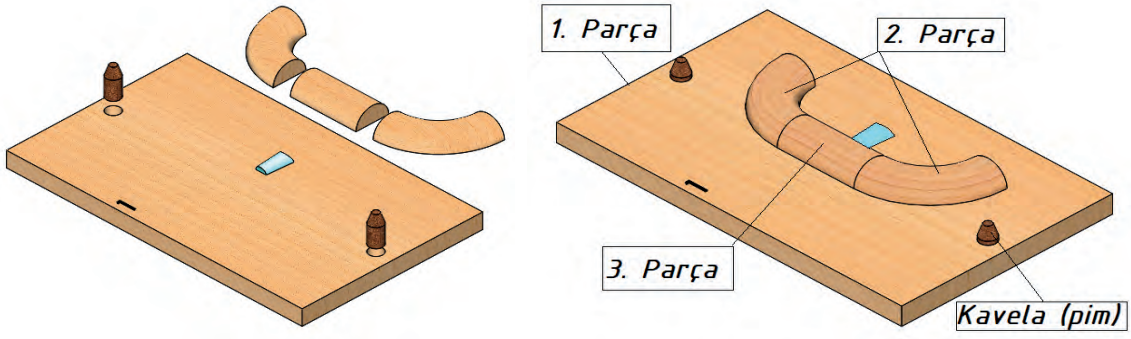
Görsel 8.22: 2. parçanın hazırlanması

8. 3. parçayı ahşap torna makinesine iki punta arasında yapım resmi ölçülerine göre işleyiniz. Bu parçanın daha sonra simetri ekseninden (mala yüzeyinden) ayrılacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Torna edilmiş parçayı önce simetri ekseninden (mala yüzeyinden) ayırt ediniz. Daha sonra 3. parça ölçüsü boyunda keserek elde edilen parçaları kullanıma hazır hale getiriniz **(Görsel 8.23)**.



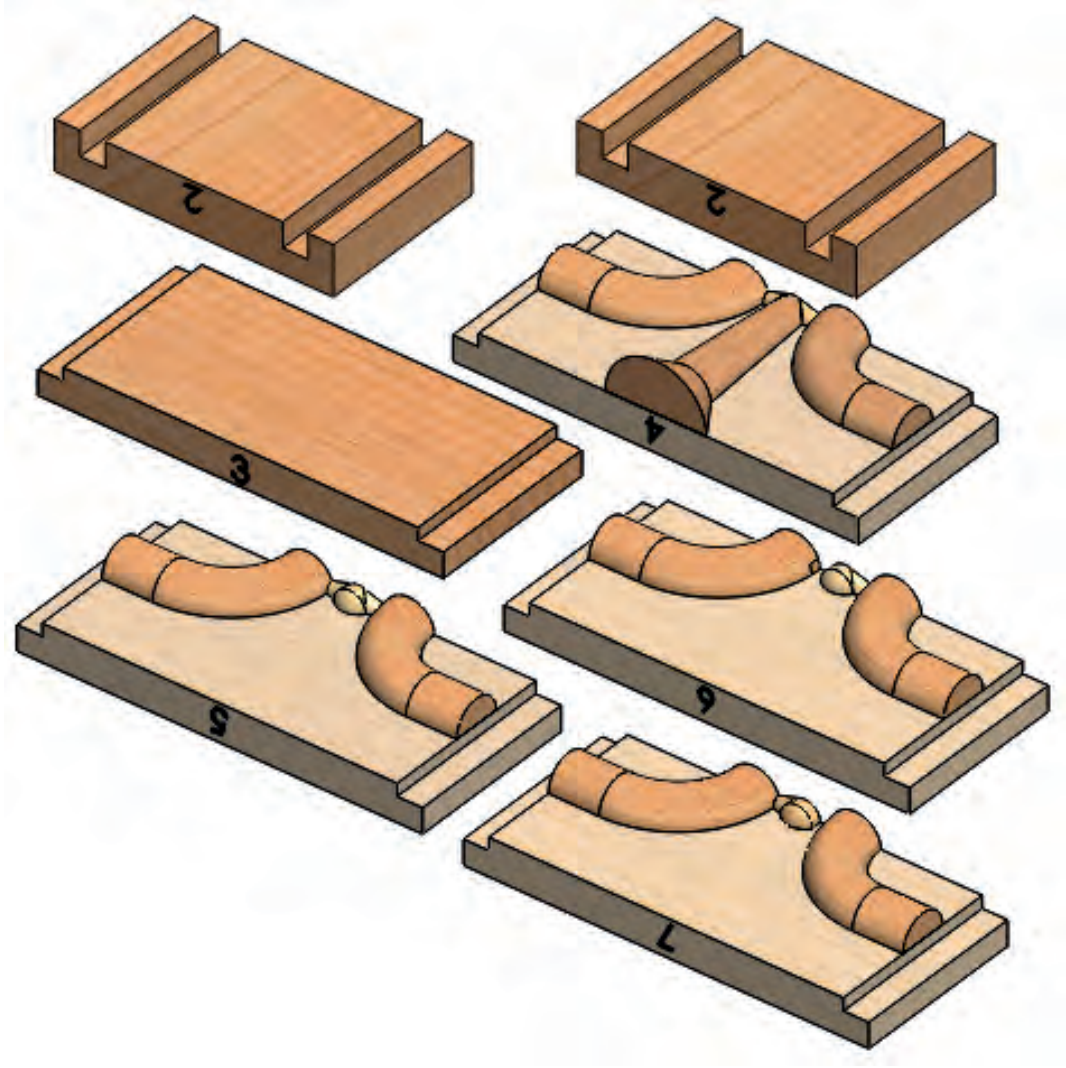
Görsel 8.23: 3. parçanın hazırlanması

9. Hazır hale gelen 1 numaralı parçanın bileşenlerini montajlayınız ve 1 numaralı parçayı kullanıma hazır getiriniz **(Görsel 8.24)**.



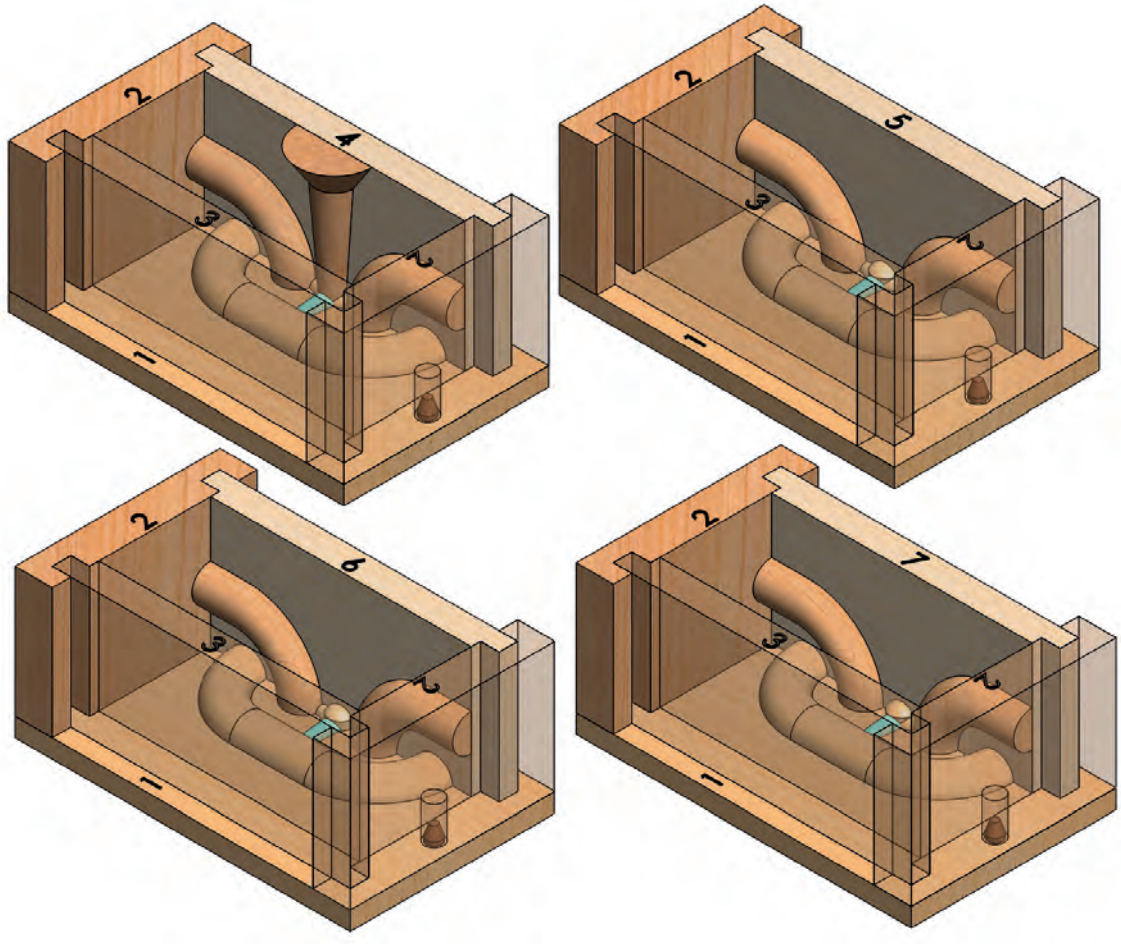
Görsel 8.24: 1 numaralı parçanın kullanıma hazır hale getirilmesi

10. Döküm yoluyla zincirin üretimi için gerekli olan diğer maça sandığı parçaları da aynı yöntemlerle üretimi yapılır ve kullanıma hazır hale getirilir **(Görsel 8.25)**.



Görsel 8.25: Döküm yoluyla zincirin üretimi için gerekli olan diğer maça sandığı parçalarının üretimi

11. Üretilen parçaların üst yüzey işlemlerini yapınız. Dört ayrı maça üretimi için gerekli olan maça sandığı düzeneklerini oluşturunuz ve öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 8.26)**.

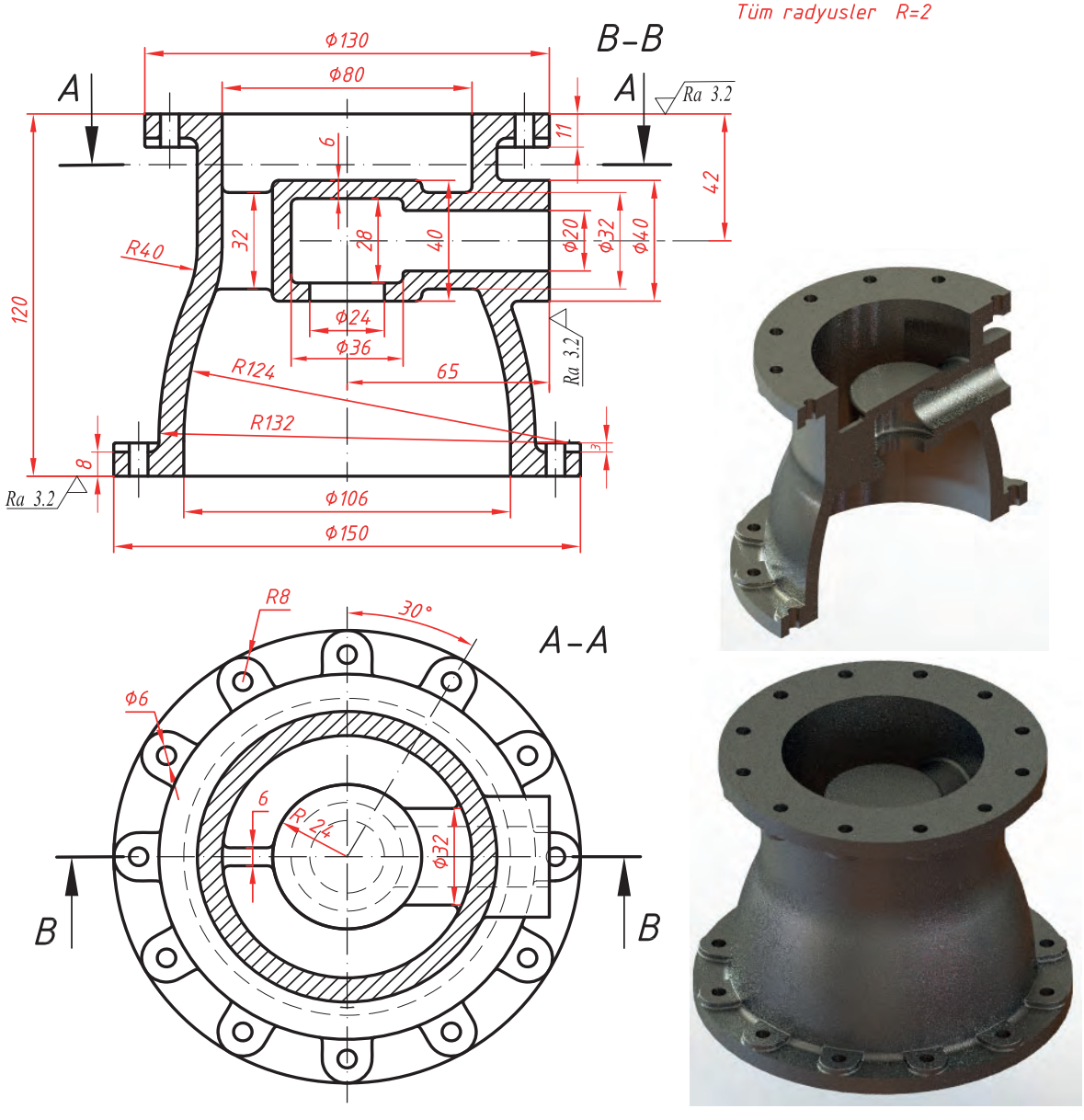


Görsel 8.26: Maça sandığı düzeneklerinin oluşturulması

ÖĞRENME BİRİMİ	8. TAMAMEN MAÇALARDAN OLUŞAN MODELLEME	UYGULAMA 8.6
KONU	ÖRNEK UYGULAMA	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29568

BAĞLANTI PARÇASI



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENME BİRİMİ 9

MONTAJ MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

montaj maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, montaj maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve montaj maçalı modellemeyi yapmayı öğreneceksiniz.



9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME

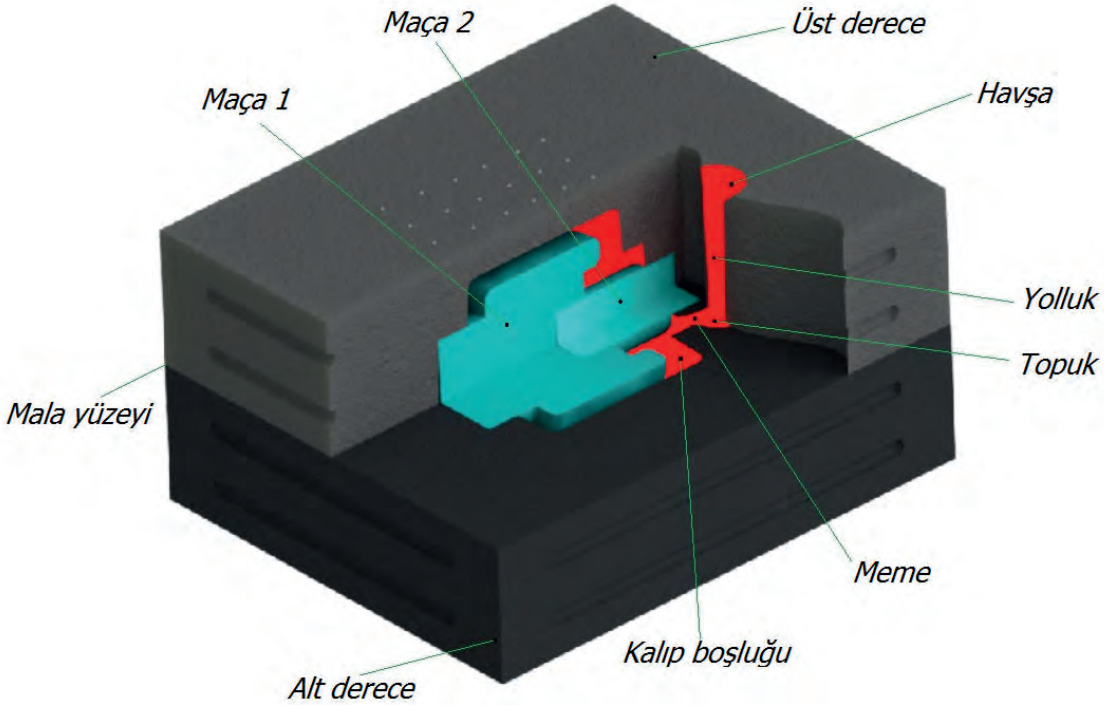
İç profili değişik bazı deliklerin maça ile kalıplanmasının kolay yapılması, maçaların yerlerine rahat konmaları, maçanın yerinde oynamadan, kırılmadan kalabilmesi, maça gazının dışarıya kolay çıkabilmesi ve kalıplamanın ideal olması için maçaların parçalara ayrılması önemlidir. Bunun için iş parçasını meydana getiren maçalar birbirine uygun maça başları ile bağlanır. Maça tasarımları ve maça sandıkları maçaların montaj durumuna göre yapılır. Maçalar ayrı maça sandıklarından elde edilir.

Maçalar, kalıplama durumuna göre dışarıda veya kalıp içerisinde montajlanarak yerlerine konulur. Burada en önemli husus; maça sandığının birinde model olarak bulunan maça başı ile diğer maça sandığından elde edilen kum kitlesi ölçülerinin tolerans dahilinde birbirini tamamlamasıdır.

9.1. MONTAJ MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Montaj maçalı modelin belirlenen ölçekte imalat resmi çizilir. İmalat resmi çizilen montaj maçalı modelin, model resmi çizilir. Model resmi çizilirken maçaların birbirine olan bağlantısını sağlayacak tarzda çizilmelidir. Ayrıca birden fazla maça olacağından maçalar numaralandırılmalıdır. Bu numaralandırma üretimde kolaylık sağlar.

Model resmi esas alınarak model yapım resmi çizlir. Modelleme resimleri çizilirken üretim kolaylıkları ve maliyet göz önünde bulundurulur **(Görsel 9.1)**.



Görsel 9.1: Montaj maçalı modelin kalıplanması

9.2. MONTAJ MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Monta maçalı modellemeyi yapabilmek için öncelikle modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek ona göre işleme operasyonlarının hazırlanması gerekir. Monta maçalı model ve maça sandıklarının CNC tezgâhlarında üretim tekniklerine ve özelliklerine göre hangi gereçten yapılacağı, kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir. Bu doğrultuda CAD çizimleri tamamlanmış olan monta maçalı modelleme öncelikle CAM (bilgisayar destekli üretim) programına aktarılarak kaydedilir.

CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sınır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi gibi işlemler yapılır. İşleme operasyonu; takımlarla ilgili seçimlerin ve işleme ayarlarının yapılması, bu operasyonlardan elde edilen G kodları çıkartılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır.

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan monta maçalı model ve maça sandığı parçaları 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programında G kodları çıkartılır ve yazıcıya aktarılır.

9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA

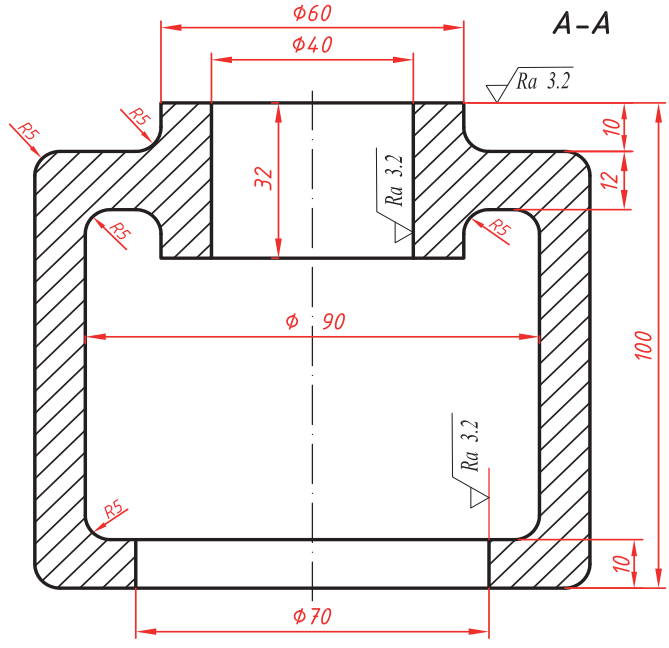
Montaj maçalı modellemeye ait model ve maça sandıklarının CAD-CAM programlarında üretim ile ilgili yapılan çalışmalar doğrultusunda imalatına geçilir.

Montaj maçalı modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi yine klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir. Atölye imkânları ile model imalatının üretim maliyeti ve kolaylıkları dikkate alınarak montaj maçalı modellemeye ait model ve maça sandıklarının üretimi tamamlanır.

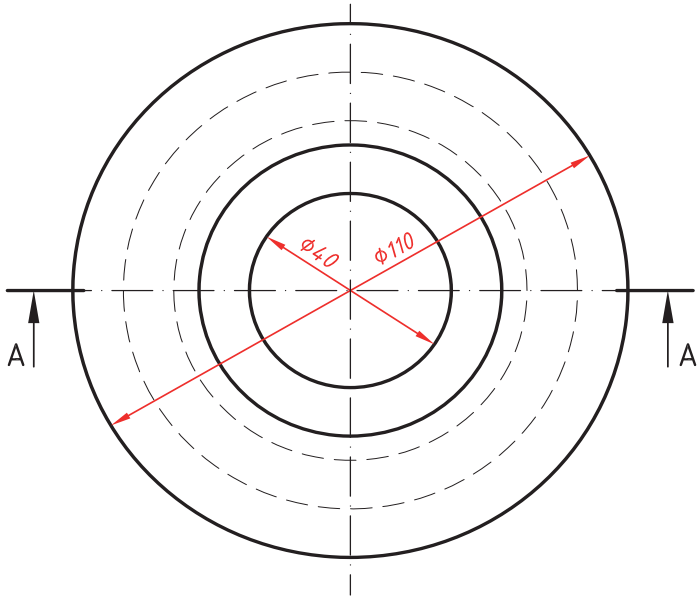
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29569

ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.1.
KONU	9.1. MONTAJ MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

YATAKLAMA ELEMANI









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	
Alınan Puan								

MONTAJ MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ ÇİZME

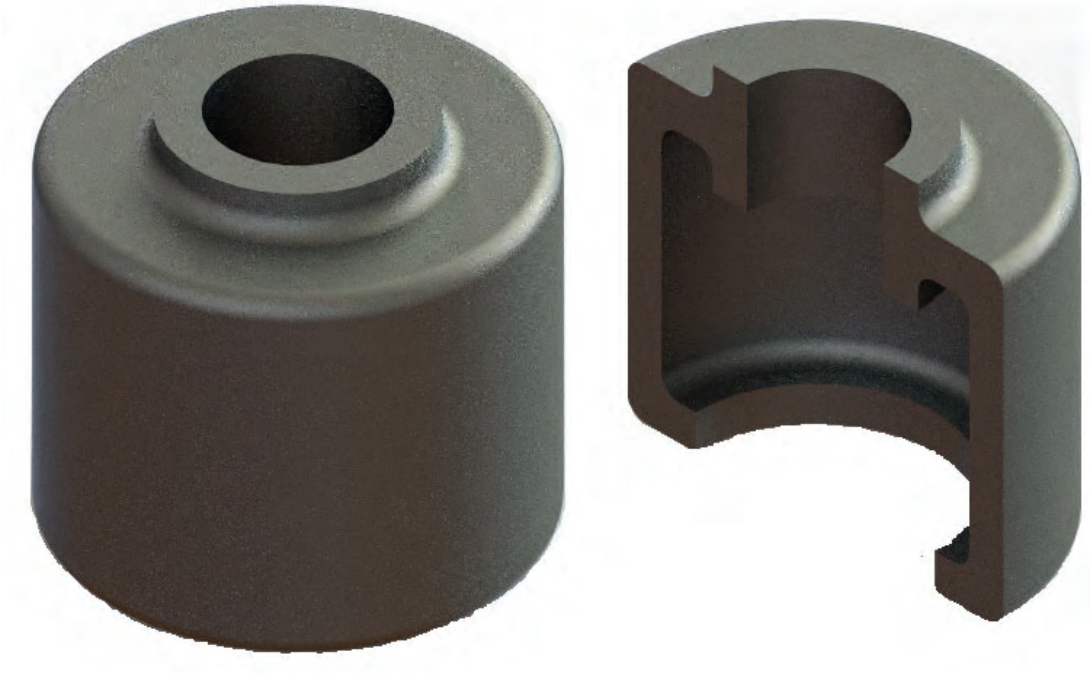
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

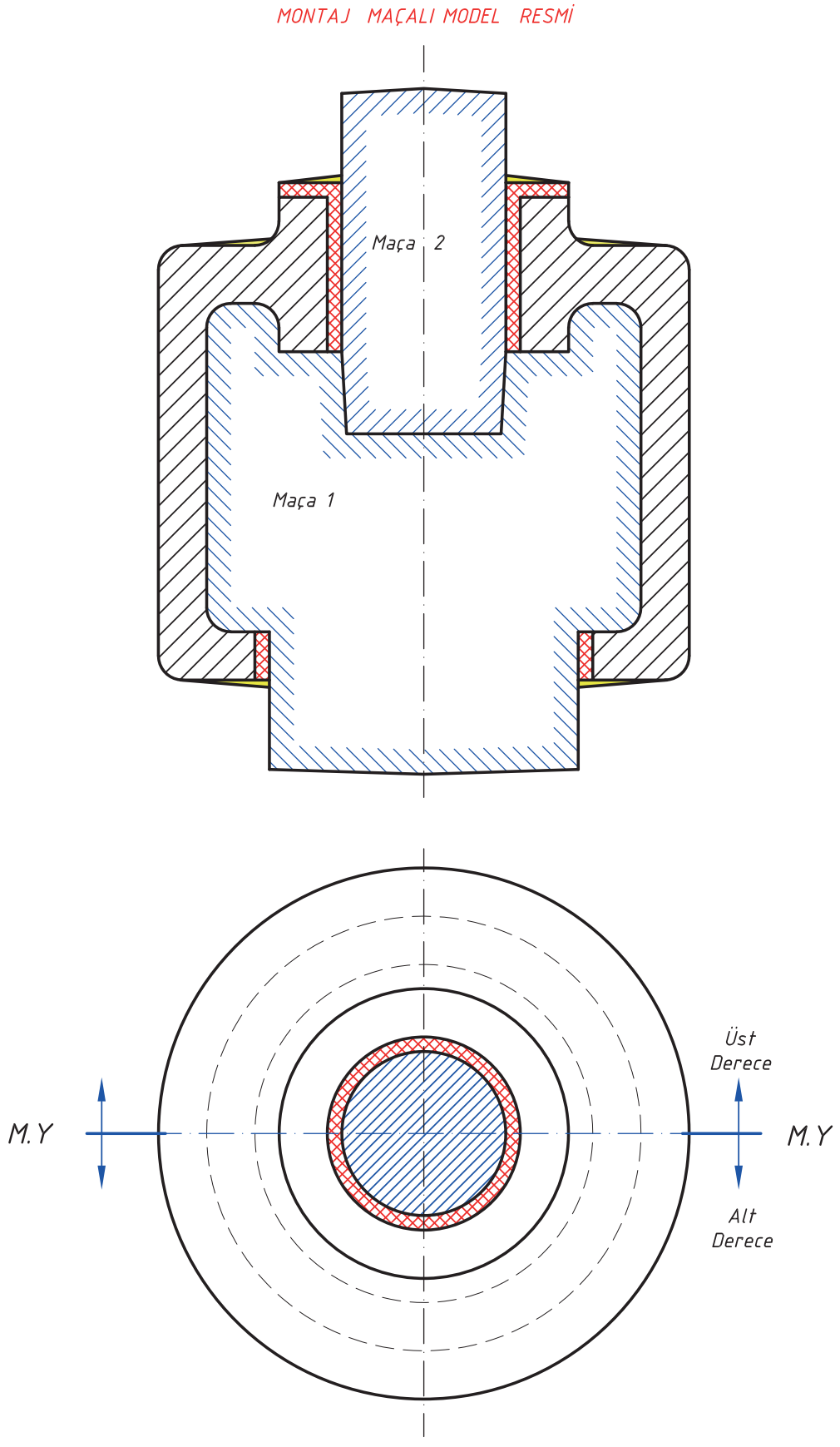
İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Yataklama elemanı parçasının üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz.
4. Orijinal parçayı teknik resimlendirme sayfasına aktarınız, imalat resmini çiziniz ve kaydediniz.
5. İmalat resmini farklı kaydederek model resmini çiziniz ve kaydediniz.
6. Orijinal parçayı farklı kaydederek model yapım resmini, kalıplama resmini çiziniz ve kaydediniz.
7. Çizdiğiniz resimleri masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
8. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

MONTAJ MAÇALI MODELLEME ORİJİNAL PARÇA RESMİ

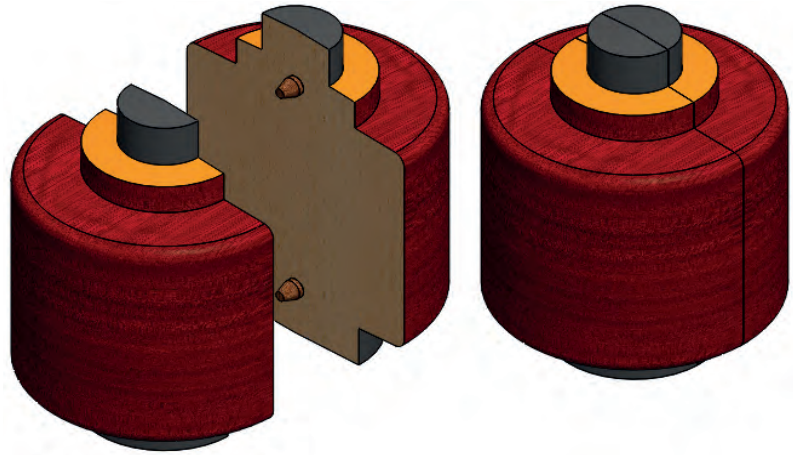


Görsel 9.2: Orijinal parça resmi

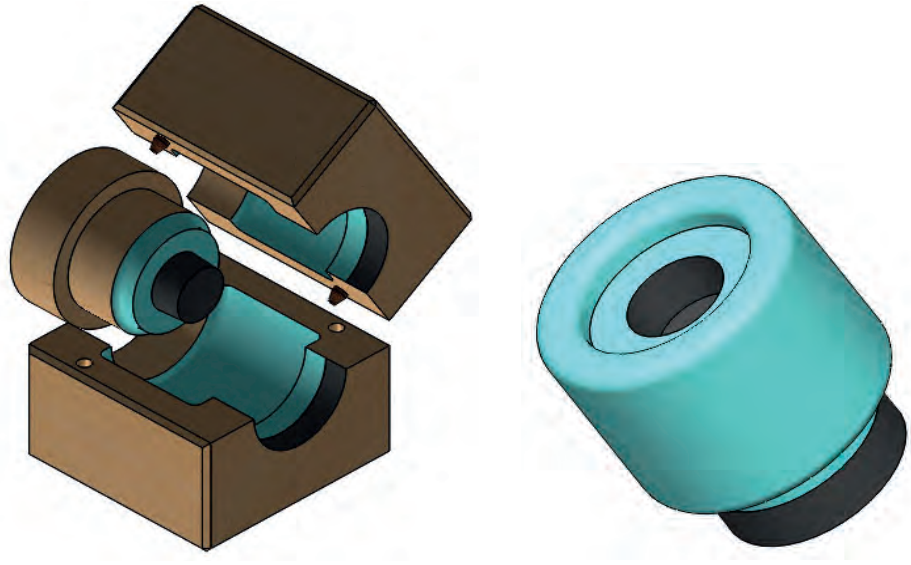


Görsel 9.3: Model resmi

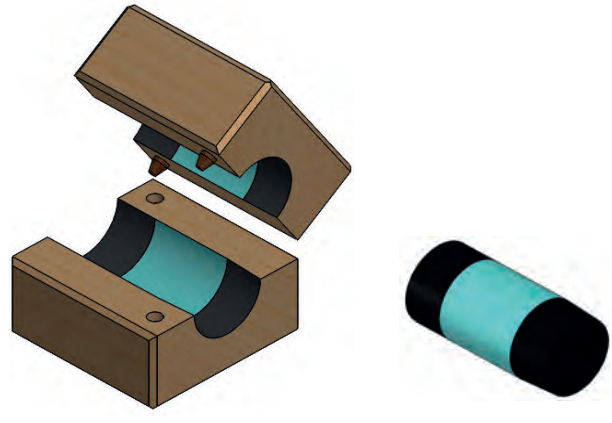
MONTAJ MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIĞI YAPIM RESİMLERİ



Görsel 9.4: Montaj maçalı model yapım resmi

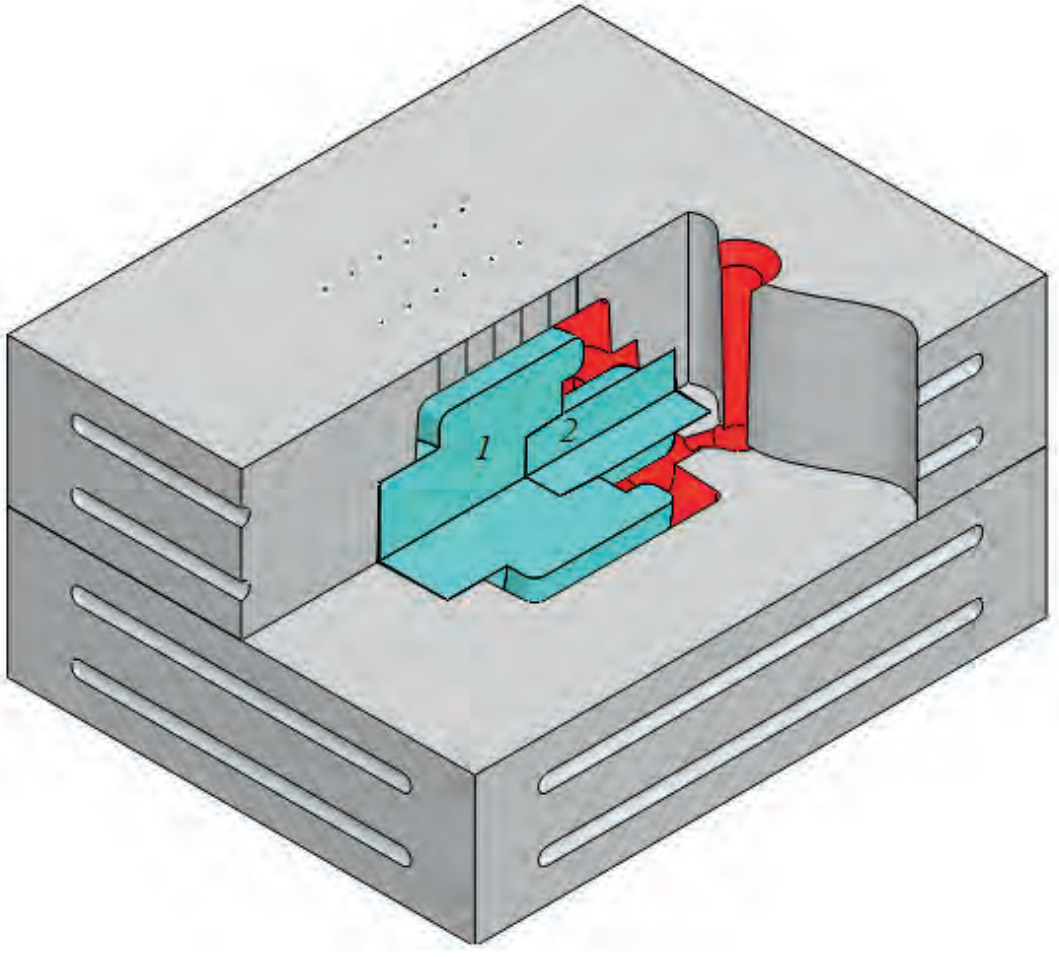


Görsel 9.5: 1 numaralı maça ve maça sandığı yapım resmi

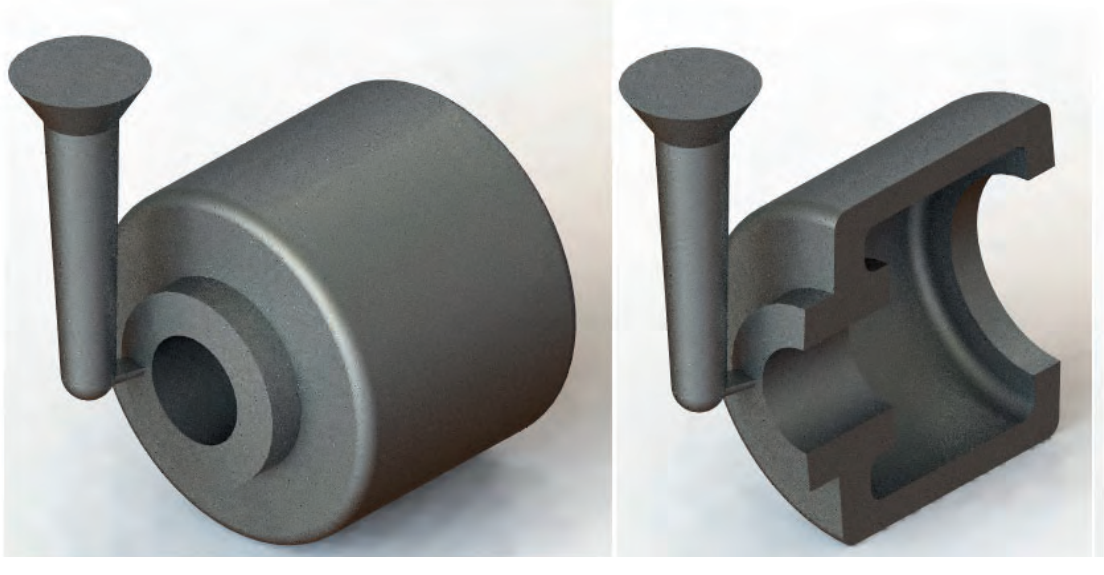


Görsel 9.6: 2 numaralı maça ve maça sandığı yapım resmi

MONTAJ MAÇALI MODEL KALIPLAMA RESMİ



Görsel 9.7: Kalıplama resmi

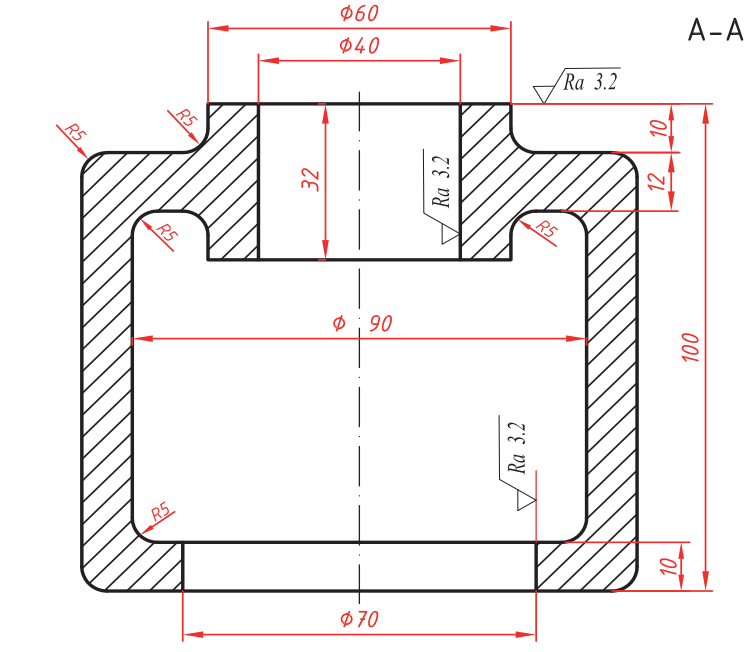


Görsel 9.8: Dökümden çıkmış iş parçası

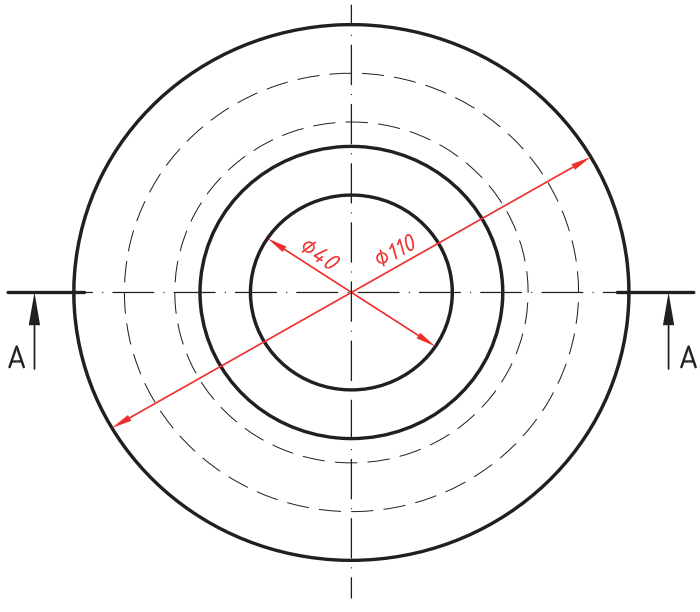
ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.2.
KONU	9.2. MONTAJ MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29570

MONTAJ MAÇALI MODELLEME









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir (DDL)	..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

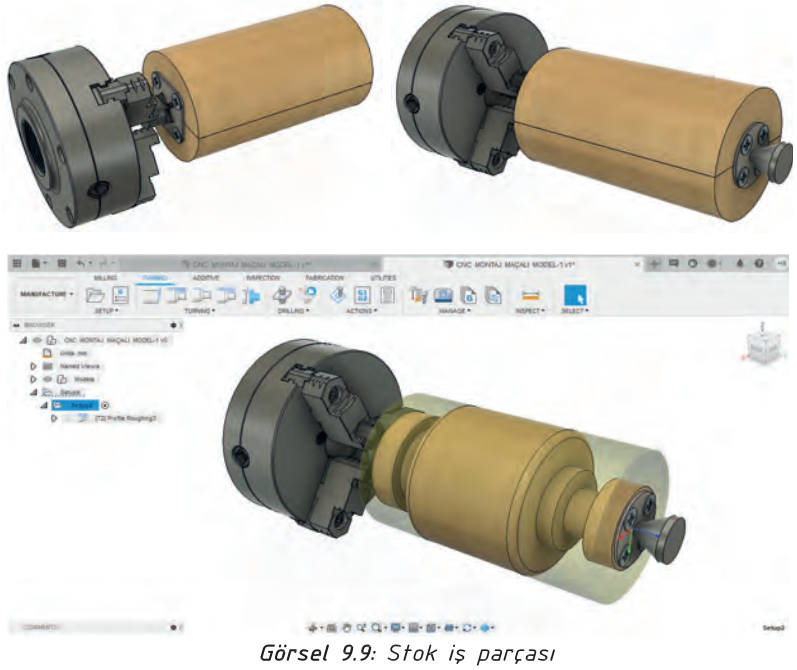
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

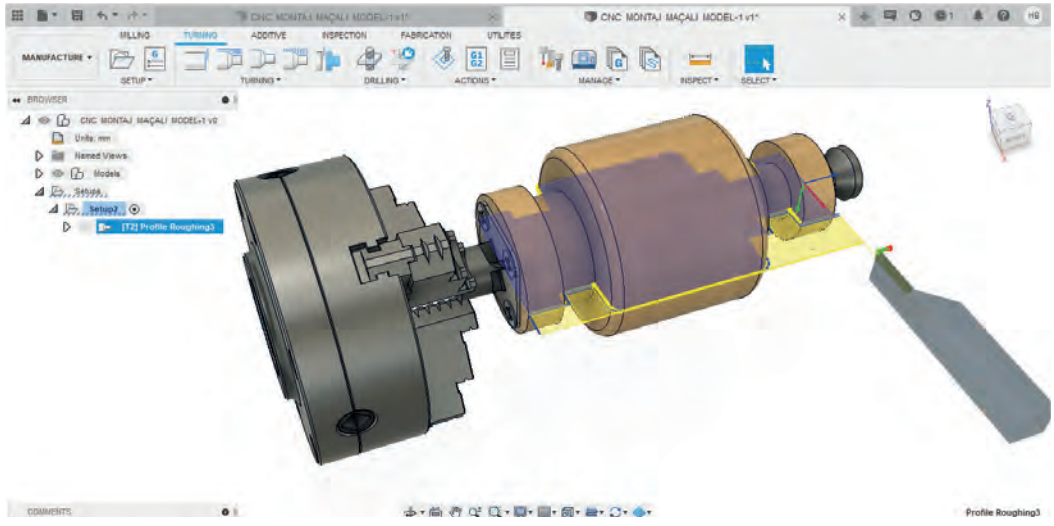
1. Model resimleri
2. Maça sandığı resimleri
3. Kalem
4. Silgi
5. Bilgisayar
6. CAD-CAM programı
7. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.
3. Montaj maçalı modeli iki parça halinde yapınız **(Görsel 9.4)**. 1 numaralı maça sandığını, maça sandığı yapım resimlerindeki gibi üç parça halinde yapınız **(Görsel 9.5)**. 2 numaralı maça sandığını, maça sandığı yapım resimlerindeki gibi iki parça halinde yapınız **(Görsel 9.6)**. CAM programında G kodlarını çıkartınız ve üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz.
4. Montaj maçalı modeli işlemek için CAM modülüne geçiniz.
5. **Setup** (kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (yeni kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak Turning (torna) seçiniz.
6. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock** (ham parça) tanımlamasını ve **Work Coordinate System** (iş parçası sıfır noktasını), **Fixture** (bağlama elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız **(Görsel 9.9)**.
7. Parçanın şekline uygun işleme yöntemlerini belirleyerek **Turning** (torna) işlemlerinden gerekli olan sekmeyi açınız.
8. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametreleri belirleyiniz.
   b) Parça geometrisi seçiniz.
   c) İşleme yüksekliklerini seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz **(Görsel 9.10)**.
9. G kodlarını çıkartarak hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
10. Elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.

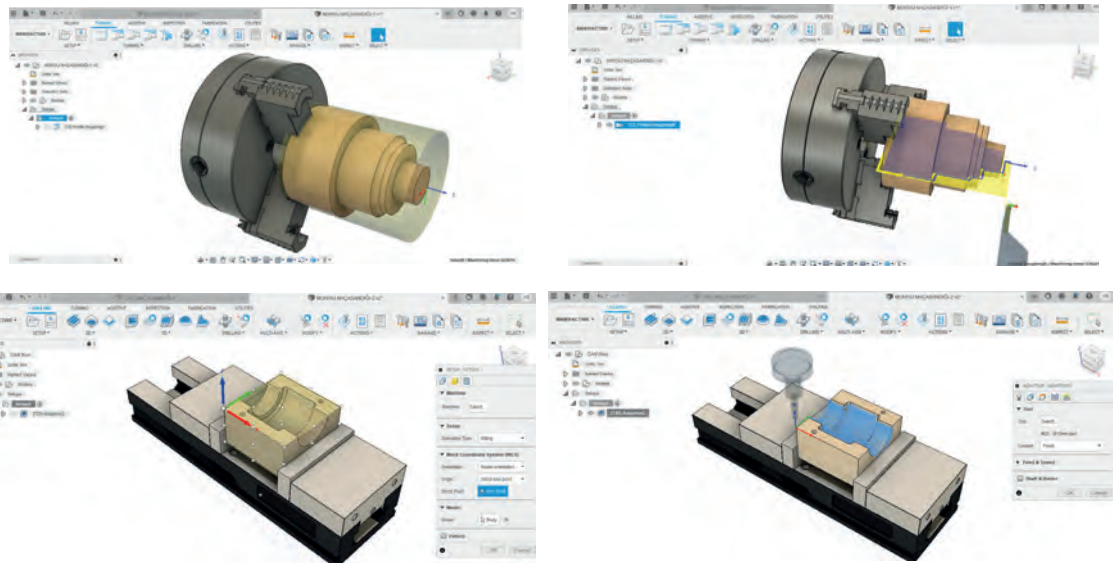


Görsel 9.9: Stok iş parçası

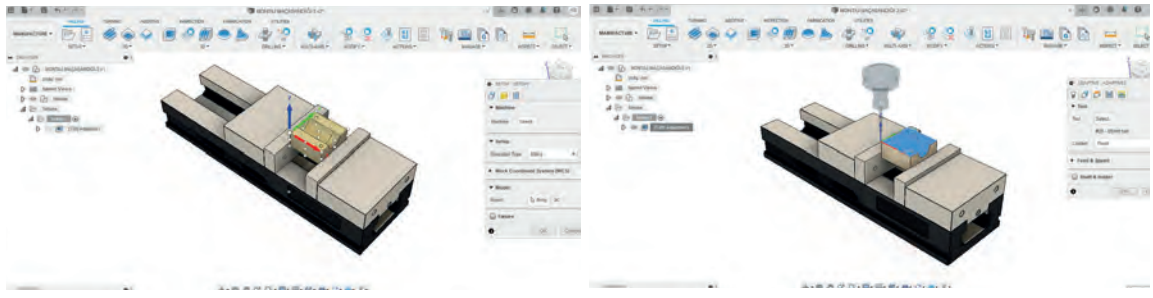


Görsel 9.10: NC kodlarını (G kodu) çıkarma

11. *1 numaralı maça sandığı parçalarını işlemek için CNC torna veya CNC freze işlemlerinden uygun olanı seçerek montaj maçalı modelde yapılan işlem basamaklarının aynısını uygulayınız* ***(Görsel 9.11)****.*
12. *2 numaralı maça sandığı parçalarını işlemek için CNC freze işlemini tercih ederek montaj maçalı modelde yapılan işlem basamaklarının aynısını uygulayınız* ***(Görsel 9.12)****.*



Görsel 9.11: 1 numaralı maça sandığı parçalarını CNC tezgâhlarında işleme

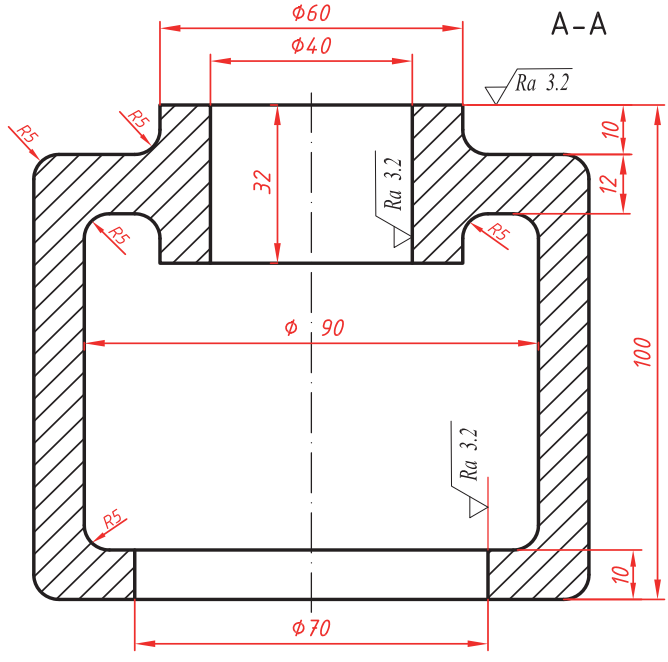


Görsel 9.12: 2 numaralı maça sandığı parçalarını CNC tezgâhlarında işleme

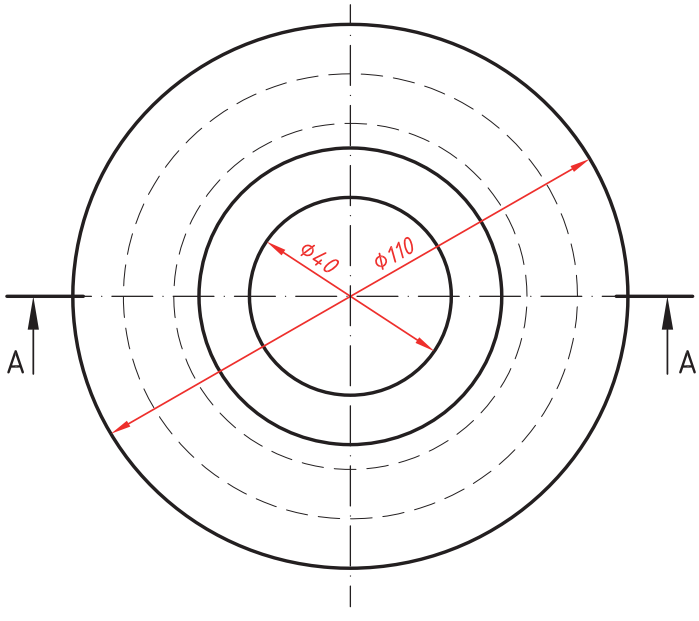
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29571

ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.3.
KONU	9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

MONTAJ MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIKLARINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

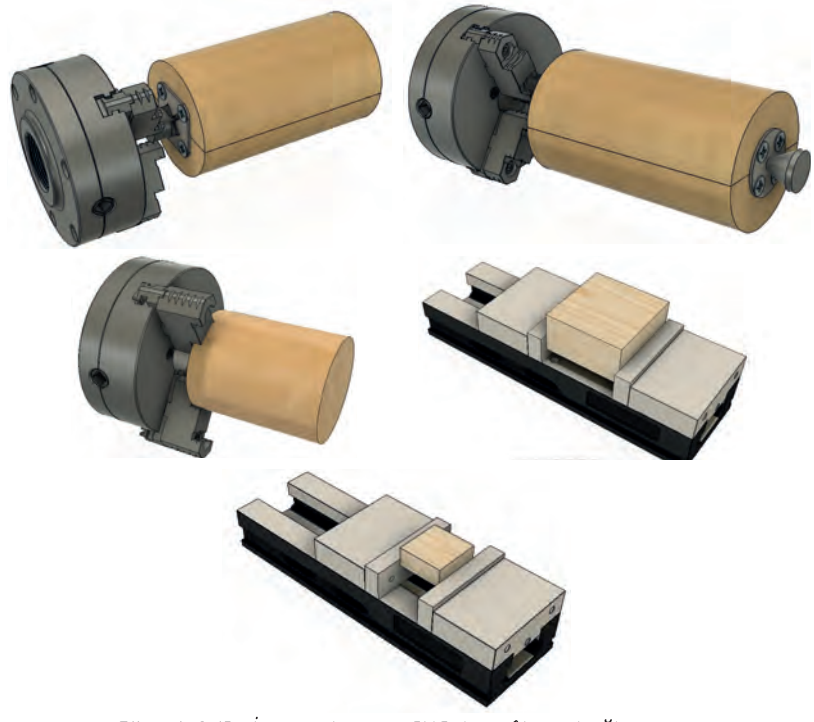
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgaha Aktarma	Simülasyon Yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. *Şerit testere makinesi*
2. *Planya makinesi*
3. *Kalınlık makinesi*
4. *Daire testere makinesi*
5. *Matkap tezgâhı*
6. *CNC freze makinesi*
7. *Disk veya bant zımpara makinesi*
8. *İş parçaları*
9. *Çekmeli metre veya kumpas*
10. *Zımpara*
11. *Fırça*
12. *Vernik veya boya*
13. *Tiner*
14. *Taşınır bellek*

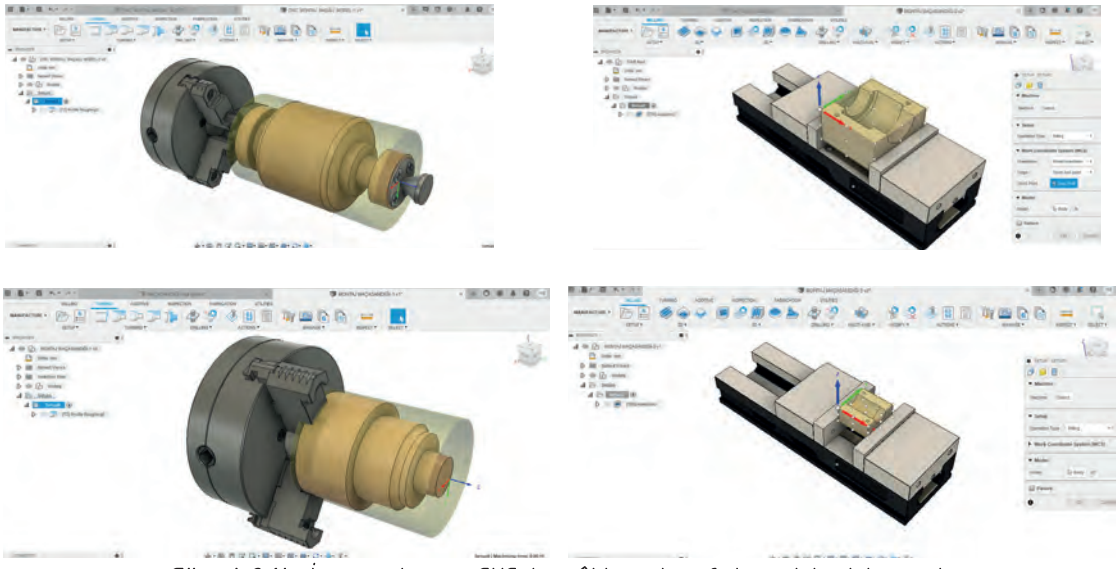
İŞLEM BASAMAKLARI

1. *Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.*
2. *Öncelikle model ve maça sandığını CNC freze veya CNC torna tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçülerine ve sayısına göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız. Bu parçalar hazırlanırken CNC freze veya CNC torna tezgâhına, iş parçasının nasıl bağlanacağı göz önünde bulundurulmalıdır* ***(Görsel 9.13)****.*
3. *İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.*
4. *Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçüm aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçimini yapınız.*
5. *Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.*
6. *Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.*
7. *Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.*
8. *CAM programında model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamasını yapınız.*
9. *Tezgâha uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız* ***(Görsel 9.13)****.*



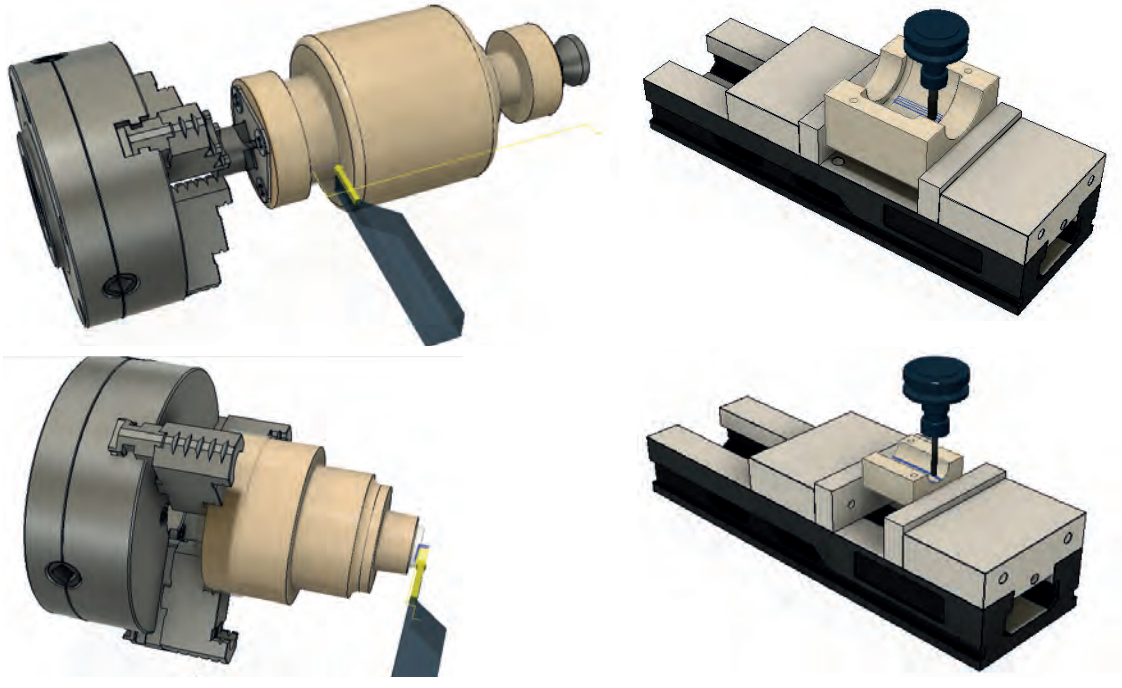
Görsel 9.13: *İş paçalarının CNC tezgâhına bağlanması*

10. Üretim için hazırlanmış G kodlarını tezgâha veya tezgâha bağlı bilgisayara yükleyiniz.
11. Bir numaralı takımın sıfırlanması çok önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde tezgâha bağlayınız. CNC freze için bir numaralı takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurularak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takım dokundurularak Z ekseni sıfırlamasını yapınız. CNC torna için bir numaralı takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Z ekseninde dokundurularak sıfırlama işlemini yapınız **(Görsel 9.14)**.



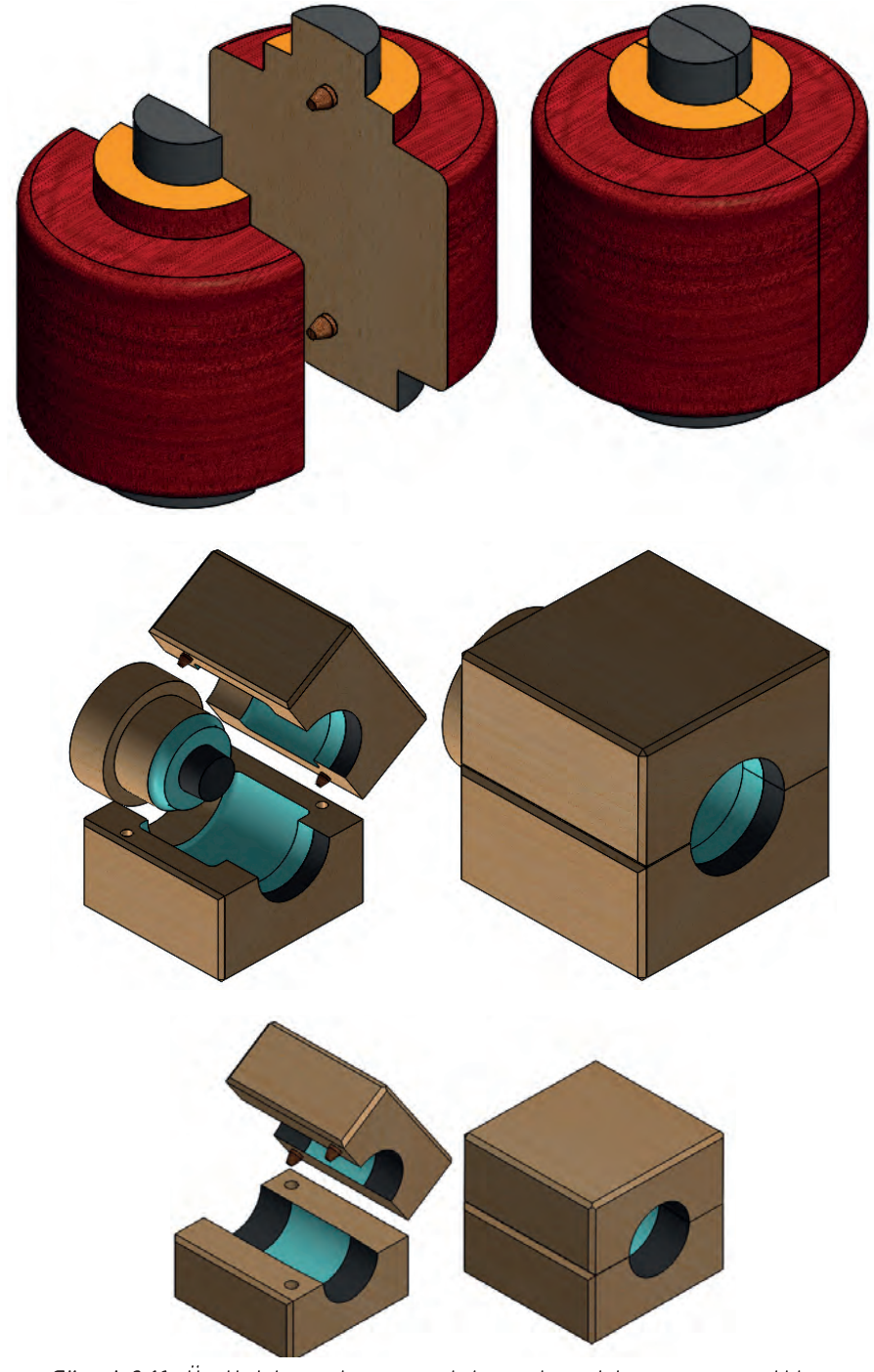
Görsel 9.14: İş parçalarının CNC tezgâhlarında sıfırlama işleminin yapılması

12. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.
13. CNC freze veya CNC torna tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.
14. Tezgâhı çalıştırıp önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek, her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak montaj maçalı model ve maça sandıklarının herbirini sırasıyla işleyiniz **(Görsel 9.15)**.



Görsel 9.15: CNC tezgâhlarda model ve maça sandıklarının işlenmesi

15. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
16. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumları tespit ediniz.
17. Üretimi tamamlanan montaj maçalı model ve maça sandıklarının özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle gerekli ölçme işlemini uygulayınız.
18. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
19. Montaj maçalı model ve maça sandıkları ile tezgâhın temizliğini yapınız.
20. Üretimi tamamlanan montaj maçalı model ve maça sandıklarının fazla olan kısımları varsa keserek temizleyiniz. Gerekli pimleme ile üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 9.16)**.

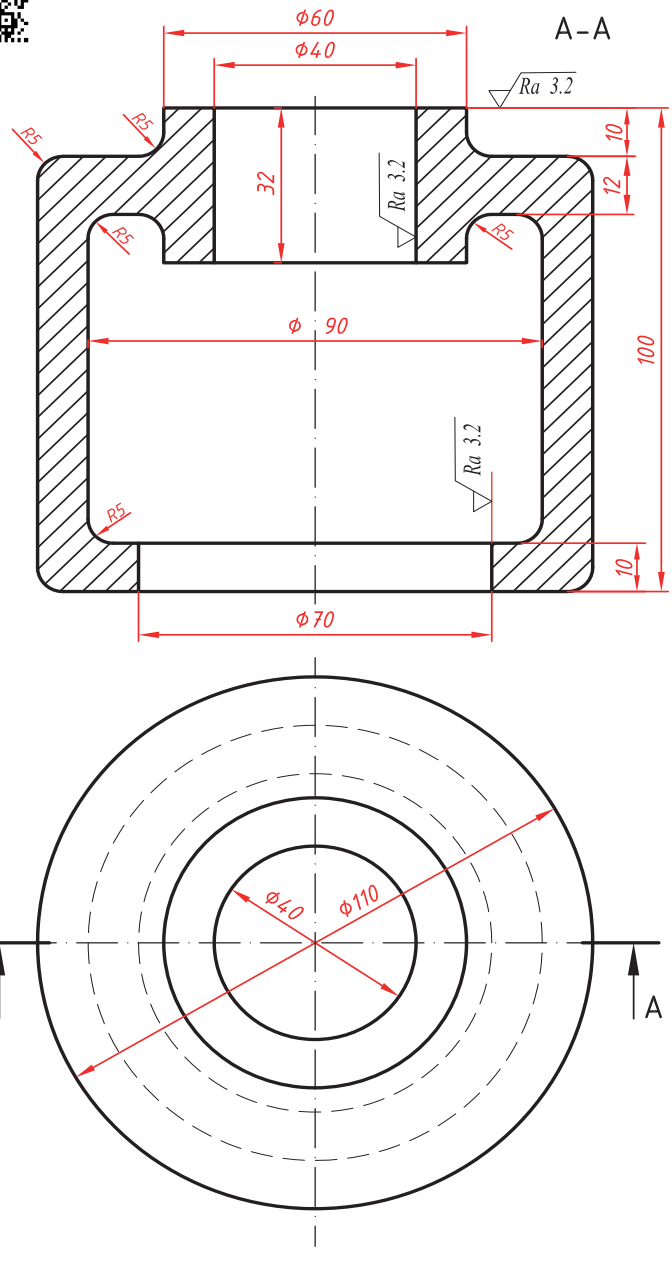


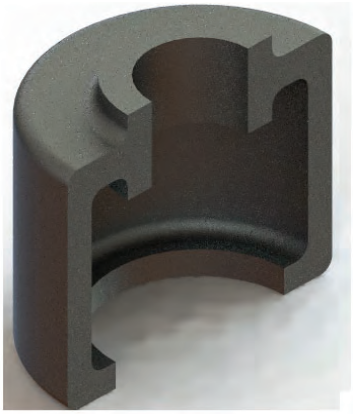
Görsel 9.16: Üretimi tamamlanan montaj maçalı model ve maça sandıkları

ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.4.
KONU	9.2. MONTAJ MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29572

MONTAJ MAÇALI MODELLEME







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan									

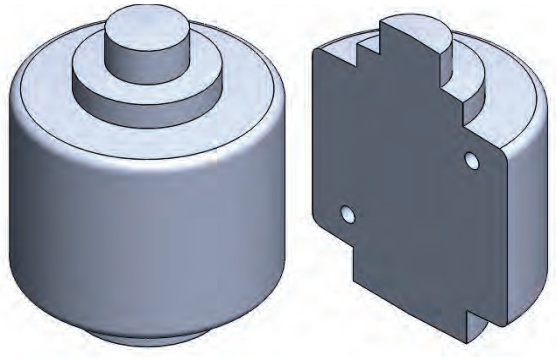
MONTAJ MAÇALI MODELİ 3D YAZICIDA ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

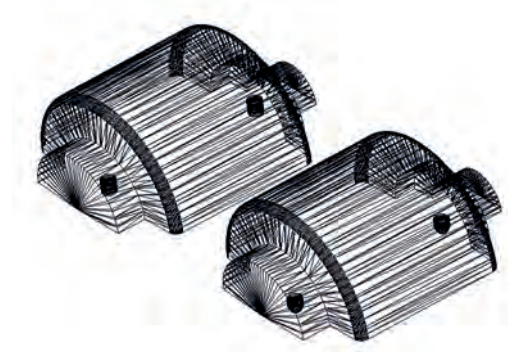
1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek
7. 3D Yazıcı ve ekipmanları

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Montaj maçalı modelin üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz **(Görsel 9.17)**.
4. Günümüzde çok çeşitli 3D yazıcılar bulunmaktadır. Bunlar arasında eğitim amaçlı en çok kullanılanları ise PLA hammadesiyle üretim yapan 3D yazıcılardır. Üretim bu tür yazıcılarda yapılmak istendiğinde üretimi yapılacak parçanın çizimi 3D yazıcının çalışma ve üretme mantığına uygun olamalıdır. Montaj maçalı modelin üç boyutlu orijinal parçası 3D yazıcıda mala yüzeyinden ayrılmış iki parça halinde üretilir ve sonra parçalar birleştirilir. 3D yazıcıda üretilecek montaj maçalı modeli mala yüzeyinden ayrılmış iki parça halinde üç boyutlu çiziniz ve STL formatında farklı kaydediniz **(Görsel 9.18)**.

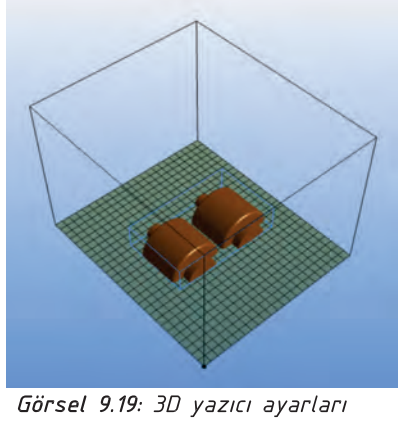


Görsel 9.17: Montaj maçalı modelin orijinal resmi

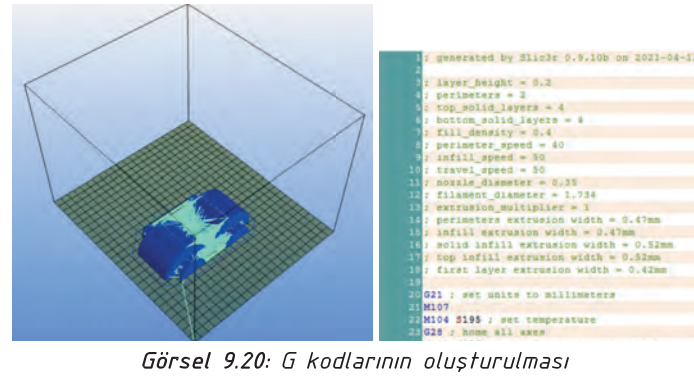


Görsel 9.18: Modelin STL olarak kaydedilmesi

5. STL formatında kaydettiğiniz parçayı kullanmakta olduğunuz 3D yazıcı programında açınız.
6. STL formatında kaydettiğiniz parçayı 3D yazıcı programında açarak katman ayarları ve diğer ayarlarını yapınız. Bu ayarları yaparken 3D yazıcının üretim mantığını dikkate alınız **(Görsel 9.19)**. 3D yazıcıda kullanılması gereken G kodlarını oluşturunuz ve farklı kaydediniz **(Görsel 9.20)**.

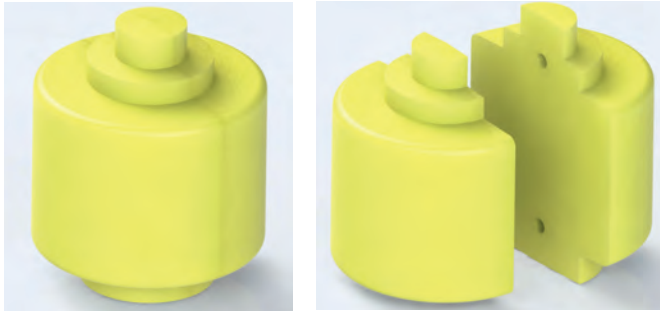


Görsel 9.19: 3D yazıcı ayarları



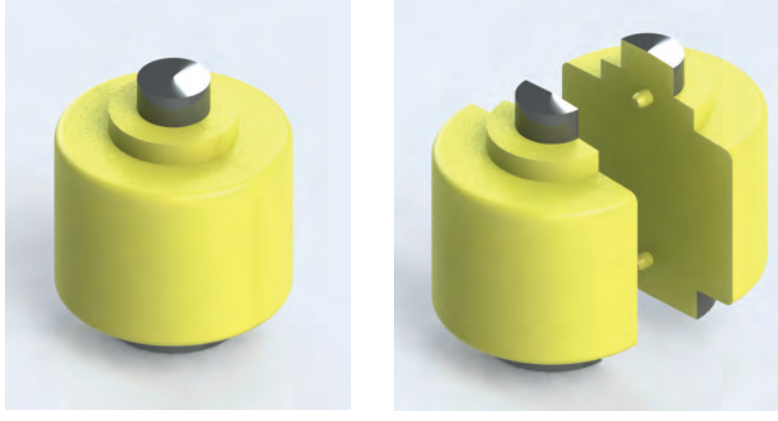
Görsel 9.20: G kodlarının oluşturulması

7. 3D yazıcıyı kullanıma hazır hale getiriniz.
8. Üretimi yapılacak parçanın G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.
9. Parçayı 3D yazıcıda üretiniz (Görsel 9.21).



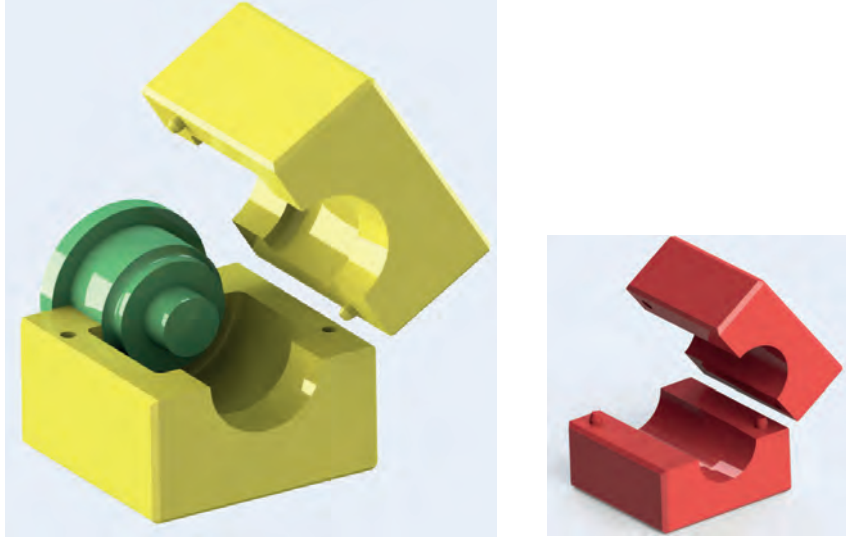
Görsel 9.21: 3D yazıcıda üretilen model

10. Üretilen parçanın üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 9.22)**.



Görsel 9.22: 3D yazıcıda üretimi tamamlanan model

11. Montaj maçalı modele ait "**Görsel 9.4**" de belirtilen 1 numaralı maça sandığı ile 2 numaralı maça sandığı parçalarını montaj maçalı model imalatındaki işlem basamaklarını uygulayarak 3D yazıcıda üretimini yapınız.
12. Üretilen parçaların üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 9.23)**.

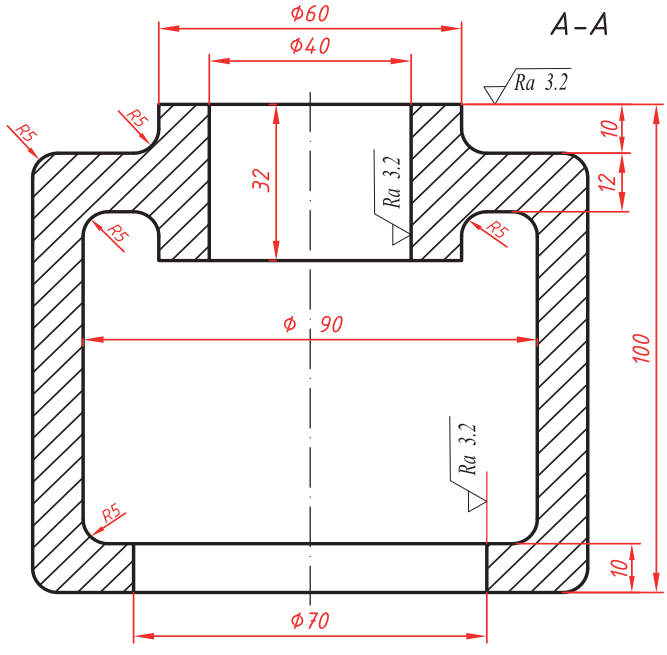


Görsel 9.23: 3D yazıcıda üretimi tamamlanan maça sandıkları

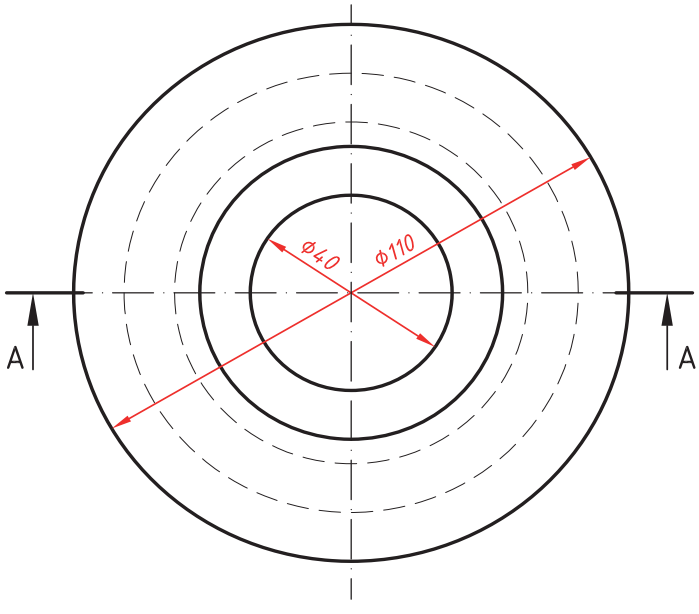
ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.5.
KONU	9.3. MONTAJ MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29573

MONTAJ MAÇALI MODEL VE MAÇA SANDIKLARINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme Demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

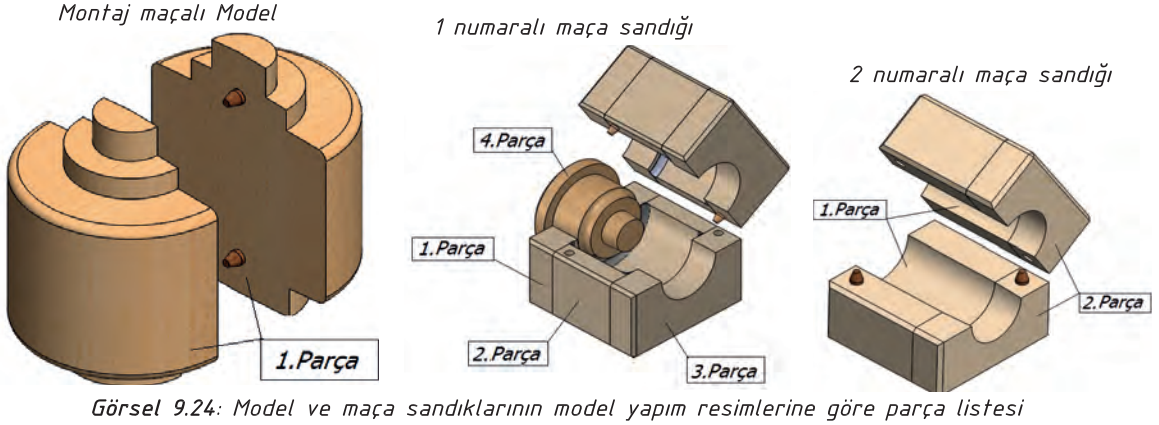
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Ahşap torna makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Daire testere makinesi
7. Matkap tezgâhı
8. Disk veya bant zımpara makinesi
9. İş parçası
10. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
11. Çekmeli metre veya kumpas
12. Pergel
13. Gönye
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

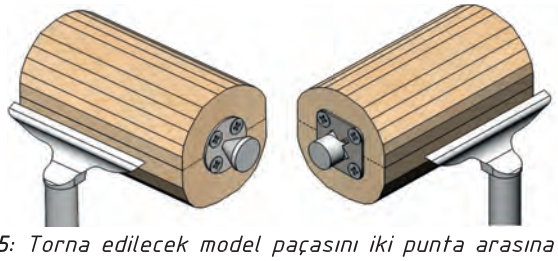
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Montaj maçalı modelin boyutları, kalıplama sayısı ve kolaylığı itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç, dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Montaj maçalı model ve maça sandıklarının model (maça sandığı) yapım resimlerine göre parça listesini hazırlayınız **(Görsel 9.24)**.



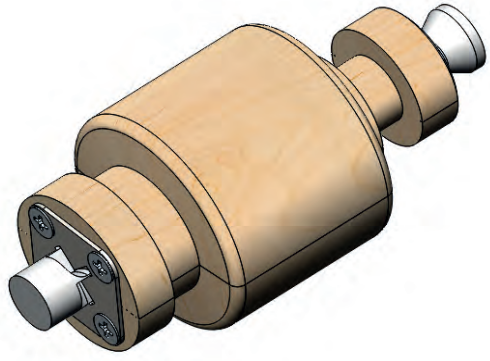
Görsel 9.24: Model ve maça sandıklarının model yapım resimlerine göre parça listesi

5. Ahşap işleme makinelerinde öğrencilerle birlikte listedeki parçaları israf etmeden hazırlayınız.
6. Montaj maçalı modelin 1. parçasını ahşap torna makinesine iki punta arasında model yapım resmi ölçülerine göre işlenecek şekilde bağlayınız. Bu parçanın daha sonra simetri ekseninden (mala yüzeyinden) ayrılacağını göz önünde bulundurmak gerekir **(Görsel 9.25)**.

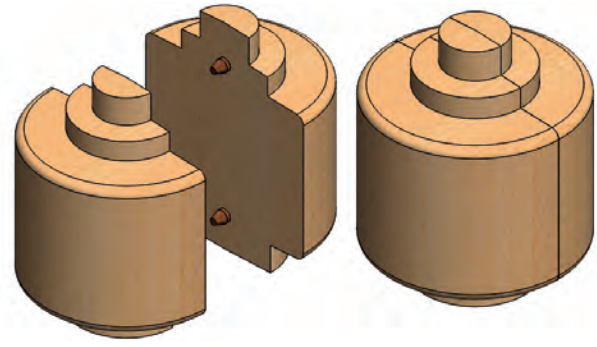


Görsel 9.25: Torna edilecek model paçasını iki punta arasına bağlama

7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ağaç torna makinesinde montaj maçalı modelin 1. parçasını model yapım resmindeki ölçülere uygun olarak işleyiniz **(Görsel 9.26)**.

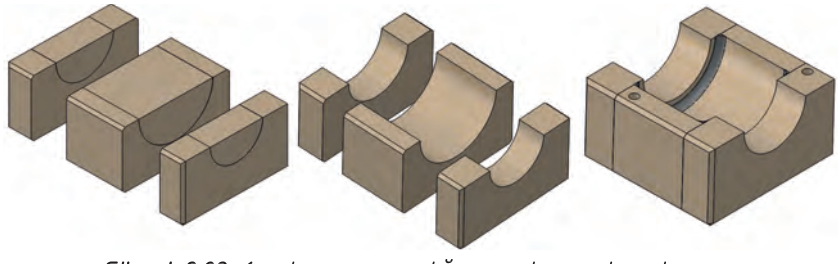


Görsel 9.26: Modelin uygun ölçüde tornalanması

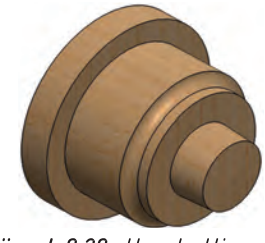


Görsel 9.27: Üst yüzey işlemleri yapılmış model

8. Montaj maçalı modele ait tornada hazırlanmış olan parçanın fazlalıklarını ölçüsüne ve tekniğine uygun olarak kesiniz. Kalıp ayırma yüzeyinden parçalı olacak şekilde ayırınız ve pimleme yapınız. Üst yüzey işlemlerini yapınız ve modele ait maça sandıklarının üretimine geçiniz **(Görsel 9.27)**.
9. 1 numaralı maça sandığına ait 1. parça, 2. parça ve 3. parçalar maça sandığı yapım resmindeki ölçüler esas alınarak markalanır. Markalamalar dikkate alınarak ağaç işleme makineleri ve el aletleri yardımıyla boşaltılacak yerler işlenir. Bütün bu işlemler yapılırken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine dikkat edilmelidir. İşlenen parçalar birleştirilir ve 4. parçanın yapımına geçilir **(Görsel 9.28)**.

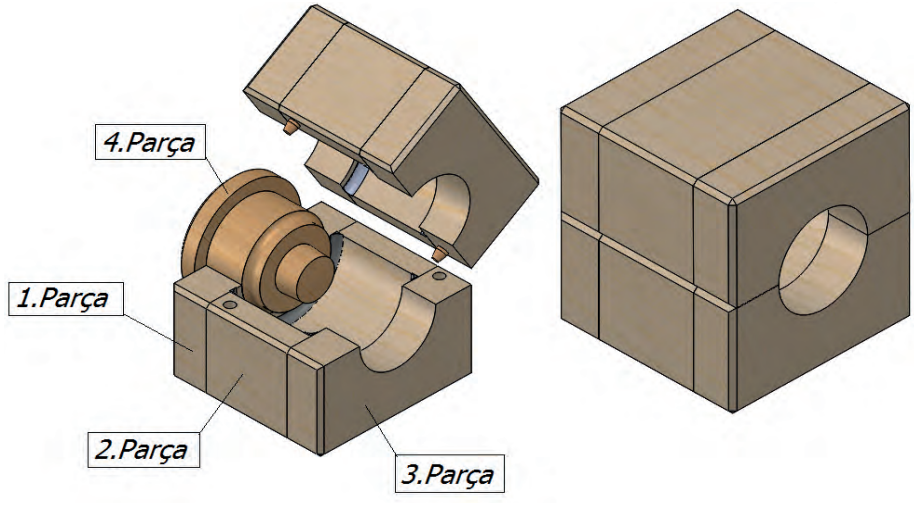


Görsel 9.28: 1 nolu maça sandığı parçalarının hazırlanması



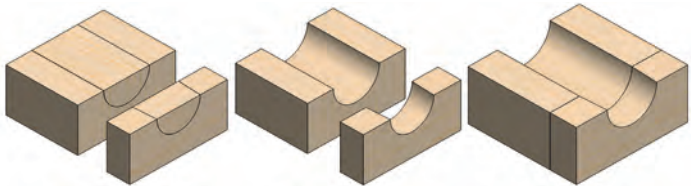
Görsel 9.29: Hareketli parça

10. 1 numaralı maça sandığına ait 4. parçayı ağaç torna tezgâhında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak ölçüsünde işleyiniz **(Görsel 9.29)**.
11. 1 numaralı maça sandığına ait bütün parçalar hazır hale gelince kalıp ayırma yüzeyinden (mala yüzeyinden) ayrılabilecek şekilde pimlemesini yapınız ve kullanıma hazır hale getiriniz**(Görsel 9.30)**.

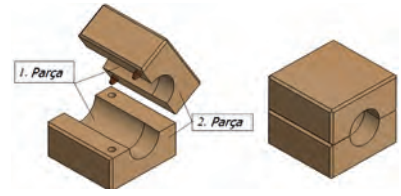


Görsel 9.30: Üretimi tamamlanan 1 numaralı maça sandığı

12. 2 numaralı maça sandığına ait parçalar, marka çizgileri dikkate alınarak ağaç işleme makineleri ve el aletleri yardımıyla boşaltılacak yerler işlenir **(Görsel 9.31)**.

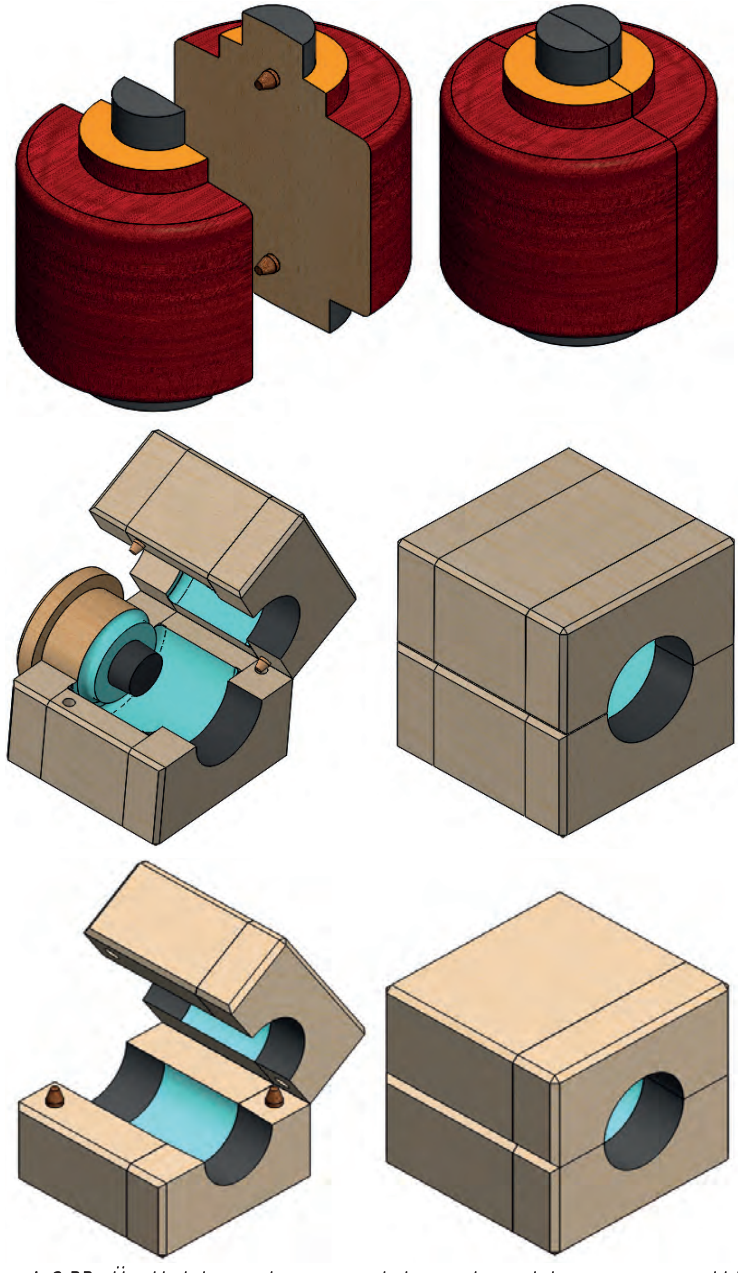


Görsel 9.31 2 numaralı maça sandığına ait parçalar



Görsel 9.32: Maça sandığının bitmiş hâli

13. 2 numaralı maça sandığına ait bütün parçalar hazır hale gelince kalıp ayırma yüzeyinden (mala yüzeyinden) ayrılabilecek şekilde pimlemesini yapınız ve kullanıma hazır hale getiriniz **(Görsel 9.32)**.
14. Üretimi tamamlanan montaj maçalı model ve maça sandıklarının üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 9.33)**.



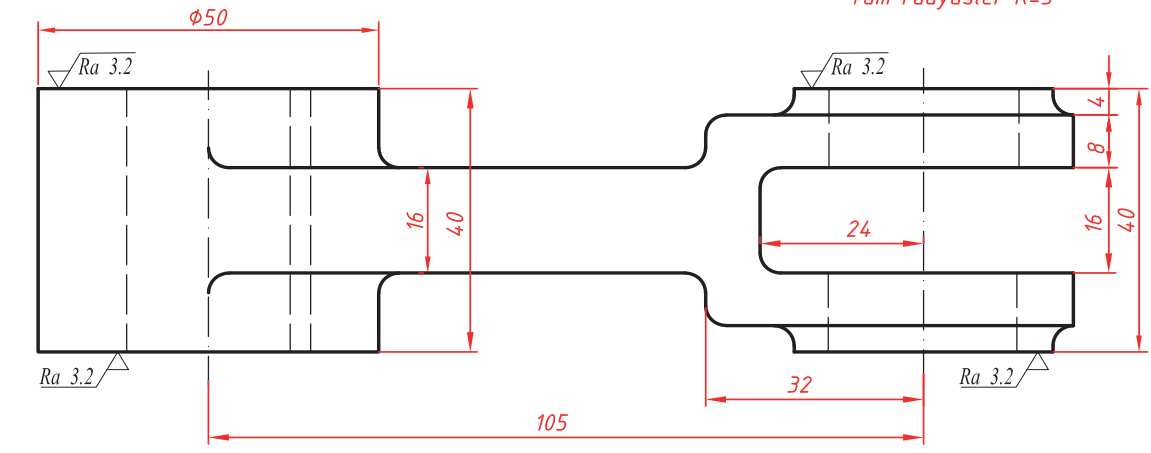
Görsel 9.33: Üretimi tamamlanan montaj maçalı model ve maça sandıkları

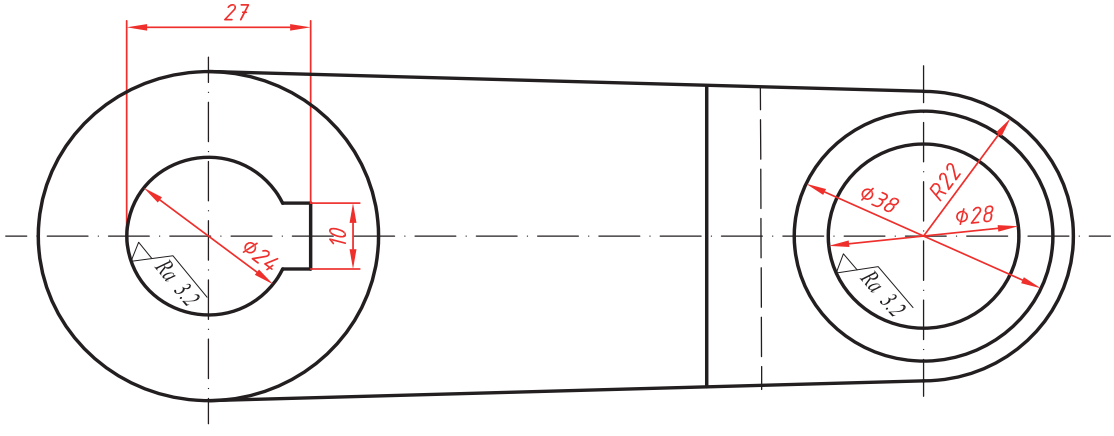
ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.6.
KONU	ÖRNEK UYGULAMA	SÜRE ..... DERS SAATİ

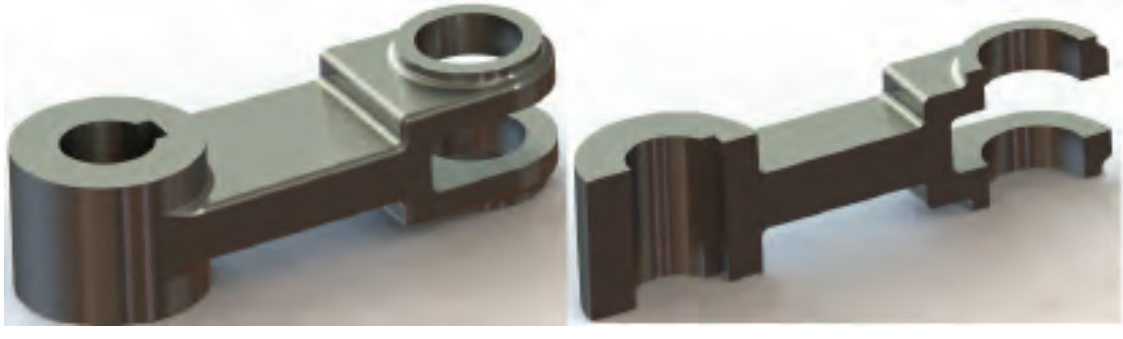
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29574

ÇATAL KOL

Tüm radyusler R=3







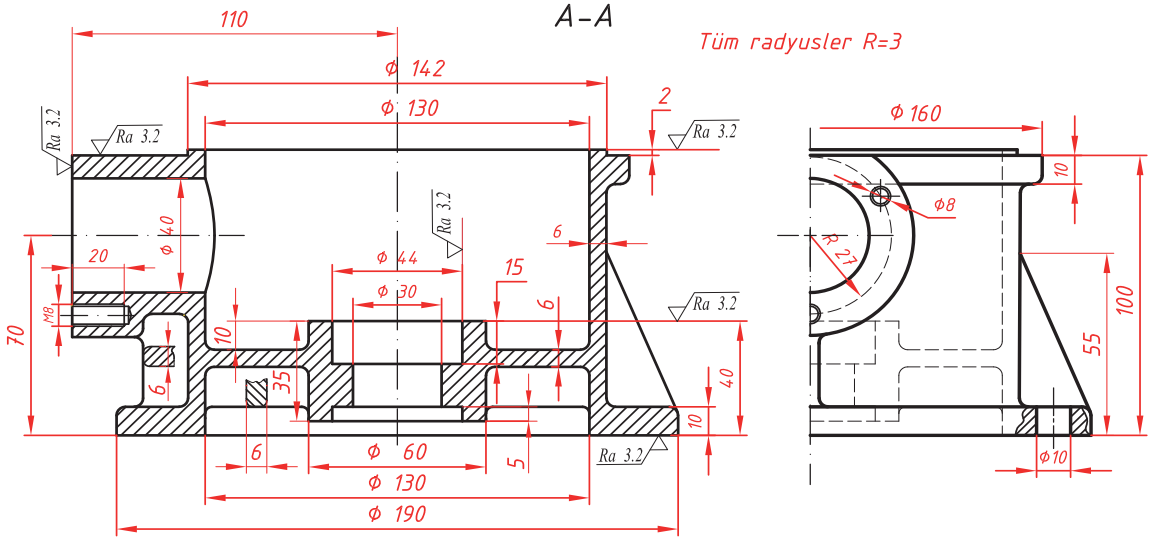
ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

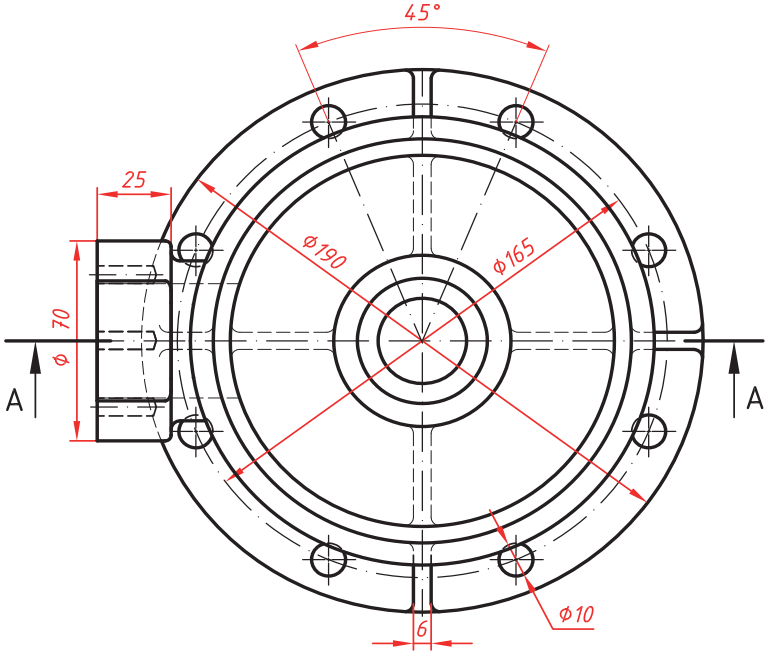
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

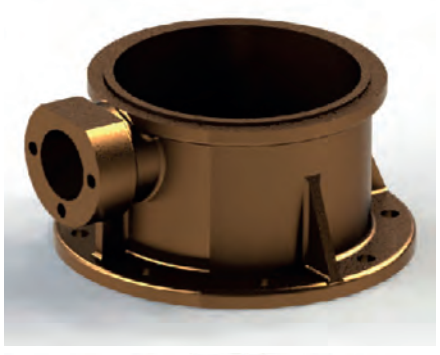
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29575

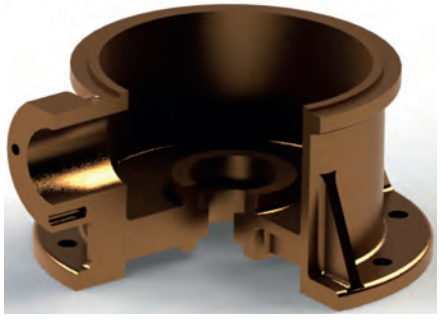
ÖĞRENME BİRİMİ	9. MONTAJ MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 9.7.
KONU	ÖRNEK UYGULAMA	SÜRE ..... DERS SAATİ

BAĞLANTI PARÇASI









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....		MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENME BİRİMİ 10

GÖMLEK MAÇALI MODELLEME

Bu bölümde;

gömlek maçalı modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, gömlek maçalı modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve gömlek maçalı modellemeyi yapmayı öğreneceksiniz.



10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME

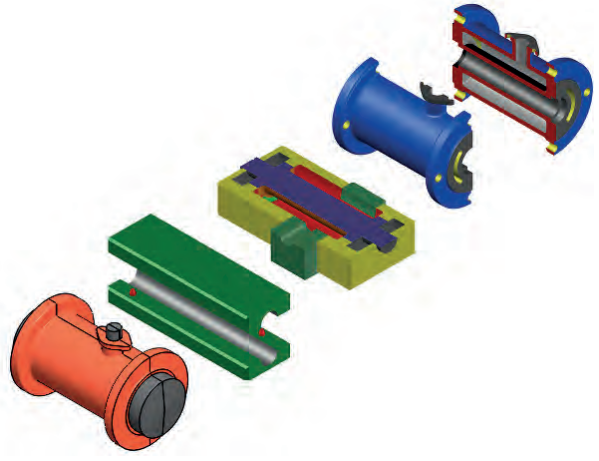
Gömlekli makine elemanları diye de adlandırılan makine parçalarıdır. Bu tür makine parçalarının boşlukları iç içe geçmiş odacıklar şeklindedir. Bu tür makine parçalarının imalatı "gömlek maçalı modelleme" yöntemiyle yapılır.

Örneğin otomobil ve deniz motorlarının soğutma sistemleri bu yöntemle yapılır.

10.1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Gömlek maçalı modelin belirlenen ölçekte imalat resmi çizilir. İmalat resmi çizilen gömlek maçalı modelin model resmi çizilir. Model resmi çizilirken birden fazla maça olacağından dolayı numaralandırılır. Bu numaralandırma üretimde kolaylık sağlar.

Çizilen model resmi esas alınarak model yapım resmi çizlir. Modelleme resimleri çizilirken üretim kolaylıkları ve maliyet göz önünde bulundurulur. Örneğin mala yüzeyinden ayrılınca simetri olan maçaların üretiminde yarım maça sandığı yapmak yeterlidir **(Görsel 10.1).**



Görsel 10.1: Gömlek maçalı iş parçası

10.2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Gömlek maçalı modellemeyi yapabilmek için öncelikle modellemenin kaç parçadan meydana geleceğini tespit ederek ona göre işleme operasyonları hazırlamak gerekir. Gömlek maçalı model ve maça sandıklarının CNC tezgâhlarında üretim ve teknik özelliklerine göre hangi gereçten yapılacağı kalıplama sayıları dikkate alınarak belirlenir. Bu doğrultuda CAD çizimleri tamamlanmış olan gömlek maçalı modelleme öncelikle CAM (bilgisayar destekli üretim) programına aktarılarak kaydedilir.

CAM programı içerisinde tezgâh seçimi, seçilen tezgâhın ayarları, operasyon tipi, iş parçası sıfır noktası tanımlama, işlenecek parça veya parçaların seçimi gibi işlemler yapılır. İşleme operasyonu, takımlarla ilgili seçimlerin yapılması, işleme ayarlarının yapılması ve bu operasyonlardan elde edilen G kodlarının çıkartılarak düzenlenip kaydedilmesiyle tamamlanır.

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımı yapılan gömlek maçalı model ve maça sandığı parçaları 3D yazıcıda üretilecekse ona göre kaydedilerek yazıcı programında G kodları çıkartılır ve yazıcıya aktarılır.

10.3.GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA

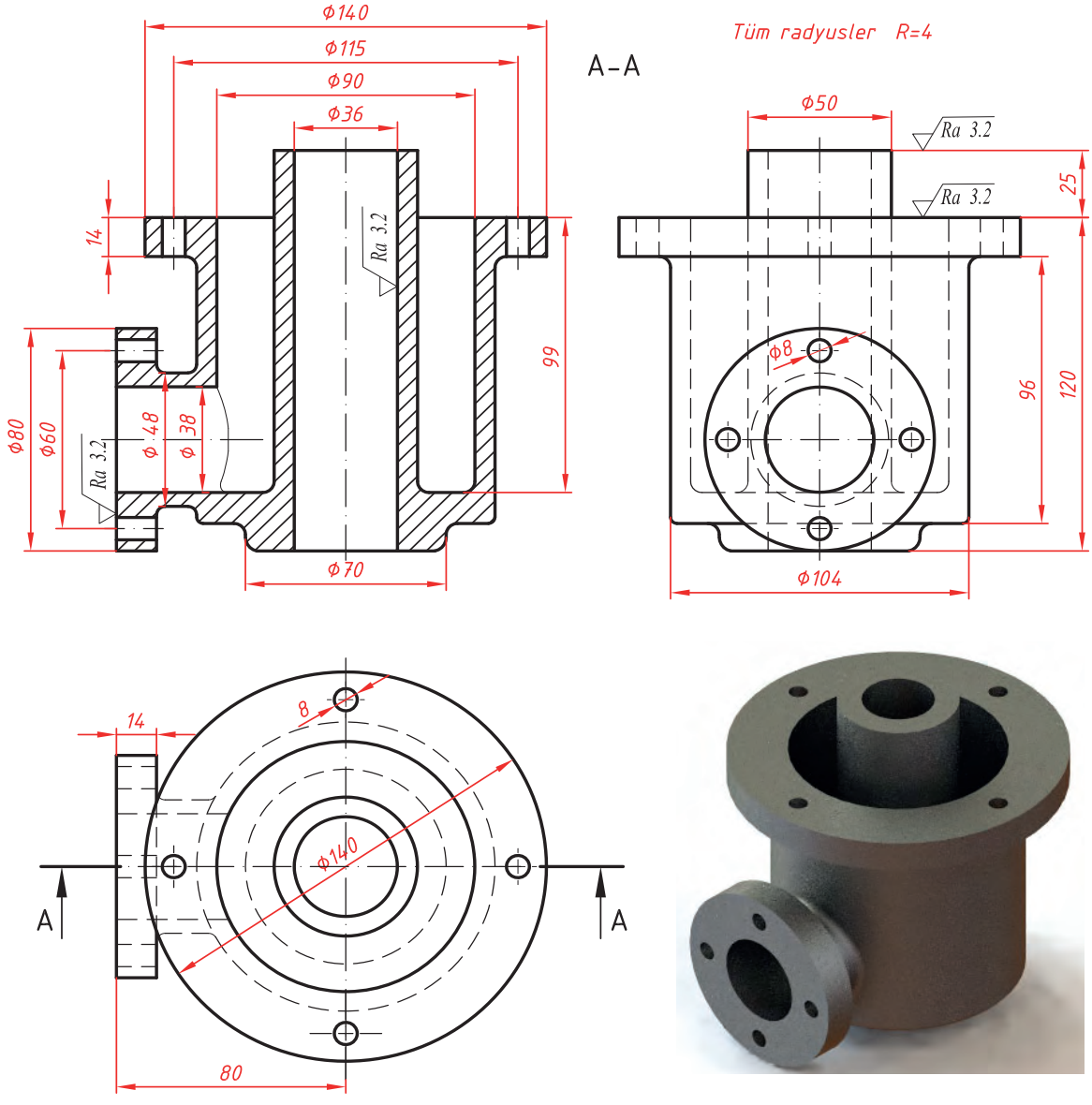
Gömlek maçalı modellemeye ait model ve maça sandıklarının CAD ve CAM programlarında üretim ile ilgili yapılan çalışmalar doğrultusunda imalatına geçilir.

Gömlek maçalı modelleme imkânlar dâhilinde CNC tezgâhlar ve 3D yazıcılar kullanılarak yapılabildiği gibi yine imkânlar dahilinde klasik modelleme tezgâh ve aletleri kullanılarak da yapılabilir. Atölye imkanları ile model imalatının üretim maliyeti ve kolaylıkları dikkate alınarak gömlek maçalı modellemeye ait model ve maça sandıklarının üretimi tamamlanır.

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.1.
KONU	10.1. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29576

GÖMLEK SOĞUTUCU



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model Resmi	Yapım Resmi	Maça Sandığı Resmi	Kalıplama Resmi	Zaman	Toplam	
Verilen Puan	30	20	10	15	15	10	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan								

GÖMLEK SOĞUTUCU MODELLEME RESİMLERİNİ ÇİZME

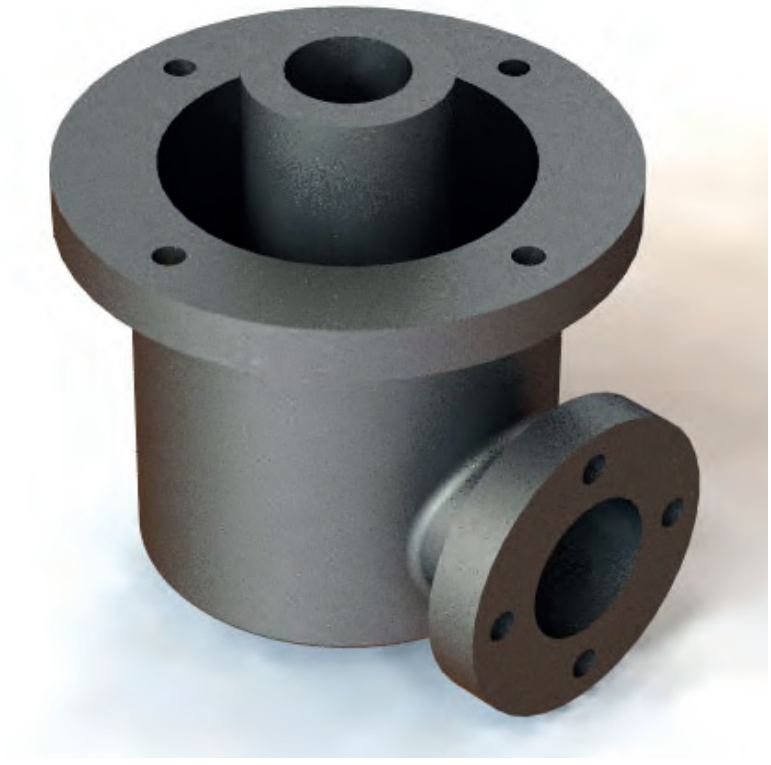
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

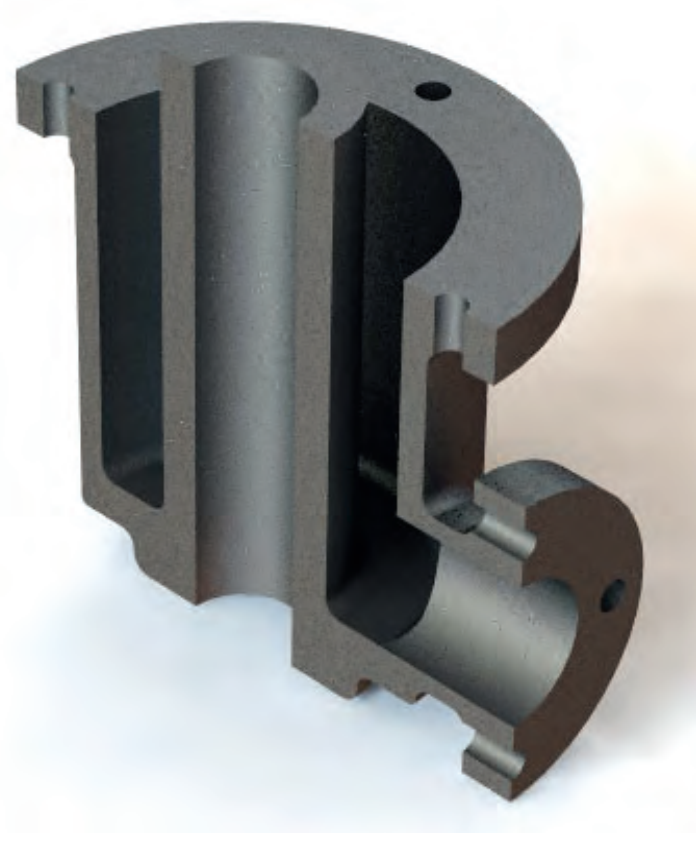
1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Gömlek soğutucu parçasının üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz.
4. Orijinal parçayı teknik resimlendirme sayfasına aktarınız, imalat resmini çiziniz ve kaydediniz.
5. İmalat resmini farklı kaydederek model resmini çiziniz ve kaydediniz.
6. Orijinal parçayı farklı kaydederek model yapım resmini, kalıplama resmini çiziniz ve kaydediniz.
7. Çizdiğiniz resimleri masa üstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
8. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

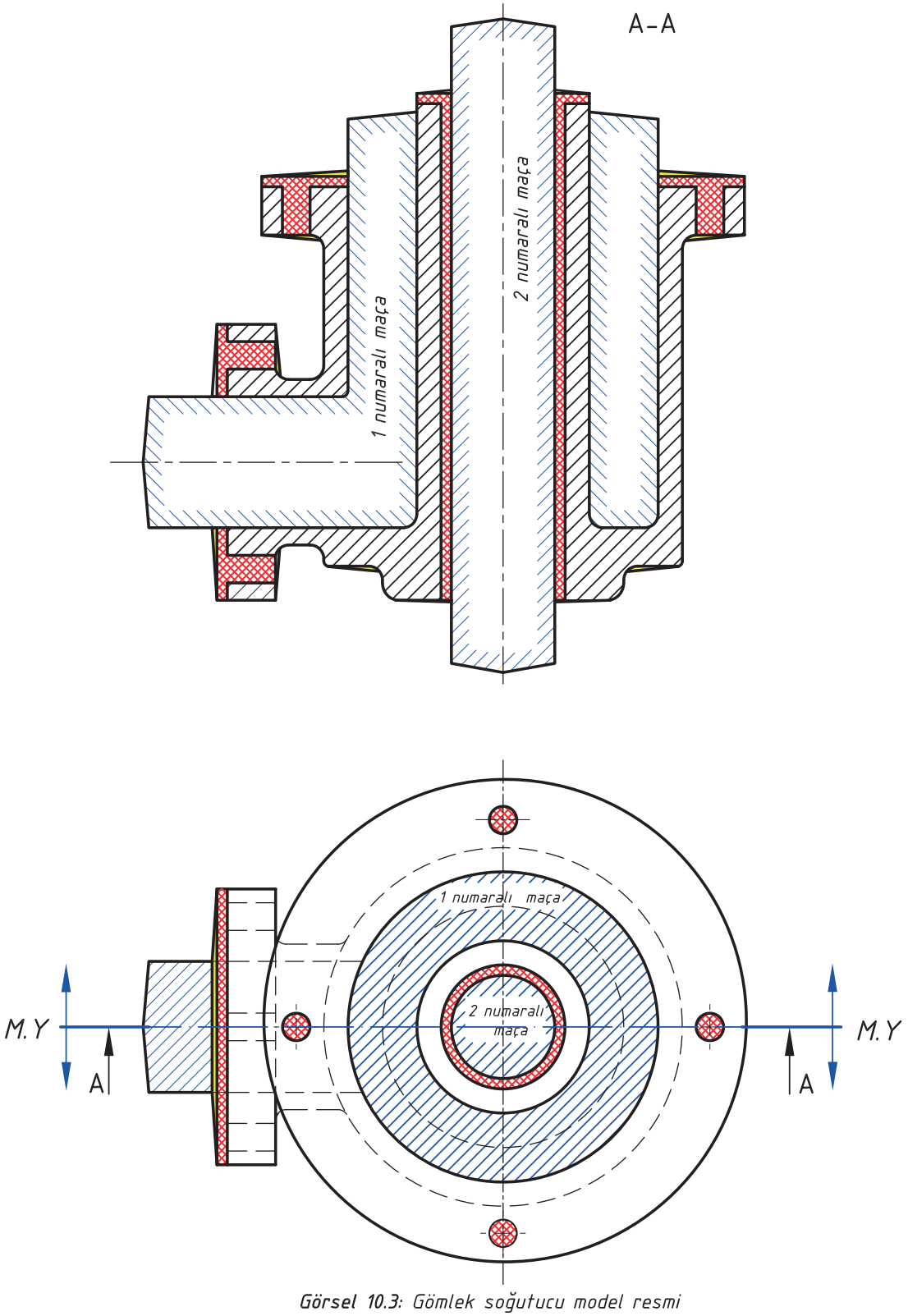
GÖMLEK SOĞUTUCU RESMİ





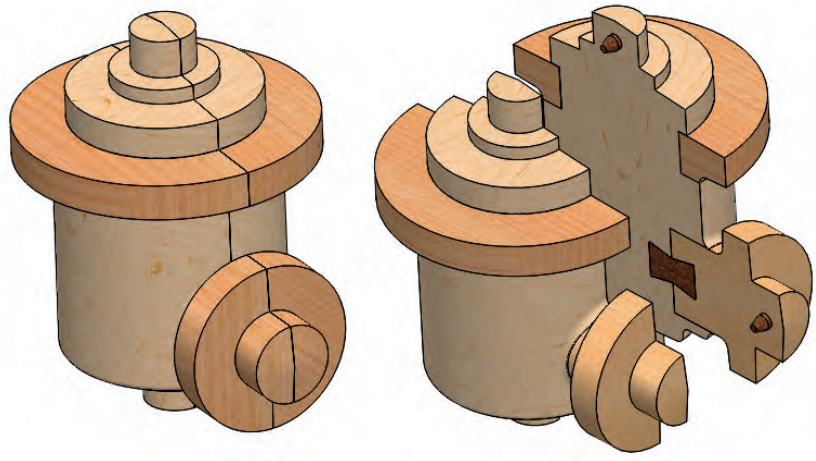
Görsel 10.2: Gömlek soğutucu orijinal parça resmi

GÖMLEK SOĞUTUCU MODEL RESMİ

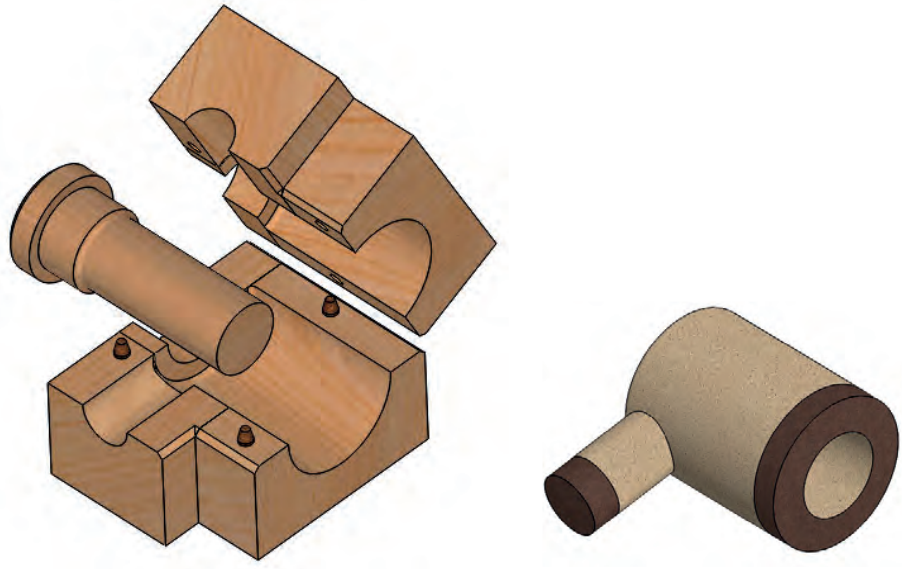


Görsel 10.3: Gömlek soğutucu model resmi

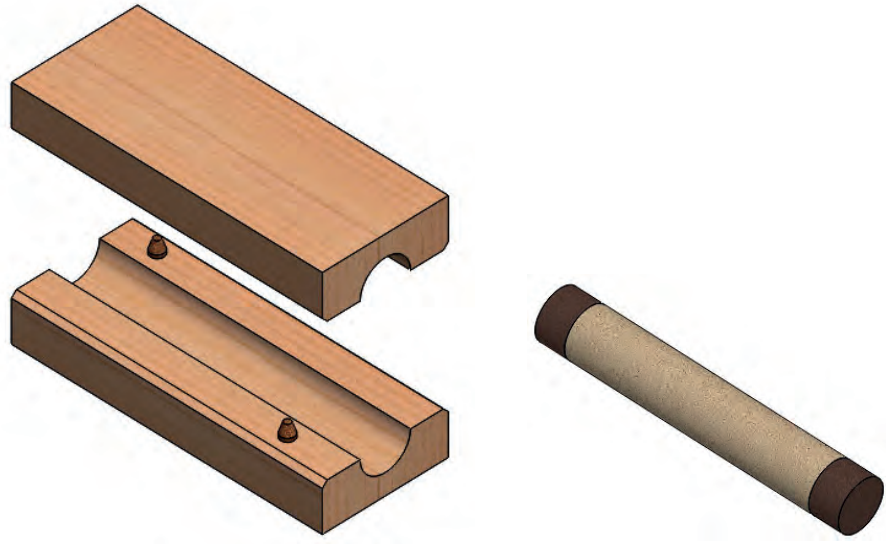
GÖMLEK SOĞUTUCU MODEL VE MAÇA SANDIĞININ YAPIM RESİMLERİ



Görsel 10.4: Model yapım resmi

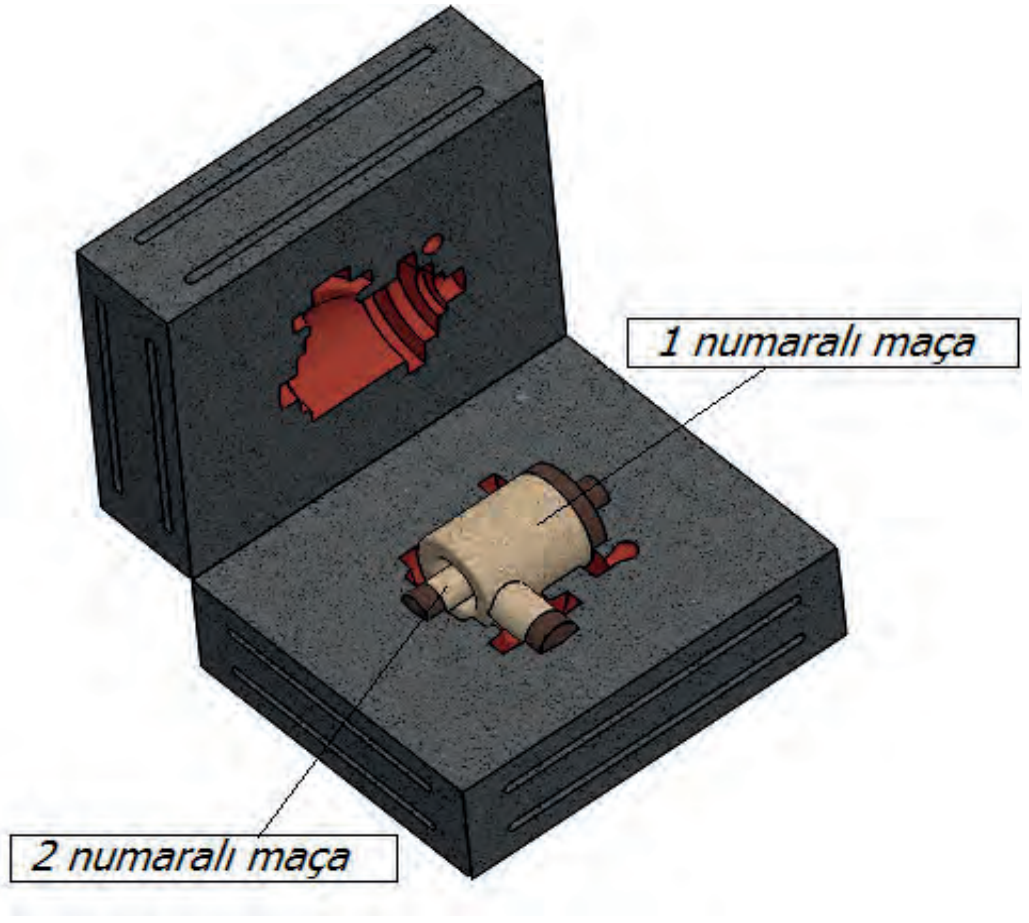


Görsel 10.5: 1 numaralı maça sandığı yapım resmi ve maça

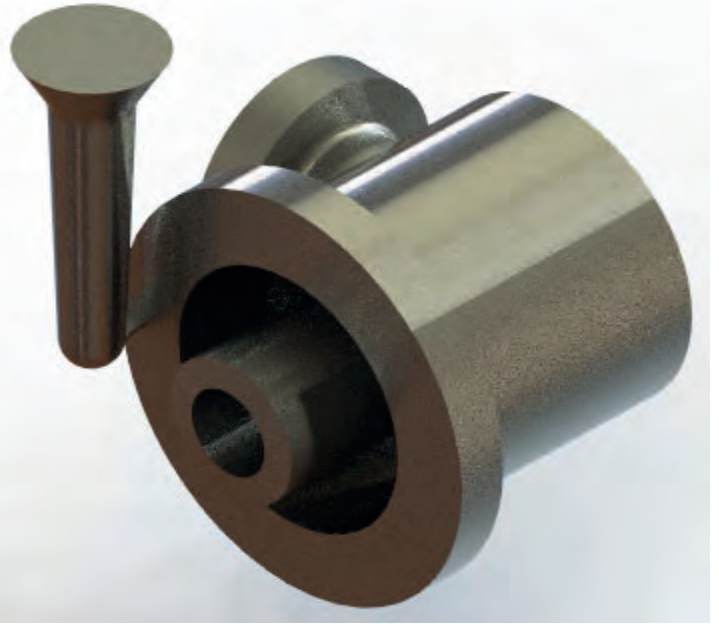


Görsel 10.6: 2 numaralı maça sandığı yapım resmi ve maça

GÖMLEK SOĞUTUCU MODEL
KALIPLAMA RESMİ



Görsel 10.7: Gömlek soğutucu kalıp resmi

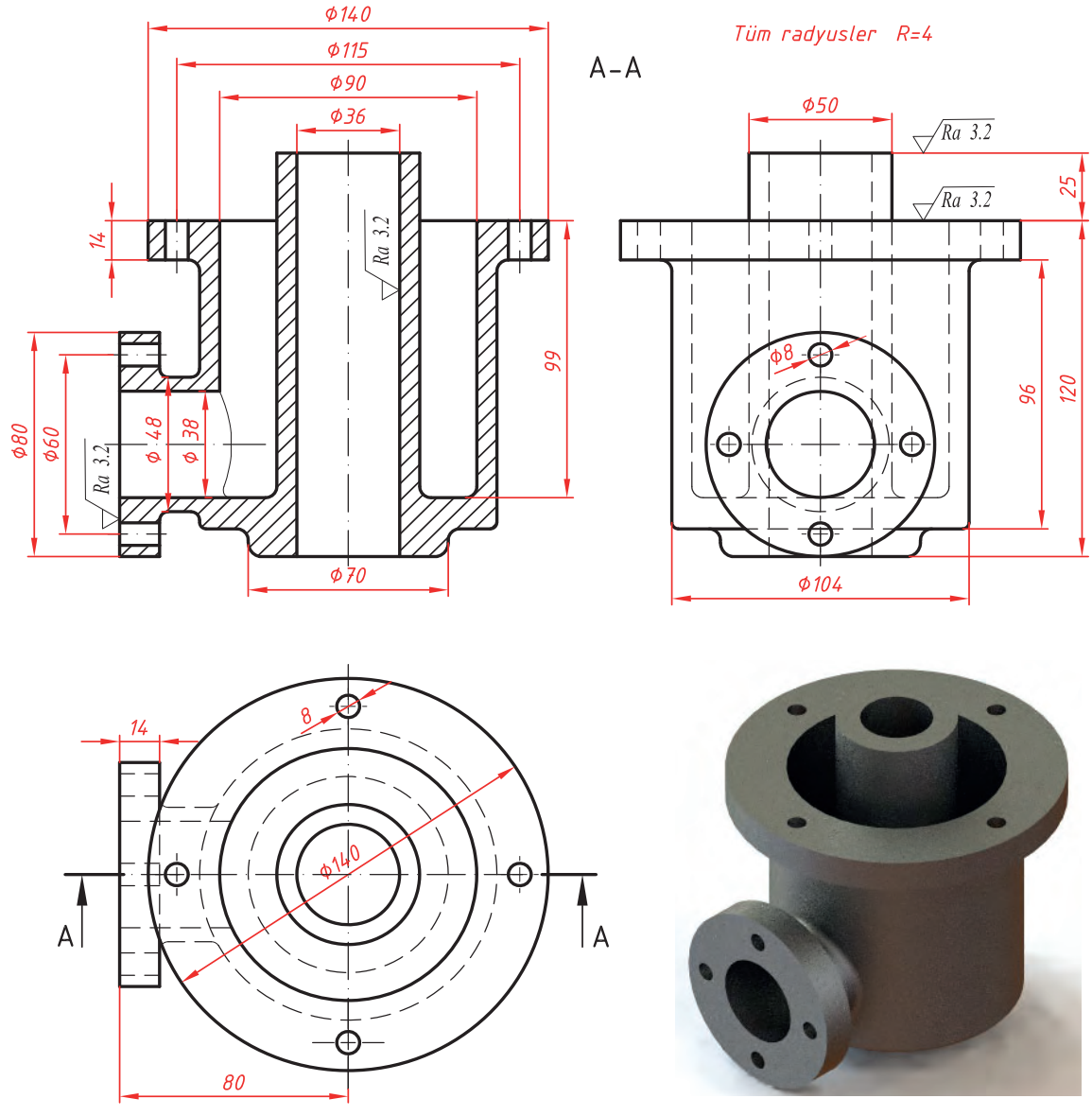


Görsel 10.8: Gömlek soğutucu parçanın dökümden çıkmış hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.2.
KONU	10.2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29577

GÖMLEK SOĞUTUCU



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

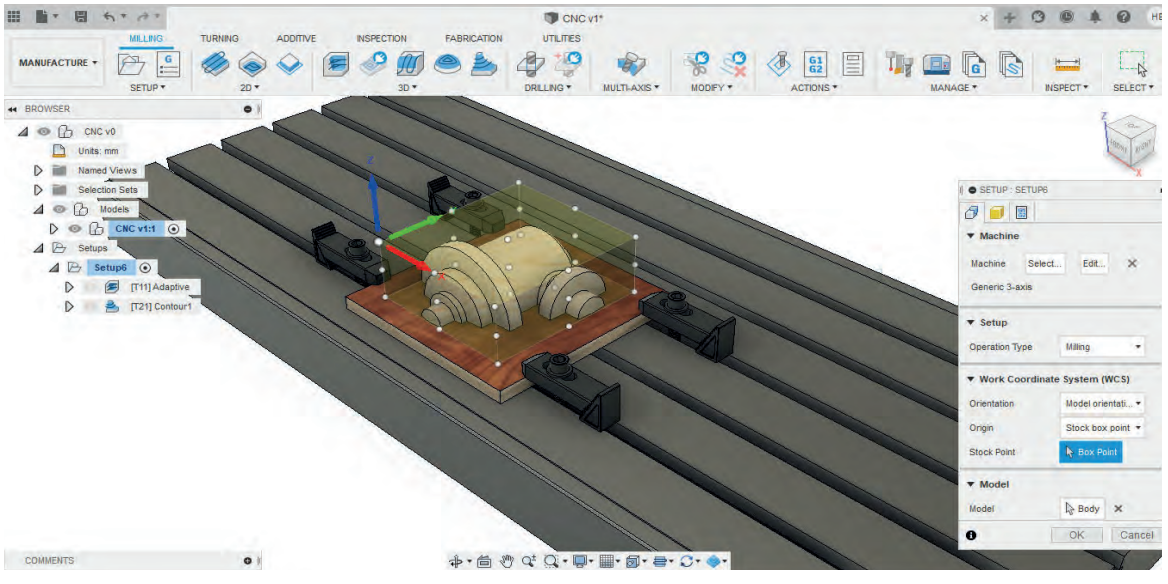
DEĞERLENDİRME								DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CAM Programına Aktarma	Operasyon Hazırlığı	Takım Yolunu Oluşturma	G kodunu Oluşturma ve Düzenleme	G Kodunu Kaydetme	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	15	40	15	10	10	100	
Alınan Puan								

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

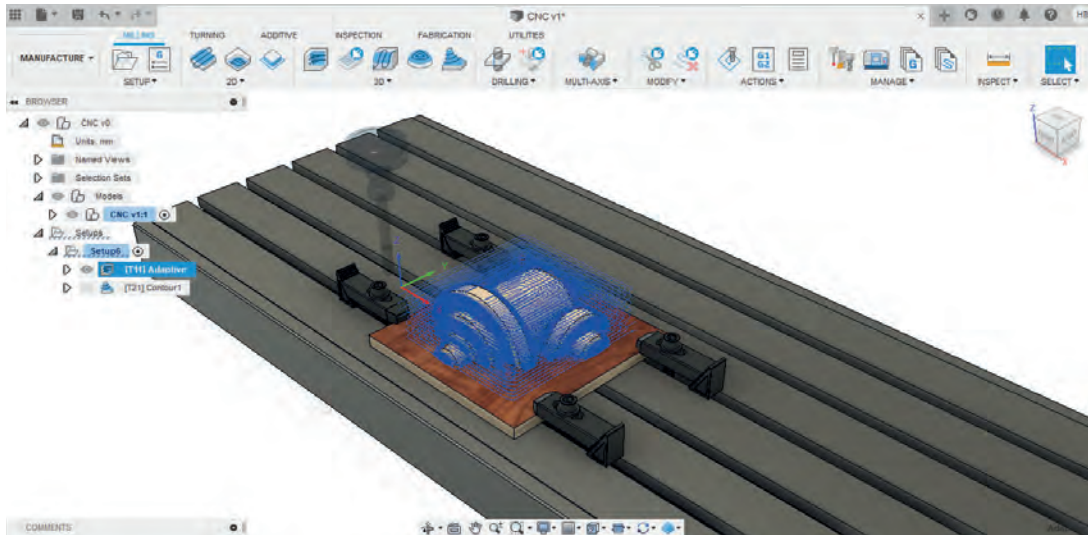
1. CAM yapılacak model resimleri
2. CAM yapılacak maça sandığı resimleri
3. Kalem
4. Silgi
5. Bilgisayar
6. CAD-CAM programı
7. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Model yapım resmine göre modelin kaç parçadan oluşacağına, hangi malzeme kullanılarak yapılacağına karar veriniz.
3. Gömlek maçalı gömlek soğutucu modelini iki parça halinde yapınız **(Görsel 10.4)**. 1 numaralı maça sandığını maça sandığı yapım resimlerindeki gibi üç parça halinde yapınız **(Görsel 10.5)**. 2 numaralı maça sandığını maça sandığı yapım resimlerindeki gibi iki parça halinde yapınız **(Görsel 10.6)**. CAM programında G kodlarını çıkartıp üretimlerini yaparak kavela ile birleştiriniz.
4. Gömlek soğutucu modelini işlemek için CAM modülüne geçiniz.
5. **Setup** (Kurulum) sekmesi tıklanarak **New Setup** (Yeni Kurulum) seçilir. Burada makine tipi olarak **Milling** (Freze) seçiniz.
6. Bu kısımda ayrıca parçanın; **Stock Setup** (Ham Parça) tanımlamasını, **Work Coordinate System** (İş Parçası Sıfır Noktasını), **Fixture** (Bağlama Elemanları) varsa seçimini yaparak pencereyi onaylayıp kapatınız **(Görsel 10.9)**.
7. Parçanın şekline uygun işleme stratejilerini belirleyerek üç eksen frezeleme işlemlerinden gerekli olan sekmeyi açınız.
8. Bu sekmede aşağıdaki seçenekleri belirleyiniz.
   a) Parçanın şekline uygun kesici ve parametrelerini belirleyiniz.
   b) Parça geometrisini seçiniz.
   c) İşleme yükseklikleri seçiniz.
   d) Kesme ayarlarını yapınız.
   e) Kesicinin parçaya giriş ve çıkışlarını ayarlayınız.
   f) Takım yollarının 2 veya 3 boyutlu simülasyonunu izleyiniz.
   g) Post alma yani NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemine geçiniz **(Görsel 10.10)**.
9. G kodlarını çıkartarak hangi isimle, nereye ve hangi formatla kaydedileceğini belirleyiniz.
10. Gömlek soğutucu modelinin diğer yarısı için de aynı işlemleri yapınız. Elde edilen G kodlarının düzenlemelerini yaparak CNC tezgâha yüklemek üzere taşınır belleğe kaydediniz.

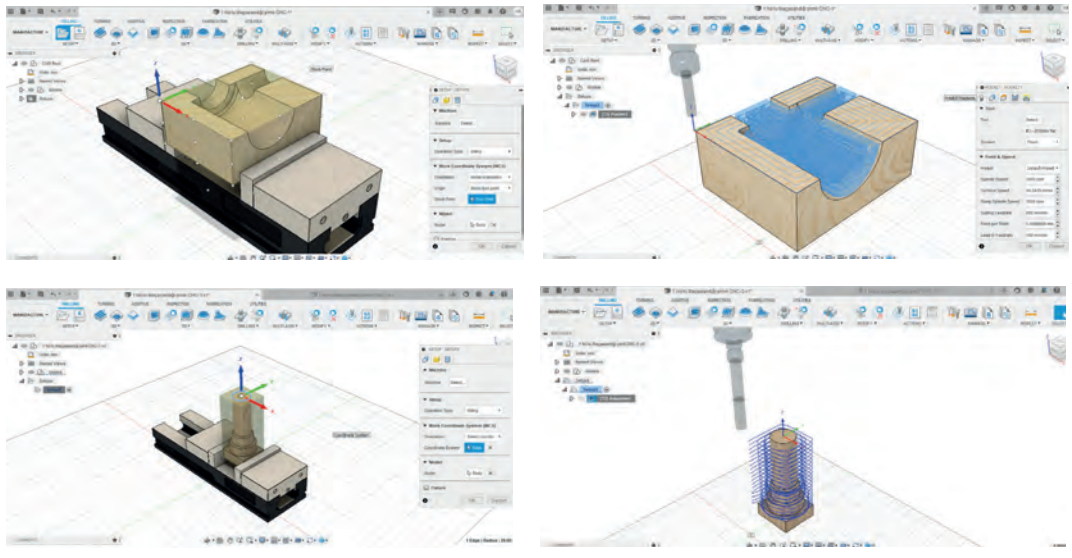


Görsel 10.9: Stok parça tanımlaması ve iş parçası sıfır noktası seçimi

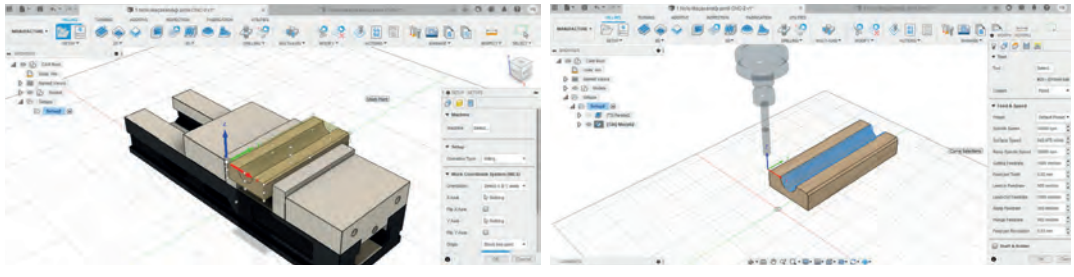


Görsel 10.10: NC kodlarını (G kodu) çıkarma işlemi

11. 1 numaralı maça sandığı parçalarını işlemek için gömlek soğutucu modelde yapılan işlem basamaklarının aynısını uygulayınız **(Görsel 10.11)**.
12. 2 numaralı maça sandığı parçalarını işlemek için gömlek soğutucu modelde yapılan işlem basamaklarının aynısını uygulayınız **(Görsel 10.12)**.



Görsel 10.11: Parça tanımlaması ve iş parçası sıfır noktası seçimi

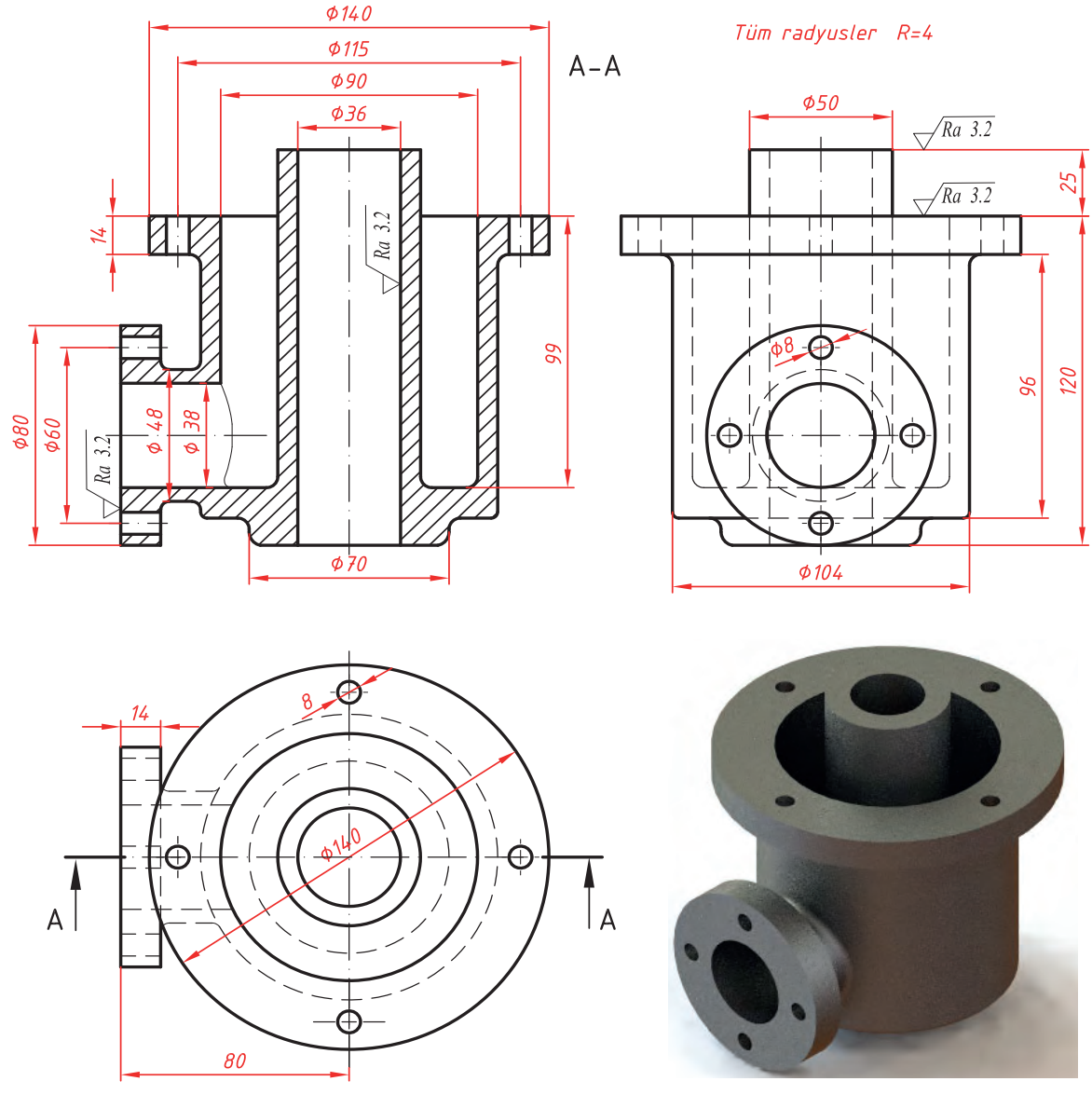


Görsel 10.12: 2 numaralı maça sandığı parça tanımlaması ve iş parçası sıfır noktası seçimi

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29578

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.3.
KONU	10.3. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

GÖMLEK SOĞUTUCU MODEL VE MAÇA SANDIKLARINI CNC TEZGÂHLARDA YAPMA



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

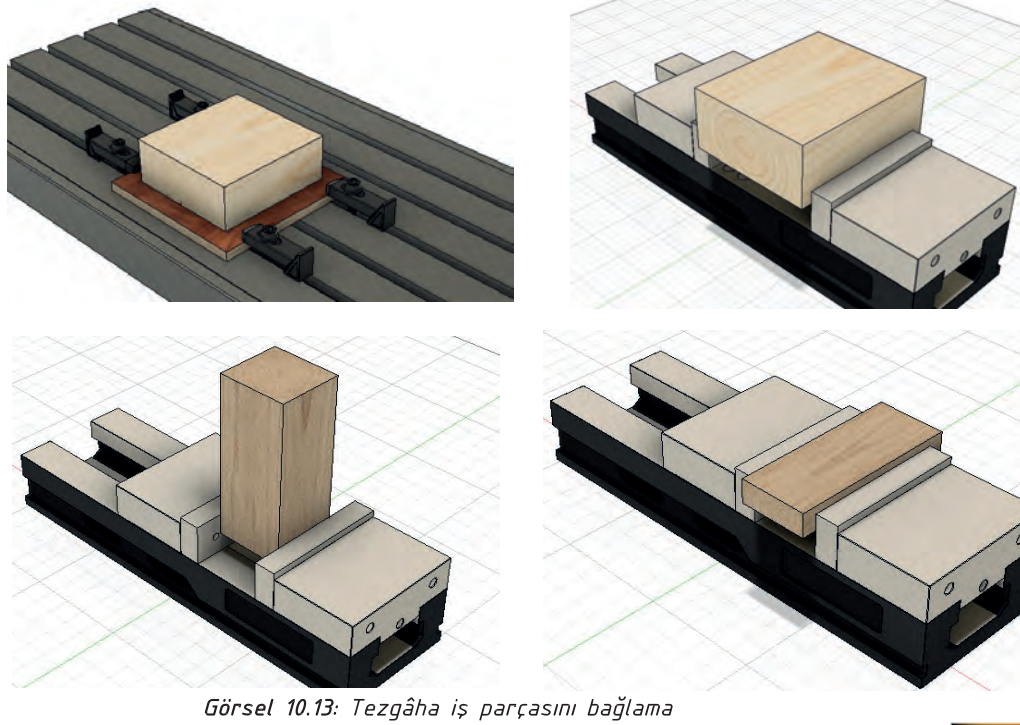
DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
İşleme Operasyonunun Değerlendirmesi	CNC Tezgâhını Hazırlama	Parça Referansını Ayarlama	G Kodunu Tezgâha Aktarma	Simülasyon yapma ve İşleme	İSG Kuralları	Üst Yüzey İşlemleri	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	10	30	10	20	10	10	10	100	
Alınan Puan									

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Matkap tezgâhı
6. CNC freze Makinesi
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçaları
9. Çekmeli metre veya kumpas
10. Zımpara
11. Fırça
12. Vernik veya boya
13. Tiner
14. Taşınır bellek

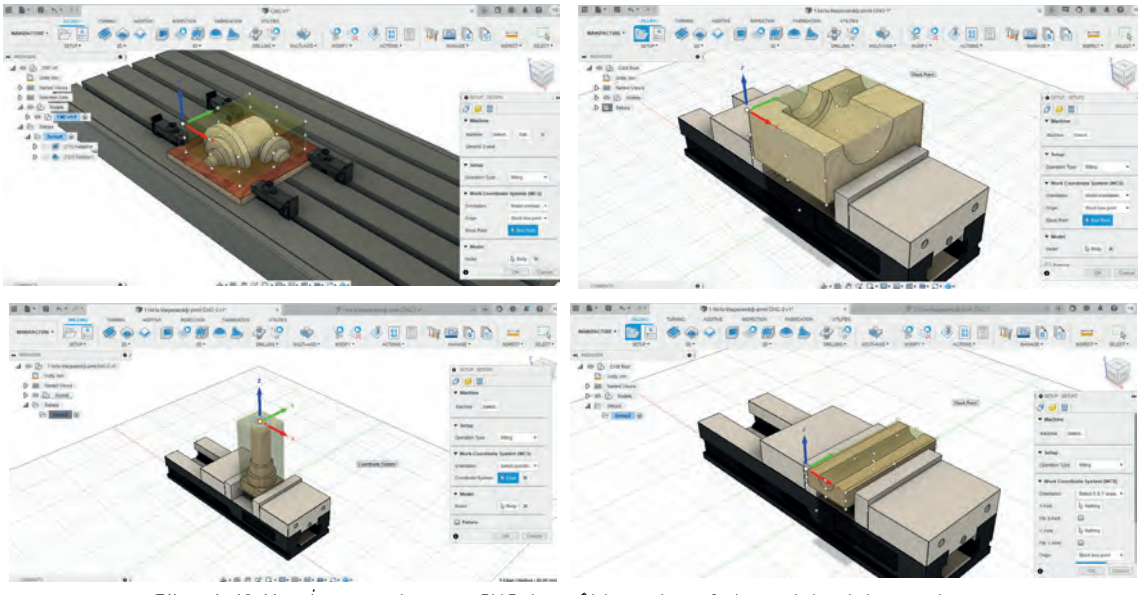
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Öncelikle model ve maça sandığını CNC freze tezgâhında yapabilmek için CAM modülündeki stok ölçüleri ve sayısına göre şerit testere makinesi, planya, kalınlık ve daire testere makinelerini kullanarak ahşap malzemeleri hazırlayınız. Bu parçalar hazırlanırken CNC freze tezgâhına iş parçasının nasıl bağlanacağı göz önünde bulundurulmalıdır **(Görsel 10.13)**.
3. İşe başlamadan önce çalışma alanının düzenlenmesi, güvenliği ve temizliği ile ilgili önlemleri alınız.
4. Kullanılacak ekipman, takım, malzeme, ölçüm aletleri ve donanımların uygunluğunu kontrol ederek seçiminizi yapınız.
5. Tezgâh üzerindeki yağ ve kesme sıvısı seviyelerini kontrol ediniz.
6. Kontrol tuşlarını kullanarak eksen seçimi, magazin döndürme, iş milini çalıştırma/durdurma, soğutma sistemini açma/kapama, acil durdurma, devir sayısı gibi ayarları yapınız.
7. Çalışma için gerekli aparat, makine, tezgâh ve donanımları çalışmaya hazır hale getiriniz.
8. CAM programında model ve maça sandığını işleyecek takımların magazindeki sırada olmasına dikkat ederek gerekli takım ayarlamasını yapınız.
9. Tezgâha uygun bağlama aparatı ile iş parçasını bağlayınız **(Görsel 10.13)**.



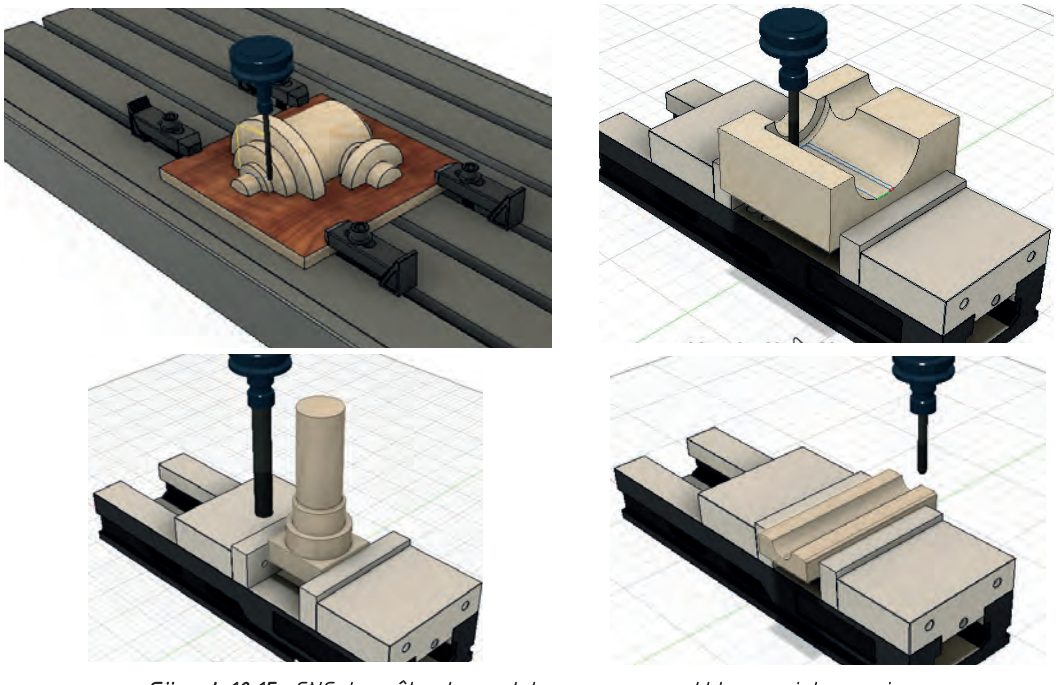
Görsel 10.13: Tezgâha iş parçasını bağlama

10. Üretim için hazırlanmış kodları tezgâha veya tezgâha bağlı bilgisayara yükleyiniz.
11. Bir numaralı takımın sıfırlanması çok önemlidir. Çünkü diğer takımlar bu takımın değerlerini alarak çalışacaklardır. Stok parçayı uygun şekilde tezgâha bağlayınız. Bir nolu takımın dış yüzeyini stok parçaya X ve Y ekseninde dokundurarak sıfırlama işlemini yapınız. Daha sonra stok üst yüzeyine takımı dokundurarak Z ekseni sıfırlamasını yapınız **(Görsel 10.14)**.



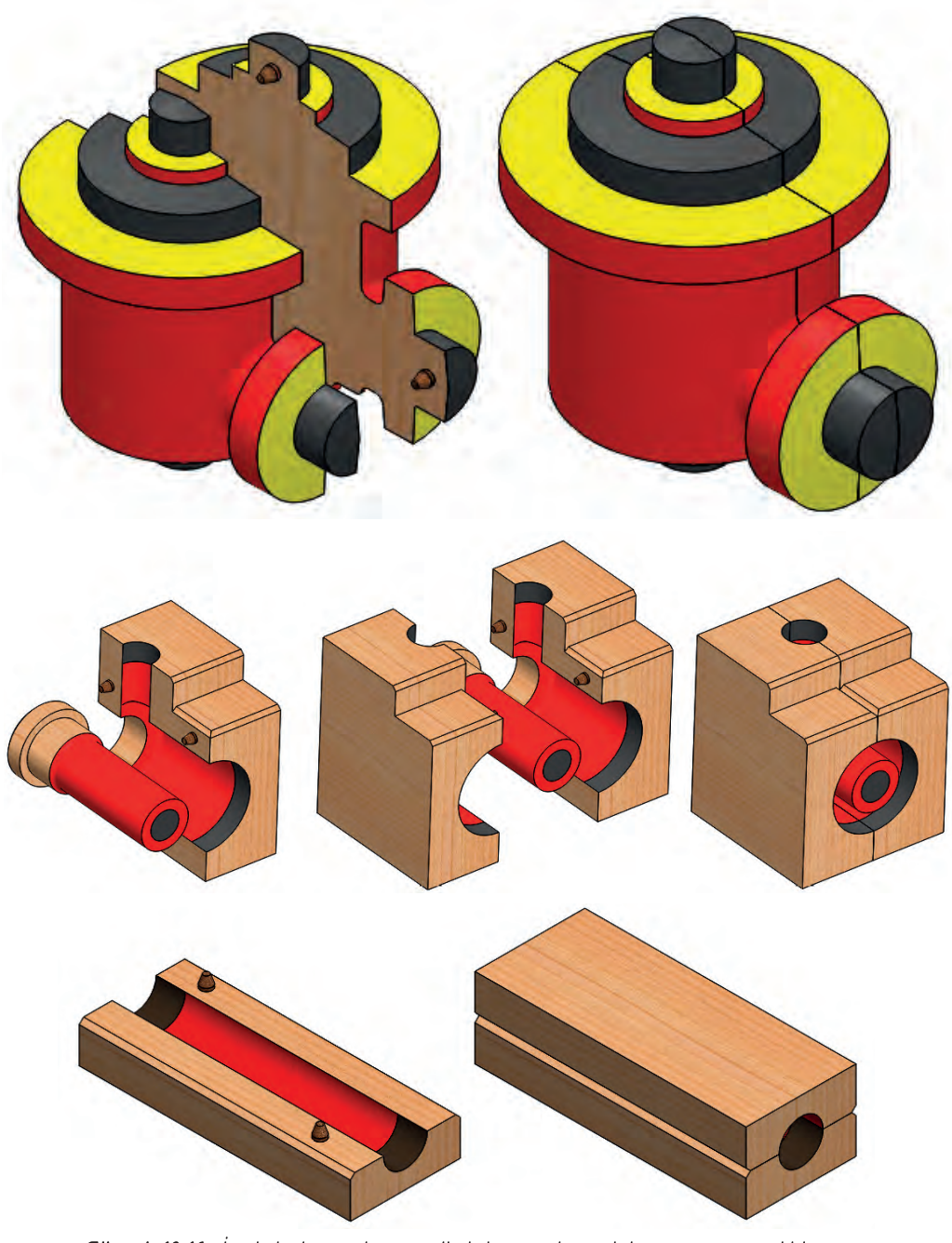
Görsel 10.14: İş parçalarının CNC tezgâhlarında sıfırlama işleminin yapılması

12. Birinci takım sıfırlandıktan sonra diğer takımları sadece Z ekseninde sıfırlayarak takım ölçme işlemini yapınız.
13. CNC freze tezgâhının kapaklarını kapatarak gerekli ayarlarını yapınız.
14. Tezgâhı çalıştırıp önce ilerleme miktarını kontrol edilebilecek kadar az vererek, her şey normal gidiyorsa tezgâh ilerlemesini artırarak gömlek maçalı model ve maça sandıklarının her birini sırasıyla işleyiniz **(Görsel 10.15)**.



Görsel 10.15: CNC tezgâhında model ve maça sandıklarının işlenmesi

15. Tezgâhta basınç seviyesi, çapak miktarı gibi kritik durumları gözlemleyerek kontrol altında tutunuz.
16. Kesici takım uçlarını işlemler boyunca gözlemleyerek aşınma, kırılma gibi durumlar varsa tespit ediniz.
17. Üretimi tamamlanan gömlek maçalı model ve maça sandıklarının özelliğine uygun olarak talimatlarda belirtilen araç gereç ve aletlerle gerekli ölçme işlemini uygulayınız.
18. Kullanılan donanım ve iş parçalarını iş bitiminde talimatlarda belirtilen şekilde temizleyiniz.
19. Gömlek maçalı model ve maça sandıkları ile tezgâhın temizliğini yapınız.
20. Üretimi tamamlanan gömlek maçalı model ve maça sandıklarının pimlemesini yapınız. Üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 10.16).**

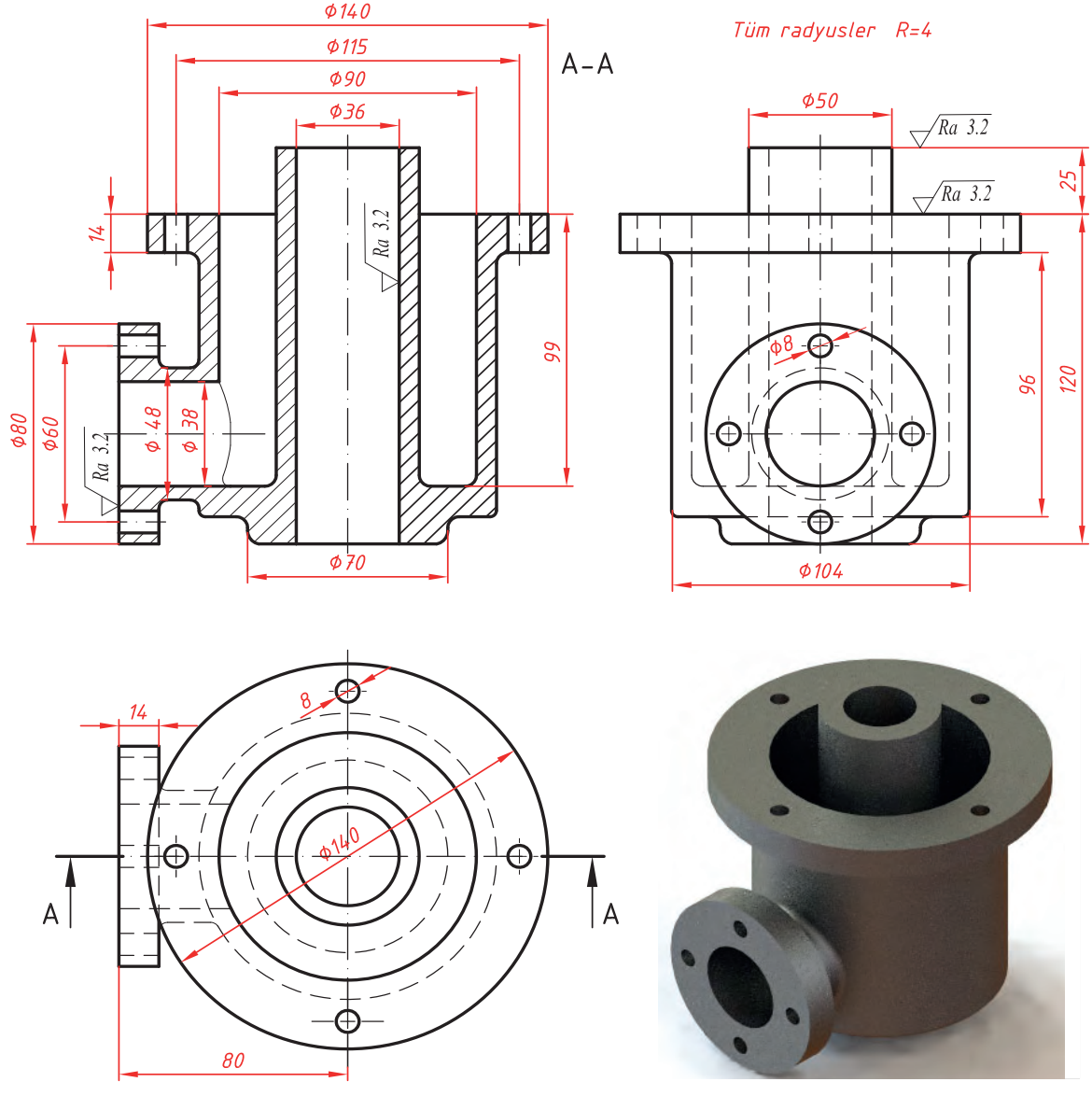


Görsel 10.16: İmalatı tamamlanan gömlek maçalı model ve maça sandıkları

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.4.
KONU	10.2. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 10.3.GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29579

GÖMLEK SOĞUTUCU



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

GÖMLEK SOĞUTUCU MODELİ 3D YAZICIDA ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek
7. 3D Yazıcı ve ekipmanları

İŞLEM BASAMAKLARI

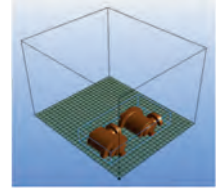
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç, bilgisayar ve 3D yazıcıyı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Gömlek soğutucu modelininin üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz **(Görsel 10.17).**



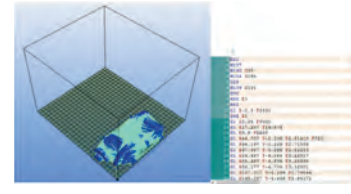
Görsel 10.17: Orijinal parça



Görsel 10.18: STL

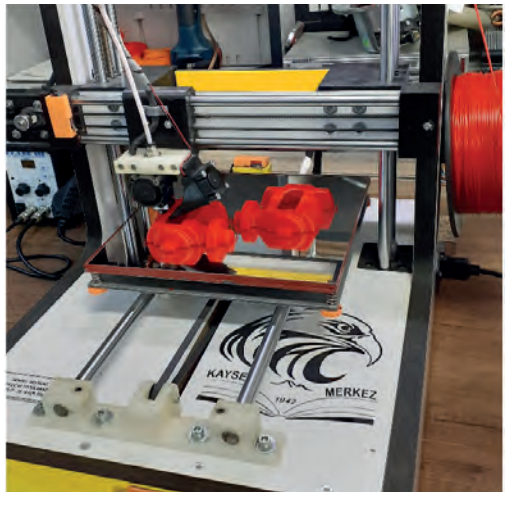


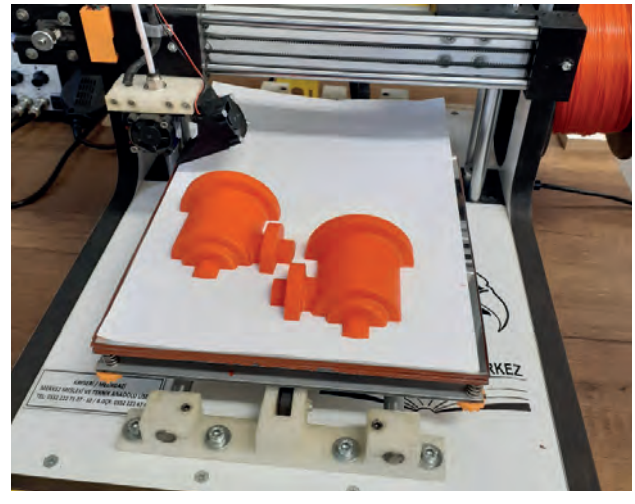
Görsel 10.19: Gerekli ayarların yapılması



Görsel 10.20: 3D yazıcıda kullanılacak G kodları

4. Günümüzde çok çeşitli 3D yazıcılar bulunmaktadır. Bunlar arasında eğitim amaçlı en çok kullanılanları ise PLA hammaddesiyle üretim yapan 3D yazıcılardır. Üretim bu tür yazıcılarda yapılmak istendiğinde üretimi yapılacak parçanın çizimi 3D yazıcının çalışma ve üretme mantığına uygun olmalıdır. Gömlek soğutucu modelin üç boyutlu olarak çizilmiş parçası 3D yazıcıda mala yüzeyinden ayrılmış iki parça halinde üretilir ve sonra birleştirilir. 3D yazıcıda üretilecek gömlek soğutucu modeli mala yüzeyinden ayrılmış iki parça halinde üç boyutlu çiziniz ve STL formatında farklı kaydediniz **(Görsel 10.18).**
5. STL formatında kaydettiğiniz parçayı kullanmakta olduğunuz 3D yazıcı programında açınız.
6. 3D yazıcı programında açılan STL formatında kaydettiğiniz parçanın katman ayarları ve diğer ayarlarını yapınız. Bu ayarları yaparken 3D yazıcının üretim mantığını dikkate alınız **(Görsel 10.19).** 3D yazıcıda kullanılması gereken G kodlarını oluşturunuz ve farklı kaydediniz **(Görsel 10.20).**
7. 3D yazıcıyı kullanıma hazır hale getiriniz.
8. Üretimi yapılacak parçanın G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.
9. Parçayı 3D yazıcıda üretiniz **(Görsel 10.21).**





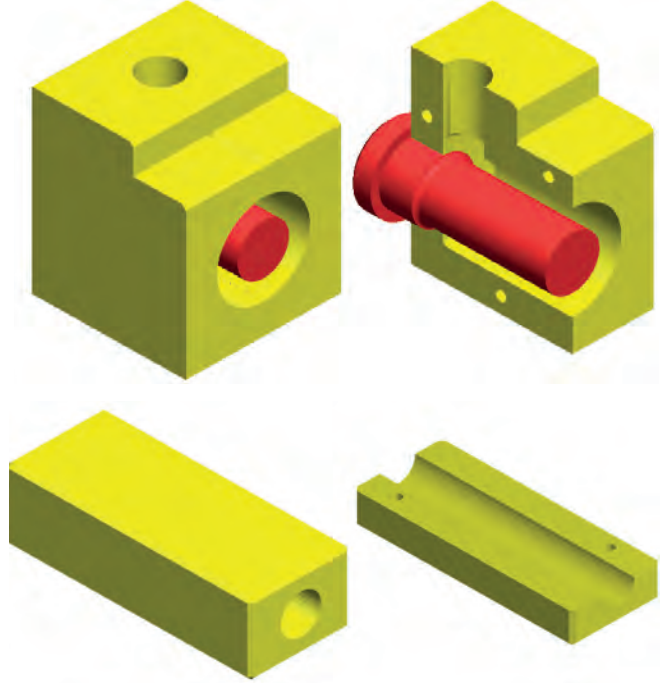
Görsel 10.21: Gömlek soğutucu modelin 3D yazıcıda üretilmesi

10. Üretilen parçanın üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 10.22).**



Görsel 10.22: 3D'de üretilen gömlek maçalı model

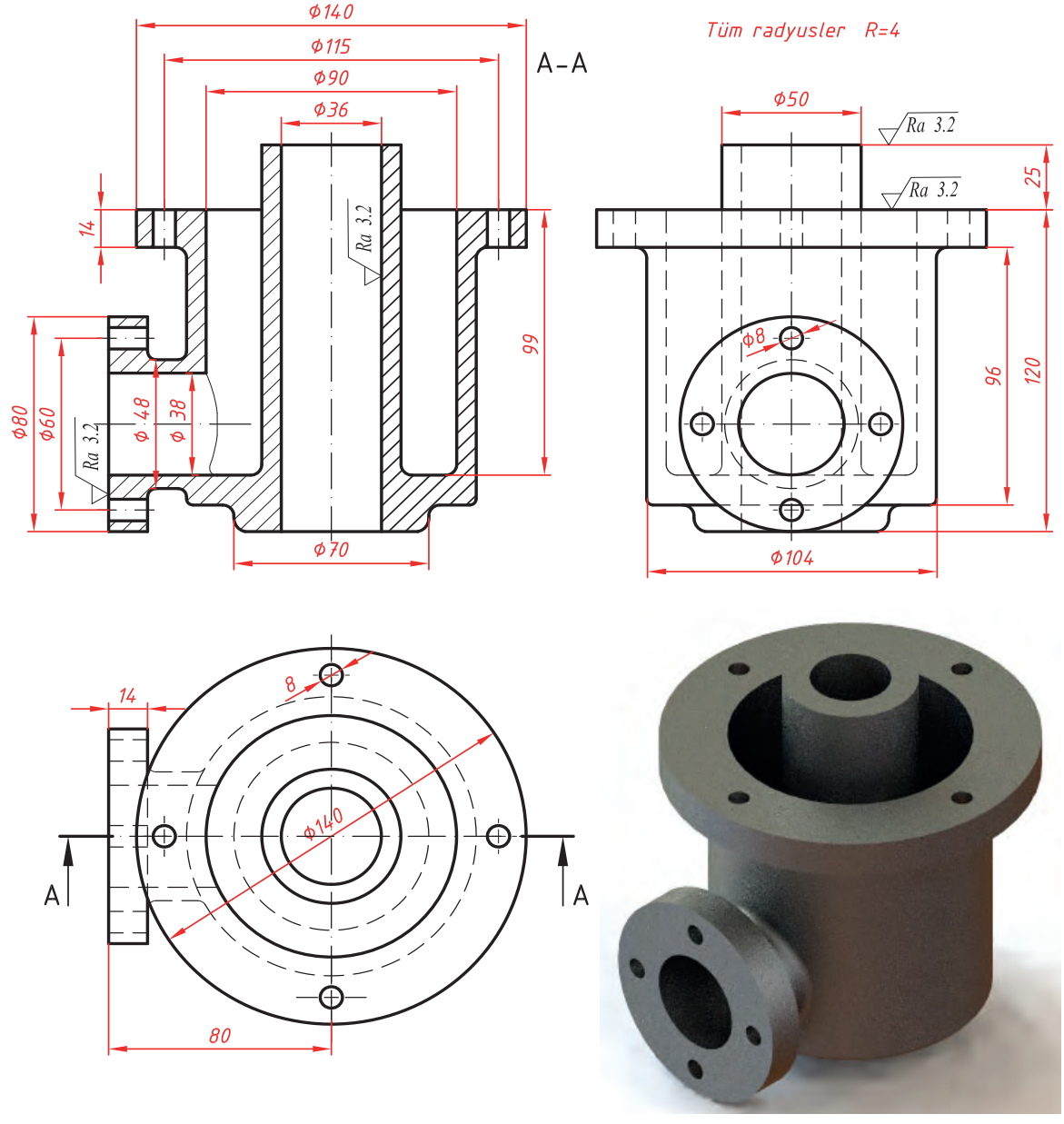
11. Gömlek maçalı modele ait **Görsel 10.5** ' de belirtilen 1 numaralı maça sandığı ile **Görsel 10.6** ' da belirtilen 2 numaralı maça sandığı parçalarını gömlek maçalı model imalatındaki işlem basamaklarını uygulayarak 3D yazıcıda üretiniz.
12. Üretilen parçanın üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 10.23).**



Görsel 10.23: Maça sandığının tamamlanmış hali

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.5.
KONU	10.3. GÖMLEK MAÇALI MODELLEMEYİ YAPMA	SÜRE 24 DERS SAATİ

GÖMLEK SOĞUTUCU MODEL VE MAÇA SANDIKLARINI GELENEKSEL YÖNTEMLERLE YAPMA



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi	İşçilik	Ölçü	Eğim Koniklik	Maça Sandığı Yapımı	Maça Uyumu	Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	25	10	10	10	5	10	10	100	
Alınan Puan										

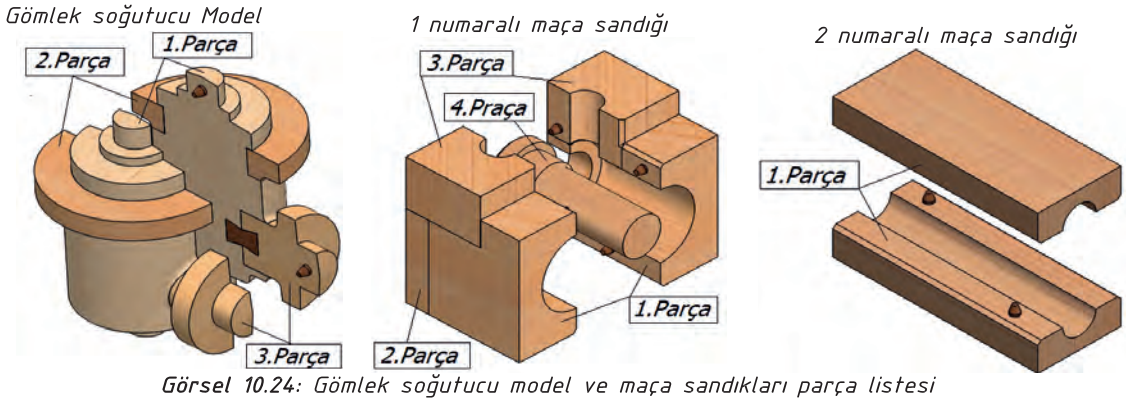
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29580

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Ahşap torna makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Daire testere makinesi
7. Matkap tezgâhı
8. Disk veya bant zımpara makinesi
9. İş parçası
10. Sert uçlu kurşun kalem
11. Çekmeli metre veya kumpas
12. Pergel
13. Gönye
14. Tezgâh ve mengene
15. Oluklu kalem
16. Düz kalem
17. Törpü ve eğe
18. Zımpara
19. Fırça
20. Vernik veya boya
21. Tiner

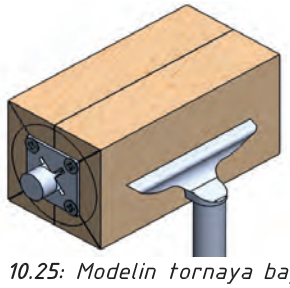
İŞLEM BASAMAKLARI

1. Araç gereç ve makineleri iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine uyarak kullanınız.
2. Gömlek maçalı gömlek soğutucu modelin boyutları, kalıplama sayısı ve kolaylığı itibarı ile iki parçadan yapılması uygundur.
3. Dökülecek gereç, dökme demirdir. %1 çekmeli metre veya kumpas ile çalışınız.
4. Gömlek soğutucu model ve maça sandıklarını model (maça sandığı) yapım resimlerine göre parça listesini hazırlayınız **(Görsel 10.24).**

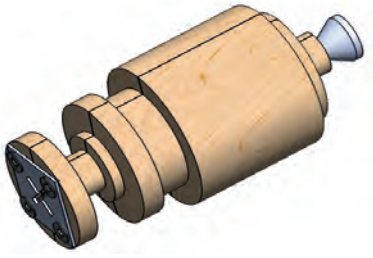


Görsel 10.24: Gömlek soğutucu model ve maça sandıkları parça listesi

5. Öğrencilerle birlikte ahşap işleme makinelerinde listedeki parçaları israf etmeden hazırlayınız.
6. Gömlek soğutucu modelin 1. parçasını ahşap torna makinesine iki punta arasında model yapım resmi ölçülerine göre işlenecek şekilde bağlayınız. Bu parçanın daha sonra simetri ekseninden ayrılacağını göz önünde bulundurmak gerekir **(Görsel 10.25).**

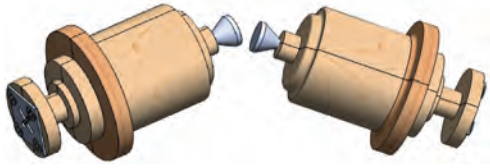


Görsel 10.25: Modelin tornaya bağlanması

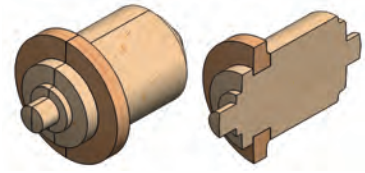


Görsel 10.26: Modelin işlenmesi ve faturanın açılması

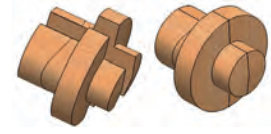
7. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ağaç torna makinesinde gömlek soğutucu modelin 1. parçasını model yapım resmindeki ölçülere uygun olarak işleyiniz ve üzerine 2. parçayı yerleştirmek için fatura açınız **(Görsel 10.26).**
8. Gömlek soğutucu modele 2. parçayı yerleştirip sabitleyerek ölçüsünde torna ediniz **(Görsel 10.27).**
9. Gömlek soğutucu modelin 1. parça ve 2. parçasını ağaç torna makinesinde ölçüsünde torna ettikten sonra fazla olan kısımlarını tekniğine uygun şekilde keserek üst yüzey temizliğini yapınız. Mala yüzeyinden (kalıp ayırma yüzeyinden) iki ana parçaya bölünüz **(Görsel 10.28).**
10. Gömlek soğutucu modele ait 3. parçayı üretmek için yukarıdaki işlem basamaklarının aynısını uygulayınız ve 3. parçayı hazır hâle getiriniz **(Görsel 10.29).**



Görsel 10.27: 1. Parçanın tornada işlenmesi

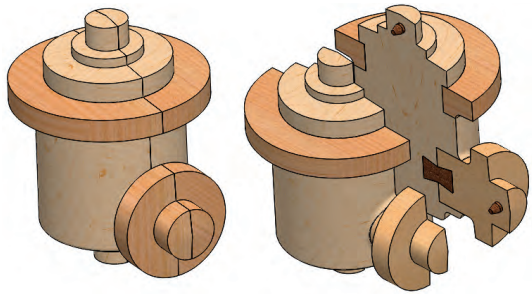


Görsel 10.28: Tornada işlenen model mala yüzeyinden ayrılır

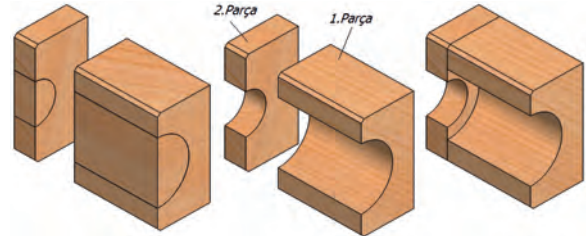


Görsel 10.29: 3. Parçanın bitmiş hâli

11. Gömlek soğutucu modele ait hazırlanmış olan parçaları ölçüsüne ve tekniğine uygun olarak birleştiriniz. Kalıp ayırma yüzeyinden parçalı olacak şekilde pimleme yapınız. Üst yüzey işlemlerini yapınız ve modele ait maça sandıklarının üretimine geçiniz **(Görsel 10.30).**
12. 1 numaralı maça sandığına ait 1. parça ve 2. parçalar maça sandığı yapım resmindeki ölçüler esas alınarak markalanır. Markalar dikkate alınarak ağaç işleme makineleri ve el aletleri yardımıyla boşaltılacak yerler temizlenir. Bütün bu işlemler yapılırken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine dikkat edilmelidir. Hazırlanan parçalar birleştirilir ve 3. parçanın yapımına geçilir **(Görsel 10.31).**

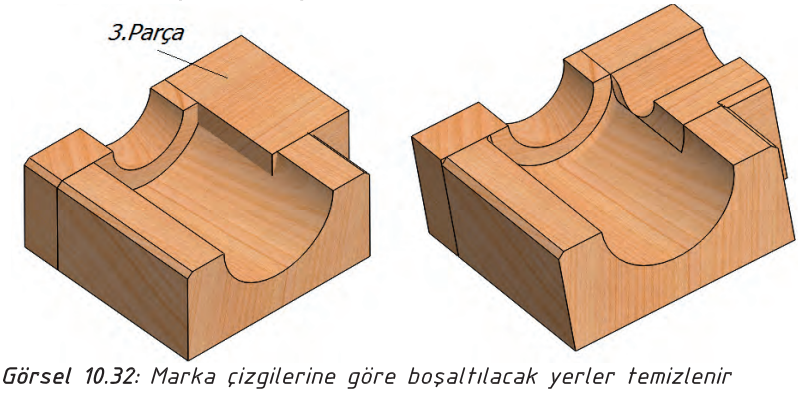


Görsel 10.30: hazırlanan parçalar ölçüsüne ve tekniğine uygun olarak birleştirilir

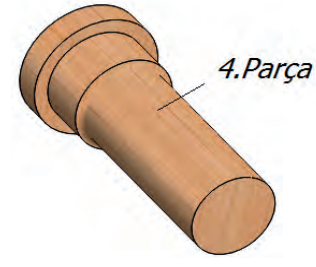


Görsel 10.31: Markalar dikkate alınarak boşaltılacak yerler temizlenir

13. 1 numaralı maça sandığına ait 3. parça, 1. ve 2. parça ile birleştirilir. Marka çizgileri dikkate alınarak ağaç işleme makineleri ve el aletleri yardımıyla boşaltılacak yerler temizlenir (Görsel 10.32).
14. 1 numaralı maça sandığına ait 4. parçayı ölçüsünde, ağaç torna tezgâhında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak işleyiniz **(Görsel 10.33).**

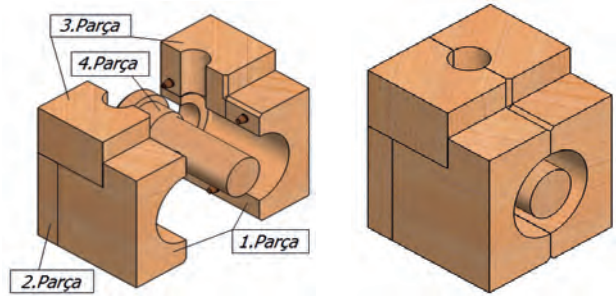


Görsel 10.32: Marka çizgilerine göre boşaltılacak yerler temizlenir



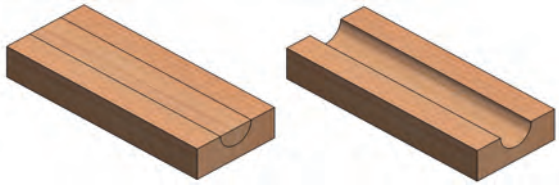
Görsel 10.33: Hareketli parça

15. 1 numaralı maça sandığına ait bütün parçalar hazır hale gelince kalıp ayırma yüzeyinden (mala yüzeyinden) ayrılabilecek şekilde pimlemesini yapınız ve maça sandığını kullanıma hazır hale getiriniz **(Görsel 10.34)**.

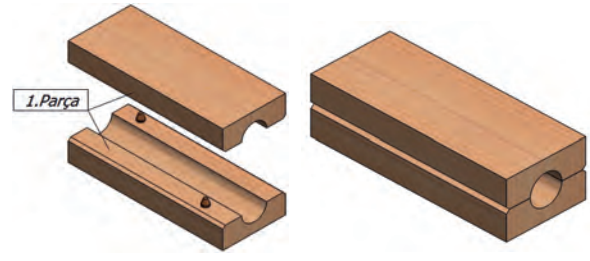


Görsel 10.34: 1 numaralı maça sandığı

16. 2 numaralı maça sandığına ait parçaların marka çizgileri dikkate alınarak ağaç işleme makineleri ve el aletleri yardımıyla boşaltılacak yerler temizlenir **(Görsel 10.35)**.
17. 2 numaralı maça sandığına ait bütün parçalar hazır hale gelince kalıp ayırma yüzeyinden (mala yüzeyinden) ayrılabilecek şekilde pimlemesini yapnız ve maça sandığını kullanıma hazır hale getiriniz **(Görsel 10.36)**.

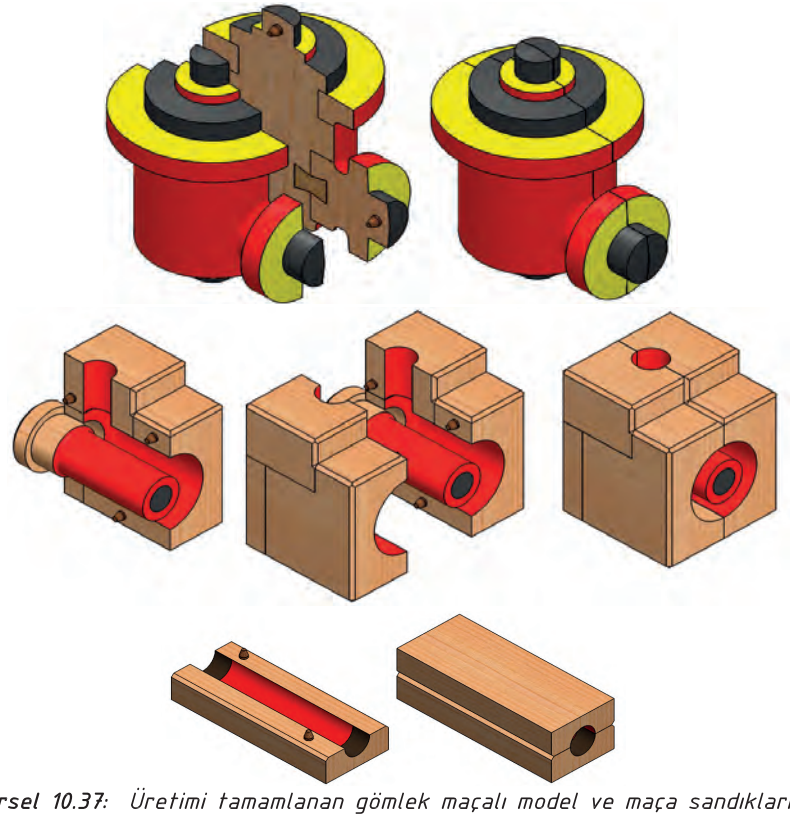


Görsel 10.35: Marka çizgilerine göre boşaltma



Görsel 10.36: 2 numaralı maça sandığı

18. Üretimi tamamlanan gömlek maçalı model ve maça sandıklarının üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 10.37)**.

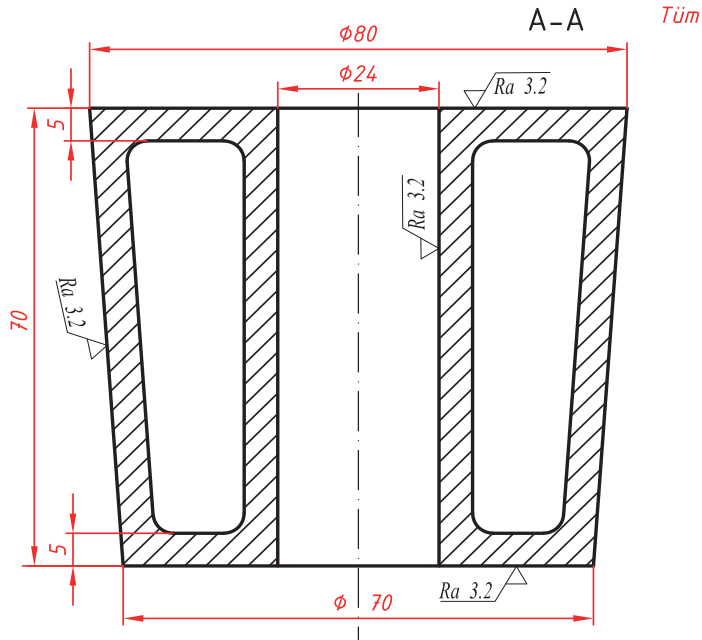


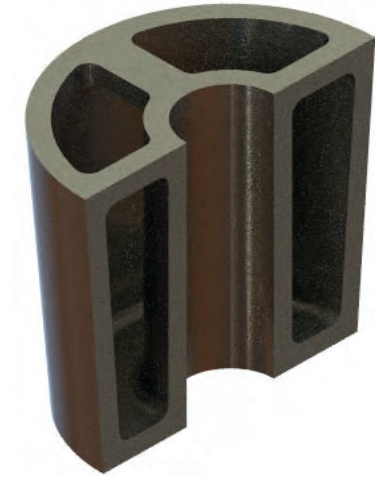
Görsel 10.37: Üretimi tamamlanan gömlek maçalı model ve maça sandıkları

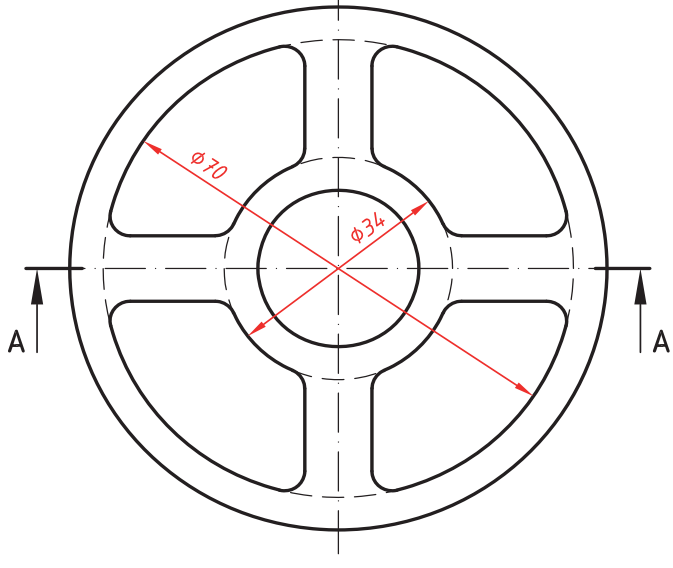
ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.6.
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29581

GÖMLEKLİ ARA BAĞLANTI PARÇASI









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

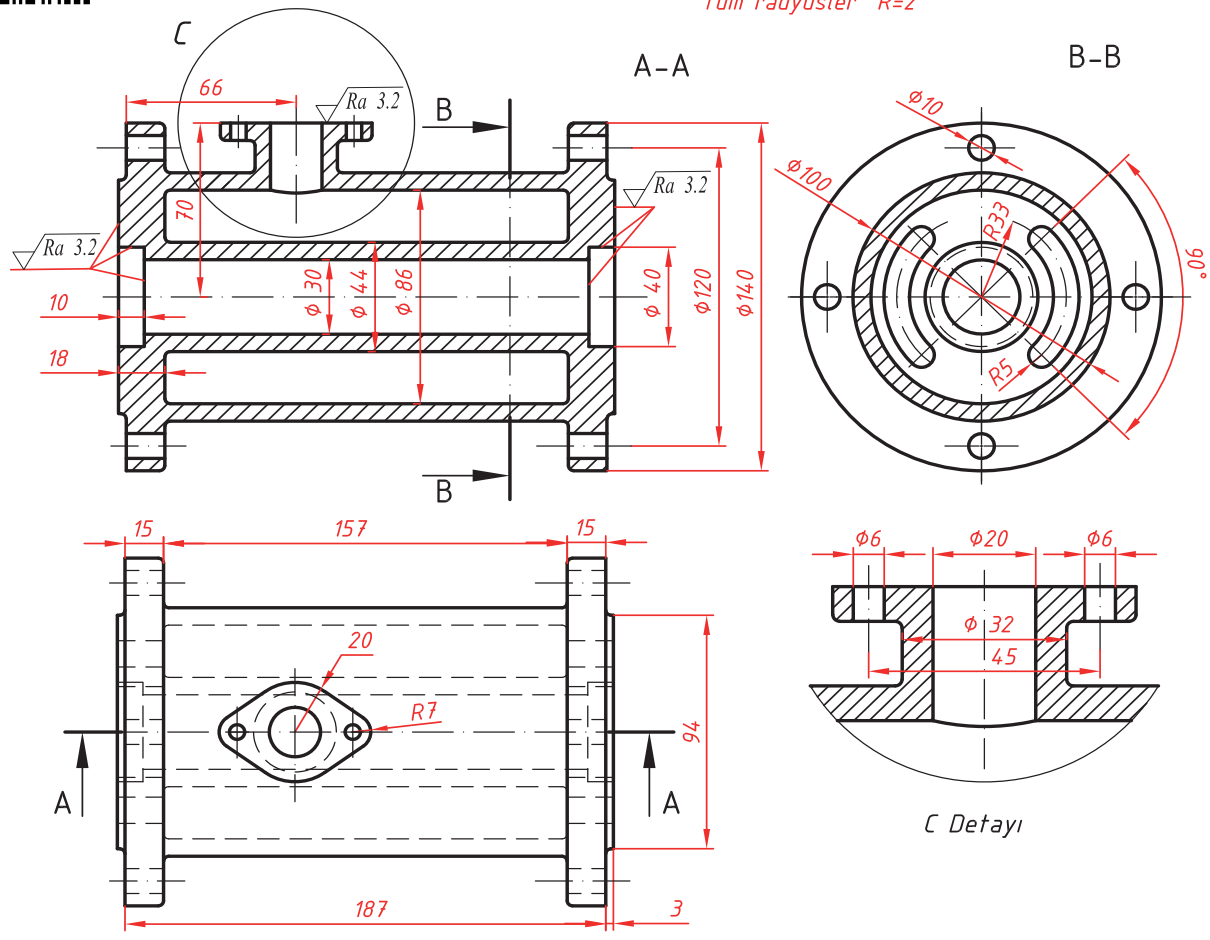
DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

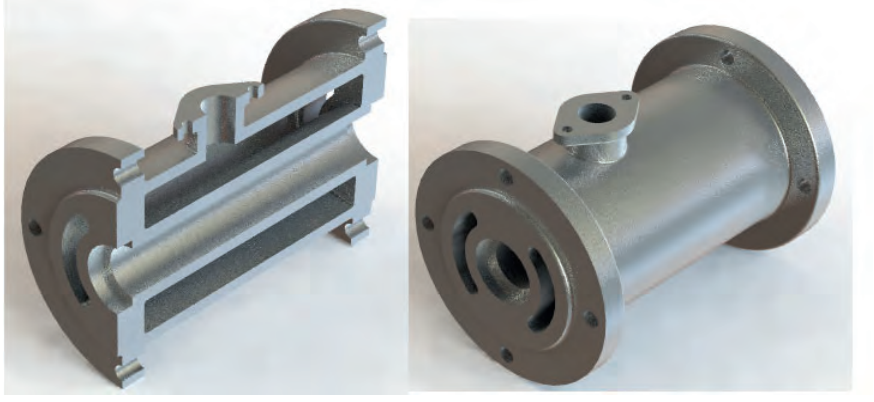
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29582

ÖĞRENME BİRİMİ	10. GÖMLEK MAÇALI MODELLEME	UYGULAMA 10.7.
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

SOĞUTMA BAŞLIĞI

Tüm radyusler R=2





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

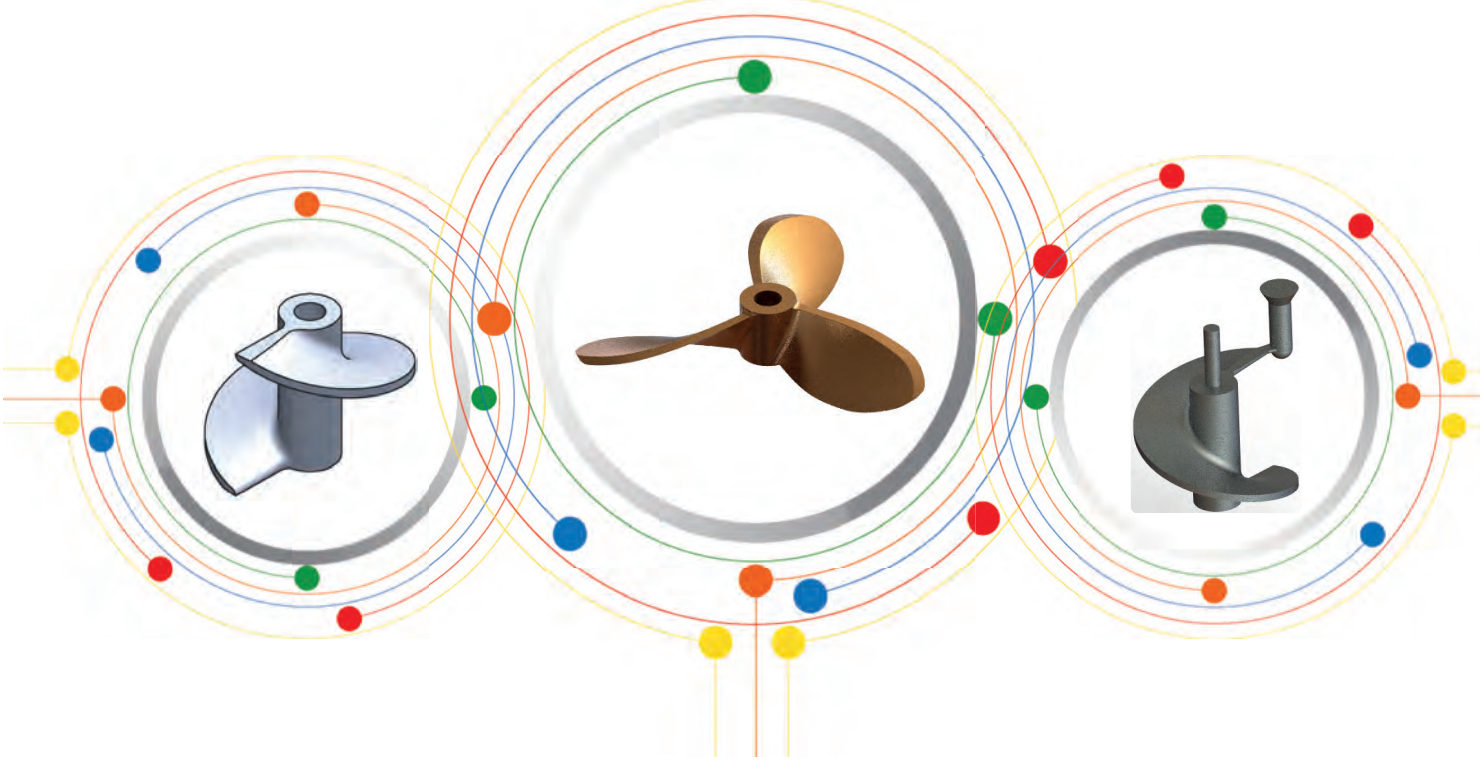
ÖĞRENME BİRİMİ

11

HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ

Bu bölümde;

helis ve pervane modelleme resimlerini CAD ortamında çizmeyi, helis ve pervane modellemenin CAM programında işleme operasyonunun oluşturulmasını ve helis ve pervane modellemeyi yapmayı öğreneceksiniz.

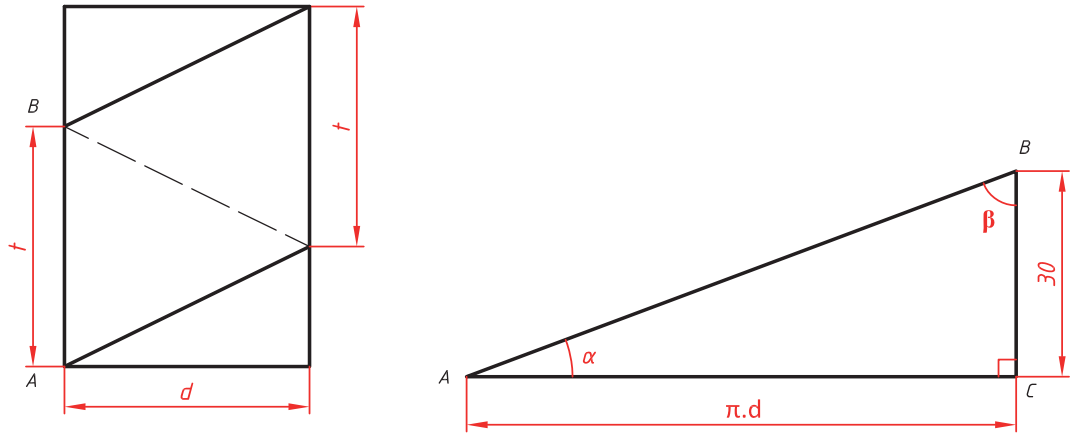


11. HELIS VE PERVANE MODELLEMELERİ

Bir silindir düzgün olarak dönerken yan yüzeyleri üzerindeki bir nokta, silindir boyunca ilerlerse çizdiği yola helis denir.

Silindir yüzeyinde, bir uçtan diğer uca doğru ve belirli bir takım geometrik koşullar altında, bir doğru çizgiyi dolayarak yürütmekle elde edilen eğri sarmal çizgiye helezon denir.

Silindirin bir devrinde, üzerindeki noktanın eksen doğrultusunda ilerlediği uzunluğa hatve (adım) denir.

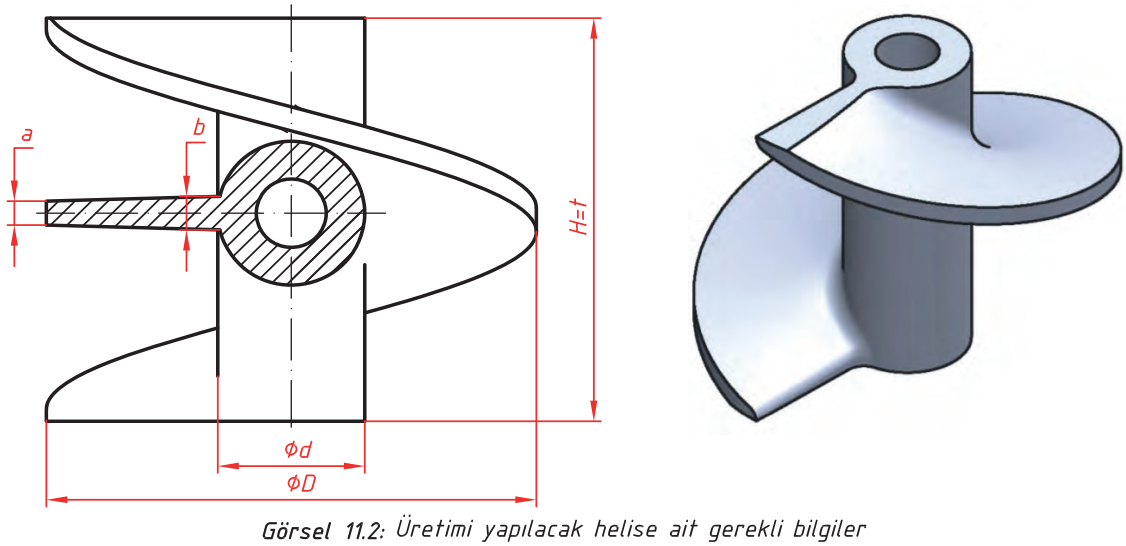


Görsel 11.1: Helis açınımı

Üzerine helis çizilmiş bir silindir açıldığı zaman ABC üçgeni görülür. Bu üçgende; AC kenarı silindir çemberi, BC kenarı hatve, AB kenarı (hipotenüsü) bir hatveye ait helisin boyudur. Helis boyu ile silindir çemberi arasındaki α açısına helis açısı, hatve arasındaki açıya ayar açısı β denir **(Görsel 11.1)**.

Üretimi yapılacak helise ait olması gereken bilgiler şunlardır **(Görsel 11.2)**:

H=t : Helisin hatvesi veya adımı.
D : Helisin dış çapı.
d : Helisin göbek çapı.
a : Helisin kanat uç kalınlığı.
b : Helisin kanat dip kalınlığı.



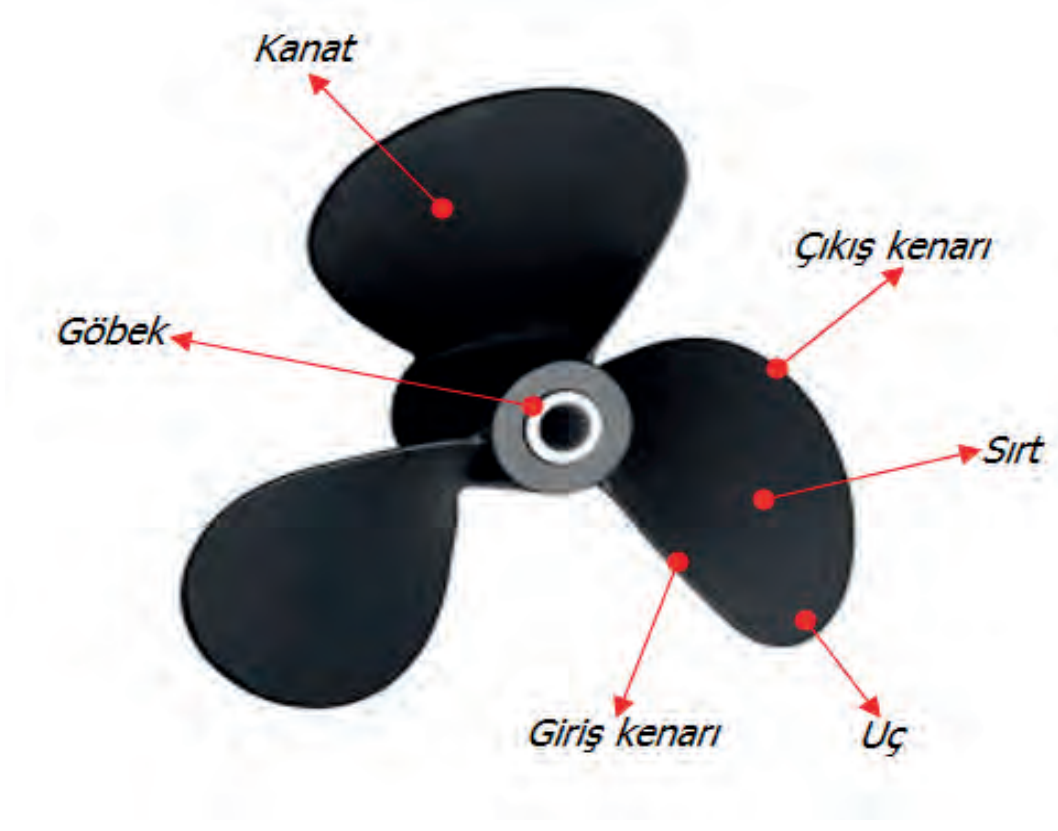
Görsel 11.2: Üretimi yapılacak helise ait gerekli bilgiler

PEREVANE: Pervaneler, bir göbek etrafında belirli sayıda kanatlardan meydana getirilmiş makine parçalarıdır.

Pervane kanadının basit helisoidal yüzeyi olan değişken yüzeyi vardır. Bu yüzey, (değişim yönüne göre) geriye doğru tertip edilmiştir. Tesir gören yüzeyin diğer tarafına (sırt) denir. Bu yüzey, esas yüzeye göre şişkindir. Kanadın kesiti sıvı, gaz gibi akışkanlar içine kolayca girebilecek şekilde düzenlenmiştir. Kanadın ilerleme yönündeki kenarına giriş kenarı, bunun tersi olan kenara çıkış kenarı adı verilir ***(Görsel 11.3).***

Pervane kanadının boyca kesitindeki kalınlıklar, merkezden çevreye doğru uzaklaştıkça incelir. En kalın kesit göbeğe yakın olanı, en ince kesit ise uç tarafındadır. Kanatların göbeğe ait birleşme kenarları, geniş yaylarla birleştirilmiştir.

Pervanenin durumu ve dönme yönleri göz önünde tutulursa pervanenin yüzeyleri sağ helis veya sol helis olabilir.



Görsel 11.3: *Pervane kanadının kısımları*

Üretimi yapılacak pervaneye ait olması gereken bilgiler şunlardır:

a) *Göbek şeklini sınırlayan çevrenin düşey görünüşü (ön görünüş).*

b) *Kanat sayısı, çap, adım (hatve), ana doğrunun şekli, ana doğru boyunca kanadın kalınlığı, helisin sağ veya sol oluşu, giriş kenarının ölçüsü ve üst görünüşteki kanat profilinin verilmiş olması.*

Burada verilenler pervanenin kullanılacağı yer ve hızı dikkate alınarak ilgili mühendislerce hesaplanarak bulunan değerler model yapımı için verilir.

AÇIKLAMA : Bir kanata ait yatay görünüş, (üst görünüş) o kanadın tarifine yeterlidir. Düşey görünüşün (ön görünüş) durumu, (kanat profili) yatay görünüşün çevresinden faydalanarak çizilir.

11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME

Üretimi yapılacak helis ve pervanenin CAD ortamında çizilebilmesi için bazı temel bilgilere ihtiyaç vardır. Verilen bu temel bilgiler doğrultusunda gerekli CAD çizimleri yapılır.

Üretimi yapılacak helise ait olması gereken bilgiler şunlardır:

H=t : Helisin hatvesi veya adımı.

D : Helisin dış çapı.

d : Helisin göbek çapı.

a : Helisin kanat uç kalınlığı.

b : Helisin kanat dip kalınlığı.

Üretimi yapılacak pervaneye ait olması gereken bilgiler şunlardır:

a. Göbek şeklini sınırlayan çevrenin düşey görünüşü (ön görünüş).

b. Kanat sayısı, çap, adım (hatve), ana doğrunun şekli, ana doğru boyunca kanadın kalınlığı, helisin sağ veya sol oluşu, giriş kenarının ölçüsü ve üst görünüşteki kanat profilinin verilmiş olması gereklidir.

11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI

Üretimi yapılacak helis ve pervane modelleri, bilgisayar kontrollü tezgâhlar içerisinde 3D yazıcılarda üretmek mantıklı olur.

3D yazıcılarda üretimi yapılacak olan helis veya pervane modelinin öncelikle CAD (parçanın üç boyutlu orjinal) çizimi yapılır. CAD ortamında çizilen helis veya pervane modelinin 3D yazıcıda üretimi yapılabilmesi için gerekli olan kodlar CAM programında hazırlanır. CAM programında gerekli olan kodlar hazırlanırken 3D yazıcının üretim ve çalışma mantığı dikkate alınmalıdır.

3D yazıcı üretime hazır hale getirilerek üretimi yapılacak olan helis veya pervane modeli hazırlanan kodlarla elde edilir.

11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA

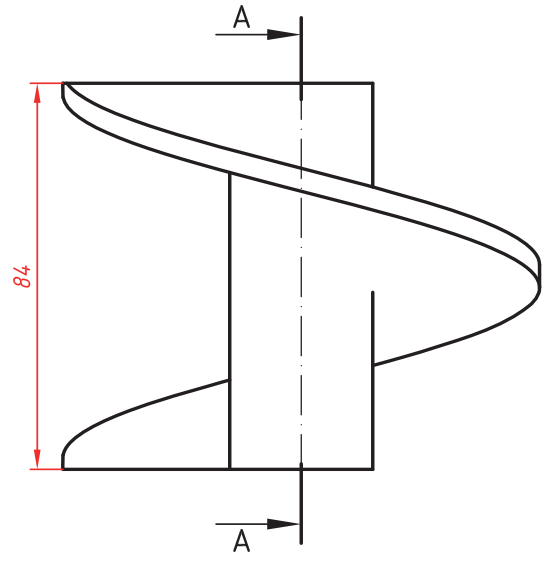
Helis ve pervane modellerini 3D yazıcılarda veya geleneksel yöntemlerle üretmek daha elverişlidir. Üretimi yapılacak helis veya pervane modellerinin şekli, yapısı ve atölye imkânları göz önünde bulundurularak helis ve pervanenin nasıl üretileceğine karar verilir. Karar verilen modelin üretimi için gerekli yol izlenir.

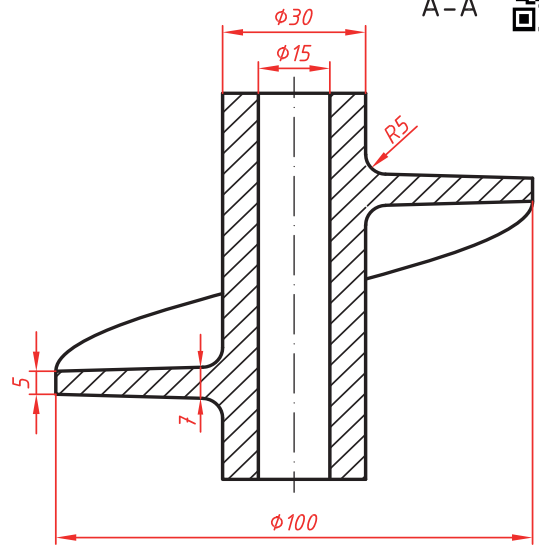
Üretilen model veya modeller üst yüzey işlemleri yapılarak kullanıma hazır hale getirilir.

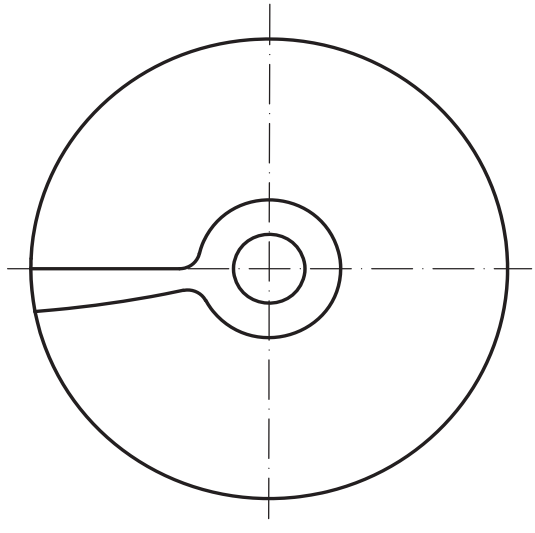
ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.1.
KONU	11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ

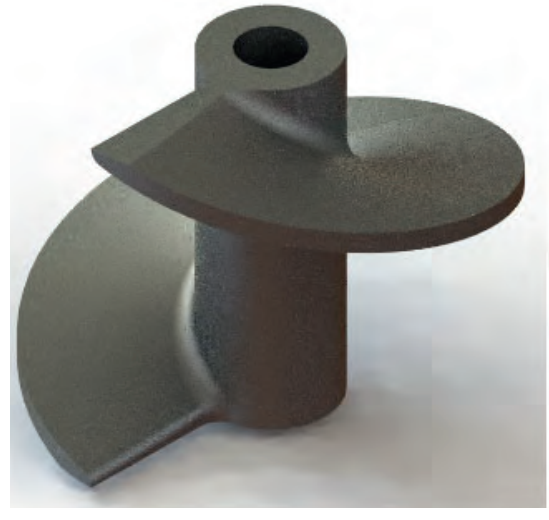
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29583

HELİS









ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model İmalat Resmi	Model Resmi	Model Yapım Resmi	Kalıplama Resmi	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	20	20	20	100	
Alınan Puan							

HELİS MODELLEME RESİMLERİNİ ÇİZME

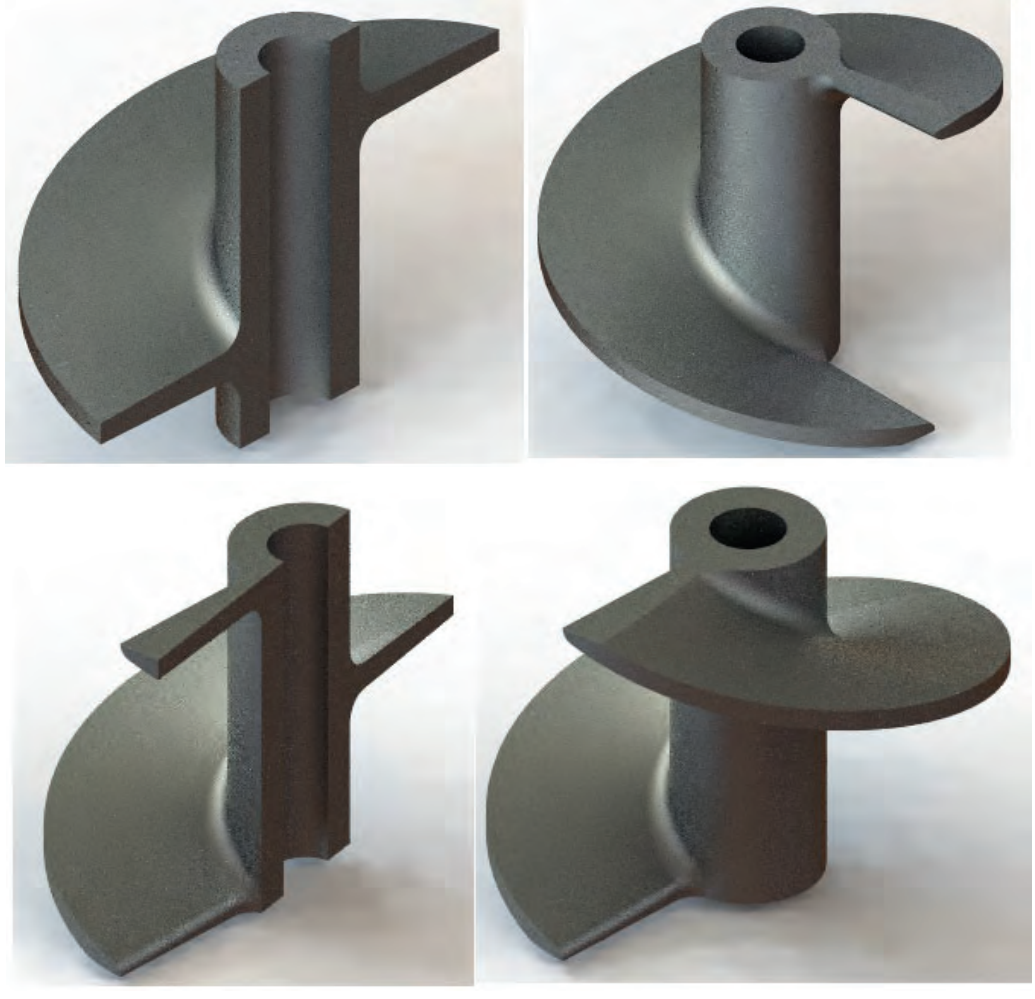
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

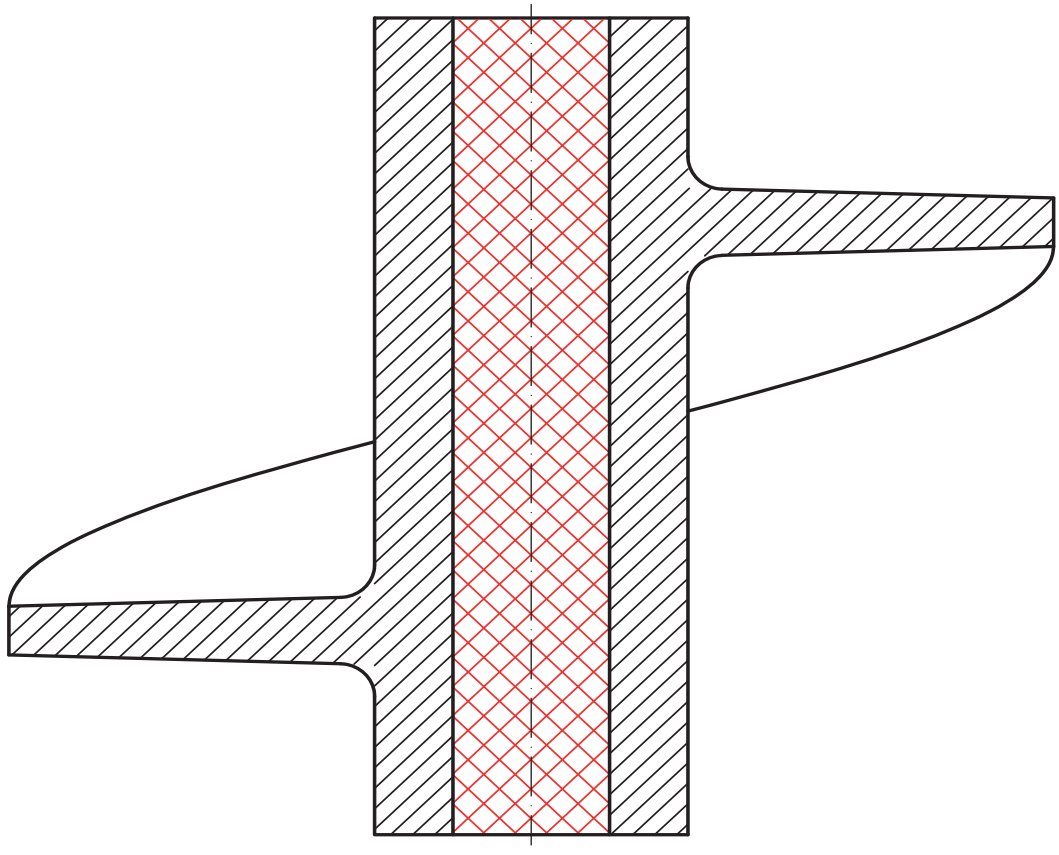
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Helis parçasının üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz.
4. Orijinal parçayı teknik resimlendirme sayfasına aktarınız, imalat resmini çiziniz ve kaydediniz.
5. İmalat resmini farklı kaydederek model resmini çiziniz ve kaydediniz.
6. Orijinal parçayı farklı kaydederek veya konfigürasyon oluşturarak model yapım ve kalıplama resmini çiziniz ve kaydediniz.
7. Çizdiğiniz resimleri masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
8. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

HELİS ORİJİNAL PARÇA RESMİ



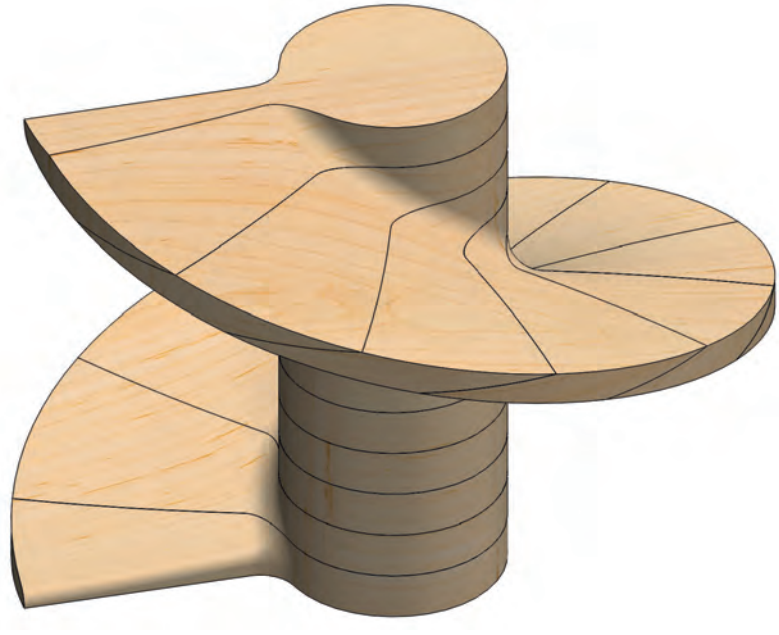
Görsel 11.4: Orijinal helis resmi

HELİS MODEL RESMİ



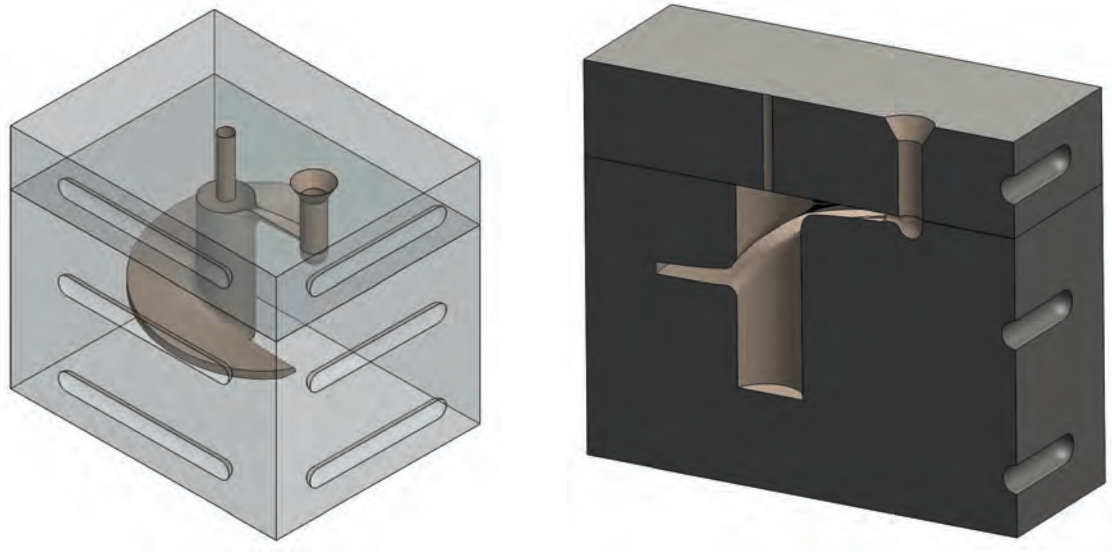
Görsel 11.5: Model resmi

HELİS MODEL YAPIM RESMİ



Görsel 11.6: Model yapım resmi

HELİS MODEL KALIPLAMA RESMİ

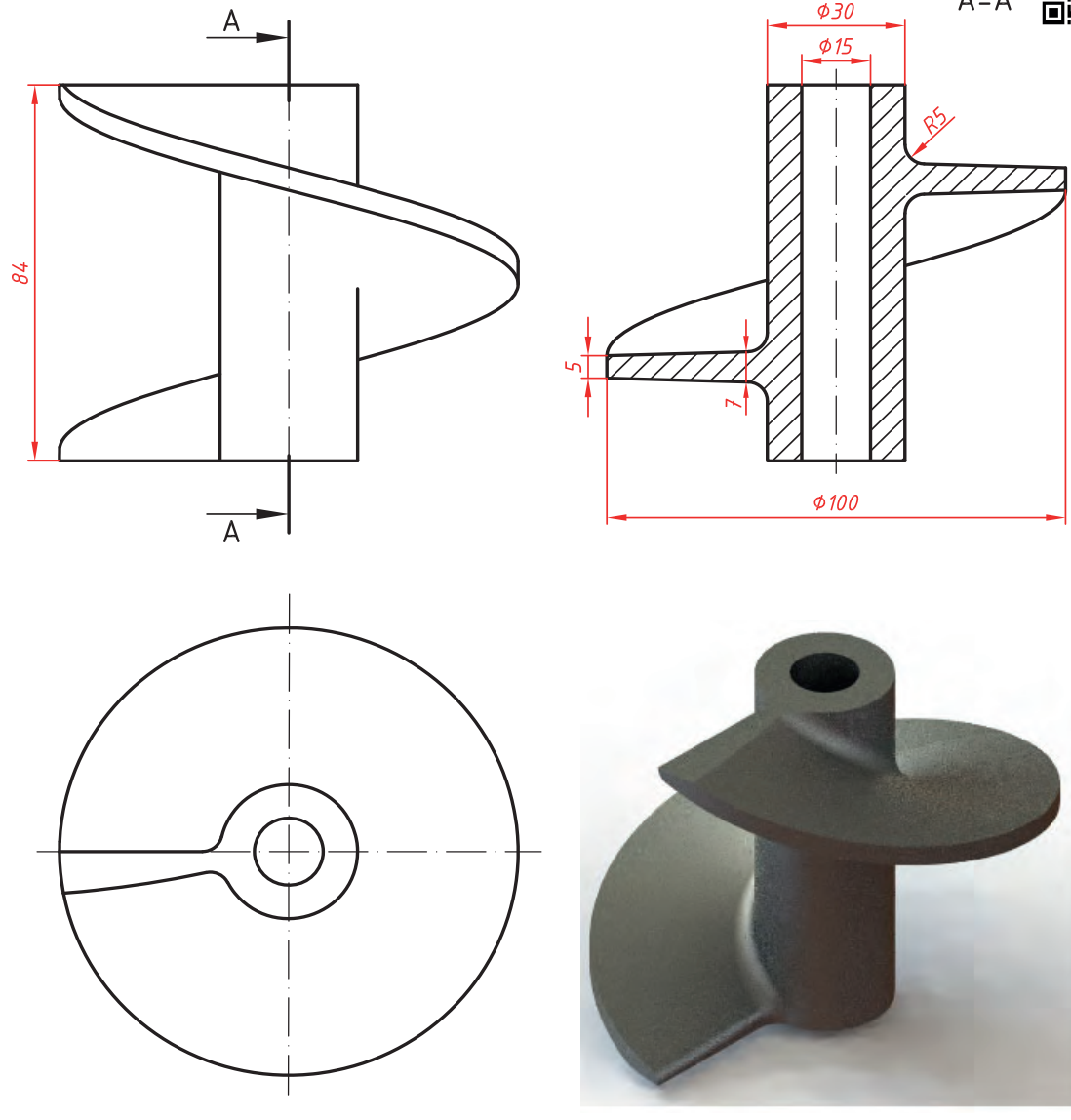




Görsel 11.7: Kalıplama resmi, dökümden çıkmış hâli

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.2.
KONU	11.2. HELİS VE PERVANE MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA	SÜRE 8 DERS SAATİ

HELİS MODELİNİ 3D YAZICIDA ÜRETME



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29584

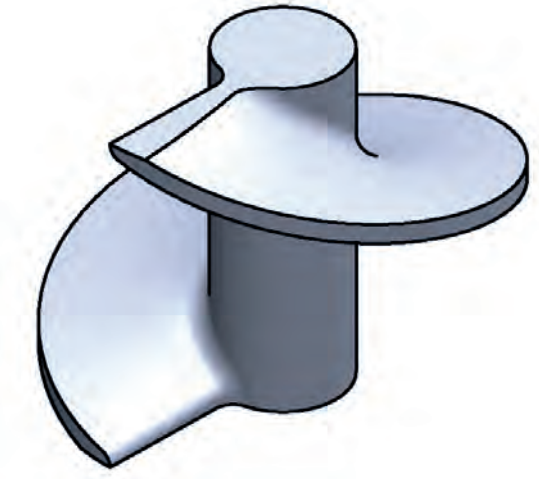
HELİS (TEK KANAT) MODELİ 3D YAZICIDA ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek
7. 3D Yazıcı ve ekipmanları

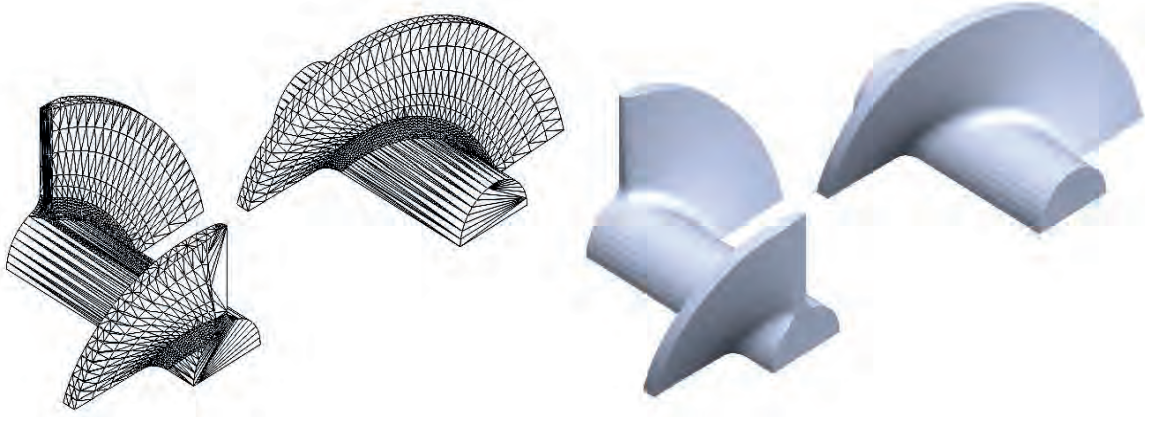
İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş ahlak ve kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Helis modelinin üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz **(Görsel 11.8)**.



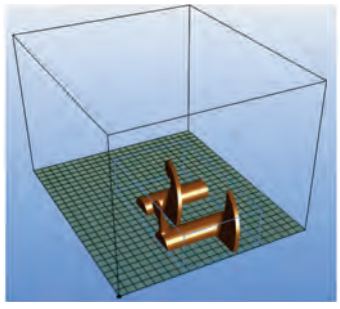
Görsel 11.8: Helis'in üç boyutlu orijinal resmi

4. Günümüzde çok çeşitli 3D yazıcılar bulunmaktadır. Bunlar arasında eğitim amaçlı en çok kullanılanları ise PLA ham maddesiyle üretim yapan 3D yazıcılardır. Üretimi bu tür yazıcılarda yapmak istediğimizde; üretimi yapılacak parçanın çizimi, 3D yazıcının çalışma ve üretme mantığına uygun olamalıdır. Helis modelini, üç boyutlu 3D yazıcıda yarıdan ayrılmış gibi iki parça halinde üretmek ve sonra birleştirmek uygun olur. 3D yazıcıda üretilecek helis modelini, yarıdan ayrılmış gibi iki parça halinde üç boyutlu çiziniz ve STL formatında farklı kaydediniz **(Görsel 11.9)**.

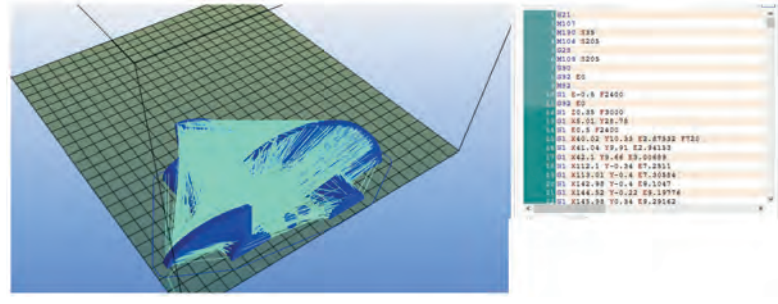


Görsel 11.9: Modelin STL olarak kaydedilmesi

5. STL formatında kaydettiğiniz parçayı kullanmakta olduğunuz 3D yazıcı programında açınız.
6. 3D yazıcı programında açılan STL formatında kaydettiğiniz parçanın katman ayarları ve diğer ayarlarını yapınız. Bu ayarları yaparken 3D yazıcının üretim mantığını dikkate alınız **(Görsel 11.10)**. 3D yazıcıda kullanılması gereken G kodlarını oluşturunuz ve farklı kaydediniz **(Görsel 11.11)**.

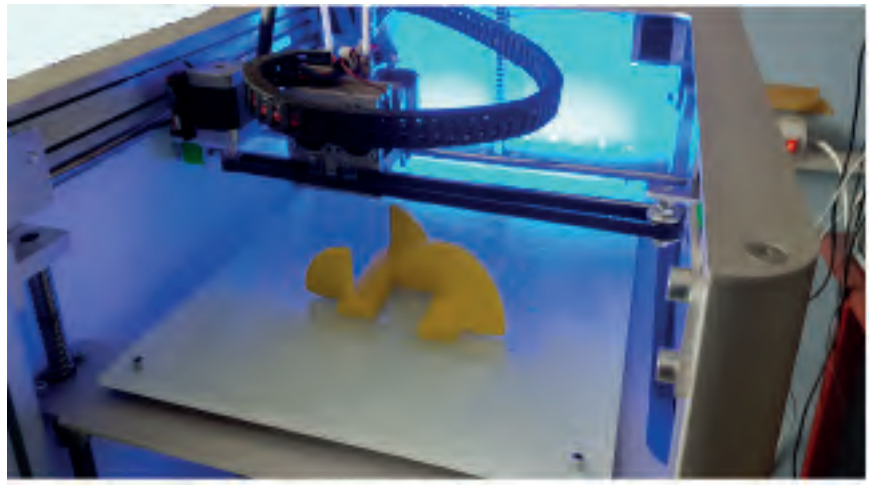


Görsel 11.10: 3D yazıcı ayarları

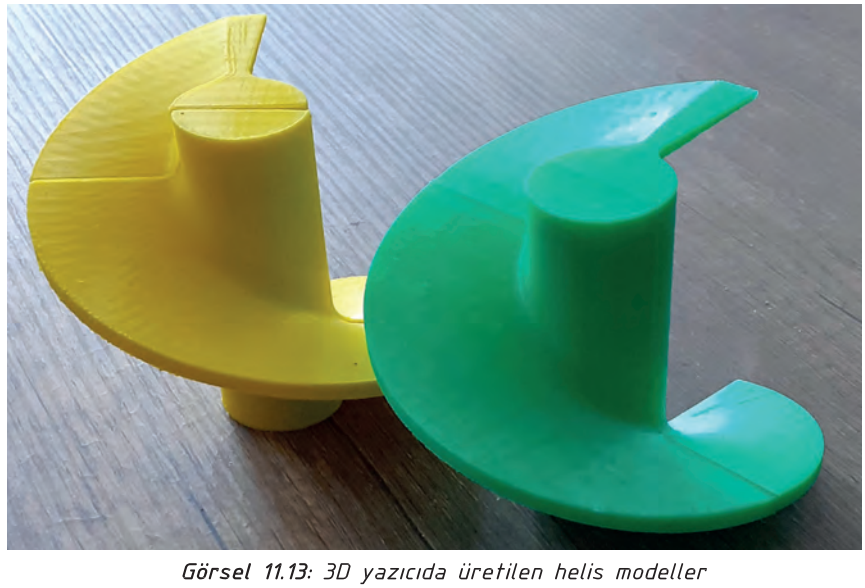


Görsel 11.11: G kodlarının oluşturulması

7. 3D yazıcıyı kullanıma hazır hale getiriniz.
8. Üretimi yapılacak parçanın G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.
9. Parçayı 3D yazıcıda üretiniz **(Görsel 11.12)**.
10. Üretilen parçanın üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 11.13)**.



Görsel 11.12: Modelin 3D yazıcıda üretilmesi

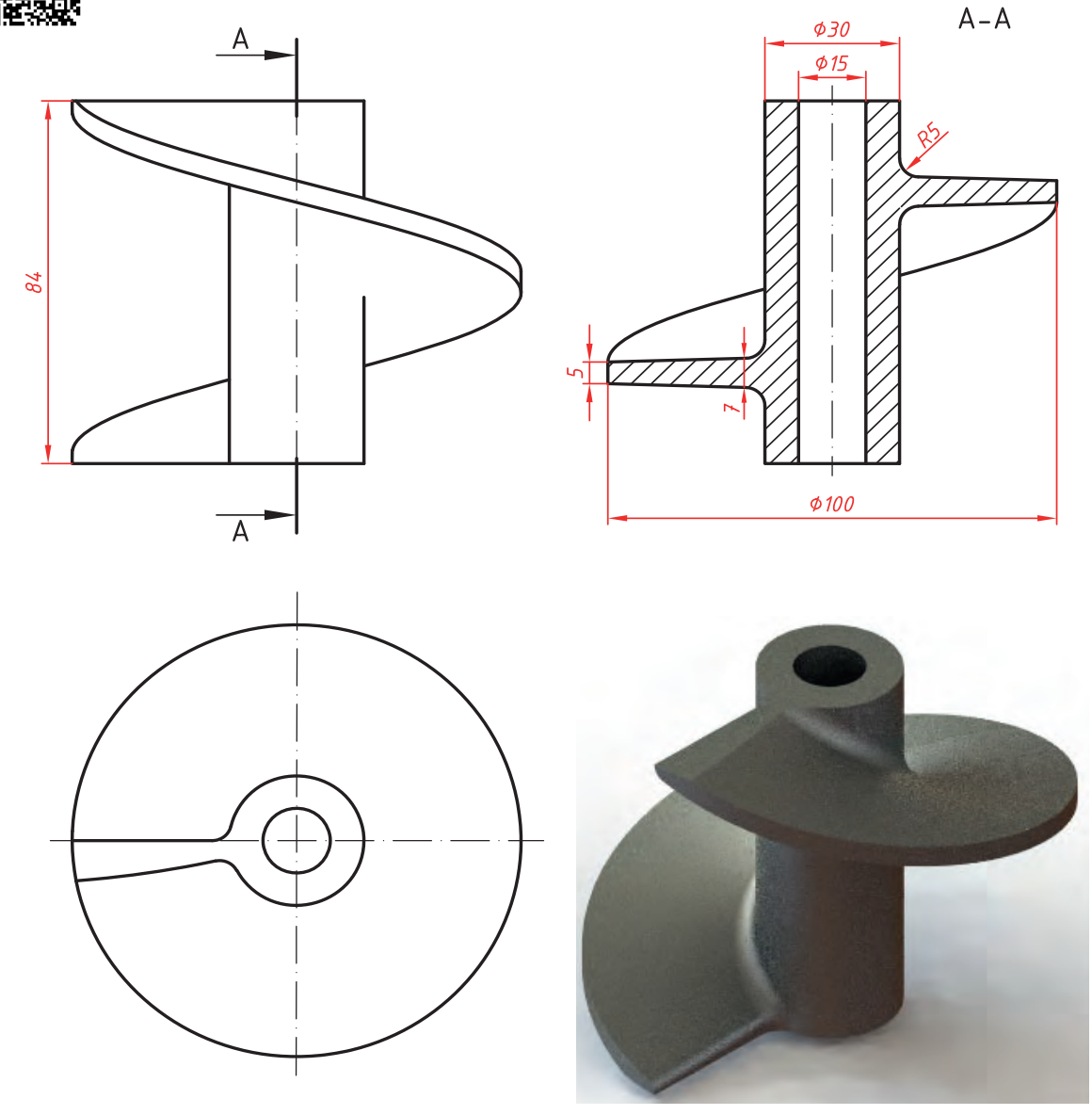


Görsel 11.13: 3D yazıcıda üretilen helis modeller

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.3.
KONU	11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29585

HELİS MODELİ GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETME



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	DDL	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Modeli Değerlendirme	İşçilik	Ölçü	Gönye	Süre	İSG ve Atölye Kurallarına Uyum	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	35	15	10	10	100	
Alınan Puan							

HELİS MODELİ GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETME

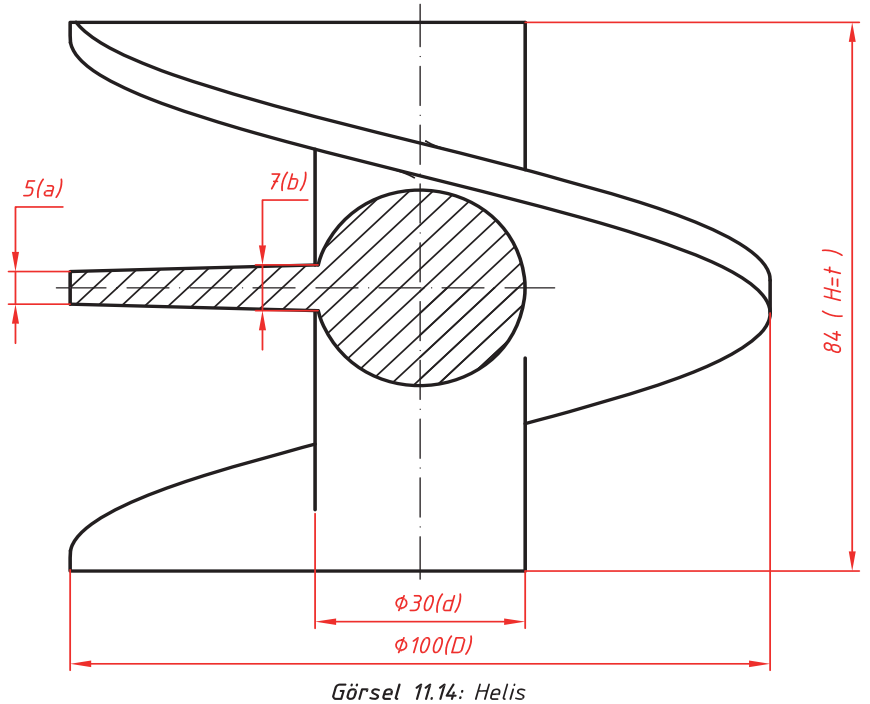
ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçası
9. Sert uçlu kurşun kalem
10. Ölçme ve markalama aletleri
11. Tezgâh ve mengene
12. Oluklu kalem
13. Düz kalem
14. Törpü ve eğe
15. Zımpara
16. Fırça
17. Vernik veya boya
18. Tiner

İŞLEM BASAMAKLARI

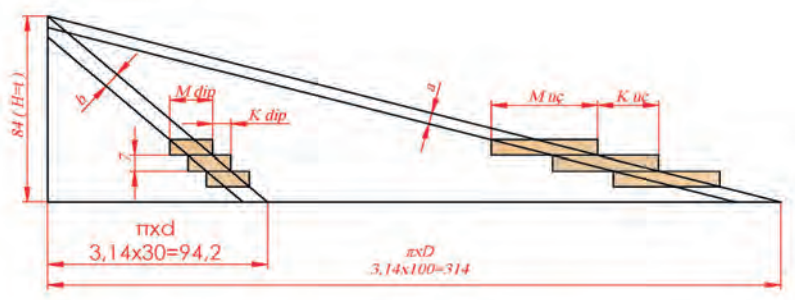
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve makineleri kullanınız.
2. Parça, alüminyum malzemeden imal edileceği için çekme payı %1 olarak verilmelidir. Modelin markalanmasında %1`lik çekmeli metre veya kumpas kullanınız.
3. Üretimi yapılacak parçayı 1/1 ölçeğinde çiziniz **(Görsel 11.14).**

   H=t : Helisin hatvesi veya adımı.
   D : Helisin dış çapı.
   d : Helisin göbek çapı.
   a : Helisin kanat uç kalınlığı.
   b : Helisin kanat dip kalınlığı.



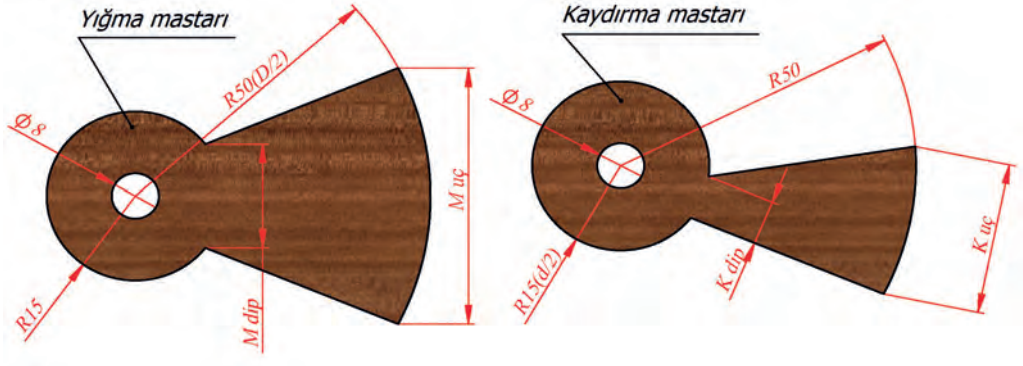
Görsel 11.14: Helis

4. Hatve'yi (adımı) 12 eşit parçaya bölünüz. Her bir yığma parçalarının kalınlığını bulunuz (84/12=7mm).
5. Helis'in göbek çapı ve dış çapına göre açınımını çiziniz **(Görsel 11.15)**.



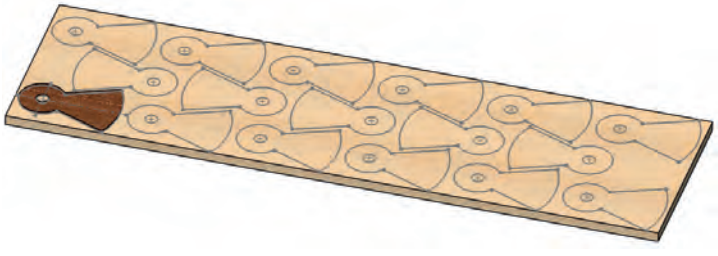
Görsel 11.15: Helis açınımı

6. Açınımı çizilen üçgenlerin hipotenüs kenarına ve iç kısmına kanat dip kalınlığı (b) ve kanat uç kalınlığı (a) kadar mesafede parelel çizgiler çiziniz. Üçgenin tabanına çizilen parelel çizgilerin kesiştiği noktaları bulunuz.
7. **Görsel 11.15**'te bulunan M, uç uzunluğu elde edilecek yığma mastarının genişliğini; K, uç uzunluğu ise yığma parçalarının üst üste yapıştırma esnasındaki kaydırma miktarını belirtir.
8. Kontrplak üzerine **Görsel 11.15**'teki veriler doğrultusunda yığma ve kaydırma mastarını çiziniz **(Görsel 11.16)**.



Görsel 11.16: Yığma ve kaydırma mastarı

9. Yığma ve kaydırma mastarını, şerit testere makinesinde ya da CNC lazer kesim makinesinde marka çizgileri gözükecek şekilde keserek temizleyiniz.
10. Mastar merkezlerine Φ8 mm delik deliniz. Bu delikler yığma parçalarını yapıştırırken kılavuzluk yapacak. Delikten rahat geçebilecek çapta ve yapılacak olan helisin yüksekliğinde bir kavela hazırlayınız.
11. Helisi meydana getirecek parçayı kalınlık makinesinde daha önceden tespit edilen yığma parçalarının kalınlığında (7 mm) çıkartınız.
12. Helisi meydana getirecek parça üzerine yığma mastarını koyarak 12 adet yığma parçası hazırlamak için markalama yapınız **(Görsel11.17)**.
13. Marka edilen parçaları şerit testere makinesinde keserek, zımpara makinesinde ve eğe ile marka çizgileri görünecek şekilde temizleyiniz. Mastar merkezindeki kılavuz deliğini matkap ile deliniz **(Görsel 11.18)**.

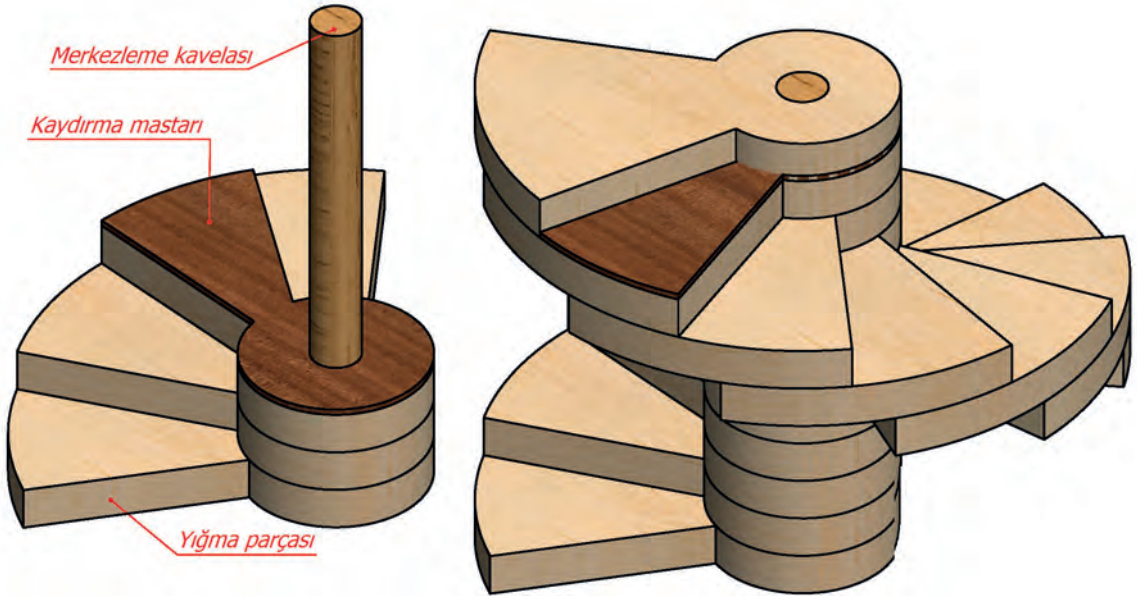


Görsel 11.17: Yığma mastarı ile markalama



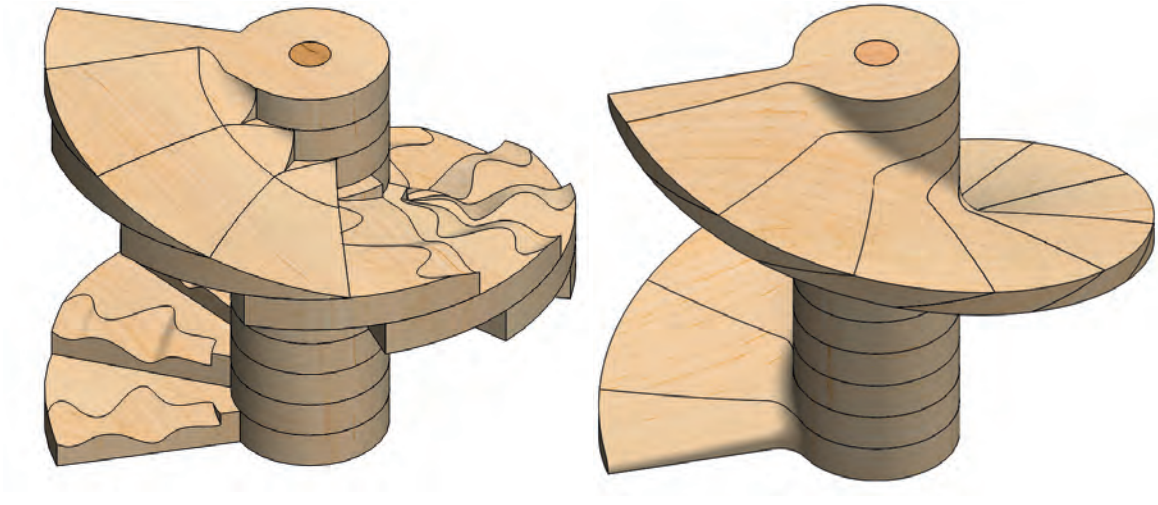
Görsel 11.18: Marka çizgisine göre temizlenmesi

14. Kaydırma mastarını kesilen yığma parçalarının üzerine koyarak yapışma ve kayma yüzeylerini marka ediniz.
15. Kavelaya birinci parçayı geçirerek yapışma yüzeyine tutkal sürüp ikinci parçayı geçirip yapıştırınız. Bu işlemleri diğer yığma parçalarının hepsi için uygulayınız **(Görsel 11.19)**.



Görsel 11.19: Helisin yığma parçalarıyla oluşturulması

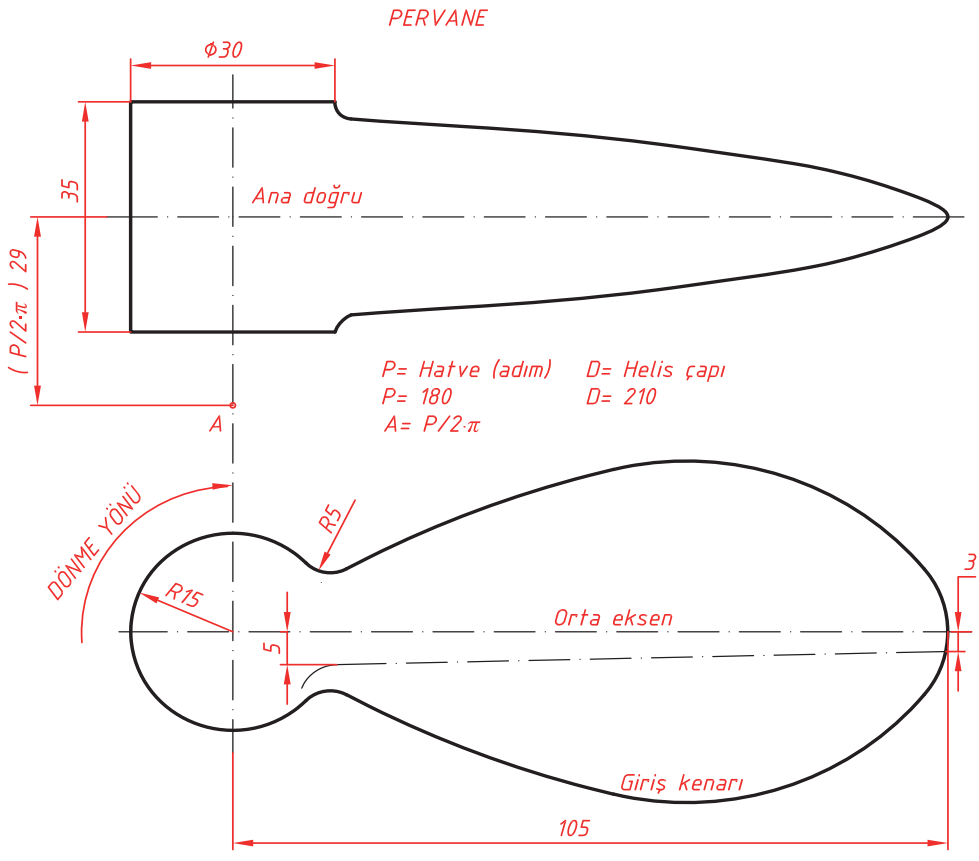
16. Tüm parçaların yapıştırma işlemi bittikten sonra oluşan merdivenleri oluklu kalem, düz kalem, eğe, zımpara ile temizleyip helis yüzeyini meydana getiriniz **(Görsel 11.20)**.
17. Ölçü kontrollerini ve üst yüzey işlemlerini yaparak işi teslim ediniz.

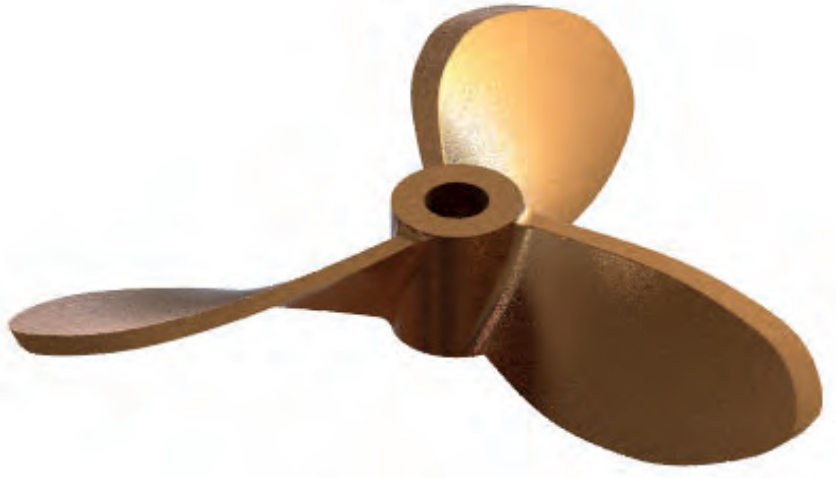


Görsel 11.20: Yığma parçalarıyla oluşturulan helisin işlenmesi

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29586

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.4.
KONU	11.1. HELİS VE PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ CAD ORTAMINDA ÇİZME	SÜRE 4 DERS SAATİ





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Bronz	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Model Resimlerini Değerlendirme	Orijinal Parça	Model İmalat Resmi	Model Resmi	Model Yapım Resmi	Kalıplama Resmi	Toplam	
Verilen Puan	20	20	20	20	20	100	Adı ve Soyadı İmzası
Alınan Puan							

PERVANE MODELLEME RESİMLERİNİ ÇİZME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD programı
6. Taşınır bellek

İŞLEM BASAMAKLARI

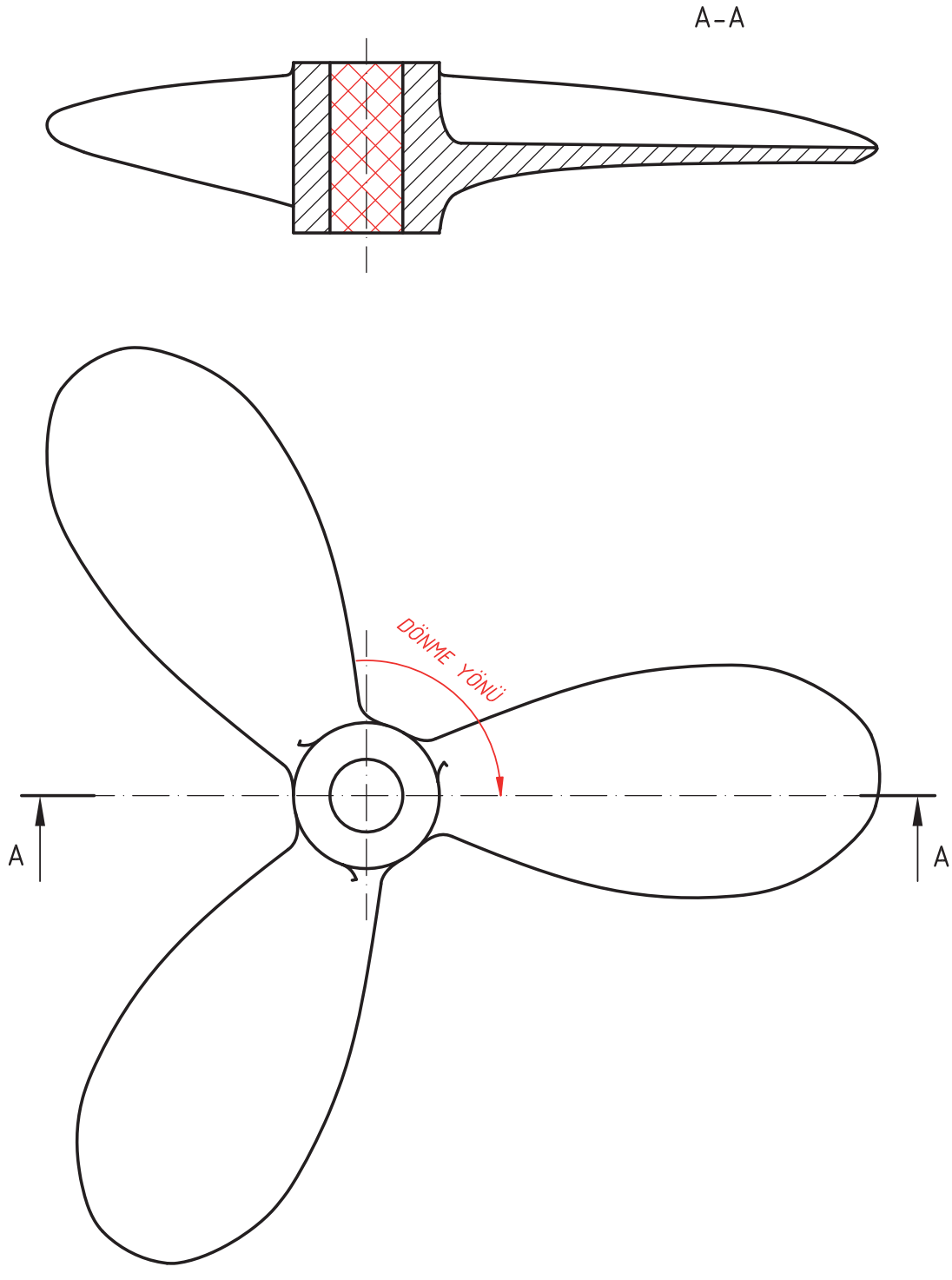
1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş ahlak ve kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Pervane parçasının üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz.
4. Orijinal parçayı teknik resimlendirme sayfasına aktarınız, imalat resmini çiziniz ve kaydediniz.
5. İmalat resmini farklı kaydederek model resmini çiziniz ve kaydediniz.
6. Orijinal parçayı farklı kaydederek veya konfigürasyon oluşturarak model yapım resmini, kalıplama resmini çiziniz ve kaydediniz.
7. Çizdiğiniz resimleri masaüstündeki numaranızla kayıtlı klasör içine kaydediniz.
8. Klasörü taşınır belleğe aktararak öğretmeninize teslim ediniz.

PERVANE ORİJİNAL PARÇA RESMİ



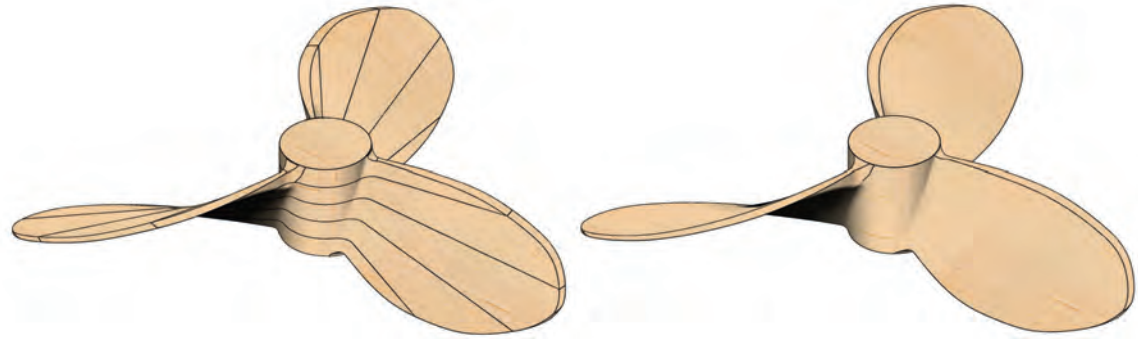
Görsel 11.21: Orijinal paça resmi

PERVANE MODEL RESMİ



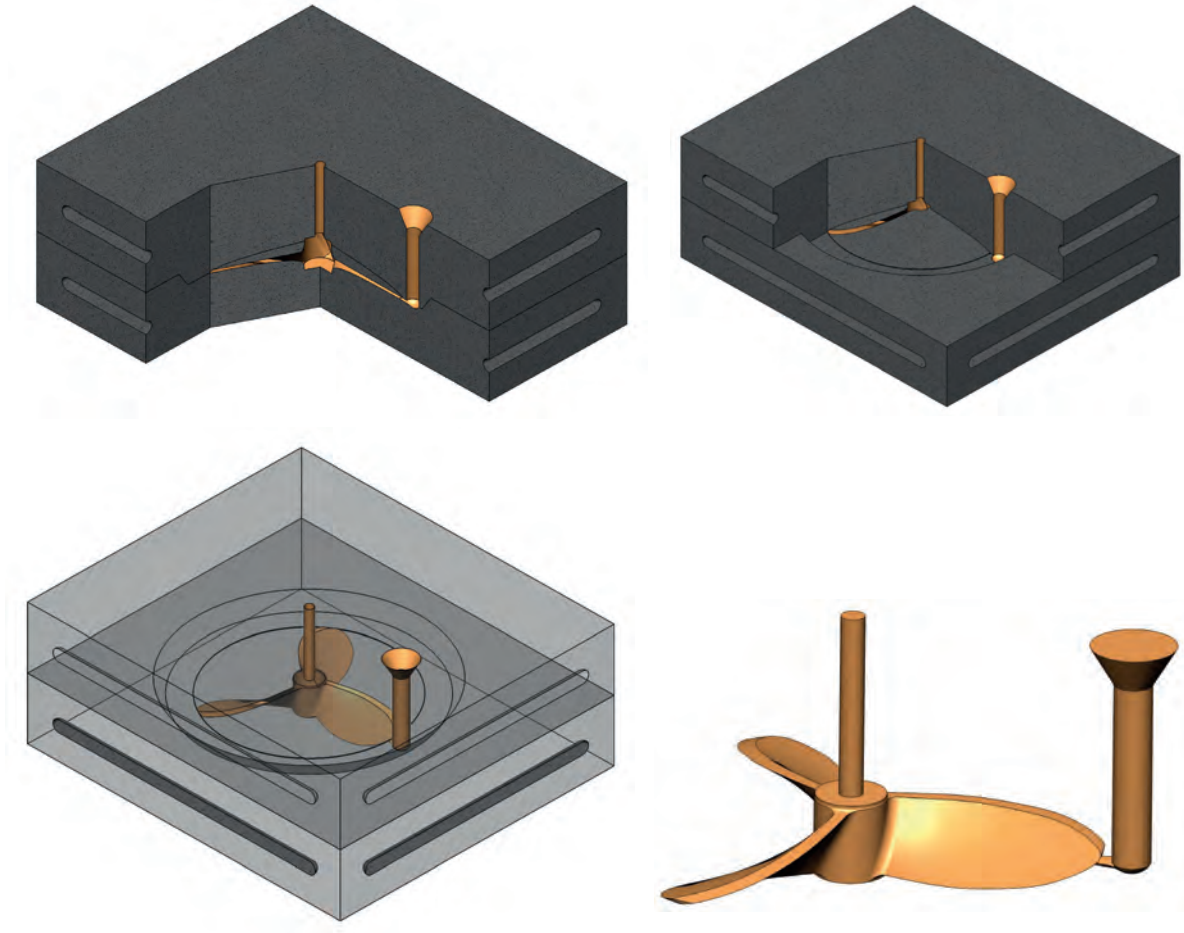
Görsel 11.22: Model resmi

PERVANE MODEL YAPIM RESMİ



Görsel 11.23: Pervane model yapım resmi

PERVANE MODEL KALIPLAMA RESMİ

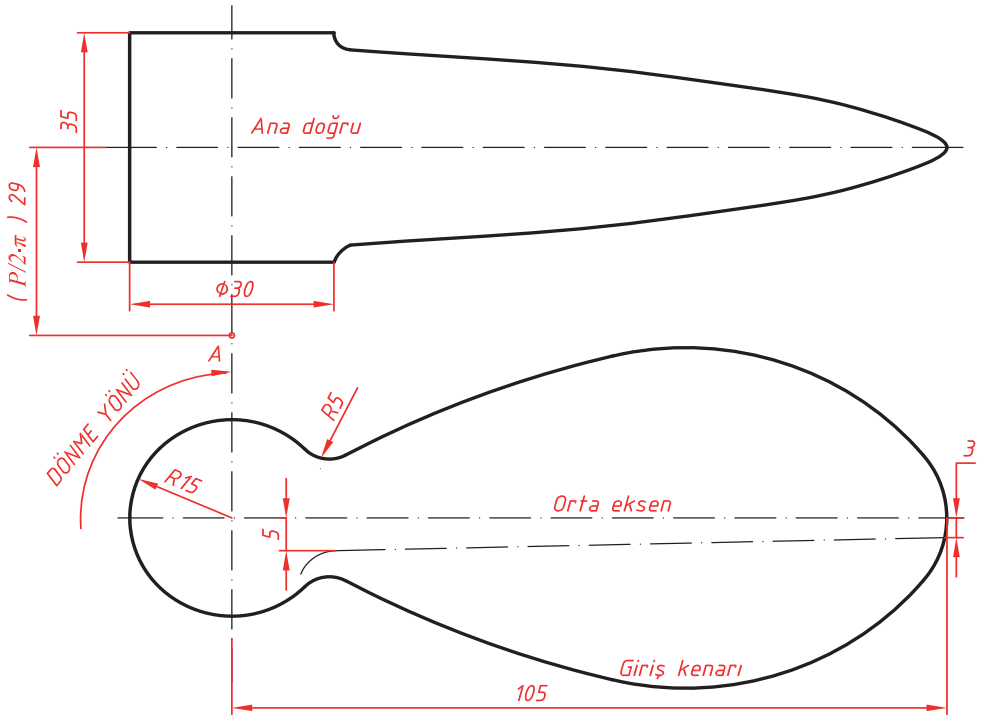


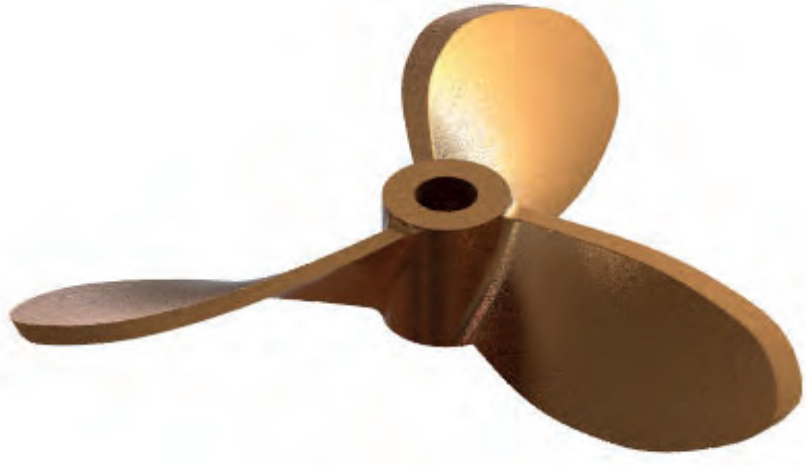
Görsel 11.24: Kalıplama resmi

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.5.
KONU	11.2. HELİS VE PERVANE MODELLEMENİN CAM PROGRAMINDA İŞLEME OPERASYONUNUN OLUŞTURULMASI 11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA	SÜRE 8 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29587

PERVANE MODELİNİ 3D YAZICIDA ÜRETME





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Bronz	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME									DERS ÖĞRETMENİ
3D Yazıcı Operasyonunun Değerlendirmesi	STL Programa Aktarma	Katman Ayarlarını Yapma	G Kodunu Oluşturma Kaydetme	3D Yazıcıyı Hazırlama	Üretim ve Üst Yüzey İşlemleri	İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	20	20	10	10	20	10	10	100	
Alınan Puan									

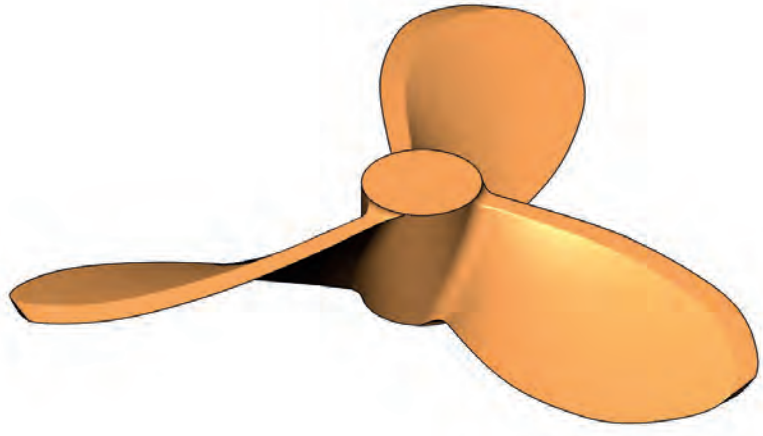
PERVANE MODELİNİ 3D YAZICIDA ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Model teknik resmi
2. Kalem
3. Silgi
4. Bilgisayar
5. CAD-CAM programı
6. Taşınır bellek
7. 3D Yazıcı ve ekipmanları

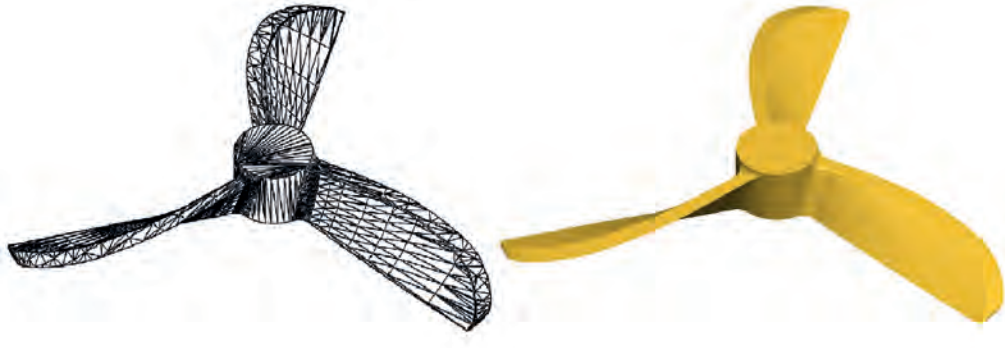
İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve bilgisayarı kullanınız.
2. İş yeri kurallarına uygun olarak çalışınız.
3. Pervane modelininin üç boyutlu orijinal parçasını çiziniz ve kaydediniz **(Görsel 11.25)**.



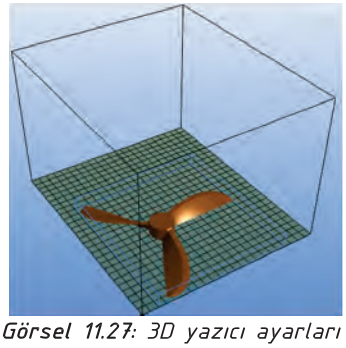
Görsel 11.25: Pervane çizimi

4. Günümüzde çok çeşitli 3D yazıcılar bulunmaktadır. Bunlar arasında eğitim amaçlı en çok kullanılanları ise PLA ham maddesiyle üretim 3D yazıcılardır. Üretim bu tür yazıcılarda yapılmak istendiğinde üretimi yapılacak parçanın çizimi, 3D yazıcının çalışma ve üretme mantığına uygun olmalıdır. Pervane modelinin üç boyutlu orijinal parçasını, 3D yazıcıda yarıdan ayrılmış gibi iki parça halinde üretmek ve sonra birleştirmek mantıklı olur. 3D yazıcıda üretilecek pervane modelini yarıdan ayrılmış gibi iki parça halinde üç boyutlu çiziniz ve STL formatında farklı kaydediniz **(Görsel 11.26)**.

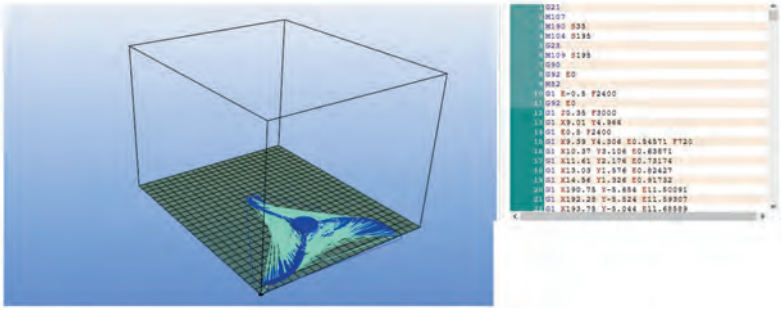


Görsel 11.26: 3D yazıcıda üretilecek pervanenin STL formatında kaydedilmesi

5. STL formatında kaydettiğiniz parçayı kullanmakta olduğunuz 3D yazıcı programında açınız.
6. 3D yazıcı programında açılan STL formatında kaydettiğiniz parçanın katman ayarları ve diğer ayarlarını yapınız. Bu ayarları yaparken 3D yazıcının üretim mantığını dikkate alınız **(Görsel 11.27)**. 3D yazıcıda kullanılması gereken G kodlarını oluşturunuz ve farklı kaydediniz **(Görsel 11.28)**.

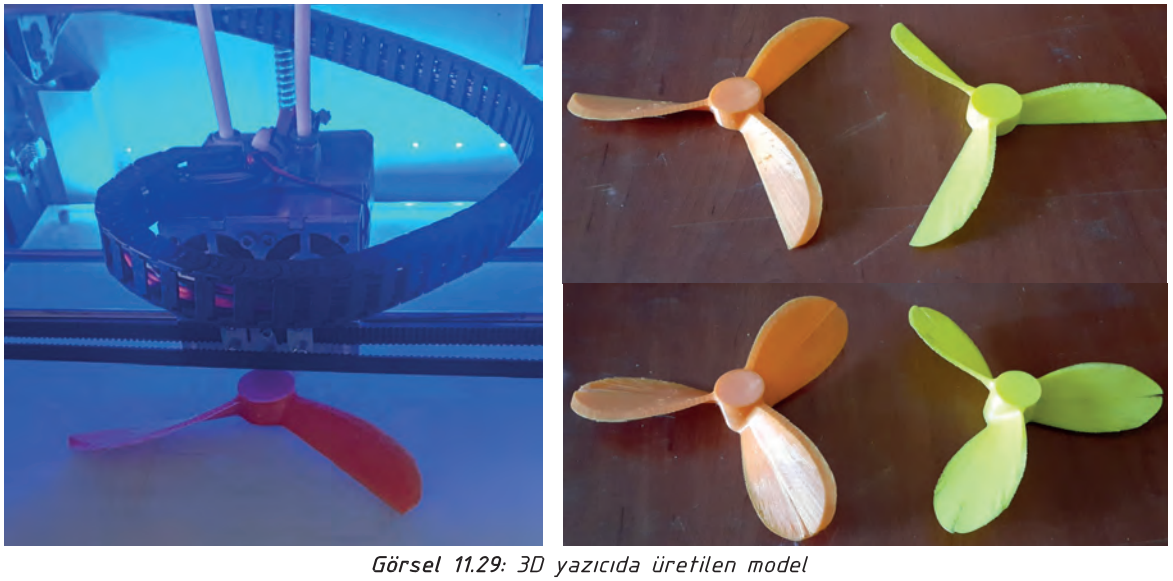


Görsel 11.27: 3D yazıcı ayarları

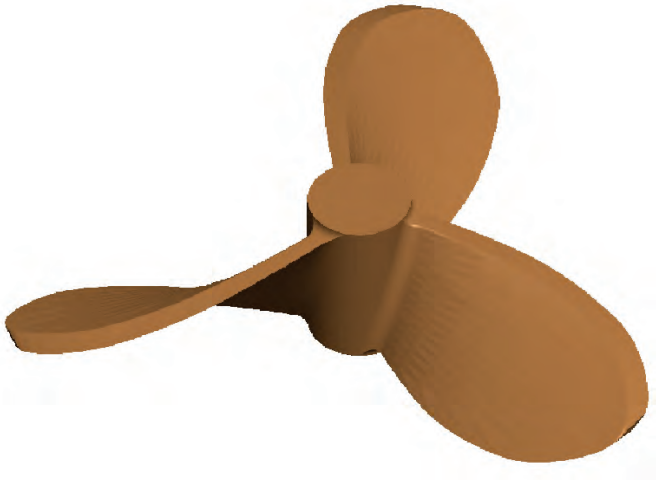


Görsel 11.28: G kodlarının oluşturulması

7. 3D yazıcıyı kullanıma hazır hale getiriniz.
8. Üretimi yapılacak parçanın G kodlarını 3D yazıcıya tanımlayınız.
9. Parçayı 3D yazıcıda üretiniz **(Görsel 11.29)**.
10. Üretilen parçanın üst yüzey işlemlerini yaparak öğretmeninize teslim ediniz **(Görsel 11.30)**.



Görsel 11.29: 3D yazıcıda üretilen model

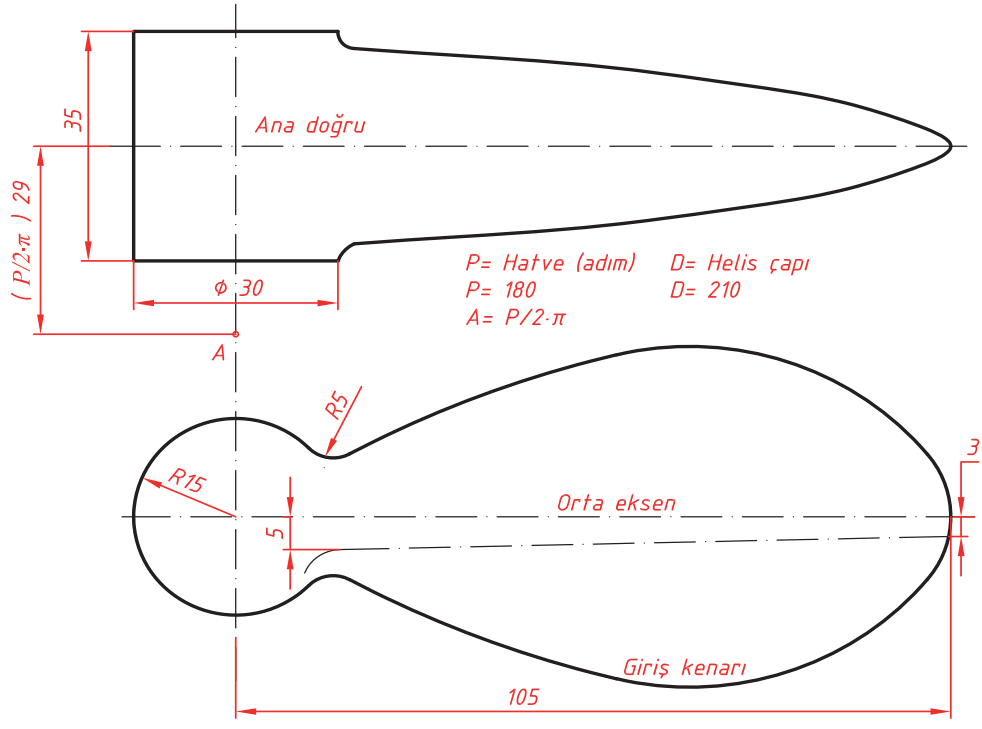


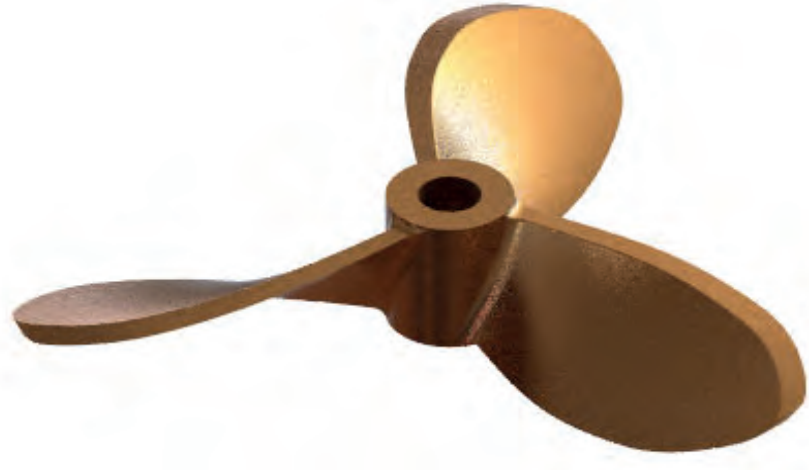
Görsel 11.30: 3D yazıcıda üretimi tamamlanan model

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.6.
KONU	11.3. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİNİ YAPMA	SÜRE 4 DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29588

PERVANE MODELİNİ GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETME





ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Bronz	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME							DERS ÖĞRETMENİ
Modeli Değerlendirme	İşçilik	Ölçü	Gönye	Süre	İSG ve Atölye Kurallarına Uyum	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan	30	35	15	10	10	100	
Alınan Puan							

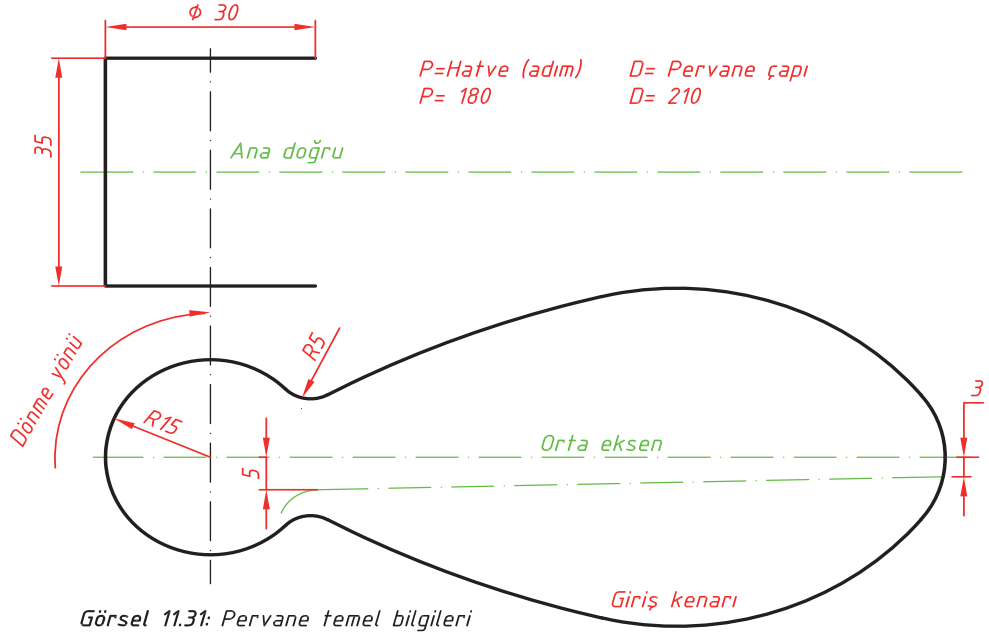
HELİS (TEK KANAT) MODELİNİ GELENEKSEL YÖNTEMLERLE ÜRETME

ÖĞRETİM ARAÇ GEREÇLERİ

1. Şerit testere makinesi
2. Planya makinesi
3. Kalınlık makinesi
4. Daire testere makinesi
5. Dekupaj testere makinesi
6. Matkap tezgâhı
7. Disk veya bant zımpara makinesi
8. İş parçası
9. Sert uçlu kurşun kalem, çizecek
10. Ölçme ve markalama aletleri
11. Tezgâh ve mengene
12. Oluklu kalem
13. Düz kalem
14. Törpü ve eğe
15. Zımpara
16. Fırça
17. Vernik veya boya
18. Tiner

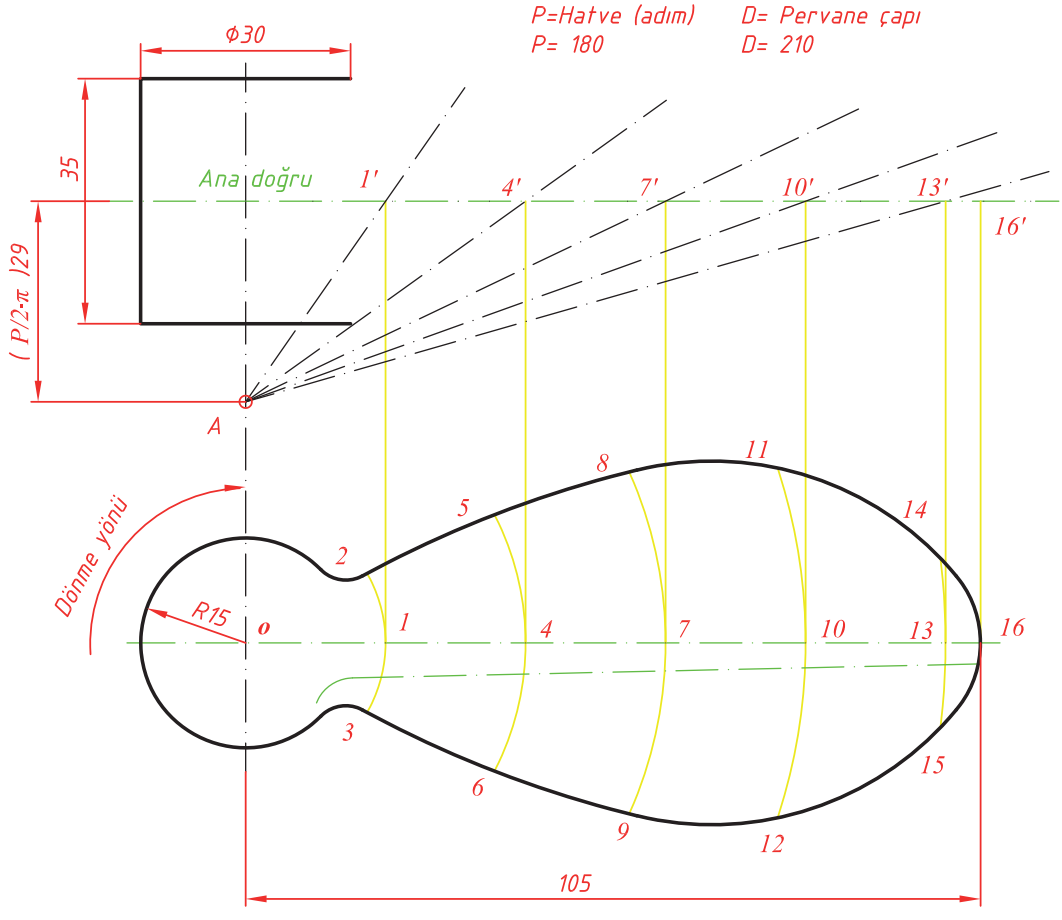
İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak araç gereç ve makineleri kullanınız.
2. Parça, bronz malzemeden imal edileceği için ortalama çekme payı %1,5 olarak verilmelidir. Modelin markalanmasında %1,5`lik çekmeli metre veya kumpas kullanınız.
3. Üretimi yapılacak pervane resminin çizilebilmesi için bazı bilgilere ihtiyaç vardır. Bu bilgiler, pervanenin kullanılacağı yer ve hızı dikkate alınarak ilgili mühendislerce hesaplanarak bulunan değerlerdir. Üretimi yapılacak pervaneye ait olması gereken bilgiler şunlardır:
   a) Göbek şeklini sınırlayan çevrenin düşey görünüşü (ön görünüşü)
   b) Kanat sayısı
   c) Çap
   d) Adım (hatve)
   e) Ana doğrunun şekli
   f) Ana doğru boyunca kanadın kalınlığı
   g) Helisin sağ veya sol oluşu
   h) Giriş kenarının ölçüsü
   ı) Üst görünüşteki kanat profilinin verilmiş olması **(Görsel 11.31)**.



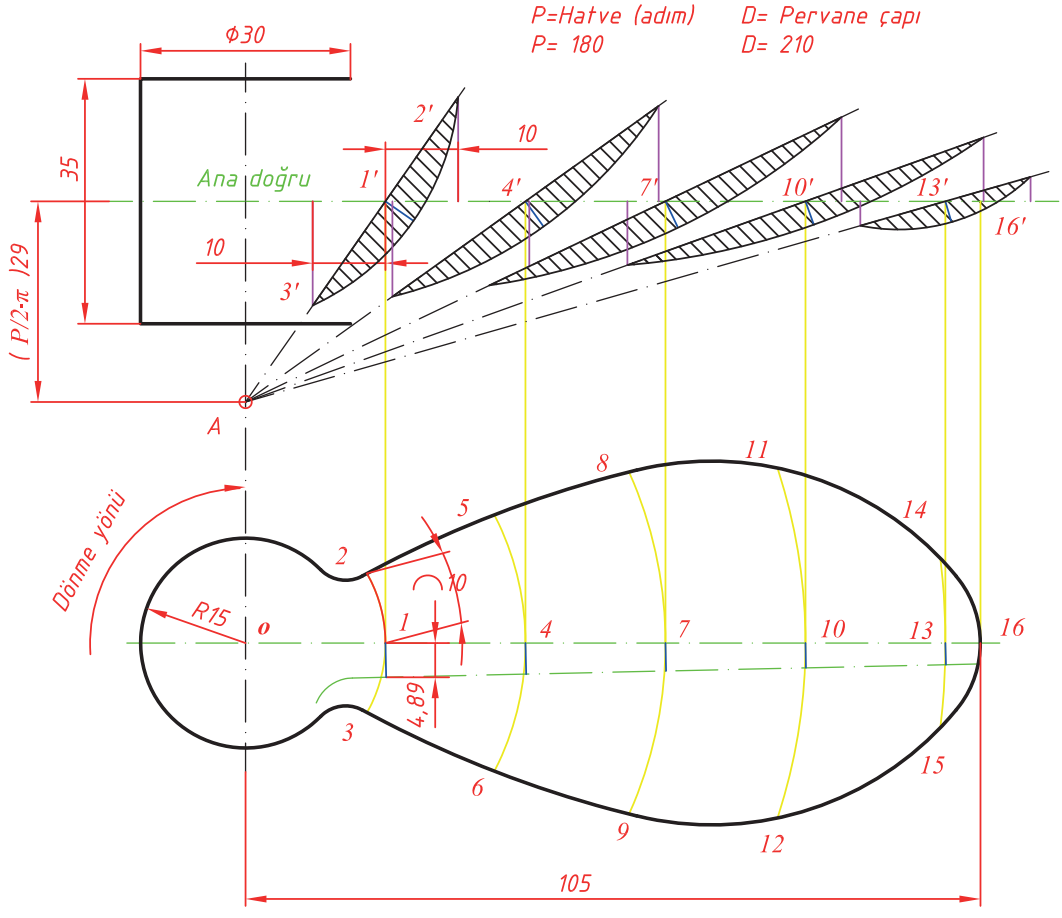
Görsel 11.31: Pervane temel bilgileri

4. Üretimi yapılacak pervaneye ait verilen bilgiler doğrultusunda üst görünüşten faydalanılarak ön görünüşteki profilin resmi çizilir. Pervane resminin tamamlanabilmesi için üst görünüş eşit parçalara bölünür. Bu bölüntüler yarıçap kabul edilerek kanat profilini kesinceye kadar pervane ekseninden (O) yaylar çizilir. Çizilen yayların kesiştiği yerler numaralandırılır (1-2-3, 4-5-6, ...-16). Daha sonra bu noktalar ön görünüşe taşınarak kullanılmaya başlanır (1'-4'-7'-....16').
Ön görünüşteki yatay eksen üzerinden aşağıya doğru (P/2·π) uzunluğu alınarak (A) noktası bulunur. (A) noktası daha önce bulunan 1', 4', 7', 10', 13', 16' noktaları ile birleştirilir **(Görsel 11.32).**
(P/2·π=180/2·3,14=180/6,28=28,66)



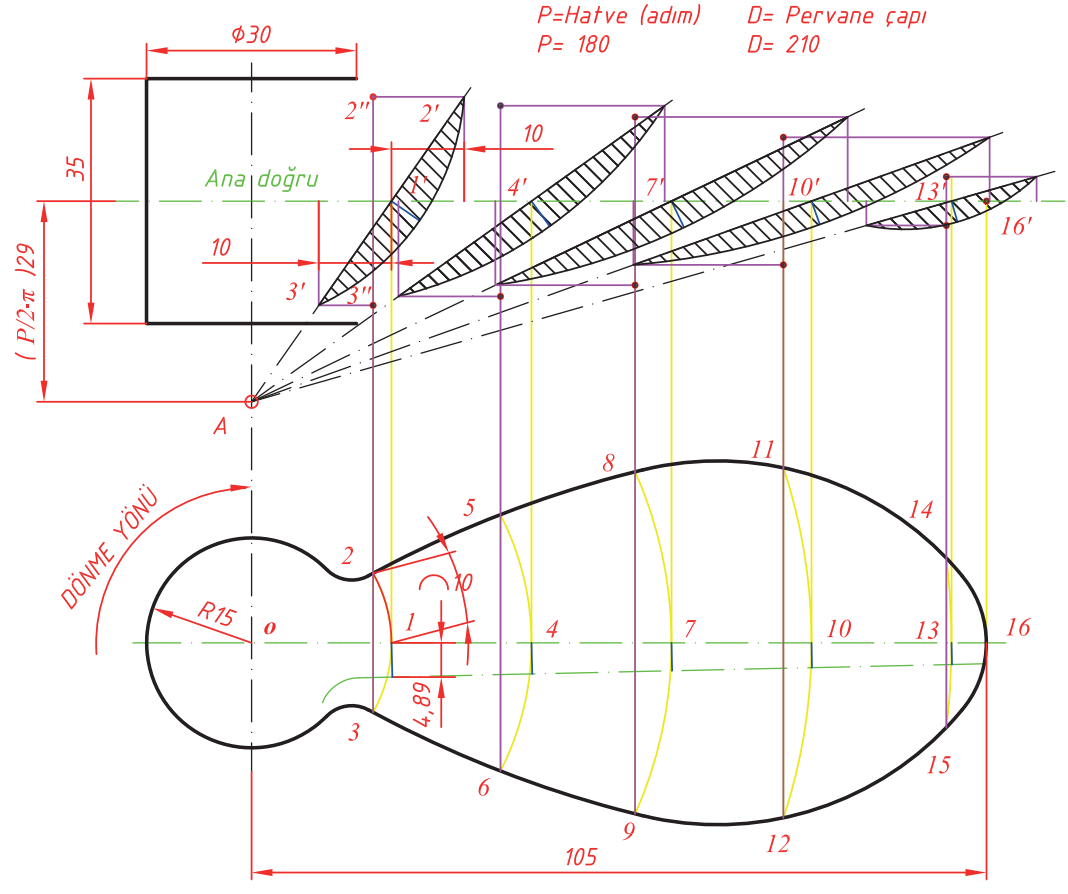
Görsel 11.32: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

5. Üst 1-2 ve 1-3 yay uzunlukları ölçülür. Ön görünüşteki 1' noktası merkez kabul edilerek sağında 1-2 yay uzunluğu, solunda 1-3 yay uzunluğu işaretlenir. Bulunan bu noktalardan A-1' noktalarından geçen eksene dikler çıkılır ve inilir. Diklerin kestiği 2' ve 3' noktaları bulunur. A-1' noktalarından geçen eksen üzerindeki 1' noktasından dik çıkılır. Üst görünüşte bulunan 1 noktasındaki pervane kesit kalınlığı, ön görünüşte 1' notasından çıkan dik üzerinde işaretlenir. İşaretlenen bu nokta 2' ve 3' noktalarından geçen bir yayla birleştirilir. Böylece bu kesitteki pervanenin sırt profili çizim olarak bulunur. Bu işlemi 4', 7', 10', 13' noktalarında da yaparak pervanenin sırt profilleri çizim olarak bulunur **(Görsel 11.33).**



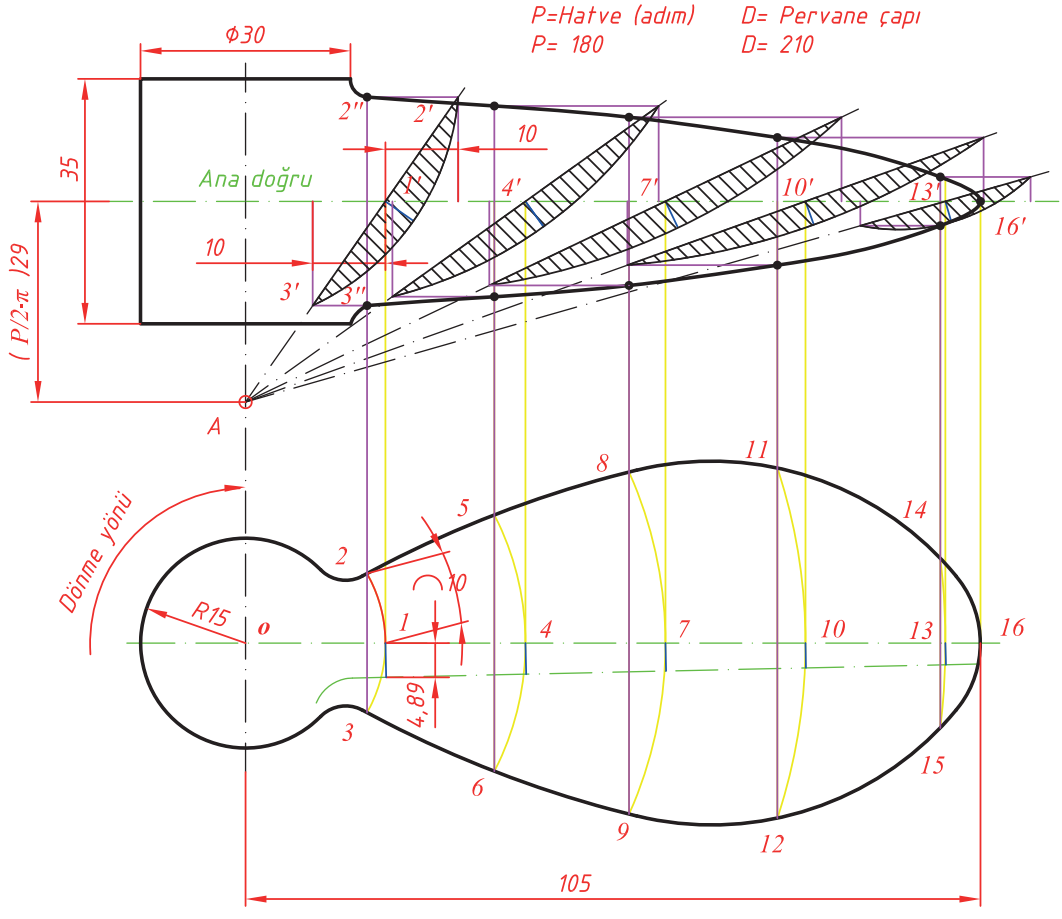
Görsel 11.33: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

6. Ön görünüşte bulunan 2' ve 3' den ana doğruya parelel çizgiler çizilir. Üst görünüşteki 2 ve 3 noktalarından ön görünüşe dik çıkılır. Bu doğruların kesiştiği 2'' ve 3'' noktaları ön görünüşteki kanat çevresini oluşturan noktalar bulunur. Aynı işlemle 5'', 6'', 8'', 9'', 11'', 12'', 14'', 15'', 16'' noktaları da bulunur. Kanat çevresini oluşturacak noktalar bulunmuş olur **(Görsel 11.34)**.



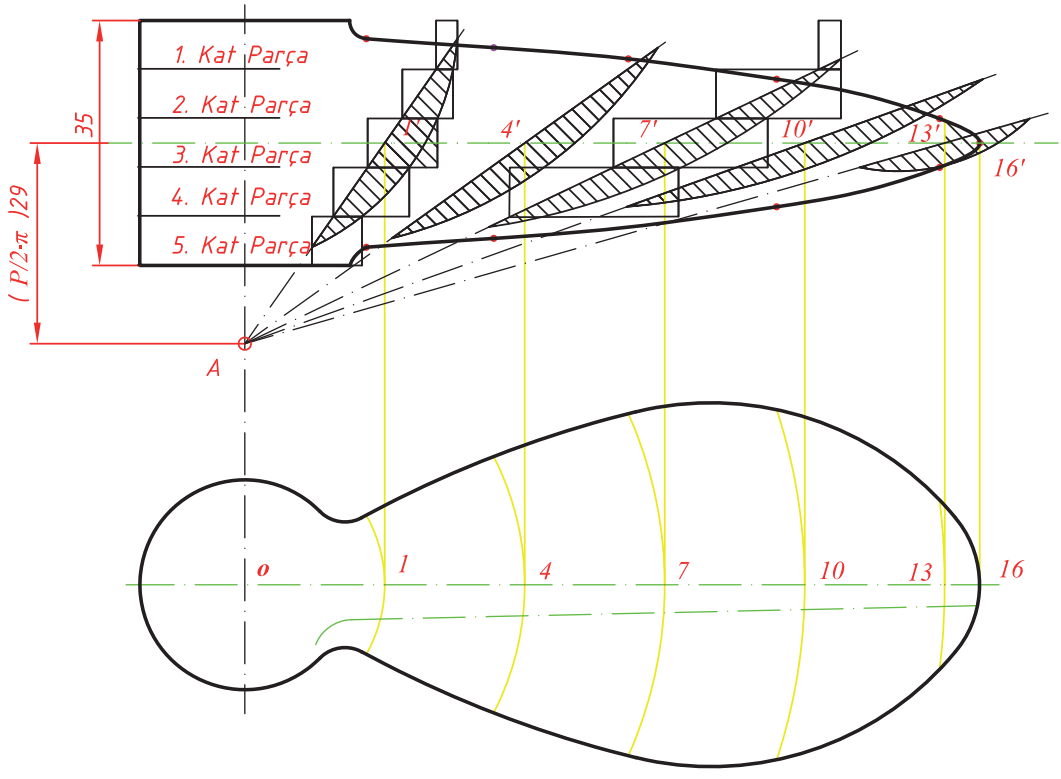
Görsel 11.34: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

7. Daha önceden bulunmuş olan kanat çevresini oluşturacak noktalar, tekniğine uygun olarak birleştirilir. Böylece ön görünüşte kanat çevresini oluşturan şekil tamamlanmış olur **(Görsel 11.35)**.



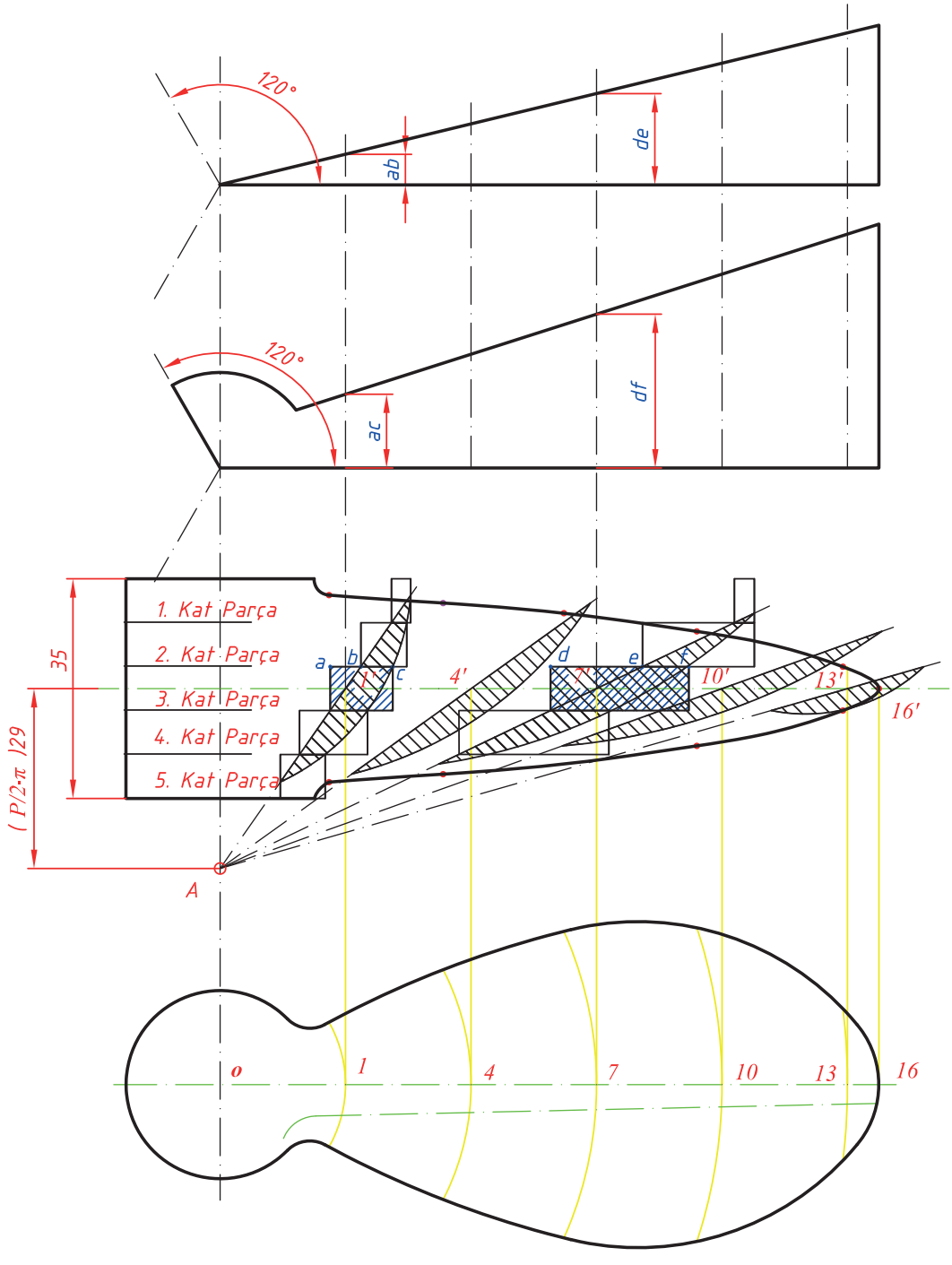
Görsel 11.35: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

8. Ön görünüşte kanat çevresi tamamlanmış olan pervanenin üretimi için yükseklik eşit parçalara bölünür (35 mm olan yükseklik 5 eşit parçaya bölünmüştür). Bölünen bu parçalar, perveneyi oluşturacak olan yığma parçalarıdır. Pervane kesit kalınlıklarının her biri için kalınlığa bağlı olarak uygun genişlikler çizilir **(Görsel 11.36).**



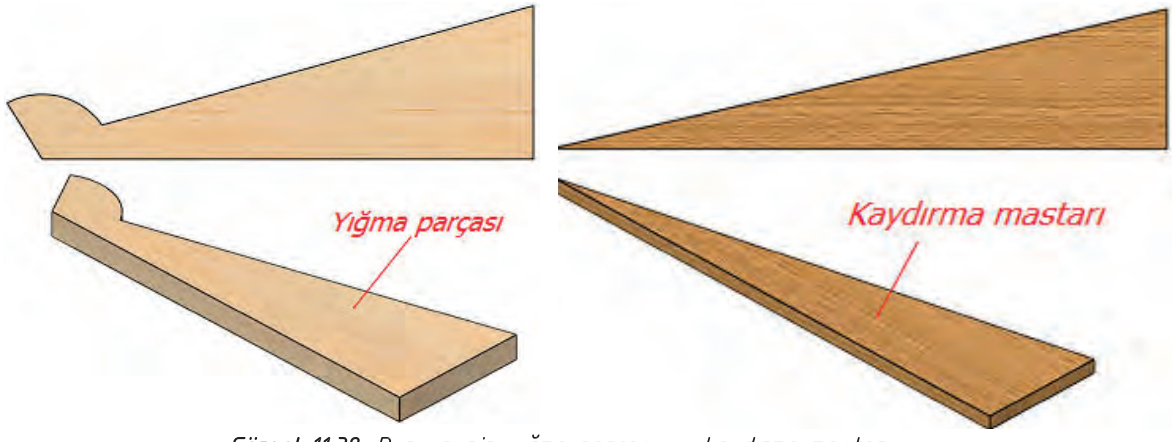
Görsel 11.36: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

9. Pervaneyi oluşturacak yığma parçaları için **Görsel 11.37**' de görülen 3. kat parçanın nasıl oluştuğunu dikkate alalım. Ön görünüşteki 1' kesiti üzerinde parça genişliği ac, 7' kesiti üzerinde parça genişliği df'dir. Bu ölçüler, pervanenin yapımında yığma parçalarının 3. kattaki ölçü tespitini sağlar.
10. 3. kat parçalara ait yığma mastarları üzerindeki kaymalar ise ab, de, işaretlenerek kaydırma mastarı bulunur.



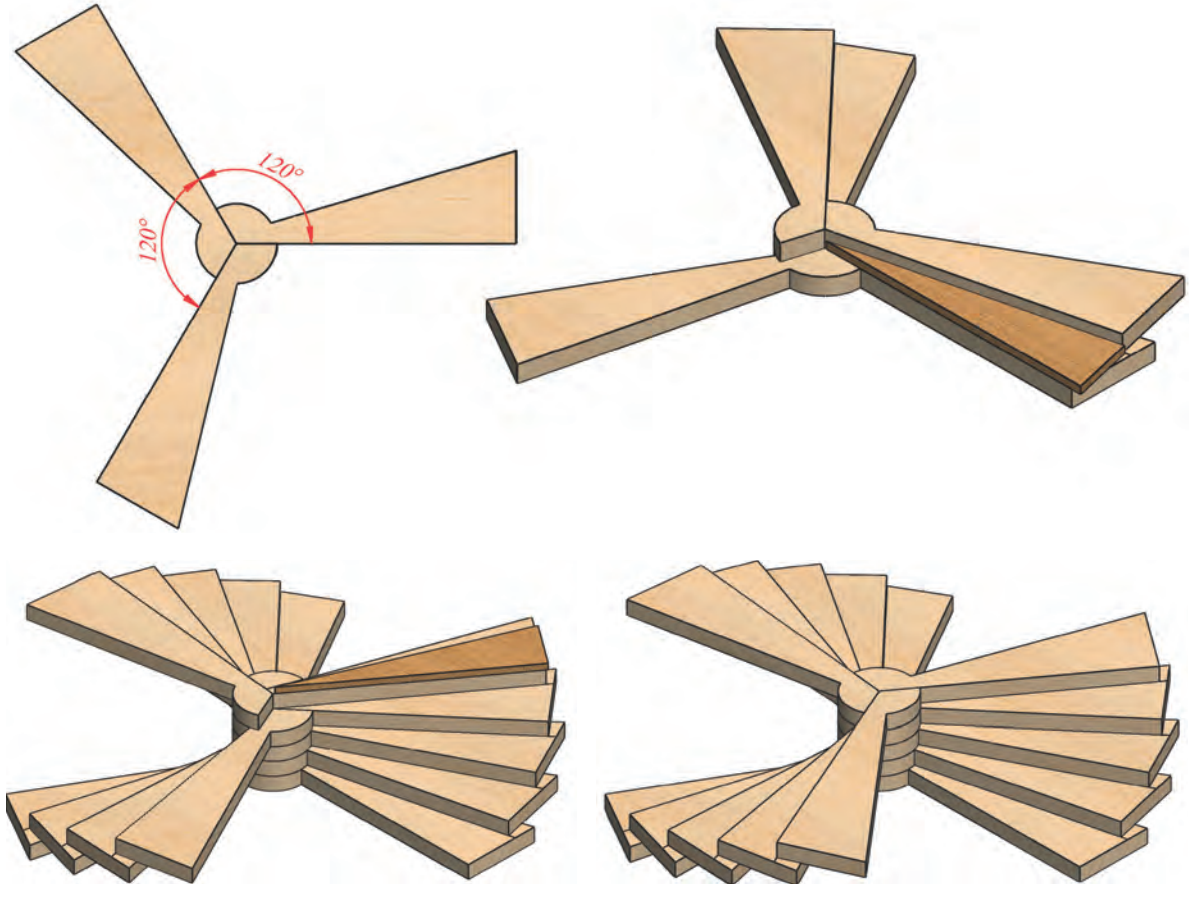
Görsel 11.37: Verilen bilgiler doğrultusunda pervane çiziminin oluşturulması

11. Pervane modelinin üretimi için gerekli olan yığma parçaları ve kaydırma mastarı **Görsel 11.37'** deki ölçülerden yararlanılarak yapılır. Pervane modelinin üretimi için 3. kat parçalar hazırlanmış olur **(Görsel 11.38).**
12. Pervane modelinin üretimi için diğer katlara ait parçalar içinde aynı yol izlenerek her bir kattaki kaydırma mastarı ve yığma parçaları üretilir.



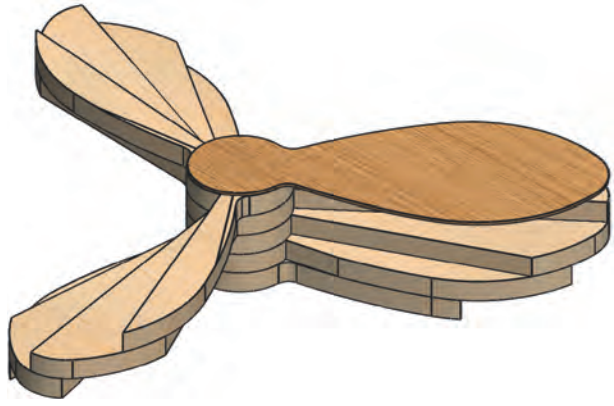
Görsel 11.38: Pervenenin yığma parçası ve kaydırma mastarı

13. Hazırlanmış olan 1. kata ait yığma parçaları, bir plaka üzerinde merkezinde birleştirilir. Takip eden diğer kata ait yığma parçaları ise gerekli olan kaydırma mastarı yardımıyla her kat ayrı ayrı merkezinde birbirine yapıştırılır. Bu işlem yapılırken pervanenin dönme yönü ve kanat sayısı dikkate alınmalıdır **(Görsel 11.39).**



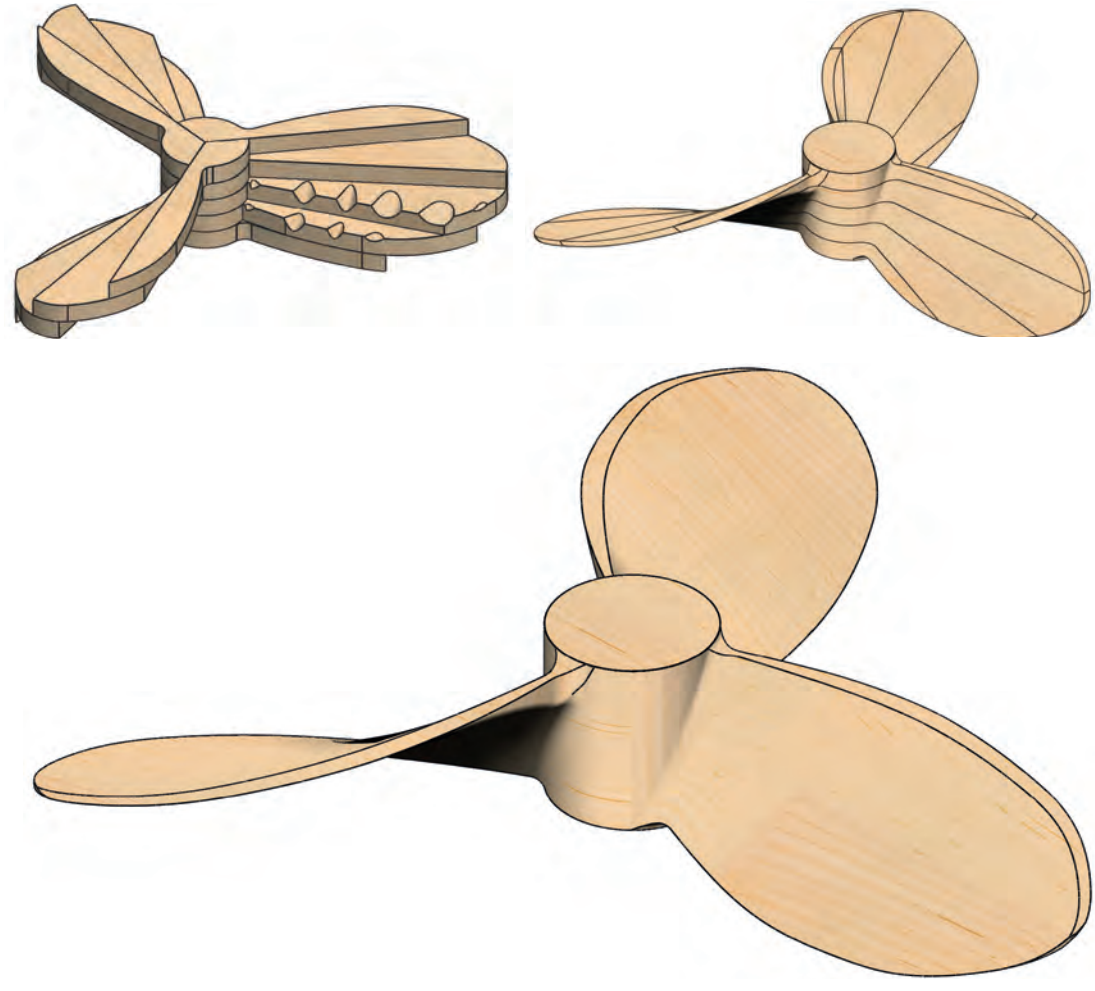
Görsel 11.39: Pervanenin yığma parçalarıyla oluşturulması

14. Tüm katlara ait yığma parçaları birleştirilip kuruduktan sonra kanatların profilinde kesilme işlemine geçilir. Bu işlem için pervanenin daha önceden hazırlanmış olan üst görünüş profilindeki mastar kullanılır. Bu mastar, kanadı meydana getiren yığma parçaların orta eksenine gelecek şekilde göbeğe üstten sabitlenir. Şerit testere, makinesinde testere mastara teğet gelecek şekilde kesilerek kanat çevre profili meydana getirilir. Bu işlem diğer kanatlar içinde tekrar edilir **(Görsel 11.40).**



Görsel 11.40: Pervane kanatlarının mastar profilinde kesilmesi

15. Merdivenler oluklu kalem, düz kalem, oyma kalemi ve eğe ile tıraşlanır. Bu işlem bütün kanatların ön ve arka tarafında yapılır. Kanat giriş ve çıkış kenarları tıraşlanarak temizlenir. Pervanenin ölçü kontrolleri ve üst yüzey işlemleri yapılarak teslim edilir **(Görsel 11.41).**

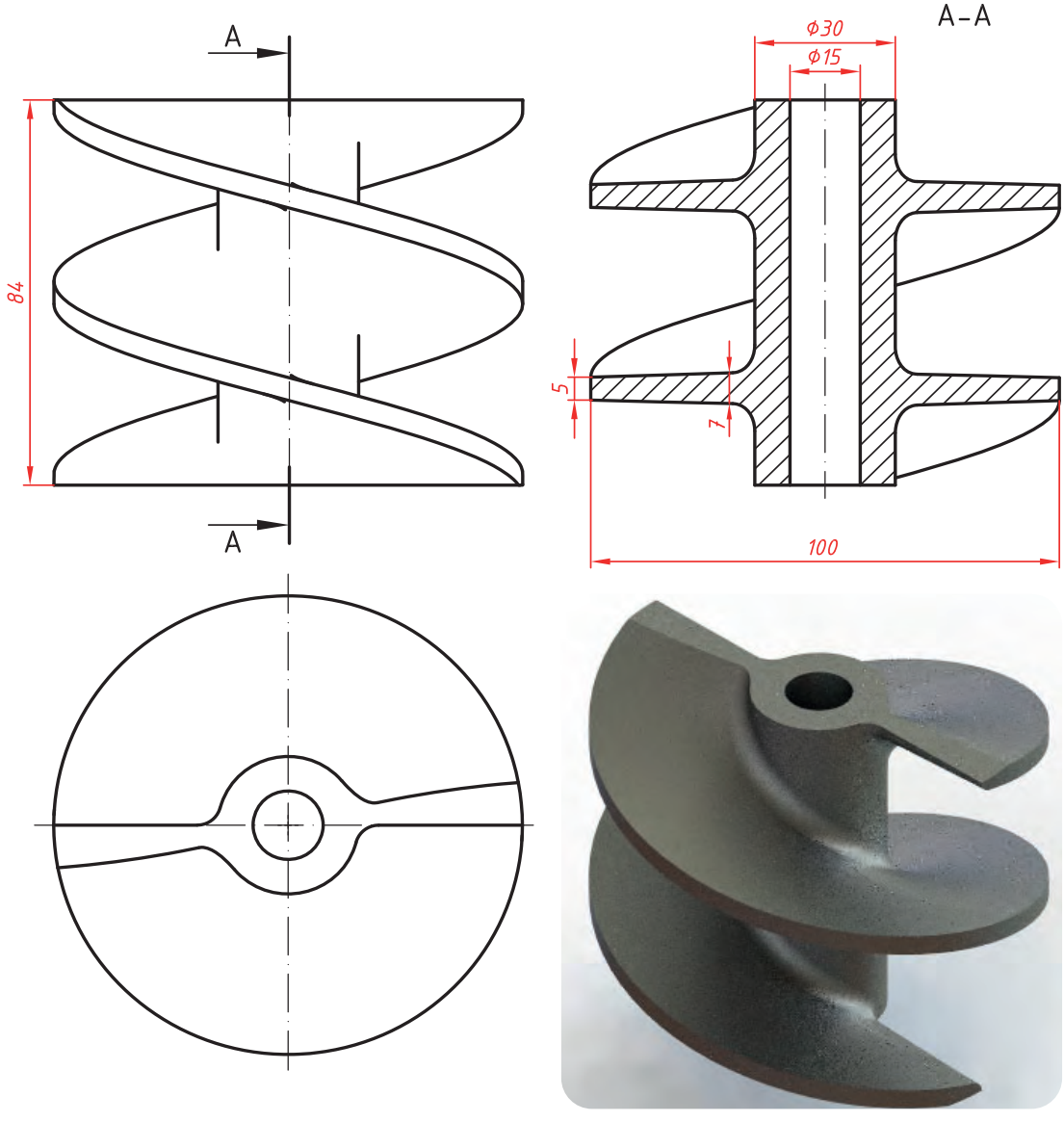


Görsel 11.41: Yığma parçalarıyla oluşturulan ve mastar profilinde kesilen pervanenin işlenmesi

ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.7.
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE ..... DERS SAATİ

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29589

HELİS (ÇİFT KANAT)



ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

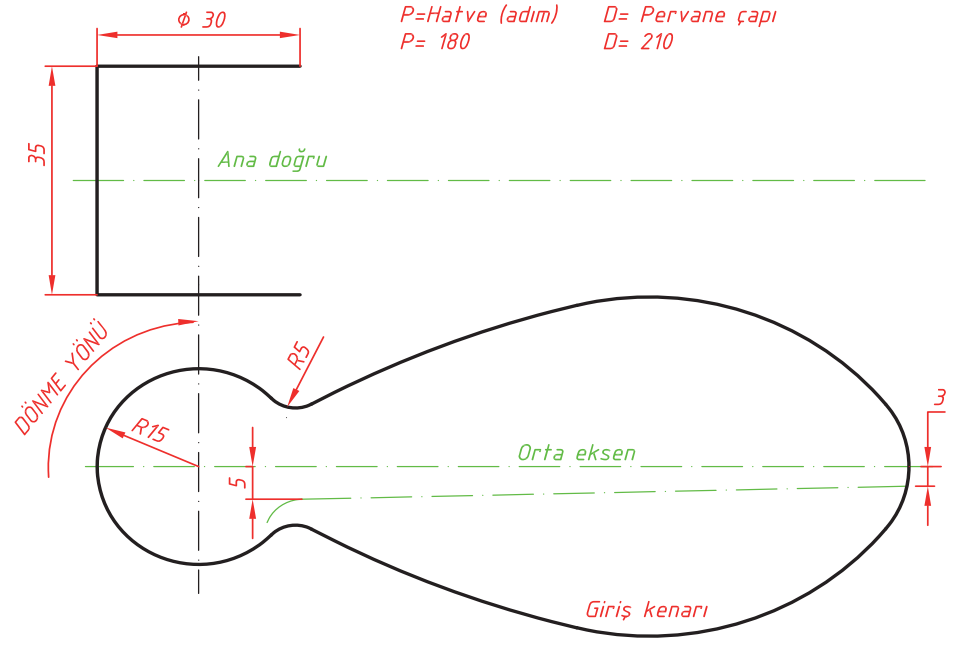
http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=29590

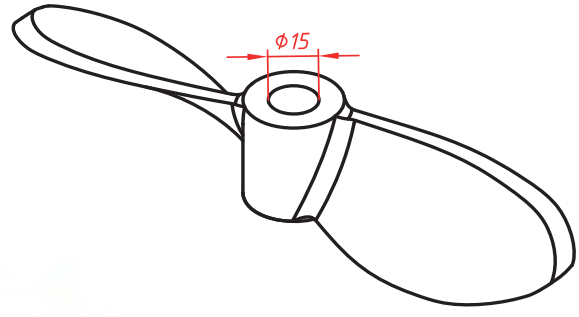
ÖĞRENME BİRİMİ	11. HELİS VE PERVANE MODELLEMELERİ	UYGULAMA 11.8.
KONU	ÖRNEK UYGULAMALAR	SÜRE .....DERS SAATİ

PERVANE (İKİ AĞIZLI)

P=Hatve (adım) P= 180

D= Pervane çapı D= 210







ÖĞRENCİNİN		VERİLEN İŞİN		MALZEME	. . . . .
Adı ve Soyadı		Başlama Tarihi	..... /.... / 20.....	Dökme demir (DDL)	MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
Sınıf / No.		Bitirme Tarihi	..... /.... / 20.....		

DEĞERLENDİRME										DERS ÖĞRETMENİ
Modelin Değerlendirmesi							İSG Kuralları	Zaman	Toplam	Adı ve Soyadı İmzası
Verilen Puan							10	10	100	
Alınan Puan										

ÖĞRENCİ İŞ TAKİP ÇİZELGESİ

..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:..... SINIFI:..... NO:.....

TARİH	ÇALIŞTIĞI SAAT	YAPILAN İŞ	TEMRİNDE GEÇEN ZAMAN
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			

DERS ÖĞRETMENİ İMZA

ÖĞRENCİ İŞ TAKİP ÇİZELGESİ

..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:..... SINIFI:..... NO:.....

TARİH	ÇALIŞTIĞI SAAT	YAPILAN İŞ	TEMRİNDE GEÇEN ZAMAN
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			

DERS ÖĞRETMENİ İMZA

ÖĞRENCİ İŞ TAKİP ÇİZELGESİ

..... MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI:..... SINIFI:..... NO:.....

TARİH	ÇALIŞTIĞI SAAT	YAPILAN İŞ	TEMRİNDE GEÇEN ZAMAN
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			
...../...../20.....			

DERS ÖĞRETMENİ İMZA

KAYNAKÇA

- FİLİZER Ziya, İRKİN Orhan Ziya, Genel Makine Modelciliği 1, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1978
- FİLİZER Ziya, İRKİN Orhan Ziya, Genel Makine Modelciliği 2, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1979
- EKMEKÇİ Nurettin, Makine Model Meslek Resmi, S.H.Ç.E.K. Basımevi, Ankara, 2001
- ÇELİK M.Nuri, İRKİN Orhan Ziya, UĞUN Turgut, ANLAŞAN İsmet, AKALIN Mustafa, Makina Modelciliği İş ve İşlem Yaprakları Sınıf I, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 1989
- ÇELİK M.Nuri,İRKİN Orhan Ziya, UĞUN Turgut, ANLAŞAN İsmet, AKALIN Mustafa, Makina Modelciliği İş ve İşlem Yaprakları Sınıf 2, Milli Eğitim Basımevi Ankara, 1989
- FİLİZER, Ziya, Ziya Orhan İRKİN, İsmet ANLAŞAN, Nihat DEMİRCİOĞLU, Makine Modelciliği Bölümü İş ve İşlem Yaprakları Sınıf 3, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1979
- Temel Modelleme İşlemleri Modülü, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 2011
- Dik Maçalı Modelleme Modülü, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 2011
- Yatık Maçalı Modelleme Modülü, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 2011
- Model ve Döküm Resmi Modülü, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 2011
- KARACA Osman, AYDIN Ayhan, YILDIZELİ Yakup, Modelcilik Ders Notları ve Model Resimleri Çizimleri, Sivas, 2023.
- BOYLAS Hasan, YILDIRIM Levent, Modelcilik Ders Notları ve Model Çizimleri, Kayseri, 2023.
- Görseller yazarlar tarafından ortak olarak hazırlanmıştır.