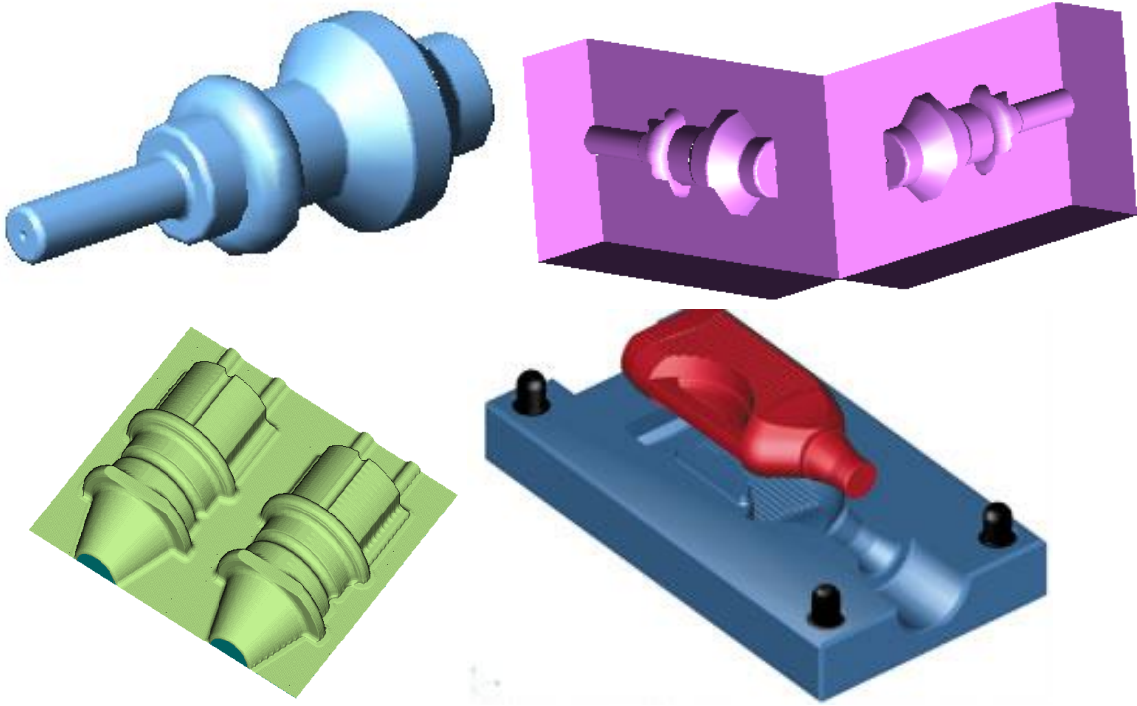


CAM
BİLGİSAYAR DESTEKLİ İMALAT
Uygulamalı CAD/CAM-I

CAD/CAM KAVRAMLARINA GİRİŞ
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM
BİLGİSAYAR DESTEKLİ İŞLEM PLANLAMA
CAD/CAM YARDIMI İLE CNC PARÇA PROGRAMI TÜRETİLMESİ
CAD/CAM SİSTEMLERİNDE VERİ İLETİMİ
CNC TEZGAHLARDA İMALAT
Catia İle Tasarım, Montaj, Animasyon ve İmalat
İŞLEME YÖNTEMLERİ, PARÇA TASARIM, SİMÜLASYON VE İMALAT ÖRNEKLERİ



BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE İMALAT

(CAD/CAM)
Catia İle İmalat
DERS NOTLARI

DOÇ.DR. İHSAN KORKUT

CAD/CAM KAVRAMLARINA GİRİŞ

Üretimde verimliliği ve kaliteyi arttırmak amacıyla 20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren iki yaklaşım söz konusu olmuştur. Bunlardan biri;

CAD-Computer Aided Design (BDT-Bilgisayar Destekli Tasarım)

diğeri ise;

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

kavramlarıdır.

CAD, bilgisayarı tasarımın oluşturulmasında ve üzerinde değişiklikler yapılmasında kullanan, ürünün ekranda izlenmesine imkan veren işlemlerin bütünüdür. BDT (CAD), BDÜ (CAM) ile birleşerek bir entegrasyon olarak kullanılmaktadır. Günümüzde pek çok üretim tesisinde BDT (CAD), tek başına kullanılmaktadır. BDT'nin üretim sistemlerindeki rolü; "ürün tasarımını" gerçekleştirmek ve üretim için gerekli olan "veri tabanı"nı hazırlamaktır. Üretilebilecek parça boyutlarının yanında gerekli tüm teknik bilgileri bu veri tabanında toplayıp, saklamak mümkündür.

CAM sistemlerinde prensip, üretimin bütün safhalarında bilgisayar yardımının alınmasıdır. Tezgahların kontrolü, işlem planlaması, malzemelerin taşınması, kalite kontrol safhaları, bu sistem içerisinde bilgisayarın kullanılma yerleridir. Bu açıdan BDÜ (CAM) genel olarak, "Bir hammaddeyi satışa hazır hale gelmiş ürüne çeviren, bilgisayar kontrollü üretim teknikleri ve onların ön hazırlık basamaklarının tümü olarak tanımlanabilir. Bu tanımdan B.D.Ü. dendiğinde bilgisayar kontrollü tezgahlar ile yapılan üretim anlaşılmaktadır. Bu tezgahlar B.D.Ü.'nün sadece bir bölümü olup, üretilcek parçalar için gerekli tezgah programları "Bilgisayar Destekli İşlem Planlama" programları yardımı ile hazırlanır ve tezgah hafızasına yüklenir.

CAPP-Computer Aided Process Planning (BDİP-Bilgisayar Destekli İşlem Planlama)

Bilgisayar destekli üretim içindeki en büyük zorluklardan biri de Bilgisayar destekli tasarımda hazırlanmış ürün bilgilerine bağlı olarak tezgah programlarının hazırlanması ve ilgili tezgaha zaman kaybetmeden aktarılmasıdır. CAD ile CAM arasındaki bu boşluk CAPP ile tamamlanmaktadır. CAPP üretimin en güç aşamalarından biridir. Bu adımda, tasarımcının tecrübeleri ön plana çıkmaktadır. Tasarımcı, CAD veri tabanındaki ürünün işlenmesi ile bilgileri herhangi bir program yardımıyla ortaya koyar. Bu bilgilerin çıkarımı, ürün üzerindeki tezgah operasyonlarının sıralanması, tezgah fonksiyonlarının harekete geçirilmesi, ilgili bilgilerin dökümü ve CA/CAM sisteminde kullanılan tezgahın formatına dönüştürülmesi ve tezgah hafızasına aktarılması bu adımın temel öğeleridir. Özetlemek gerekirse, CAM ile bir ürün kullanıcıya sunulmadan önce aşağıdaki işlemlerden geçmektedir:

-Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarından biri ile tasarımın yapılması

-Bilgisayar destekli işlem planlaması yaparak herhangi bir tezgah için gerekli üretim programının hazırlanması

-İşparçasının "Bilgisayar denetimli bir tezgahta (CNC) üretilmesi"

Genellikle işlem planlama programları, belirli bir talaşlı üretim metodu için hazırlanmaktadır. Örneğin, tornalama, frezeleme veya delme işlemi gibi. Daha sonra bu yazılımlar bir araya getirilip yazılım paketleri (software) oluşturulmaktadır. Bir tek NC tezgah için program hazırlanabileceği gibi, bir programın bir çok tezgahta kullanılmasına imkan verecek post processor (son işlemci) 'ler geliştirilmiştir. Son işlemciler, kesicinin izleyeceği yolu, kullanılacak tezgahın formatına göre hazırlayan bilgisayar programlarıdır.

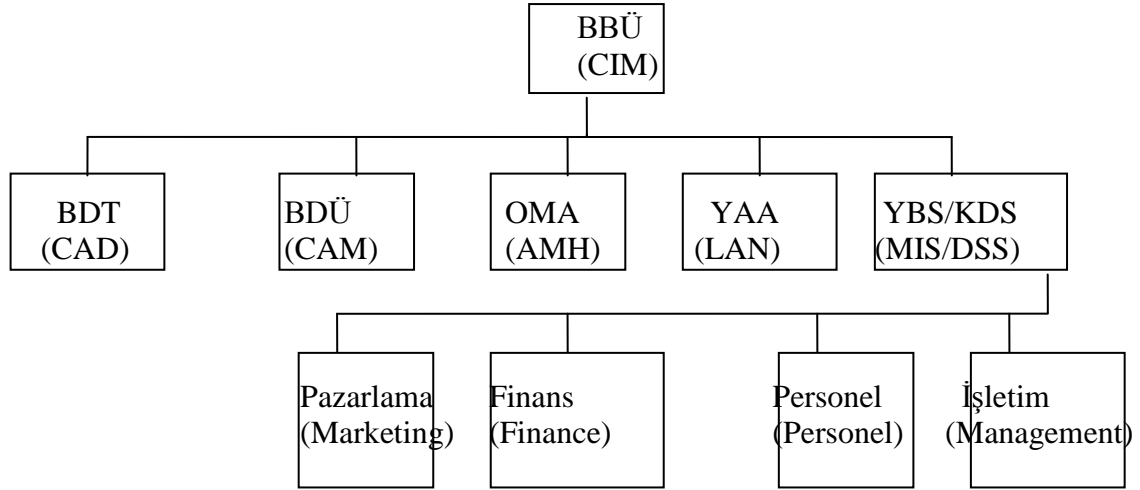
CAM
(BDÜ)
Bilgisayar
Destekli
Üretim

CAD (BDT) Bilgisayar destekli tasarım
CAPP (BDİP) Bilgisayar destekli işlem planlaması
CNC (BSD) Bilgisayarlı sayısal denetim ile işleme

CIM-Computer Integrated Manufacturing (BBÜ-Bilgisayar Bütünlüklü Üretim)

BBÜ (Bilgisayar bütünlüklü üretim, bir çok küçük yapı taşının ortaya çıkardığı bir bütündür. Bilgisayar kontrollü tezgahlar, ana bilgisayarlar, yazılımlar, yerel ağlar, bilgisayarlı idari sistemler vb. BBÜ denince hatırlanan bir kaç alt fonksiyondur.

BBÜ'nün Yapı Taşları

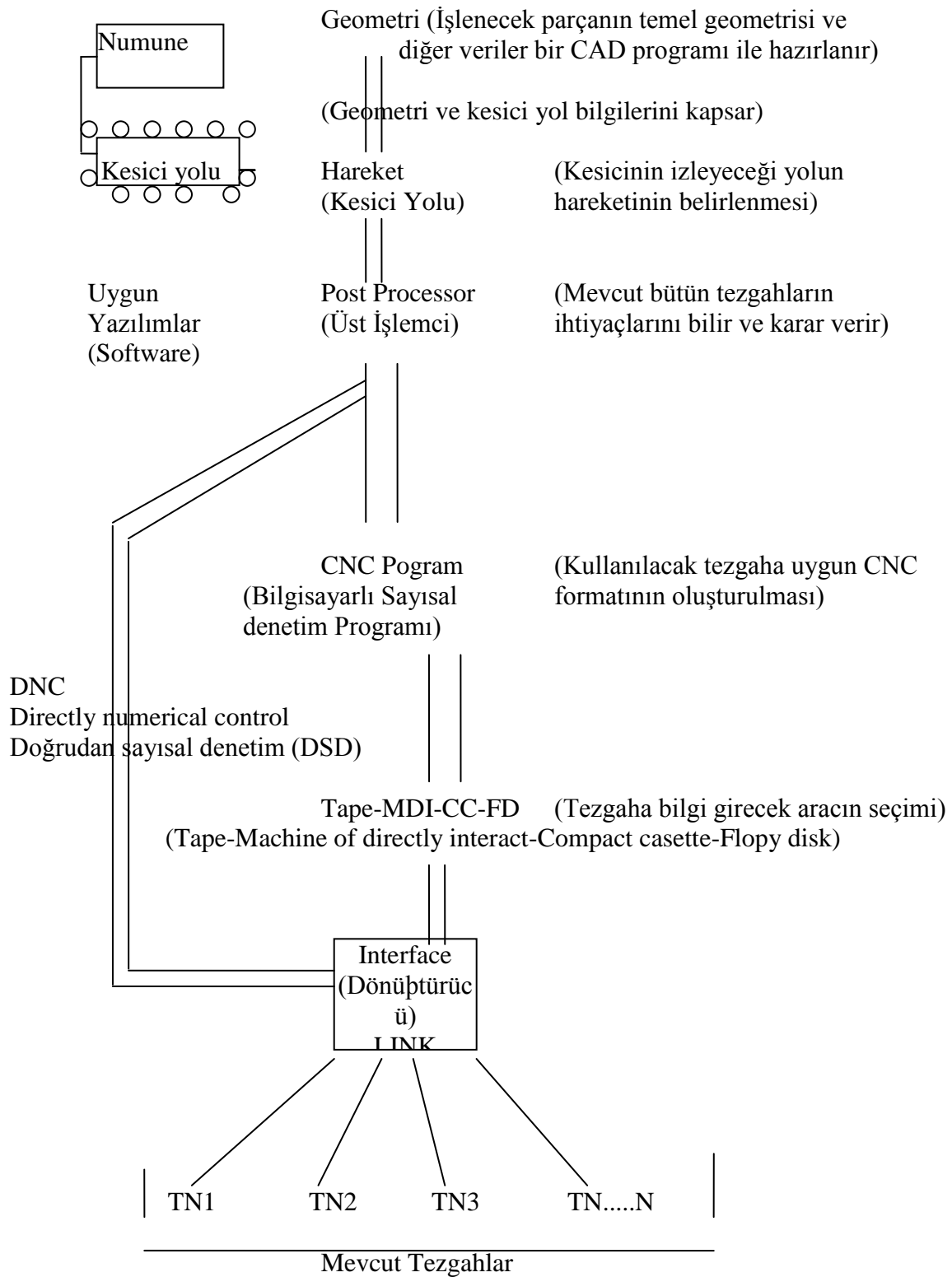


Kısaltmalar:

BBÜ	:Bilgisayar bütünlüklü üretim	(CIM-Computer	Integrated
Manufacturing)			
BDT	:Bilgisayar destekli tasarım	(CAD-Computer aided design)	
BDÜ	:Bilgisayar destekli üretim	(CAM-Computer aided manufacturing)	
OMA	:Otomatik malzeme alımı	(AMH-Automatic material handling)	
YAA	:Yerel alan ağı	(LAN-Local area network)	
YBS	:Yönetim bilgi sistemi	(MIS-Management Information system)	
KDS	:Karar destek sistemleri	(DSS-Decission support system)	

Bilgisayar bütünlüklü üretim sisteminde, tasarım ve tezgah operasyonlarını içeren kısımlar BDT ve BDÜ'dür.

CAD/CAM'in safhaları:



Koordinat Sistemleri

CAD/CAM sistemlerinde kullanılan 3 tür koordinat sistemi vardır.

- 1-) Mutlak (Absolute) koordinat sistemi
- 2-) Eklemeli (Incremental) koordinat sistemi
- 3-) Polar (Polar) koordinat sistemi

Bir CNC parça programı içerisinde tek bir koordinat sistemi veya karma olarak, birden fazla sistem kullanılabilir. Hangi koordinat sisteminin kullanılacağına kullanıcı karar verir. Her üç koordinat sistemide Metrik veya Inch ölçü sistemini kabul eder.

Mutlak (Absolute) koordinat sistemi G90 kodu ile ifade edilir. Bütün ölçüler sürekli olarak orjin noktası referans alınarak ölçülür. CNC programlarında mutlak koordinat sisteminin kullanımı basit görünmesine rağmen kompleks parça programlarında tercih edilmez. Program içerisinde herhangi bir eksen de değişiklik yapıldığında aynı değişikliklerin programın geri kalan kısmında yapılması gerekir.

Eklemeli koordinat sistemi G91 kodu ile tanımlanır. Bütün ölçüler kesicinin son bulunduğu nokta esas alınarak verilir. Özellikle karmaşık CNC parça programlarında en çok bu koordinat sistemi tercih edilir. İmalat sırasında olabilecek ölçü veya toleransların düzeltilmesinde çok kullanışlıdır.

Polar koordinat sisteminde herhangi bir nokta konumunun tanımlanması belirlenen bir orijine göre boyut ve açısal değerlerle yapılır.

CAD/CAM (BDT/BDÜ) VERİ İLETİMİ

CAD/CAM (BDT/BDÜ) (Bilgisayar Destekli Tasarım - Bilgisayar Destekli Üretim) Grafik Standartları

Sayısal denetimli tezgahların sanayide kullanımının günden güne artması, bu tezgahlar için iş hazırlama prensiplerinin tekrar gözden geçirilmesini zorunlu kılmıştır. İlk sayısal denetimli tezgahın üretiminden günümüzde en gelişmiş sayısal denetimli tezgahlarda dahi insan faktörü önemli bir yer tutar. Özellikle tasarım aşamasında kaynaklanan hatanın en aza indirilmesi gözlenen hedef olmalıdır. Düşünceden ürüne giden yoldaki ürün çeviriminde, tasarımcının parça modelini herhangi bir metod yardımıyla hazırlaması gerekmektedir. Bu aşamada harcanan zaman ne kadar aşağıya çekilirse tasarım maliyeti o kadar azalmış olur. Bir diğer önemli nokta ise, BDT modelinden imalat, analiz, değerlendirme, montaj ve kalite kontrol gibi işlemlerden en uygun değerlere ulaşabilmek için gerekli bilgilerin çıkarılmasıdır. Bu amaçla modelle ilgili bilgilerin her hangi bir standart veri yapısında sistemler arası veri değişimi ve daha sonraki değerlendirmeler için saklanması gerekir. Bu işlemi gerçekleştirecek veri formatlarının ürünle ilgili olarak aşağıdaki dört bilgiyi içermesi gerekir (1)

Biçim bilgileri
Biçim dışı bilgiler
Tasarım bilgileri
Üretim bilgileri

Parçanın hem geometrik hemde topolojik bilgileri biçim bilgisi içinde değerlendirilir. Biçim dışı bilgiler, gölgelenmiş görüntüler, veri yapısı ile ilgili değerler vb. içerir. Tasarım bilgileri; analiz amaçları için geometrik modellerden tasarımcının oluşturduğu bilgileri kapsar. Kütle, moment, sonlu modellerden tasarımcının oluşturduğu bilgileri kapsar. Kütle, moment, sonlu eleman ağ bilgileri bu sınıfta bulunabilecek bilgilere örnektir. İmalat bilgisi içinde ise; tezgahlar, kesici yolu, toleranslar, işlenecek malzemeler, yüzey pürüzlülüğü, işleme değişkenleri (kesme hızı, ilerleme vb.) soğutma sıvısı gibi üretimle ilgili bilgiler bulunur. Bütün bu bilgilerin bir kısmını veya tümünü bünyesinde bulunduran IGES, SAT, DIN, TAB, VDA/FS, XBS, ESP, DXF, PDES gibi standart veri yapıları, sistemler arası veri değişiminde sıklıkla kullanılan yapılardır.

DXF Formatının Yapısı

Özellikle sayısal denetimli tezgahlar için gerekli olan verilerin çıkarılmasında IGES (Initial Graphics Exchange Specification) ile en çok kullanılan veri dönüştürme standardı DXF'dir. Bu format dört genel bölümden meydana gelmiştir (1).

Başlık kısmı
Tablolar kısmı
Bloklar kısmı
Ögeler kısmı

Başlık (Header) kısmında, çizimle ilgili değişken değerleri mevcuttur. Her bir değişken çeşitli komutlarla belirlenir. Adını veren bir 9 gurubu ve bunu izleyen değerini veren bir gurupla belirtilir. Örneğin bir pahın X ve Y boyutlarının tanımlanmasında sırayla \$CHAMFERA ve \$CHAMFERB değişkenleri kullanılır. Birinci değişkenin 40 bayrağının altındaki değer pahın X boyutunu, diğer değişkenin 40 bayrağının altındaki değer ise pahın Y boyutunu belirtir. Sayısal denetimli bir tezgahta bu pahın işlenmesinde, veri yapısından “pah” elemanı

tanımlandığında kesicinin başlangıç ve hedef noktalarının tanımlanması bu elamana ait yukarıda değinilen değişkenlerden çıkarılabilir.

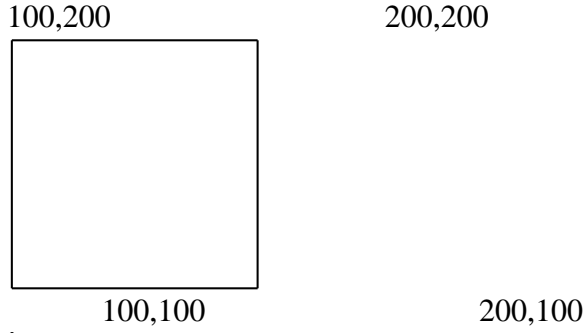
Tablolar (TABLES) kısmında, her bir değişken sayısında tablo girişini kapsayan çeşitli tablolar mevcuttur. Bu kısımdaki her tablo "TABLE" etiketi olan bir "0" gurubu ile başlar. Bunu, tabloyu adlandıran bir "2" gurubu (VPORT, LTYPE, LAYER, STYLE, VIEW, UCS, DWGMGR vb.) ve bundan sonra gelebilecek tablo girişlerinin en çok sayısını belirleyen "70" gurubu izler her tablo sonu "ENDTAB" değeri olan bir "0" gurubu ile sonlandırılır.

VPORT tablo gurubunda, belirli bayraklar altında (10, 20, 11, 21, 12...78) görünüm yüksekliği, pencereleme işlemleri vb. gibi görüntüleme ile ilgili özellikler, görünüm yüksekliği, pencereleme işlemleri vb. görüntüleme ile ilgili değişkenler bulunur. LTYPE gurubunda çizgi tipi, çizginin konfigürasyon özellikleri yer alır. Bilgisayar destekli tasarım modelinin bulunduğu katmanın özellikleri (renk, çizgi tipi vb). LAYER gurubundaki çeşitli bayraklar altında; yazı yüksekliği, en katsayısı, eğiklik açısı, son kullanılan yükseklik font çeşitleri gibi yazı ile ilgili özellikler STYLE, modele ait görüntüleme nitelikleri VIEW tablosunda yer alırken, kullanıcı koordinat sistemi özellikleri UCS'de ve tasarımcının kullanımına açık bırakılmış alanlar DWGMGR gurubunda bulunur.

Bloklar (BLOCKS) kısmı, modellemede kullanılan tüm blokları içerir ve bütün öğeler BLOCK ve ENDBLK öğeleri arasında tanımlanır. Örneğin "HATCH" komutuyla elde edilen elemanlar blok özellikli olup bu kısımda yerini almaktadır. Ayrıca tasarımcının modelin oluşturulması anında herhangi bir isim vererek oluşturduğu "kullanıcı blokları" çizim özellikleri ile beraber bu kısımda yer almaktadır.

Özellikle modelin geometrik elemanlarının koordinatlarının ve değişkenlerinin (bir kavisin yarıçap tanımlaması gibi) tanımlandığı ÖGELER (ENTITIES) kısmıdır. Her öge tipini belirten bir gurup "0" gurubu ile başlar ve ögenin üzerinde bulunduğu katmanın adını içeren bir "8" gurubu ile devam eder. Her ögeye ait yükseklik, kalınlık, çizgi tipi veya renk bilgisi bu kısım içinde yerini almaktadır. Örneğin bir çizginin tanımlanmasında, başlangıç noktasının koordinatları 10, 20, 30 bayrakları altında sırayla, X, Y, Z koordinatlarıyla tanımlanırken, bitiş koordinatları 11, 21, 31 bayrakları altında X, Y, Z koordinatlarıyla belirtilmektedir.

Dosya, EOF (End Of File) “Dosya sonu” belirteci ile sona erdirilir. Aşağıdaki örnekte bir 100 x 100’lük bir karenin çizimi için oluşturulmuş DXF formatı verilmektedir (1).



İncelenen DXF Parçasının Koordinatları

100 x 100’lük Karenin DXF Dosyası

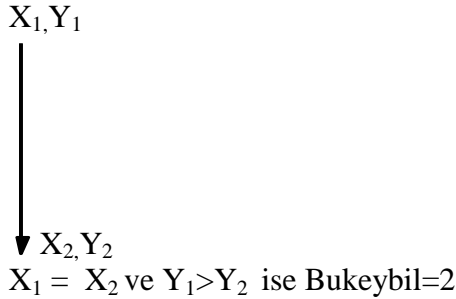
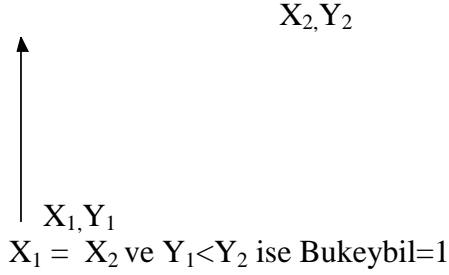
0	Bir ögenin, tablo vericisinin veya dosya ayırıcısının başlangıcı
SECTION	
2	Bir ad, nitelik etiketi, blok adı
HEADER	
9	
\$ACADVER	Autocad sürümü
1	Bir ögenin birincil yazı değeri
AC1009	Sürüm numarası
9	
\$INSBASE	WCS yerleştirme temel numarası
10	X
0.0	
20	Y
0.0	
30	Z
0.0	
9	
\$EXTMIN	Çizimin sol alt köşesi
10	
100.0	
20	
100.0	
30	
0.0	
9	
\$EXTMAX	Çizimin sağ üst köşesi
10	
455.0	
20	
256.011626	
30	
0.0	
9	
\$LIMMIN	Ekranın sol alt köşesi
10	

0.0
20
0.0
9
\$LIMMAX Ekranın sağ üst köşesi
10
410.0
20
297.0
9
\$ORTHOMODE Sıfırdan farklıysa dikey mod açık
70
0 Mod kapalı
9
\$REGENMODE Sıfırdan farklıysa yeniden türetme modu açık
70
1 Mod açık
9
\$FILLMODE Sıfırdan farklıysa doldur modu açık
70
1 Mod açık

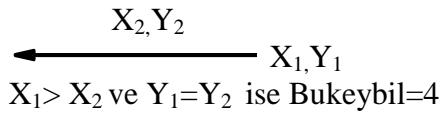
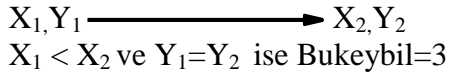
DXF Formatından Veri Çıkarımı:

Prizmatik parçaların modellenmesinde temel olarak 12 profil kullanılmakla beraber profil değişkenlerine verilen cevaplarla, yüzeylerin parça üzerinde konumlanmasına göre birçok profil tanımlaması yapılmaktadır. Adı geçen profiller, veri çıkarımı sırasında oluşturulmuş olan kurallar yardımı ile tespit edilmektedir. Aşağıda bu kurallara örnek verilmiştir.

Dikey düzlem



Yatay düzlem

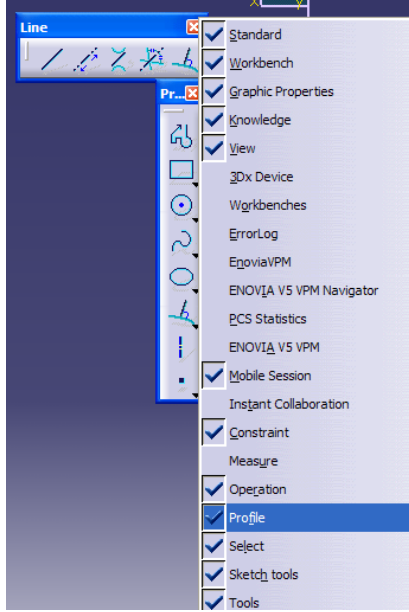


Parçanın modellenmesinin bitirilmesinden sonra program özelliği kullanılarak DXF formatında veri yapısı kurulur. Modelin oluşturulmasında yüzeyi belirleyen X ve Y koordinatlarında meydana gelen köşe noktalarıdır. Bu noktalar arasındaki ilişkiler birbiri ardına devam eden noktaların X ve Y koordinatlarının yüzeyin solundan başlayarak sağa doğru karşılaştırılması ile işlenecek özelliklerin tespit edilmesi sağlanır.

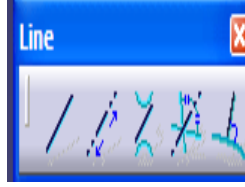
DXF formatının genel yapısında ifade edildiği gibi, parçanın biçim bilgileri, dosyanın ÖGELER (ENTITES) kısmında yer almaktadır. Yüzeyi belirleyen köşe noktalarının X değerleri bu kısımda 10 bayrağı altında, Y değerleri 20 bayrağı altında yer almaktadır. Bu bayrak adresleri kullanılarak X ve Y koordinatı “Köşe dizisi” adında bir diziye aktarılır. Birbirini takip eden iki X koordinatında değişme noktası yoksa, Y’lerde değişme meydana gelmişse bu dik bir yüzeyi, ters durumda ise yatay yüzeyi temsil eder. Bu yüzeylerin birleşmesi ile oluşan yeni yüzeyler aşağıdaki gibi bulunur.

IF (Bukeybil=2 and (Bukeybil=3) and (Bukeybil=1)) then yüzey=Düz kanal

Catia ile tasarım



Profile Toolbar'ın açılması için Profile komut sekmesi işaretlenmelidir.



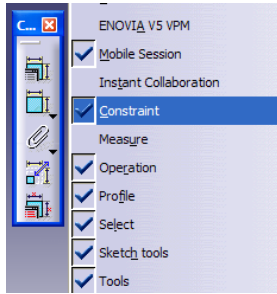
Line (Doğru-Çizgi)

Infinite Line (Sonsuz doğru çizim)

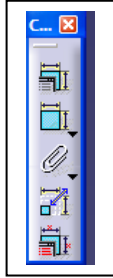
Bi-tangent Line (İki nesneye teğet doğru çizimi)

Bisecting line (Kesişme noktasından geçen doğru çizimi)

Line Normal To Curve (Seçilen bir nesneye dik doğru çizimi)



Constraint Toolbar'ın açılması için Constraint komut sekmesi işaretlenmelidir.



Constraint Defined in Dialog Box (Geometrik sınırlamaların tanımlandığı diyalog kutusu)

Constraint (Sınırlamalar)

Contact Constraint (Temas sınırlamaları)

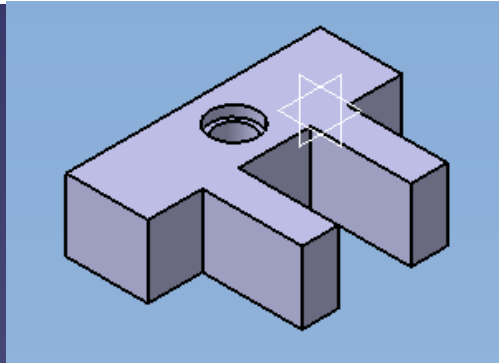
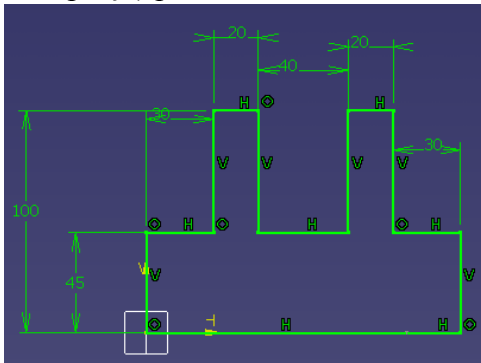
Fix Together (Birlikte sabitle)

Auto Constraint (Otomatik sınırlamalar)

Animate Constraint (Sınırlamaların animasyonu)

Edit Multi-Constraint (Sınırlamaların çoklu düzenlenmesi)

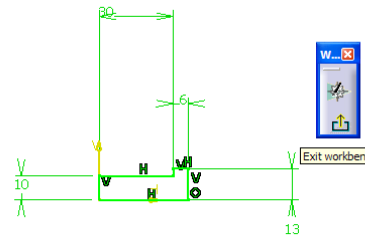
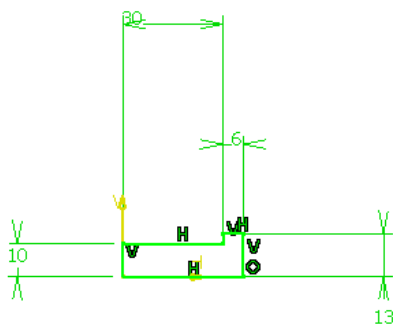
Catia’da montaj **Assembly Design** modülünde yapılır. Bunun için öncelikle, montaj yapılacak parçalar, **Part Design** modülü kullanılarak oluşturulmalıdır. Burada, esas parça (sabitlenecek olan parça) part1 olarak tasarlandı.



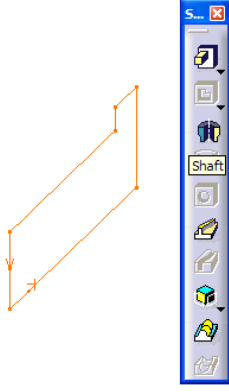
Part1

Daha sonra, Part1 tasarlanmasında 40 mm Pad komutu uygulanmıştır. Part üzerinde görülen kademeli delik Hole komutu ile oluşturulmuştur. Önce, parça üzerine çap 20 mm, boy 40 mm (Up To Next) delik oluşturuldu. Daha sonra çap 26 mm ve boy 6 mm kademe havşa başı oluşturuldu (Hole Definition-Type-Counterbored).

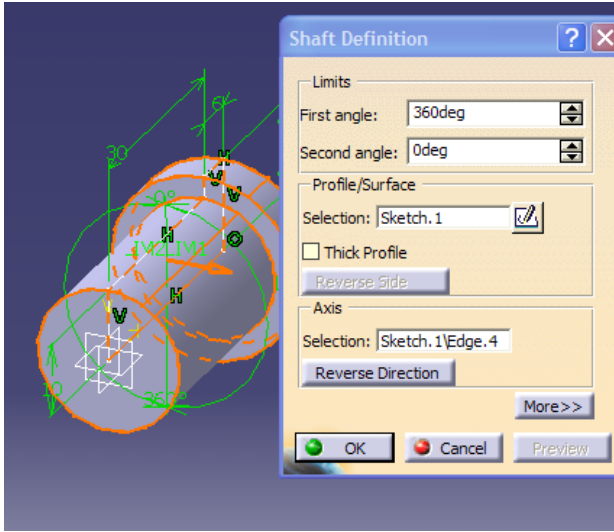
Part2 olarak, 20 mm’lik deliğe monte edilecek kademeli mil tasarlanmıştır. Part2 olarak şaft (Shaft) tasarımı yapıldığı için aşağıdaki ölçülerde sketch çizilmiştir.



Sketch
tamamlandıktan
sonra, Exit
workbench komutu
ile Part Design
modülüne geçiş
yapılmalıdır.

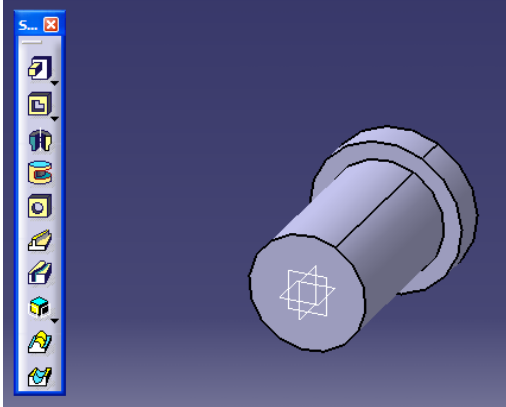


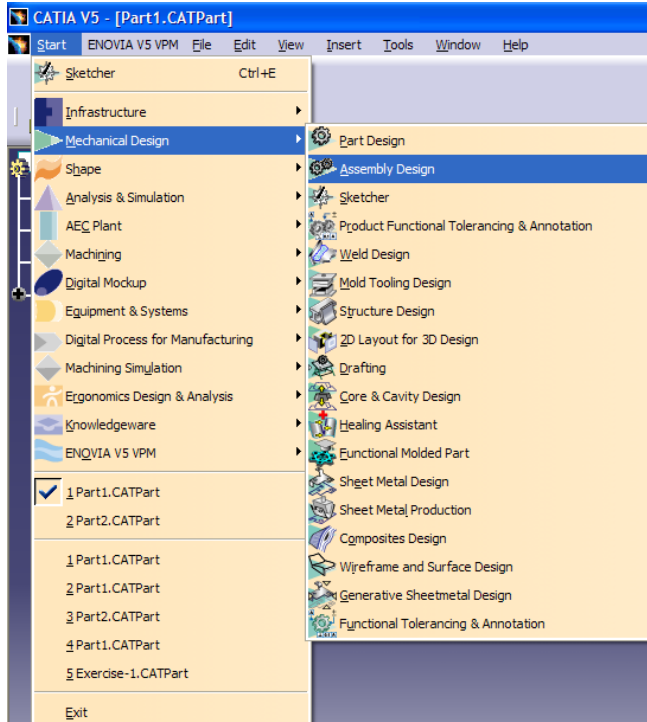
Part Design modülünde Shaft komutu uygulanmalıdır. Shaft komutu uygulandığında Shaft Definition diyalog menüsü ekrana gelir.



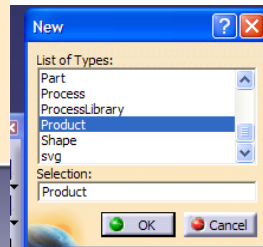
Shaft Definition diyalog menüsünde, Profile/ Surface komutu ile çizilen Sketch.1 seçildi. Axis komutu ile döndürme eksenini Sketch.1/Edge.4 tanımlanmalıdır. Daha sonra OK komutu uygulandığında, Shaft aşağıda görüldüğü gibi elde edilir.

Part2

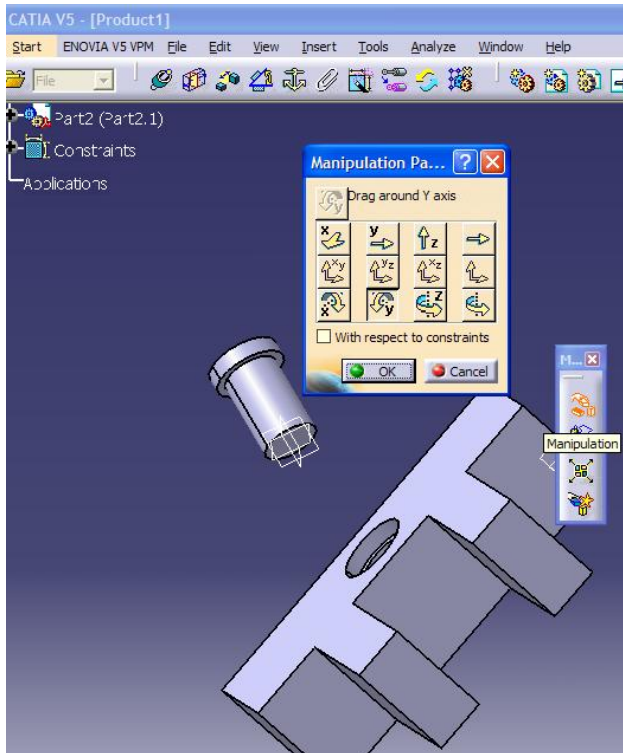




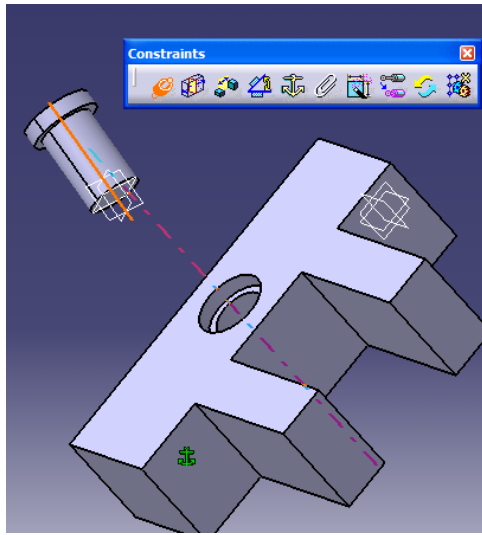
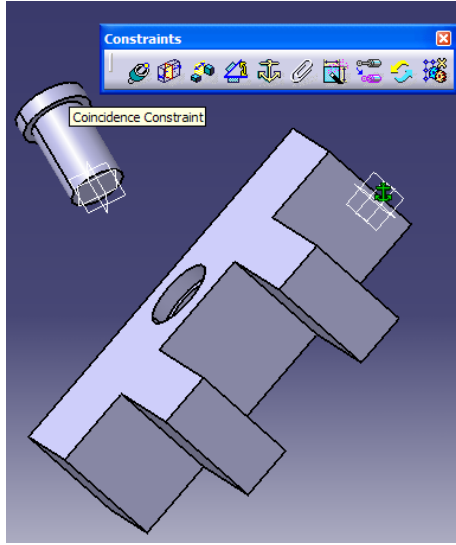
Montaj yapmak için yandaki komut dizini uygulanmalıdır (Start-Mechanical Design-Assembly Design). Veya aynı ekrana New+Product komutu uygulanır.



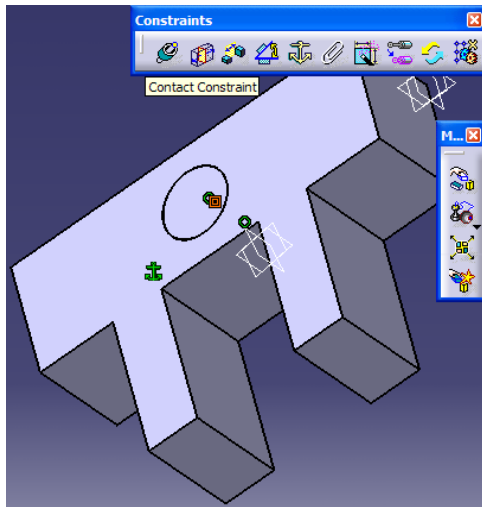
Product ekranı açıldıktan sonra Part1 ve Part2 parçaları, Product üzerine taşınmalıdır (veya kayıtlı dosyadan Exiting component komutu ile parça çağrılabilir).



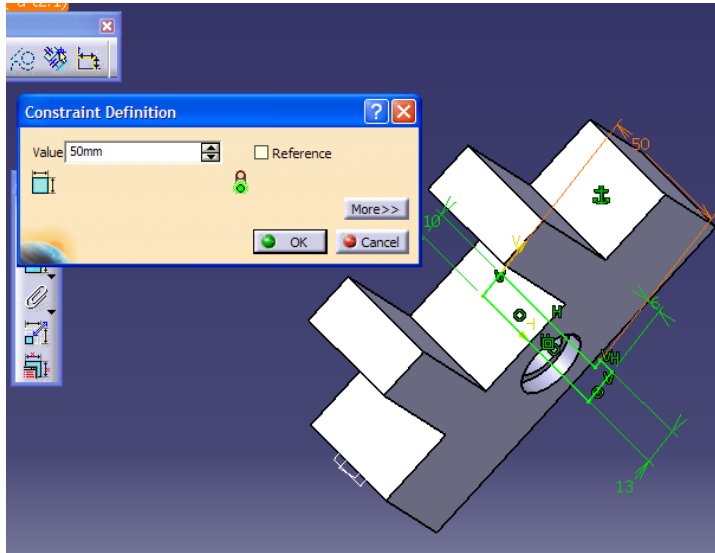
Manipulation komut menüsünden part2 xyz ekseninde taşınabilir ve xyz eksenlerinde döndürülerek montaj yapılacak parça delik kenarına yaklaştırılabilir. Yaklaştırma işleminden sonra ana parça fix komutu ile sabitlenmelidir. Sabitleme işleminden sonra Coincidence constraint komutu ile eksenler çakıştırılmalıdır. Otomatik güncelleme (Update) açık değilse her komuttan sonra Update komutu ile güncellenmelidir.



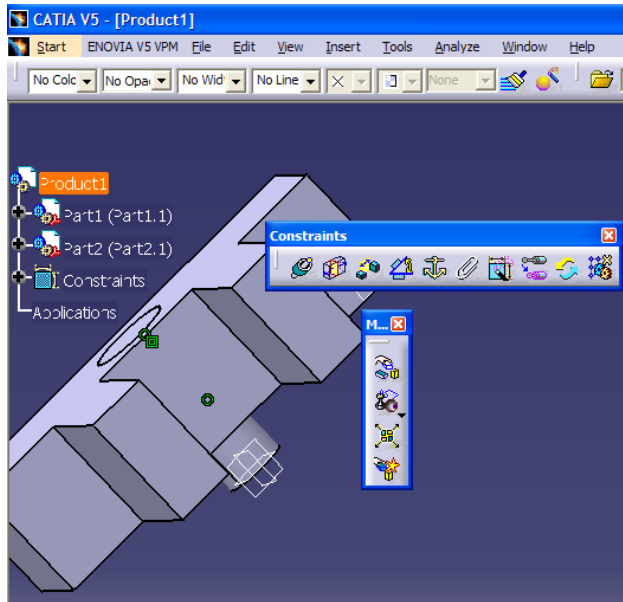
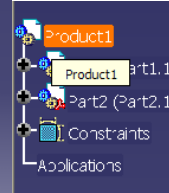
Coincidence constraint komutu ile eksenler çakıştırılır. Contact constraint komutu ile düzlemsel yüzeyler çakıştırılabilir. Ofset constraint komutu ile seçilen yüzeyler arasına mesafe girilebilir. Angle constraint komutu ile seçilen yüzeyler açısal olarak sınırlandırılabilir.



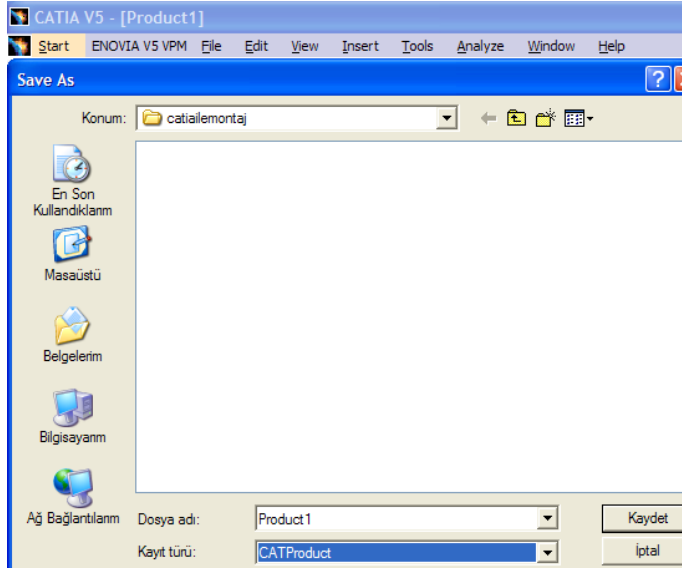
Contact constraint komutu ile düzlemsel yüzeyler seçilerek yanda görüldüğü gibi komut uygulanır ve montaj tamamlanır.



Montajdan sonra Shaft parçası kliklenerek Part Design ortamına geçiş yapılabilir. Örnekte Shaft boyu 30 mm' den 50 mm' ye yükseltildi. Shaft üzerindeki değişikliklerin Update olması için ürün ağacından Product komutu çift kliklenmelidir.



Montaj yapılan parçalar yanda görülmektedir. Montaj dosyası CATproduct file olarak kayıt edilir (Product1.CATproduct).



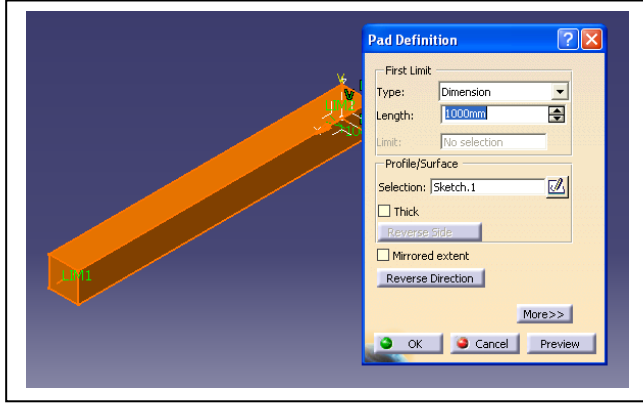
Simülasyon için;

- 1-Digital Mockup+DMU Kinematics komutları uygulanmalıdır.
- 2-Assembly Constraints Conversion komutu ile sınırlamaları tanımlanır.
- 3-Ürün ağacından Join ve Revolute komutu çift kliklenerek simülasyon hareketi tanımlanabilir.

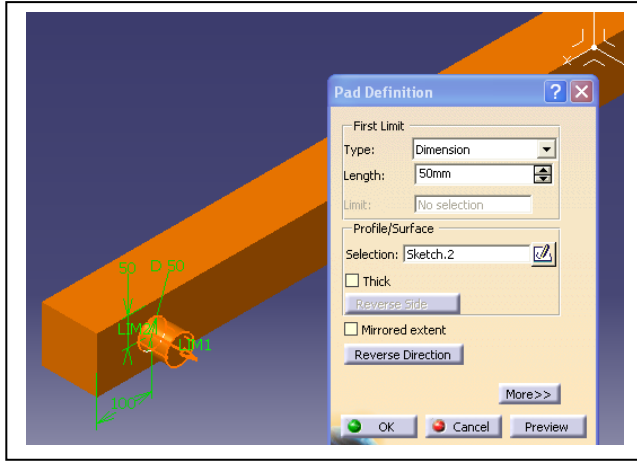
Montaj ve Simülasyon işlem sırası anlatılmıştır.

CATİA İLE MONTAJ-2

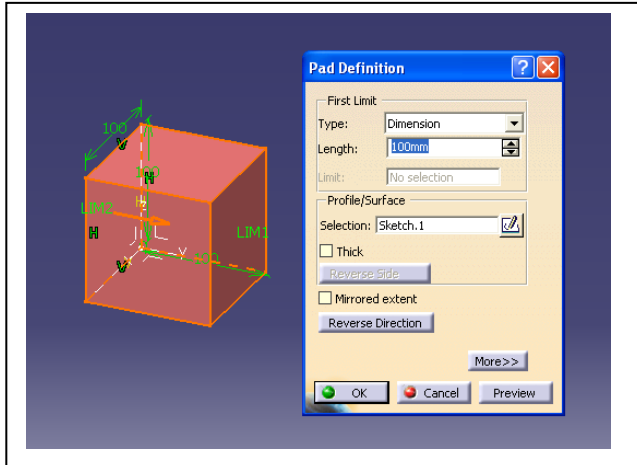
Catia'da montaj **Assembly Design** modülünde yapılır. Bunun için öncelikle, montaj yapılacak parçalar **Part Design** modülü kullanılarak üç boyutlu olarak çizilmelidir.



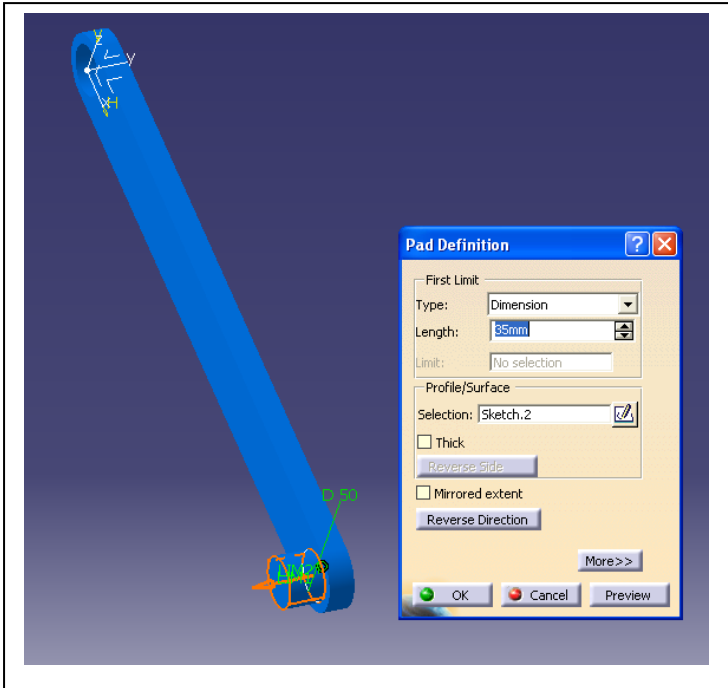
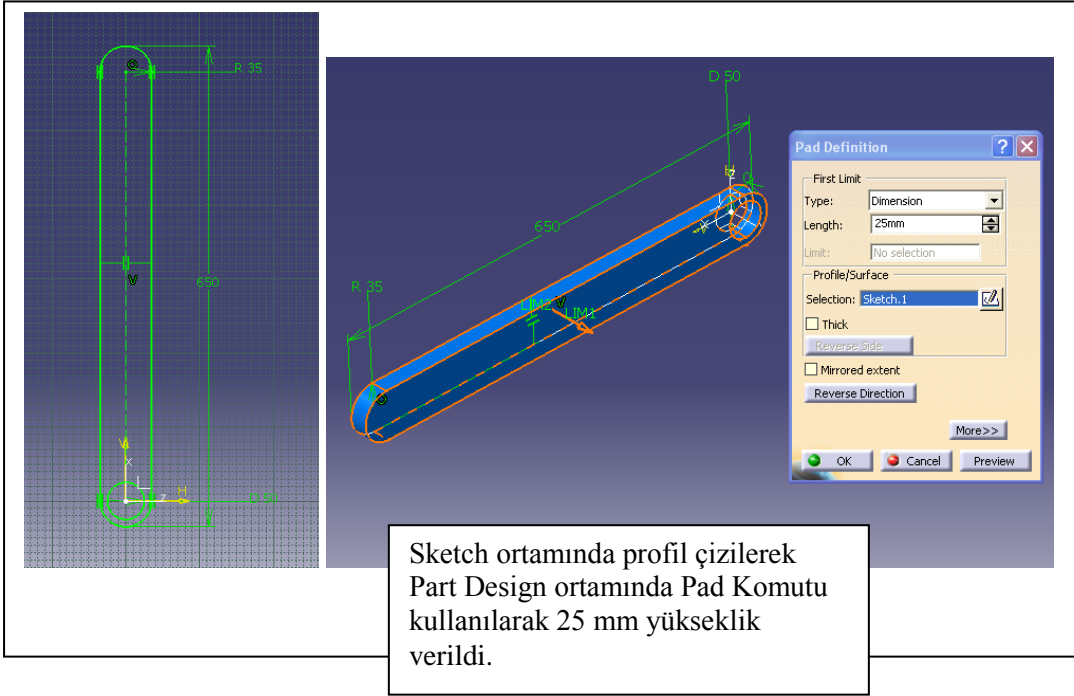
Sketch ortamında 100x100 ölçülerinde kare profil çizilerek Part Design Ortamında Pad Komutu kullanılarak 1000 mm yükseklik verildi.

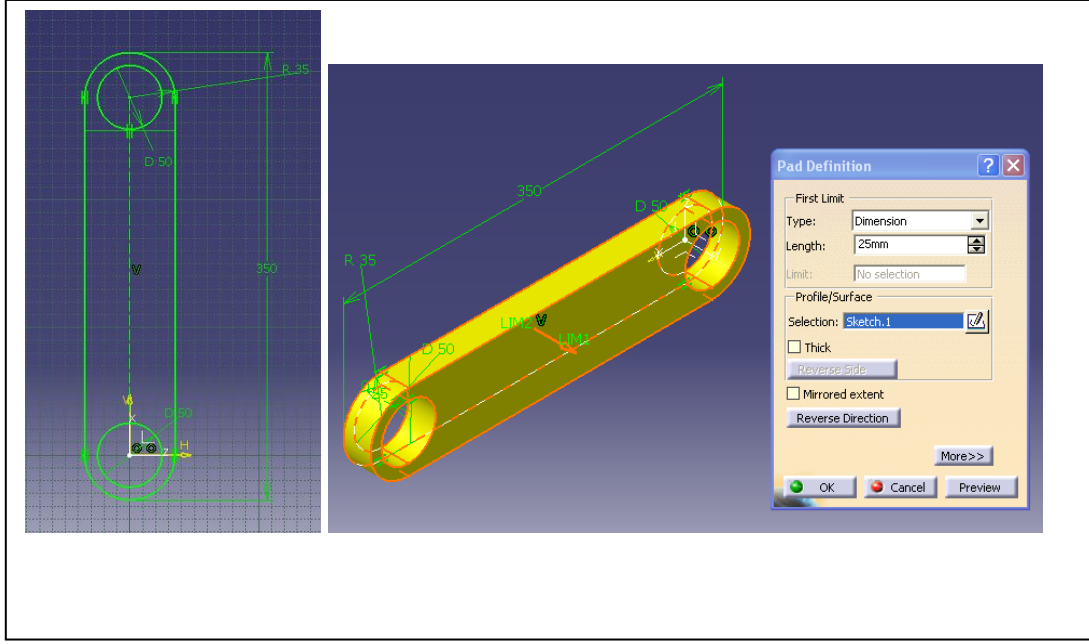


Sketch ortamında Parçanın yan yüzeyine 50 mm çapında circle çizilerek Part Design ortamında Pad Komutu kullanılarak 50 mm yükseklik verildi.



Sketch ortamında 100x100 kare profil çizilerek Part Design ortamında Pad Komutu kullanılarak 100 mm yükseklik verildi. Yine aynı parçanın yan yüzeyinin tam ortasına Sketch ortamında 50 mm çapında daire çizilerek part Design Ortamında 75 mm yükseklik verildi.

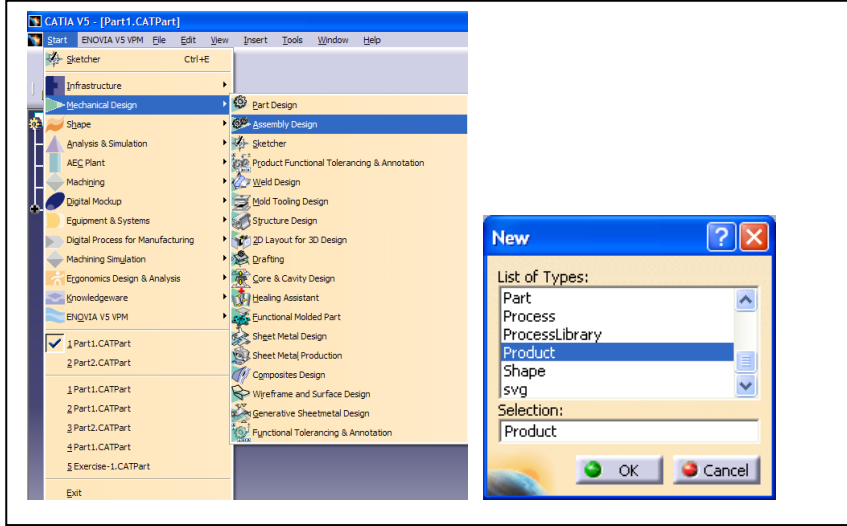




Sketch ortamında Profil çizilerek Part Design Ortamında Pad Komutu kullanılarak 25 mm yükseklik verildi.

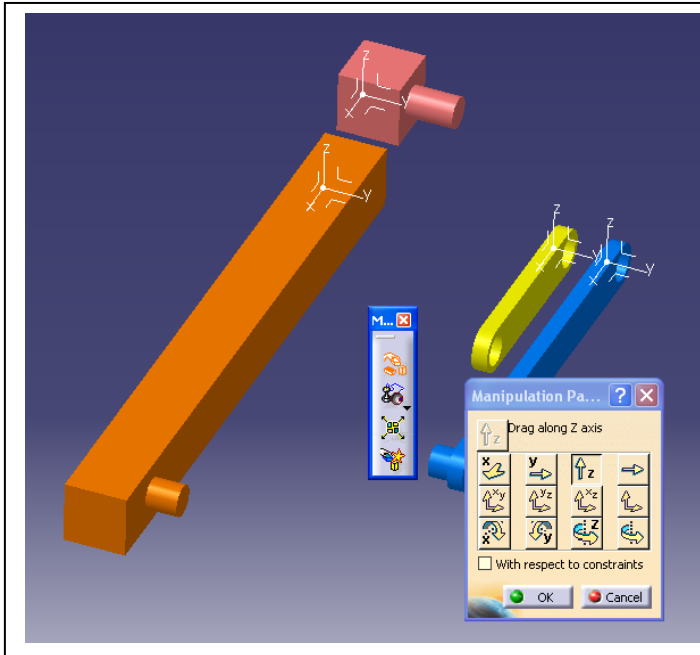
NOT1: Part1 parçası çizildikten sonra ürün ağacındaki part1 yazan isme sağ tuş tıklayıp Properties menüsüne girerek Product sekmesindeki Part Number kısmındaki isim 1 olarak değiştirildi. Aynı işlem diğer parçalar için de uygulandı.

NOT2: Part1 parçası çizildikten sonra ürün ağacındaki PartBody yazan yere sağ tuş yapıp Properties menüsüne girerek Graphic sekmesinde bulunan Fill kısmındaki color yeri değiştirilerek parçaya yeni renk tanımlanmış oldu. Aynı işlem diğer parçalar için de uygulandı.

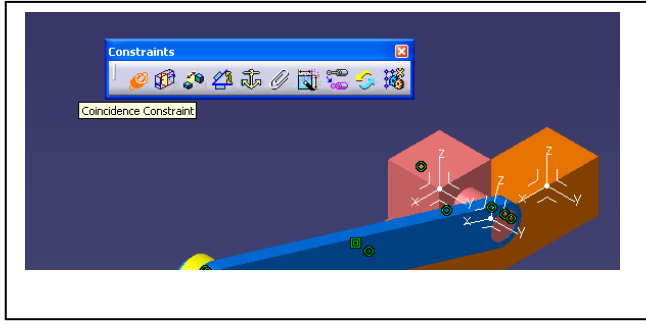


Montaj yapmak için yandaki komut dizini uygulanmalıdır (Assembly Design). Veya aynı ekrana New+Product komutu uygulanır.

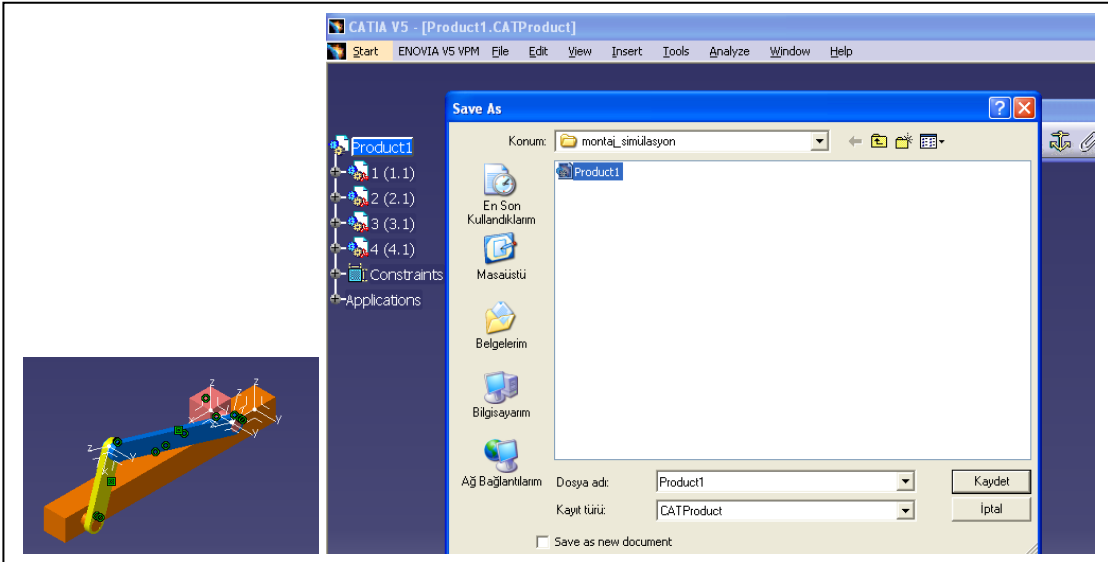
Product sayfası (yani montaj sayfası) açıldıktan sonra çizilen 1,2,3 ve 4 numaralı parçalar mausenin sol tuşu ile tutularak Product üzerine taşınmalıdır (veya kayıtlı dosyadan Existing component komutu ile parça çağrılabilir. Existing component komutunu tıkladıktan sonra ürün ağacındaki Product1 yazısına sol tıklayıp, açılan diyalog kutusundan kayıtlı parçalar çağrılabilir).



Move araç çubuğunda bulunan Manipulation komutu ile çağrılan parçalar xyz ekseninde taşınabilir ve xyz eksenlerinde döndürülerek montaj yapılacak yüzeylere yaklaştırılabilir. Yaklaştırma işleminden sonra ana parça fix komutu ile sabitlenmelidir. Sabitleme işleminden sonra Coincidence constraint komutu ile eksenler çakıştırılmalıdır. Automatic güncelleme (Update) açık değilse her komuttan sonra Update komutu ile güncellenmelidir.



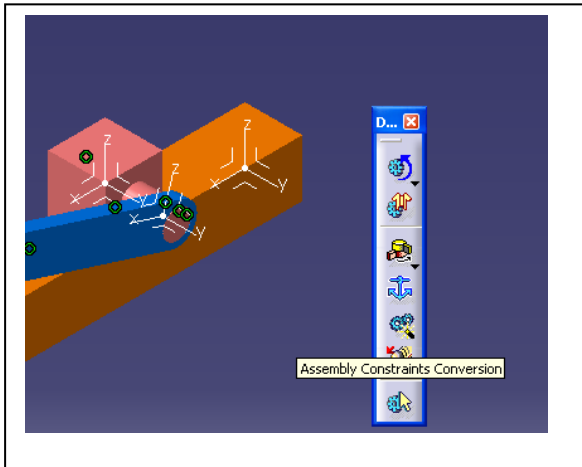
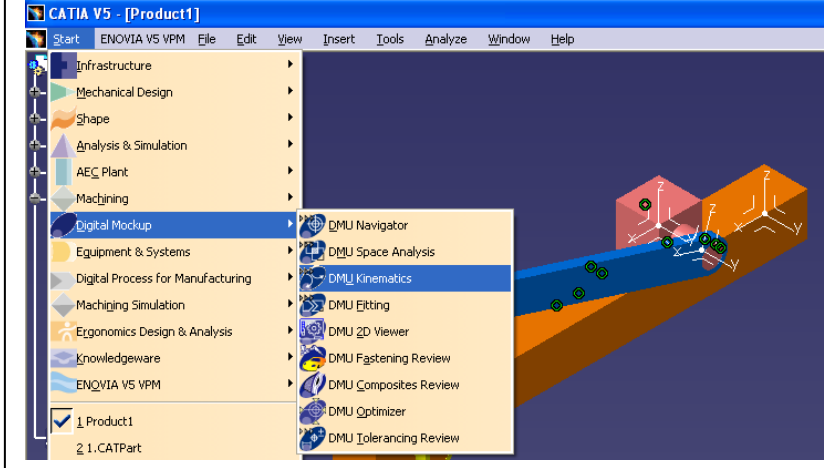
Coincidence constraint komutu ile eksenler çakıştırılır. Contact constraint komutu ile düzlemsel yüzeyler çakıştırılabilir. Ofset constraint komutu ile seçilen yüzeyler arasında mesafe girilebilir. Angle constraint komutu ile seçilen yüzeyler açısal olarak sınırlandırılabilir.



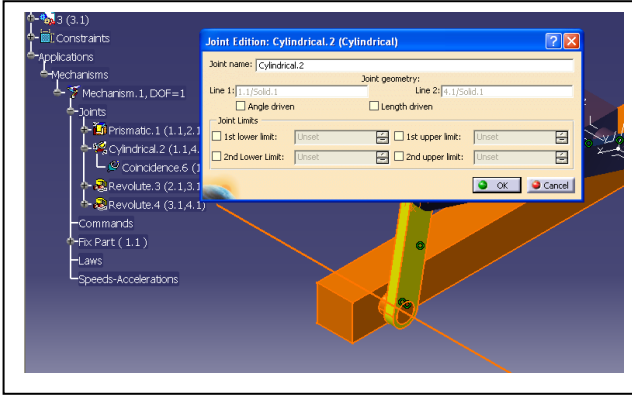
Montaj yapılan parçalar yanda görülmektedir. Montaj dosyası CATproduct file olarak kayıt edilir (Product1.CATproduct).

DMU KİNEMATİK ORTAMINDA HAREKET VERME

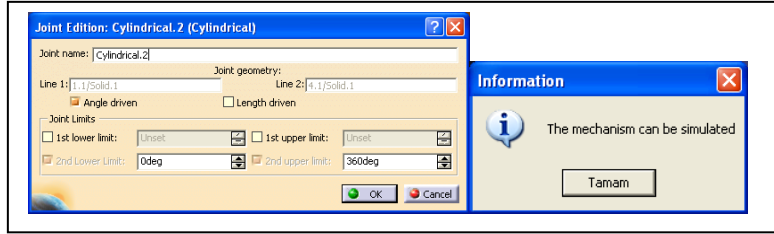
Catia ortamında tasarlanan mekanizma, DMU Kinematics modülü kullanılarak kinematik simülasyon verilir. Bunun için aşağıdaki dizin kullanılarak DMU Kinematics ortamına geçiş yapılır. DMU Kinematics ortamında hareket vermek için Assembly Design ortamında sınırlandırmalar doğru verilmelidir.



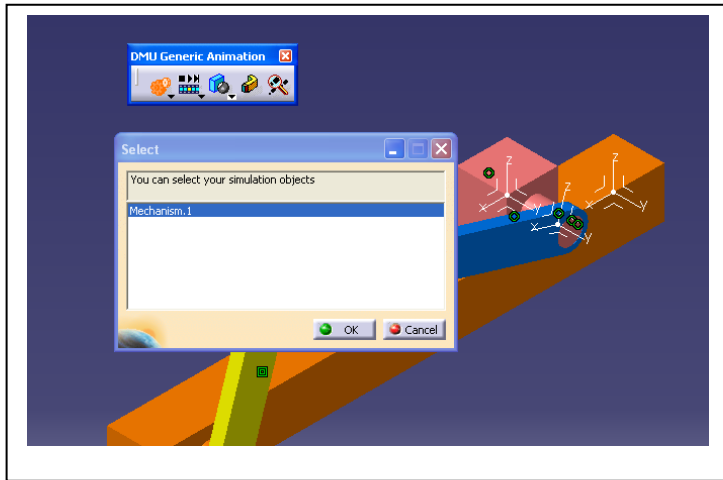
DMU Kinematics ortamına geldikten sonra Assembly Constraints Conversion komutu ile montaj ortamında tanımlanan tüm sınırlandırmalar kinematik bağlantılara dönüştürülür. Komuta tıkladıktan sonra açılan diyalog kutusundan New Mechanism seçilir ardından Auto Create komutu tıklanarak bağlantılar tanımlanarak ok tuşuna basılır.



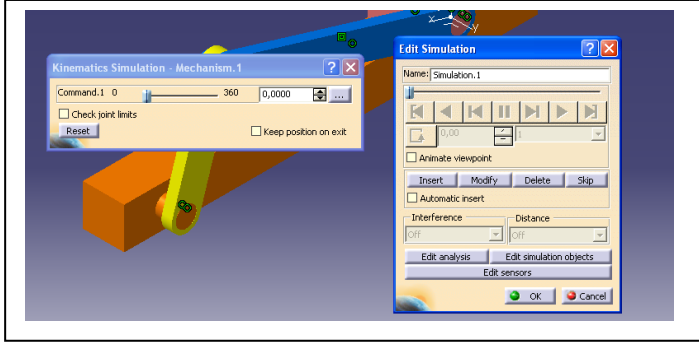
Onaylama yaptıktan sonra ürün ağacında bulunan Applications yazısının yanındaki artıya tıklanır. Alt özellikler açıldıktan sonra Joints'in yanındaki artıya basılır ve açılan kısımdan Cylindrical yazısının üzerine çift tuş yapılarak yandaki menünün açılması sağlanır. (Buradaki amaç, bağlantı noktalarındaki joints'leri tanımlak olduğundan mekanizmanın serbestlik derecesi $DOF=1$ oluyor. Bundan



Joint Edition diyalog kutusu açıldıktan sonra Angle driven kısmı aktif yapılarak döndürme derecesi olarak 0 -360 derece arası girilir. Onaylama işleminden sonra Mekanizmanın serbestlik derecesi 0 ($DOF=0$) olur ve yanda görülen uyarıyı vererek simülasyona hazır hale geldiği bilgisi görülür.



Serbestlik derecesi 0 ($DOF=0$) olduktan sonra simulation komutu tıklanarak açılan diyalog kutusundaki Mechanism1 işaretlenerek OK tuşuna basılır.

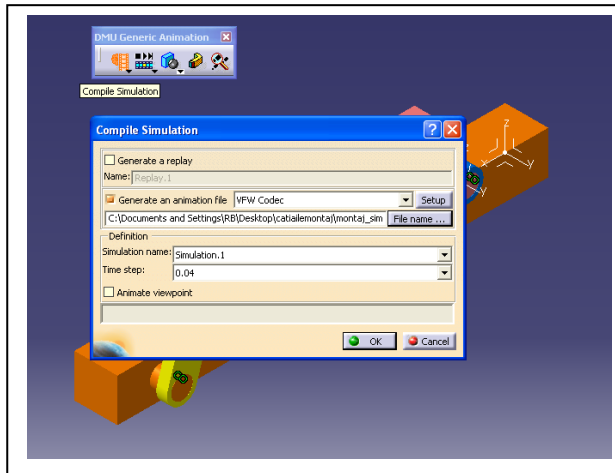
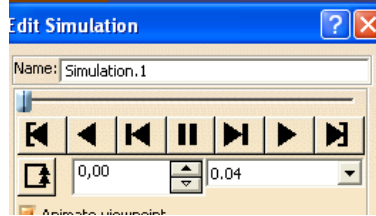


Simulation komutuna tıkladıktan sonra yandaki gibi iki diyalog kutusu açılacaktır.

Kinematics simulation diyalog kutusundan döndürme derecesi sıfırdayken edit Simulation kutusundaki Insert tuşuna basarak ilk konum belirlenir. Ardından Kinematics simulation diyalog kutusu 360 dereceye getirilip yine sol taraftaki edit simulation kutusundaki Insert'e basılarak ikinci konum 360 derece eklenir.

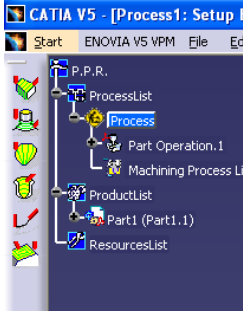
(Hareket tanımlamaları yapıldıktan sonra aşağıdaki gibi simulasyon rahat görülebilmesi için 0.04 seçildi).

Hareket tanımlamaları yapıldıktan sonra OK tıklanarak onay verilir.



Yapılan simülasyonu video olarak kaydetmek için Compile Simulation komutu tıklanır.

Komut tıklandıktan sonra video kayıt yeri seçilip gerekli ayarlar yapılarak OK butonu ile onaylanır. OK tuşuna basıldığı zaman video da kaydedilmiş olur.

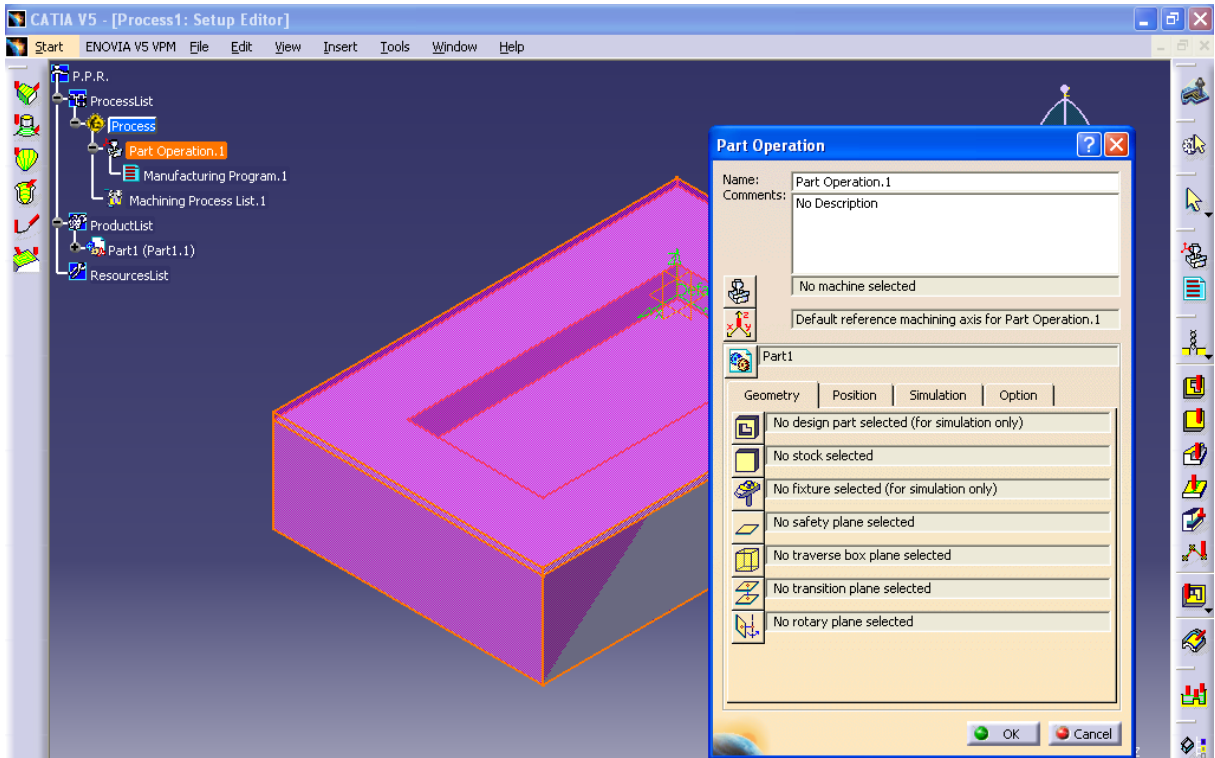


Processlist: oluşturulan takım yolları, işlemler, part operation da: parça tanımlama (kütük parça) işlenmiş parçayı tanımlama bağlama elemanlarının tanımlanması, emniyet düzlemi (güvenli mesafe) tanımlaması.

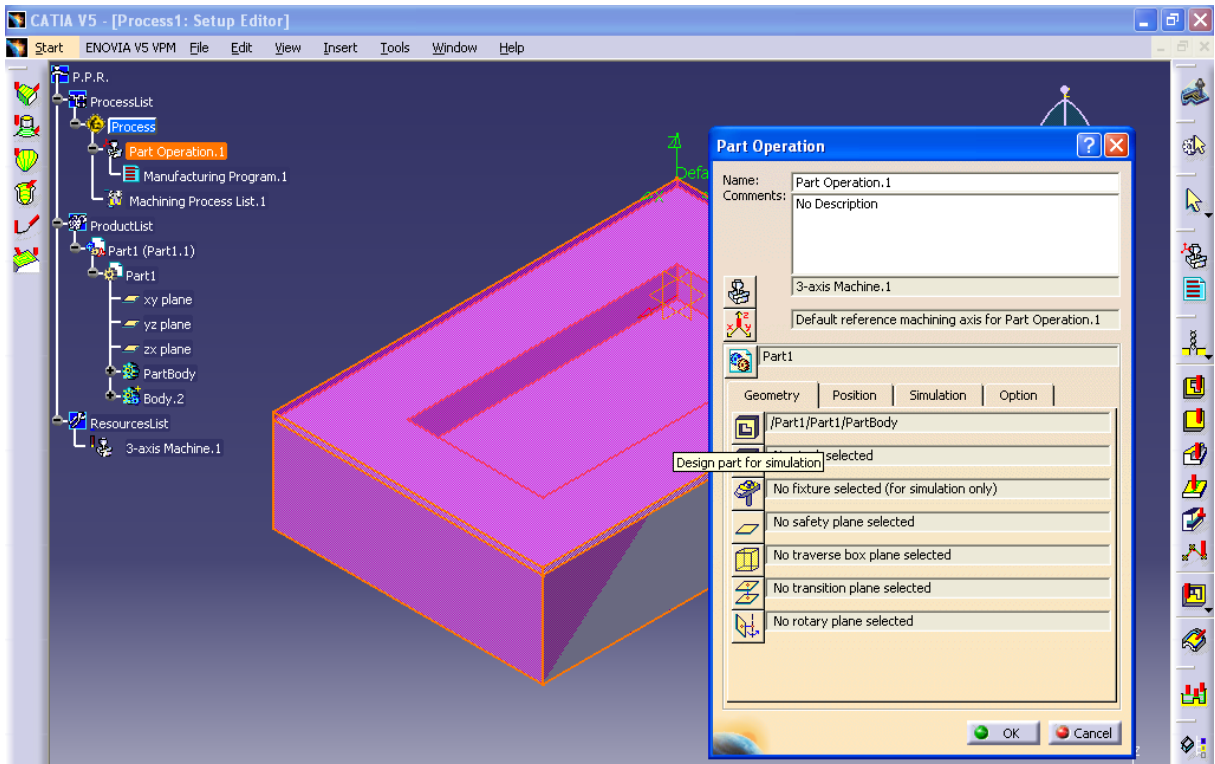
Productlist te ise part ta tasarlanan ürünler, örneğin skechler mevcut.

Resourceslist te ise

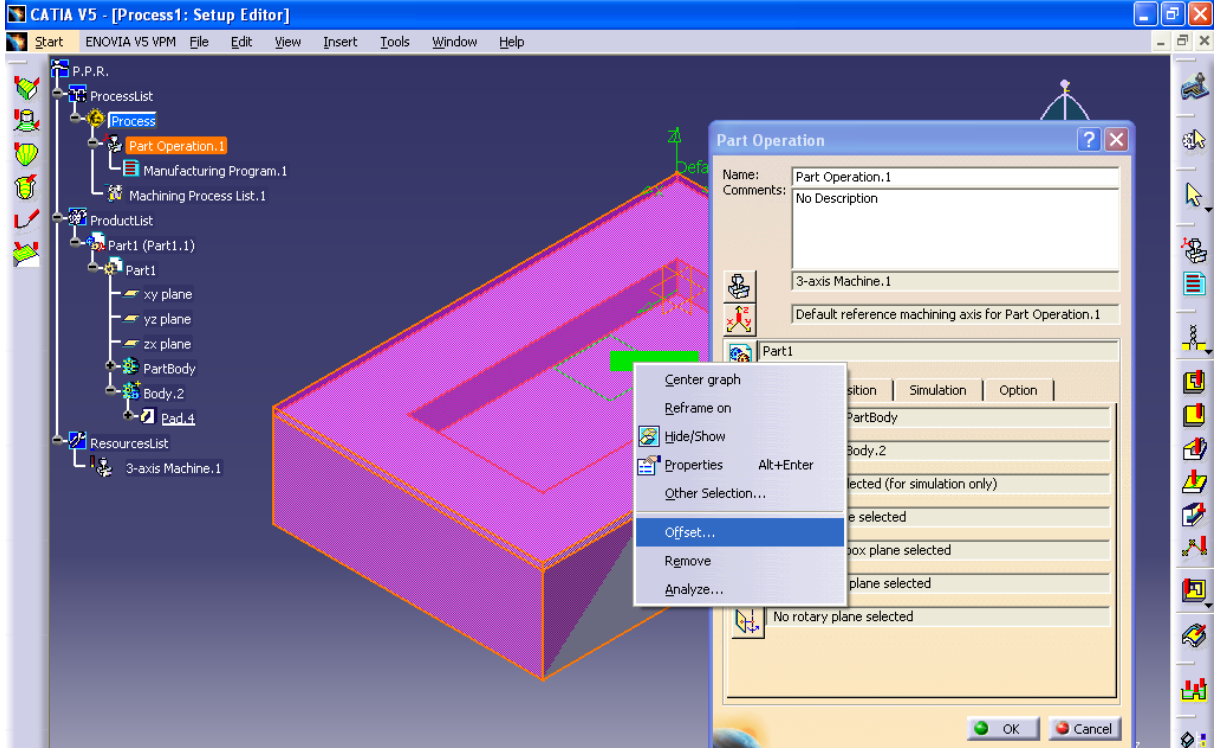
Part operation çift kliklendiğinde aşağıdakiş menu gelir.



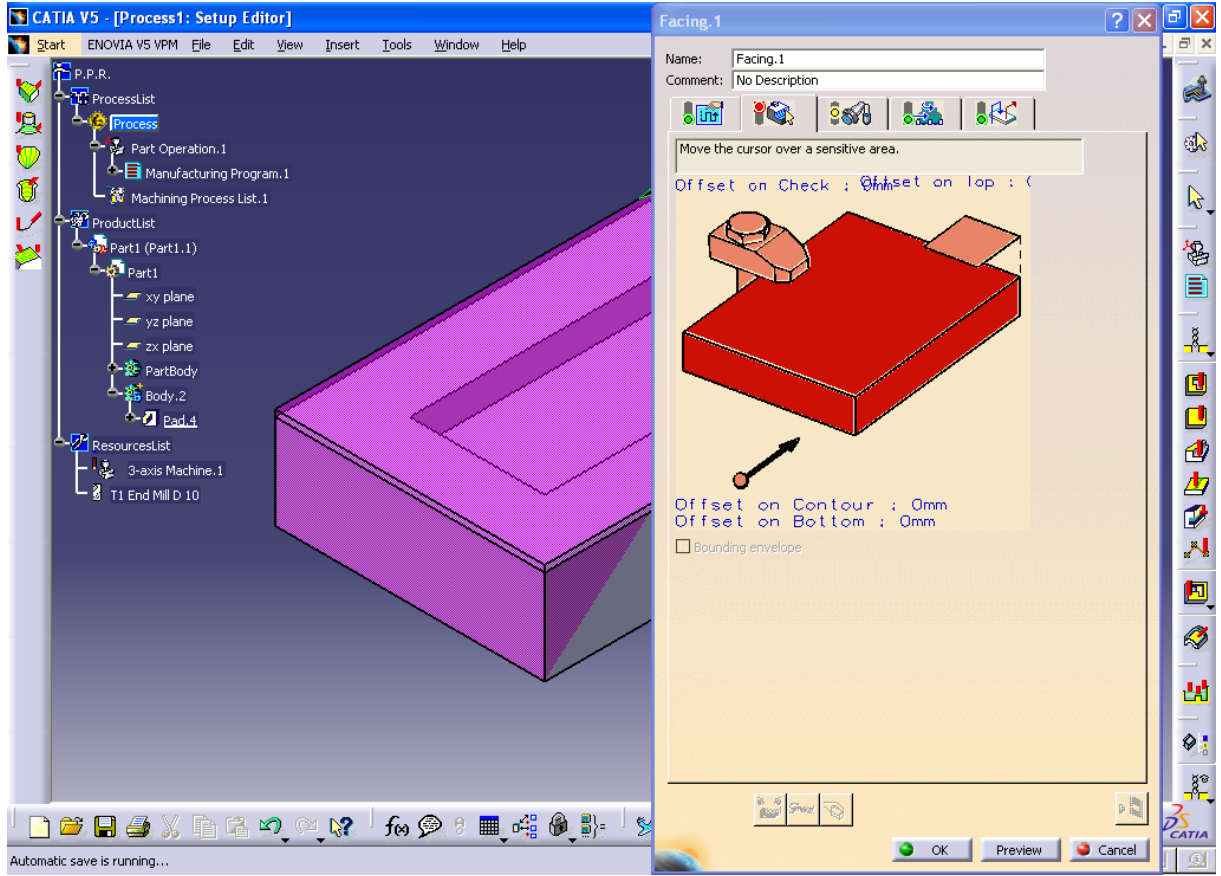
buradan önce tezgah seçimi yapılır. 3 eksenli tezgah seçildi. Daha sonra eksen takımı belirlenir. Sonra design part for simulation komutu uygulanır.



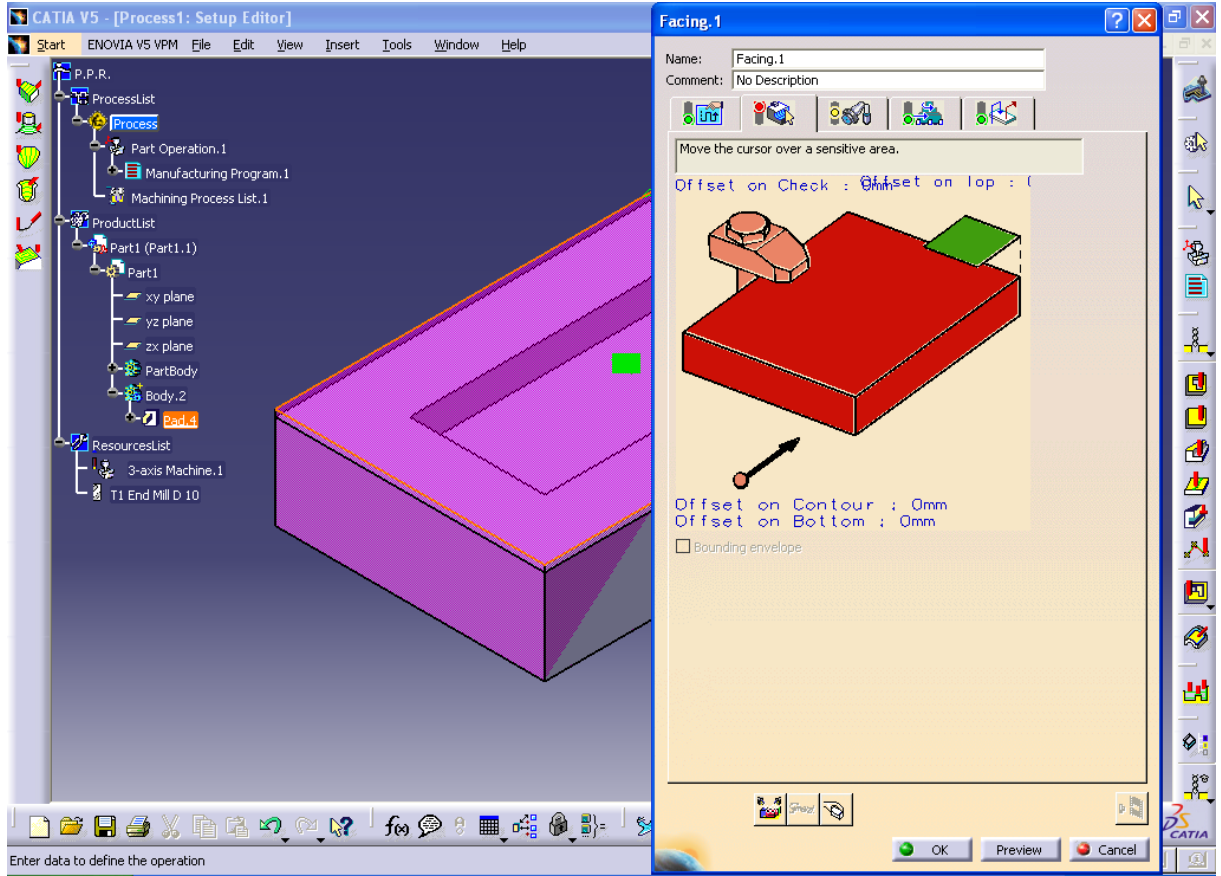
sonra ekrandan işlenecek part çift kliklenir. Veya product list ten part body çift kliklenir. Kliklendiğinde part1/part1/partbody seçilmiş olur. Daha sonra aynı şekilde bir alttaki komut olan stok uygulanır. Safety plane komutu seçildiğinde emniyetli düzleme ofset değeri atanır (6 mm) ve ok komutu seçilerek menüden çıkılır.



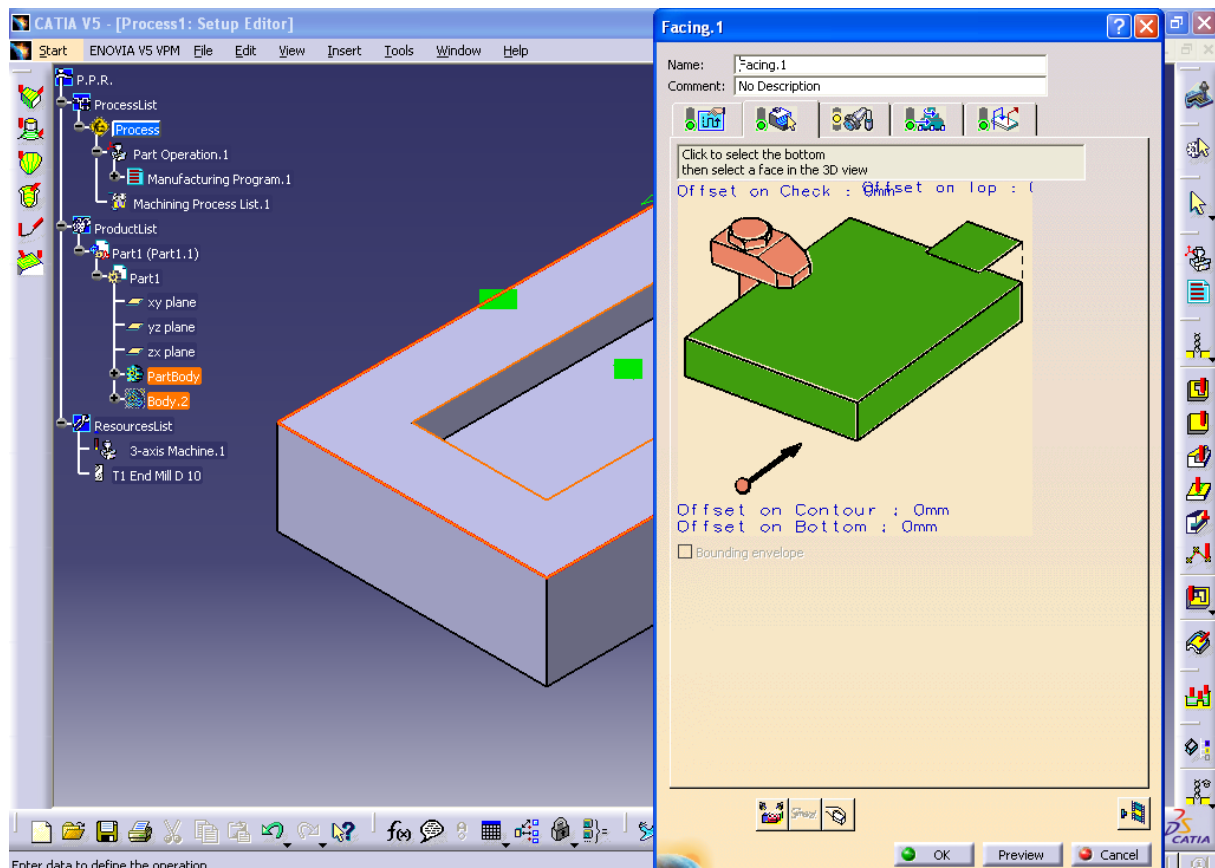
daha sonra facing komutu seçilmelidir. Facing komutu uygulanarak ekrandan işlenecek yüzey (yani parça seçilir) seçilir. Şimdi ekrana facing1 menüsü geldi.



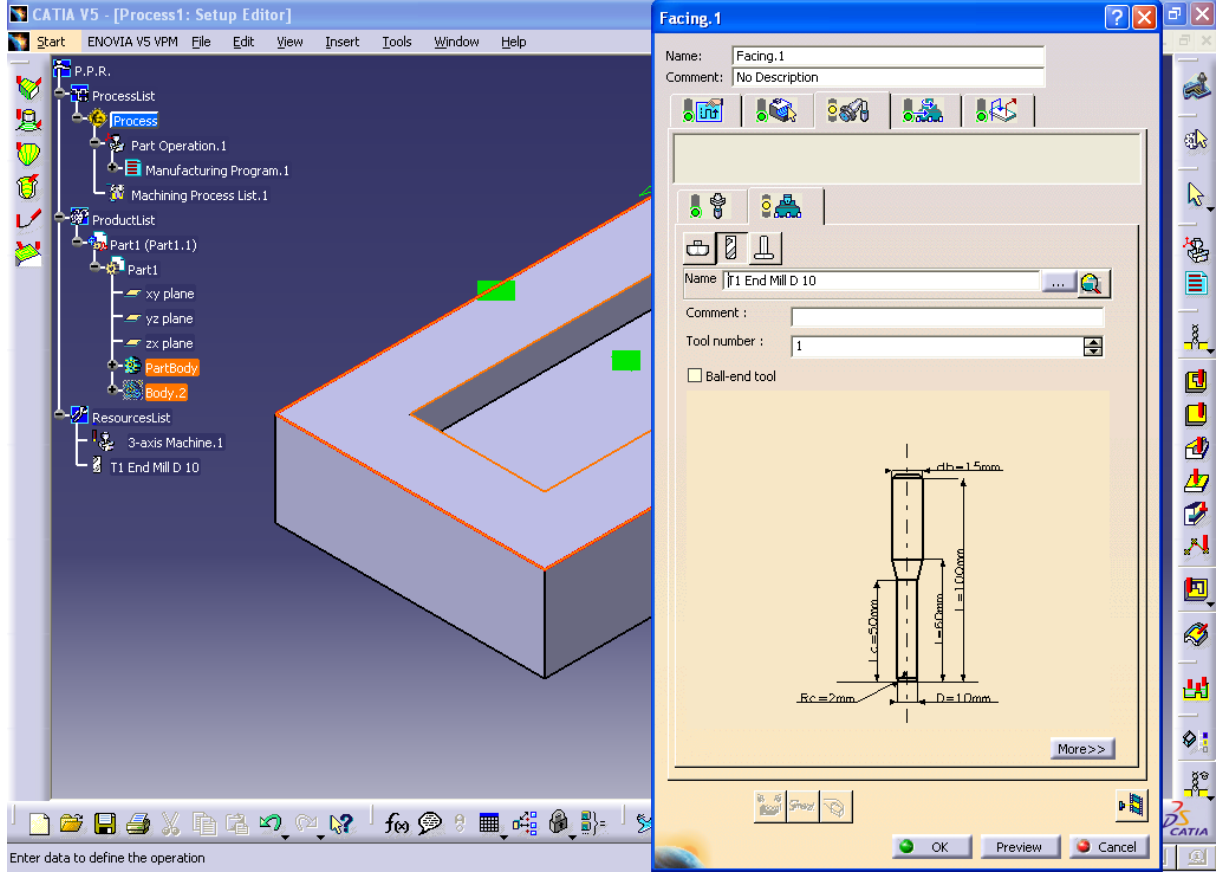
buradan en üst düzlem şeklindeki gibi seçilmelidir (1 alanı seilerek ekrandan kutugun en ust duzlemi (yuzeyi) seçilir. Şimdi komut ekranının uygulandığı (1) alanı yeşil renk alır.



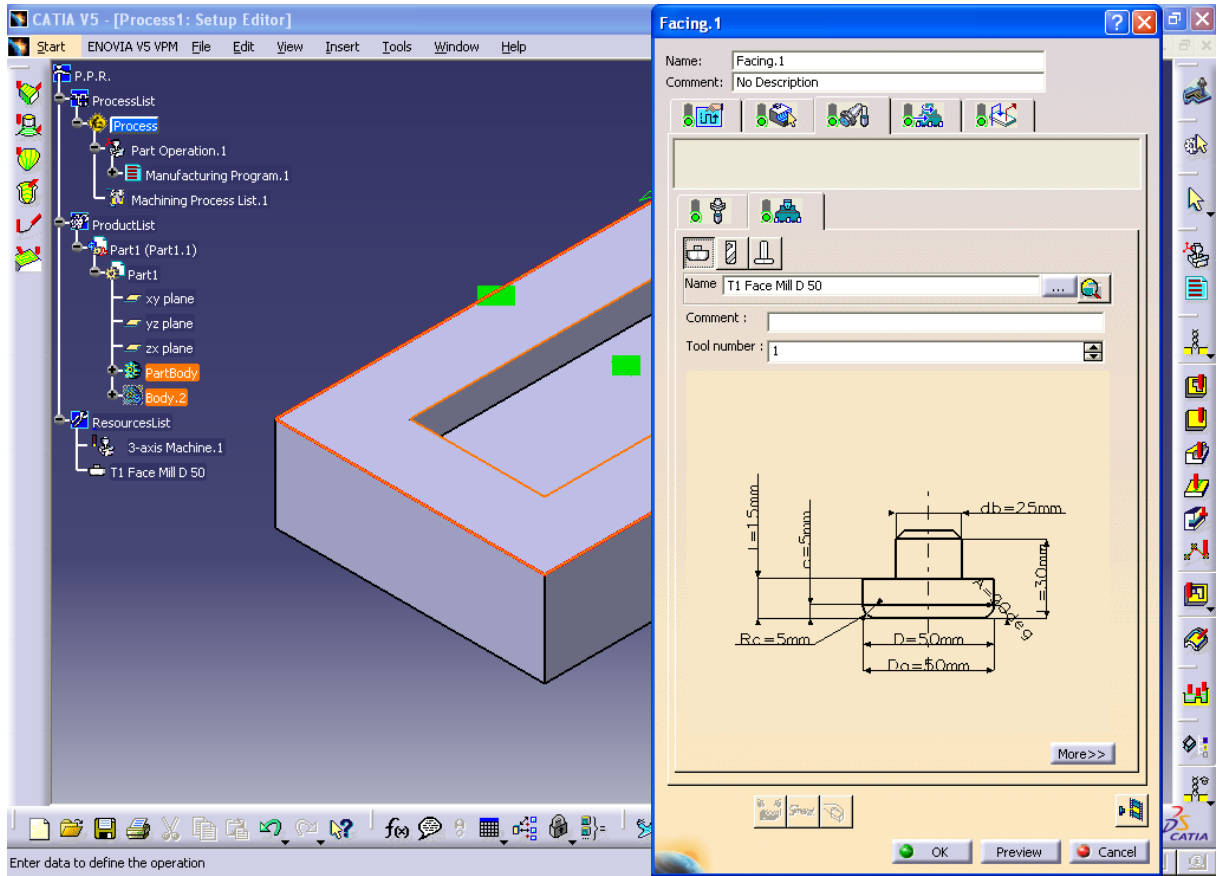
daha sonra aynı şekilde aşağıdaki gibi işlenmiş parçanın üst yüzeyi (partbody) seçilir. Seçim işleminden önce işlenmemiş kutuk (stok parça) hide yapılır. Ve işlenmiş parça da aynı şekilde yeşil renk alır.



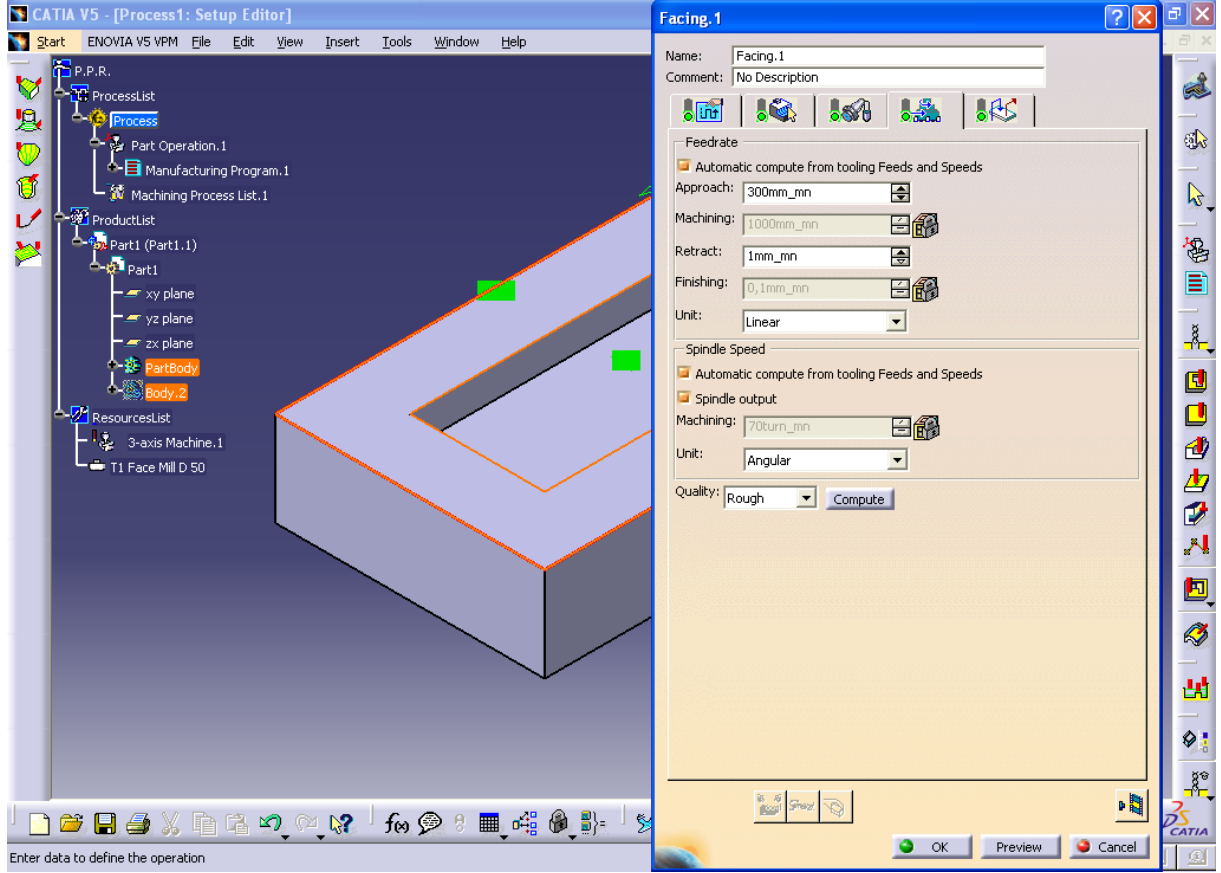
şimdi facing 1 menüsünden işleme stili (climb:aynı yönlü frezeleme), takım yana kayma oranı, axial ile paso sayısı veya talaş derinliği, varsa finiş derinliği tanımlanır. Daha sonra 3.sekme den takım tanımlnır.



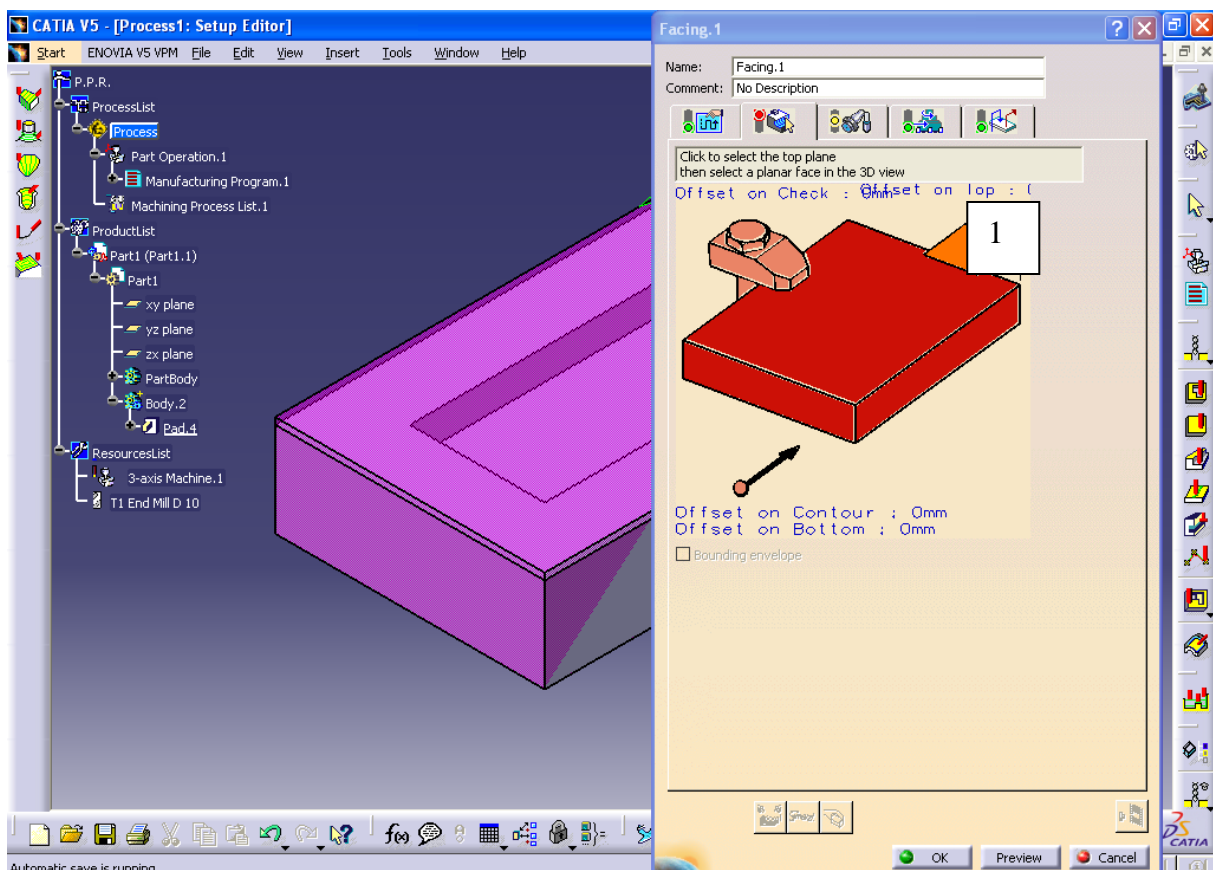
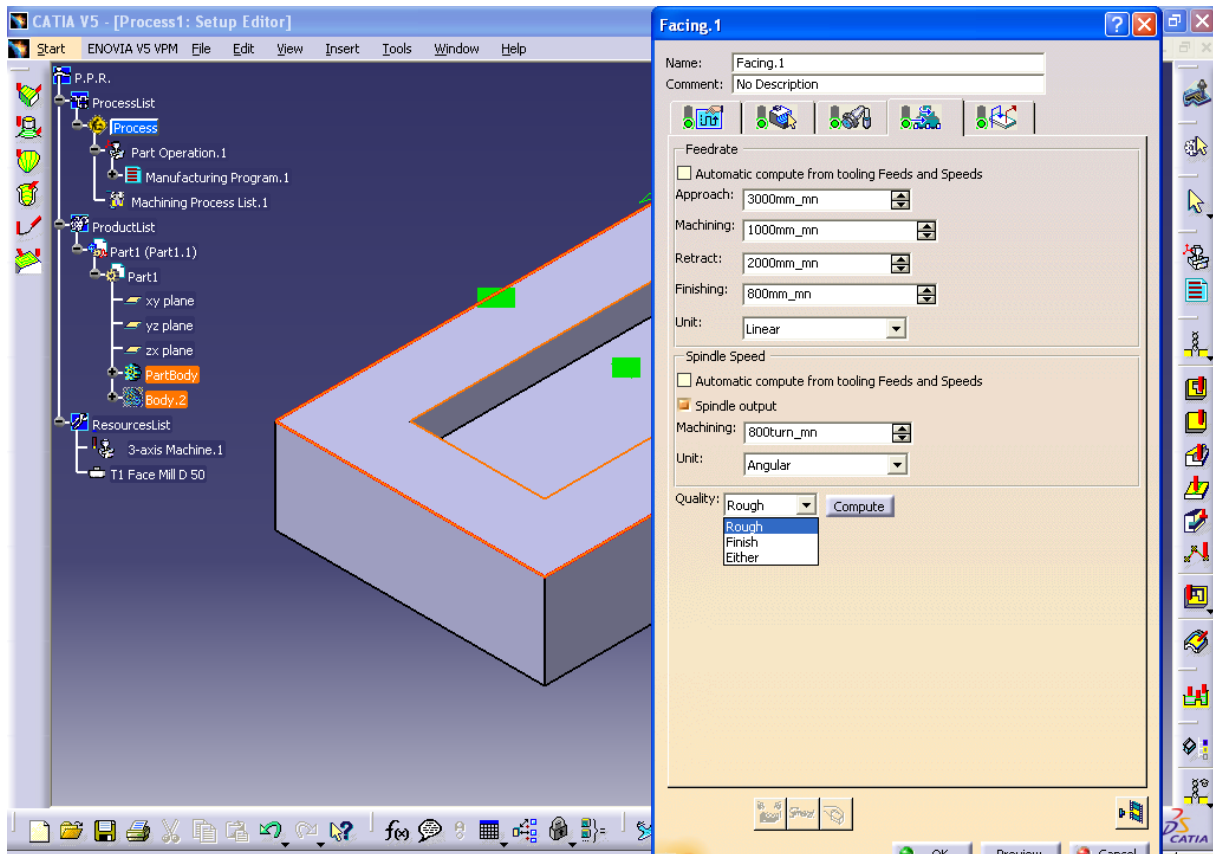
buradan aşağıdaki takım seçilir.



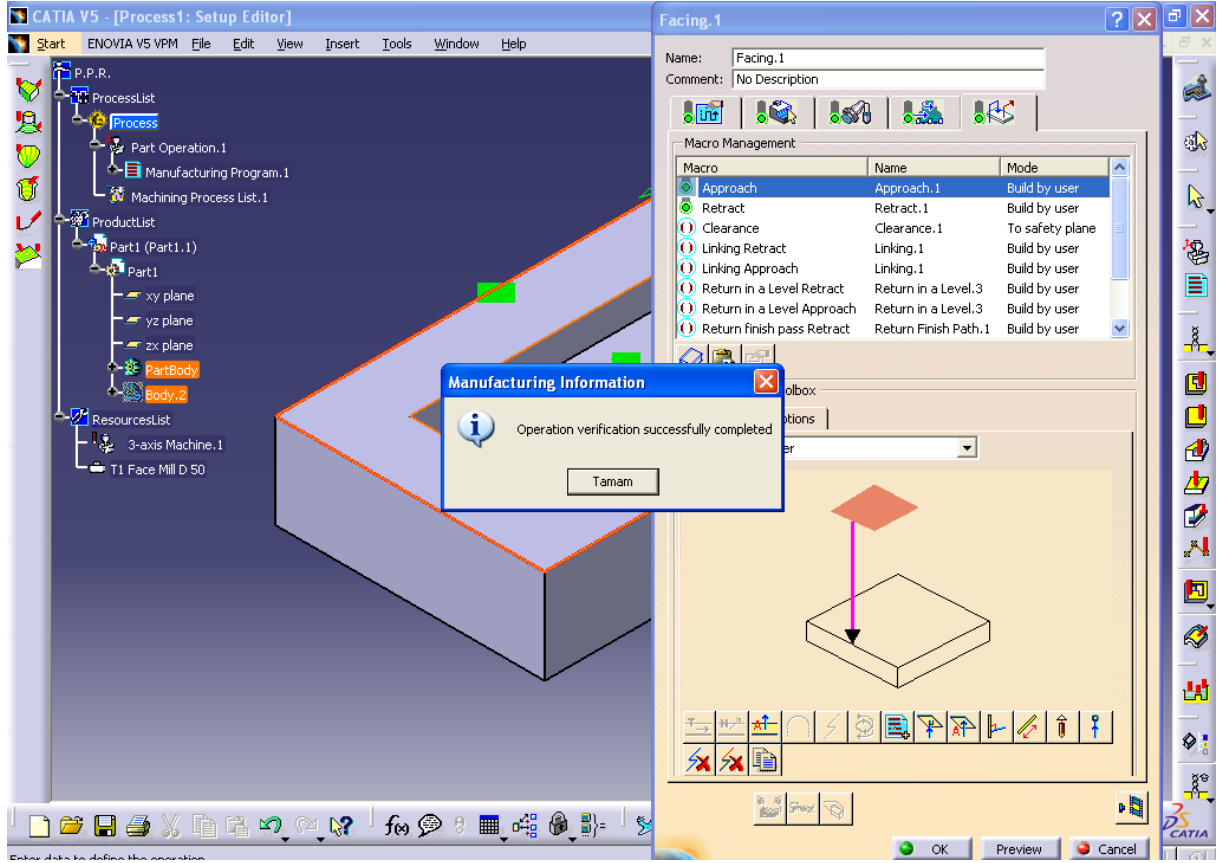
simdi facing 1 den 4.komut uygulandıgında;



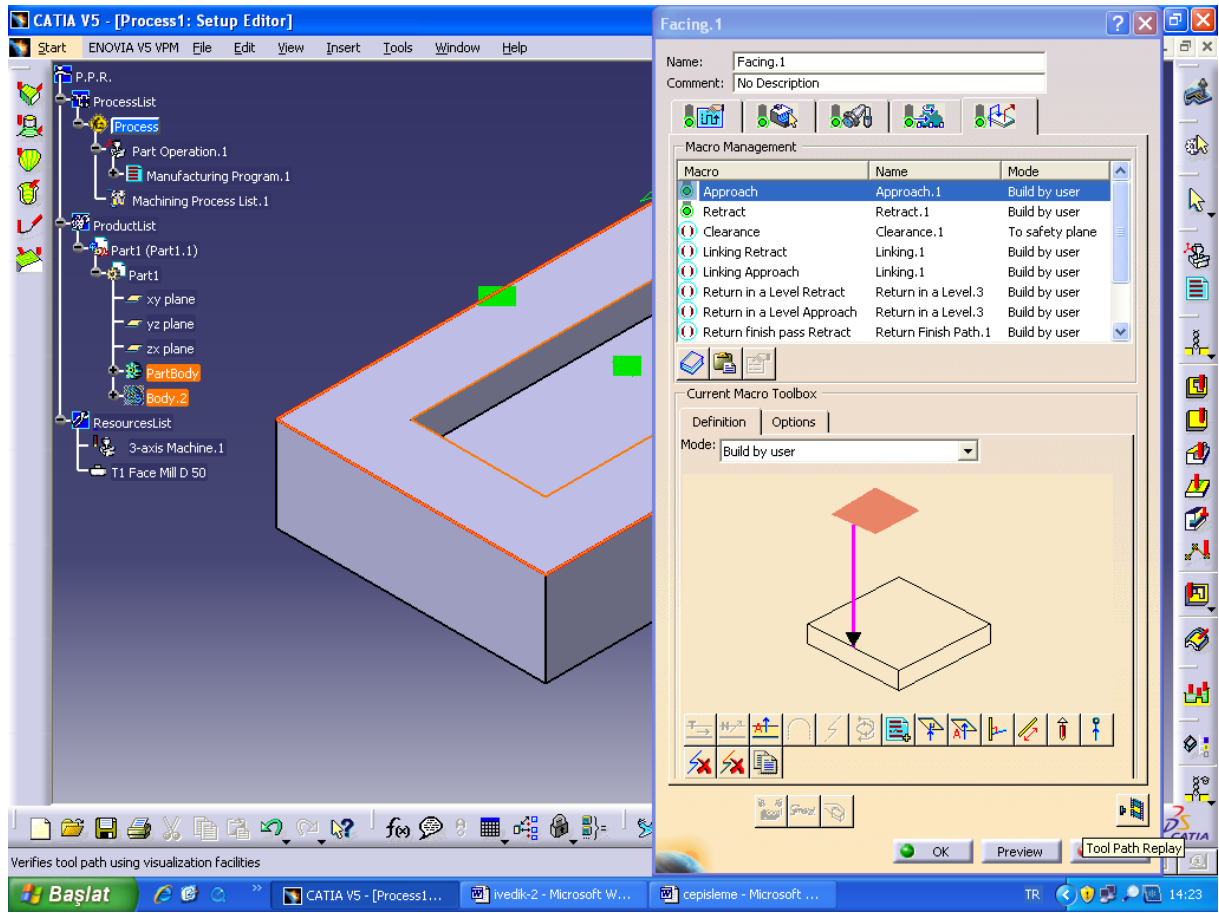
yukarıdaki menüden, takım yavaşma hızı (ilerlemesi), talaş kaldırma hızı, geri çıkma hızı ve devir sayısı vb. tanımlanır.



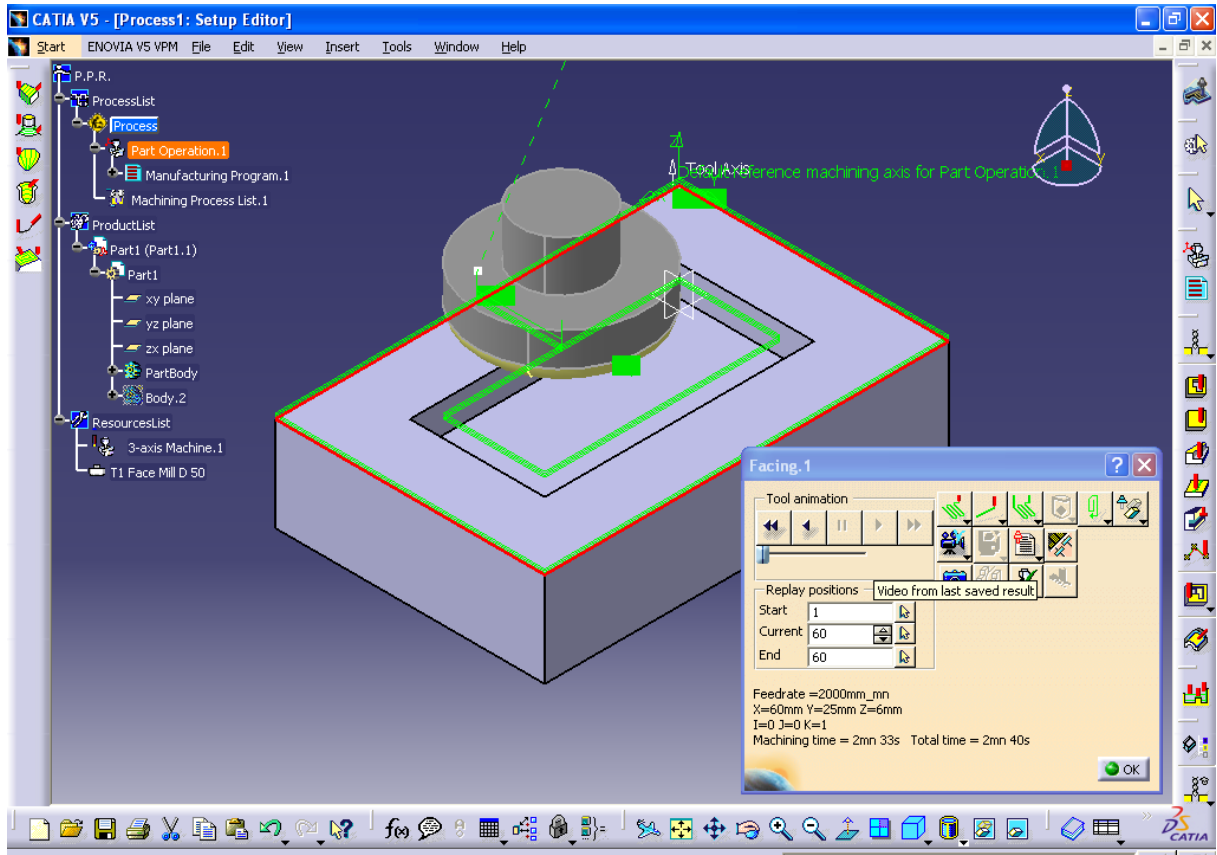
daha sonra facing 1 ekranından son komut sekmesi seçilir.



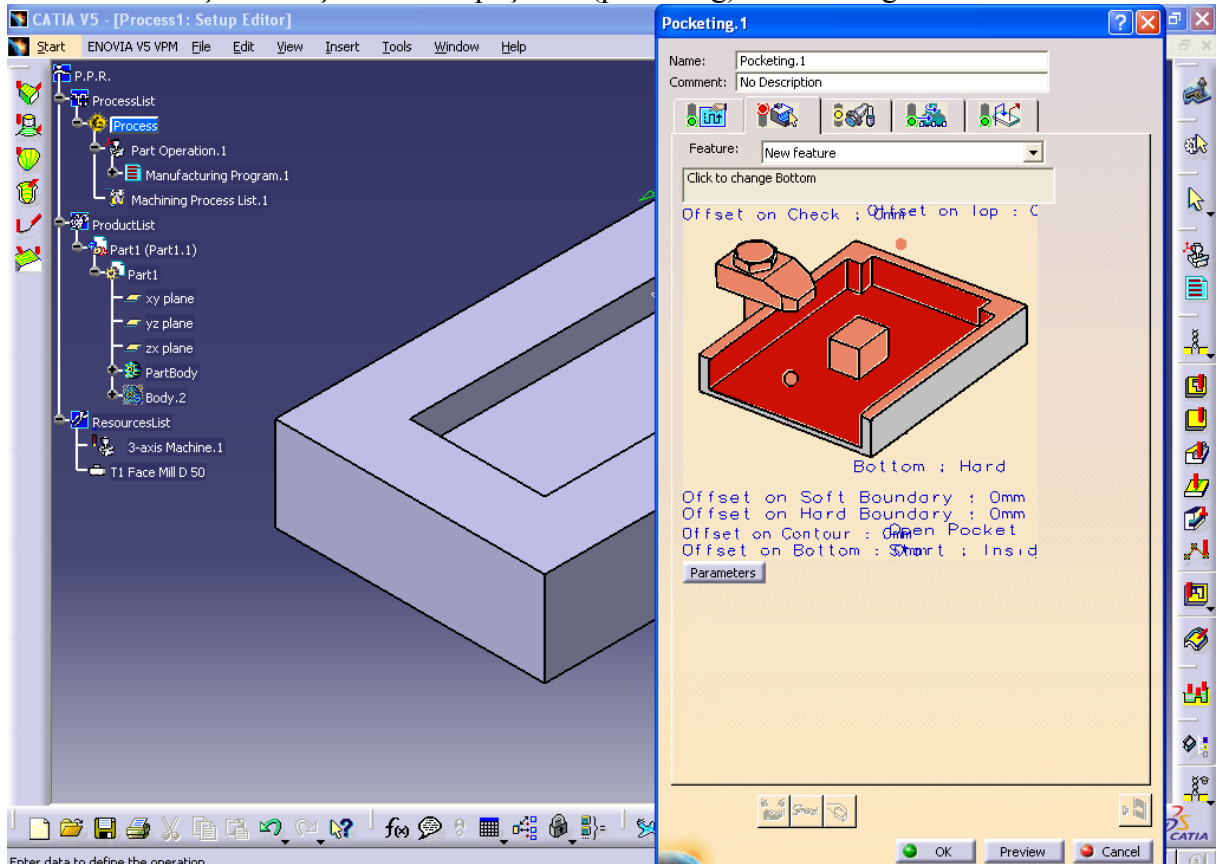
preview komutu ile kontrol yapılır. Ekrandaki succesfully mesajı problem olmadığını ifade eder. buna tamam komutu uygulanarak aşağıdaki şekilde tool path replay komutu ile simülasyon izlenir.



Buradan simulasyon video izlenebilir.

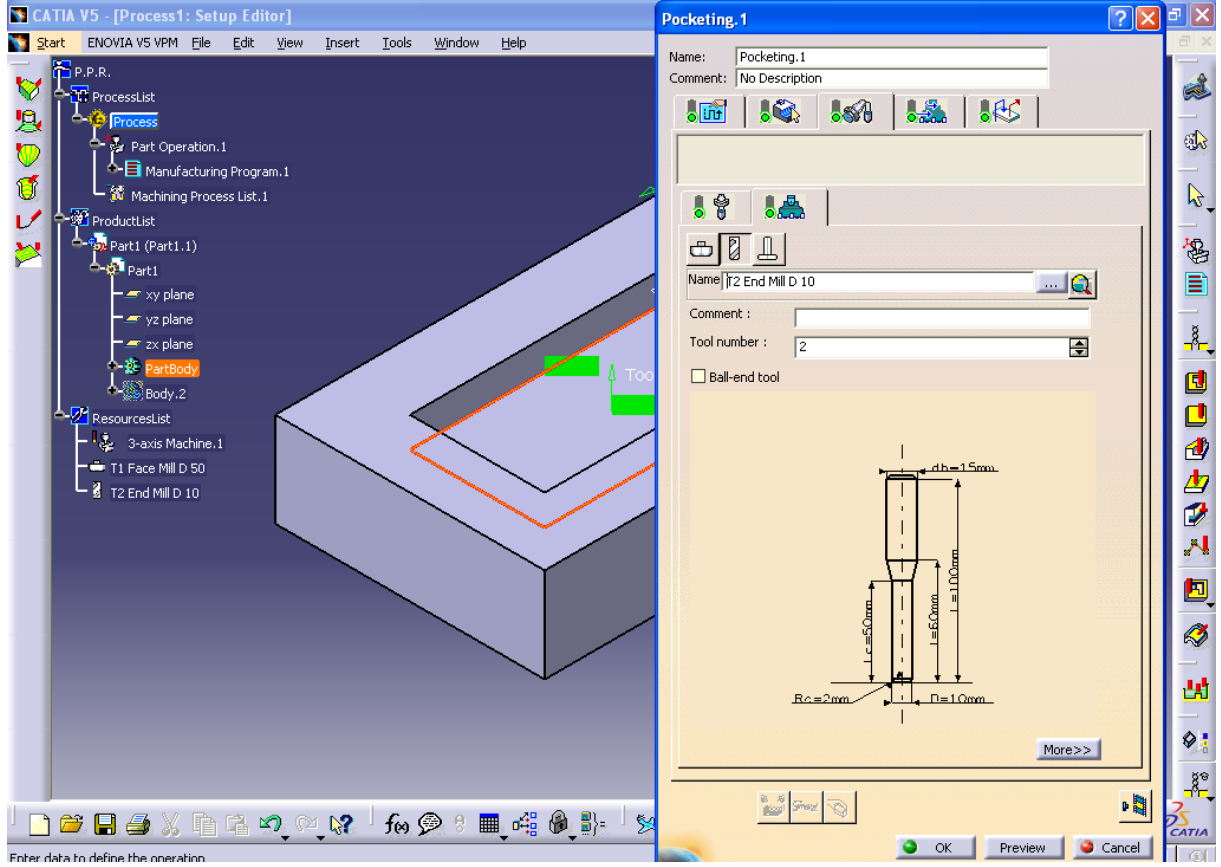


ok komutu ile işlemden çıkılır. ve cep işleme (pocketing) komutuna girilir.

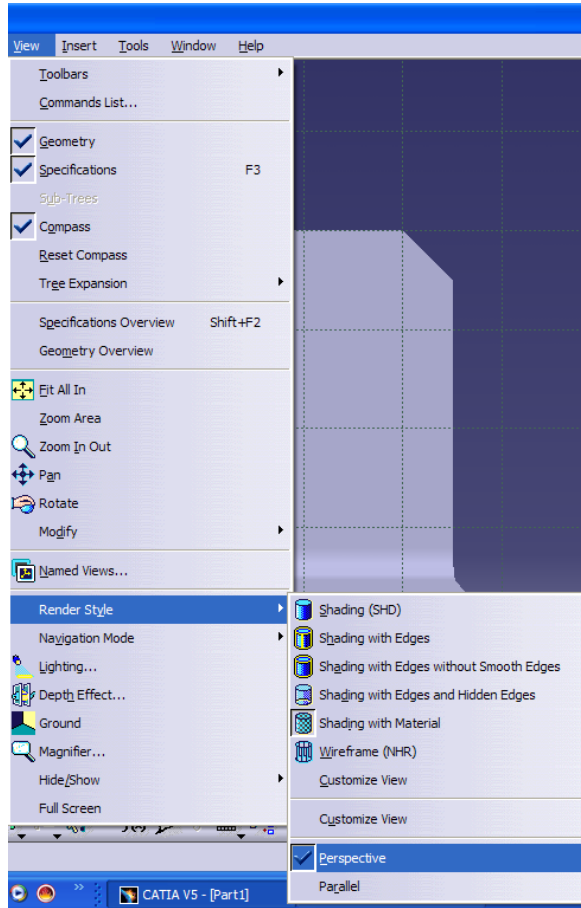


buradan kapalı cep komutu seçilerek komut üzerinden parça üst yüzeyi secilir. Daha sonra yine komut ile beraber cep tabanı tanımlanır.

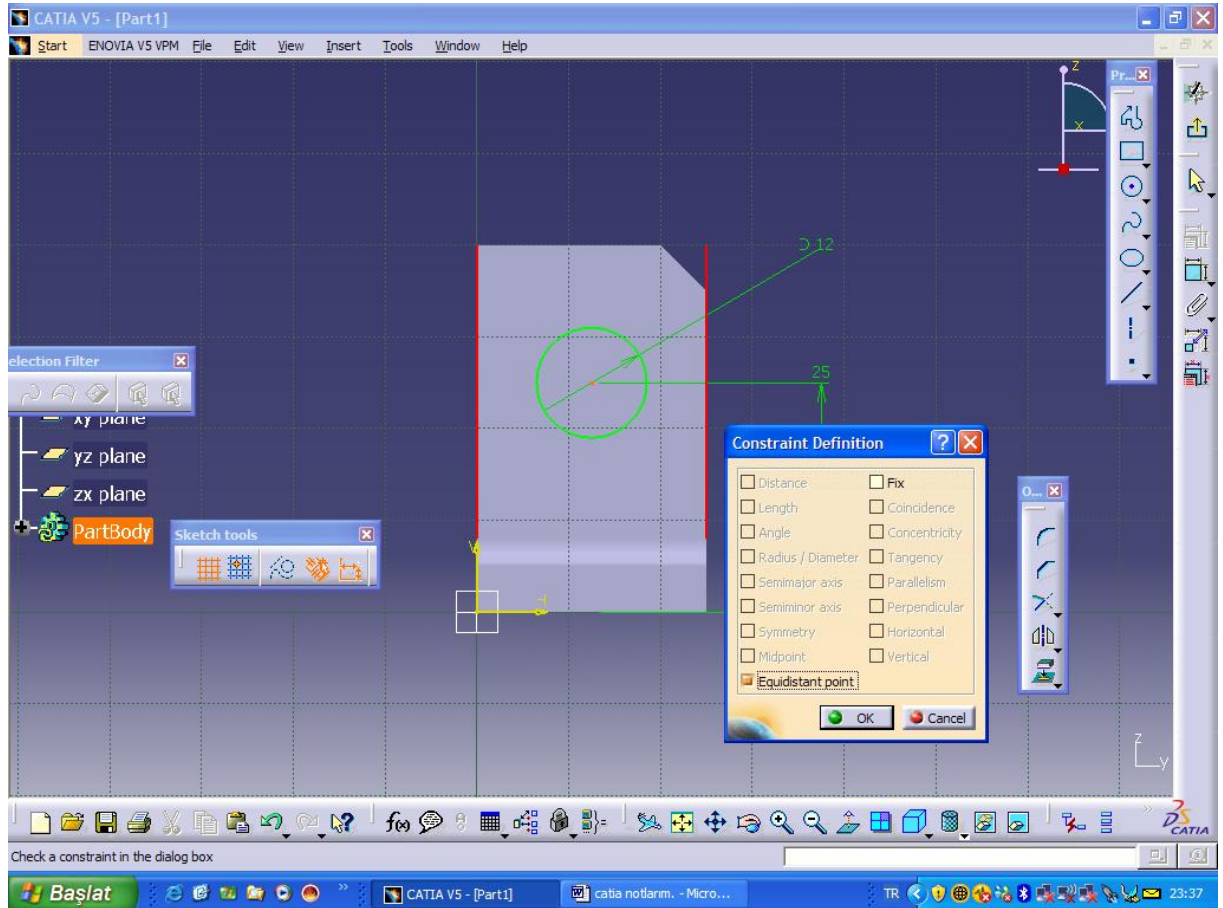
Daha sonra yüzey işlemede olduğu gibi kesme parametreleri ve işleme stilleri tanımlanır.



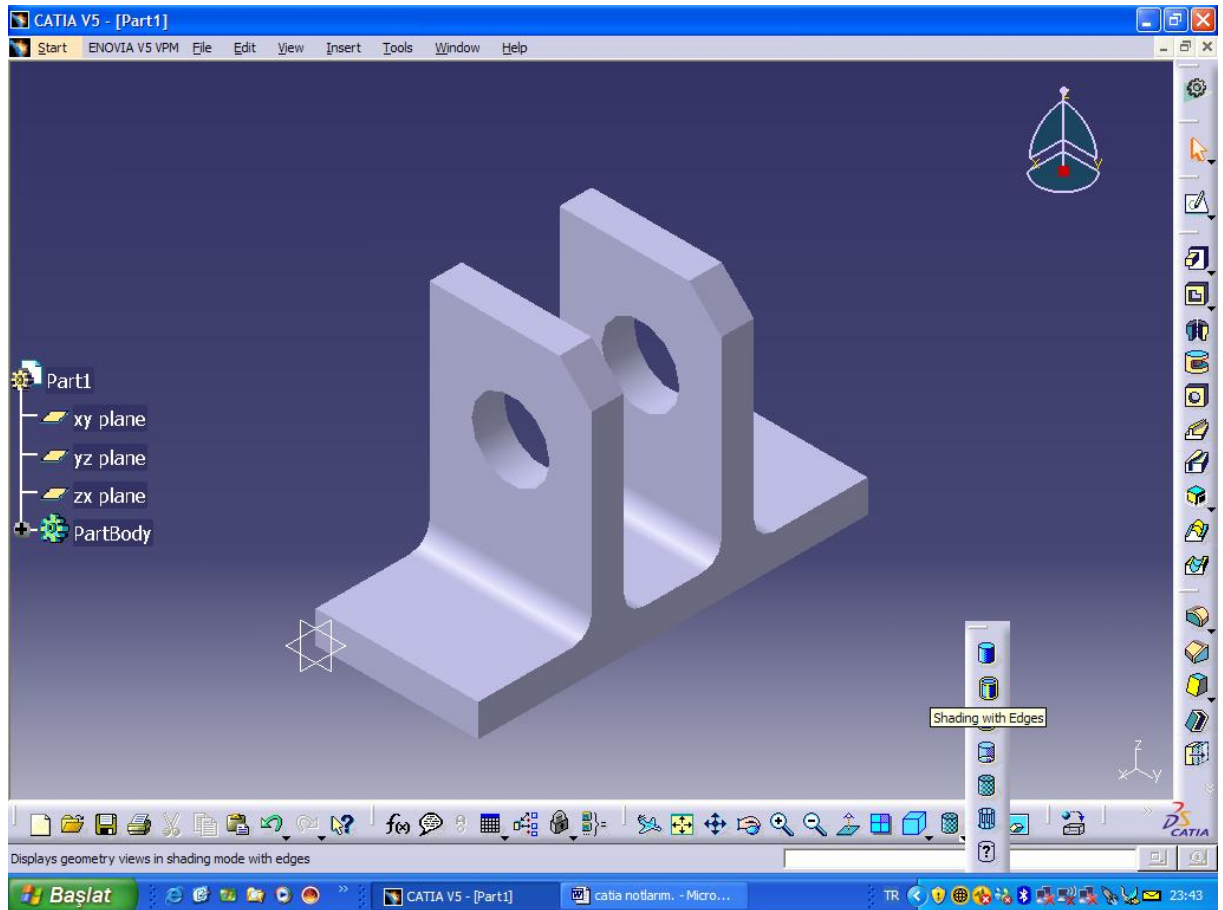
buradan preview komutu uygulanabilir. Başarılı mesajı geldiğinde video komutu uygulanarak simulasyon yapılır. Ok komutu uygulanarak işlem tamamlanır.



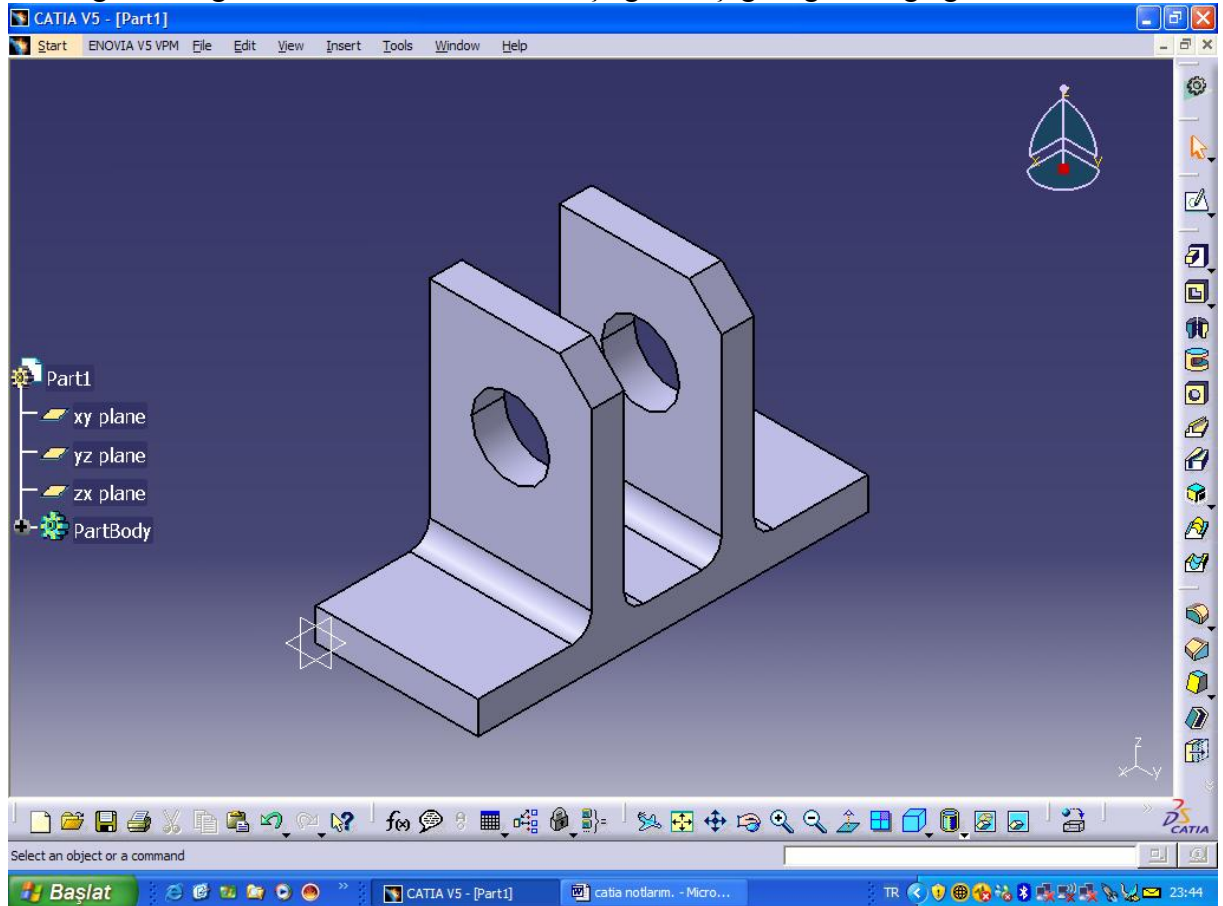
perspektive de iken ekrandaki çizimler eğik görülebilir. Bu durumda paralel komutu seçilmelidir.

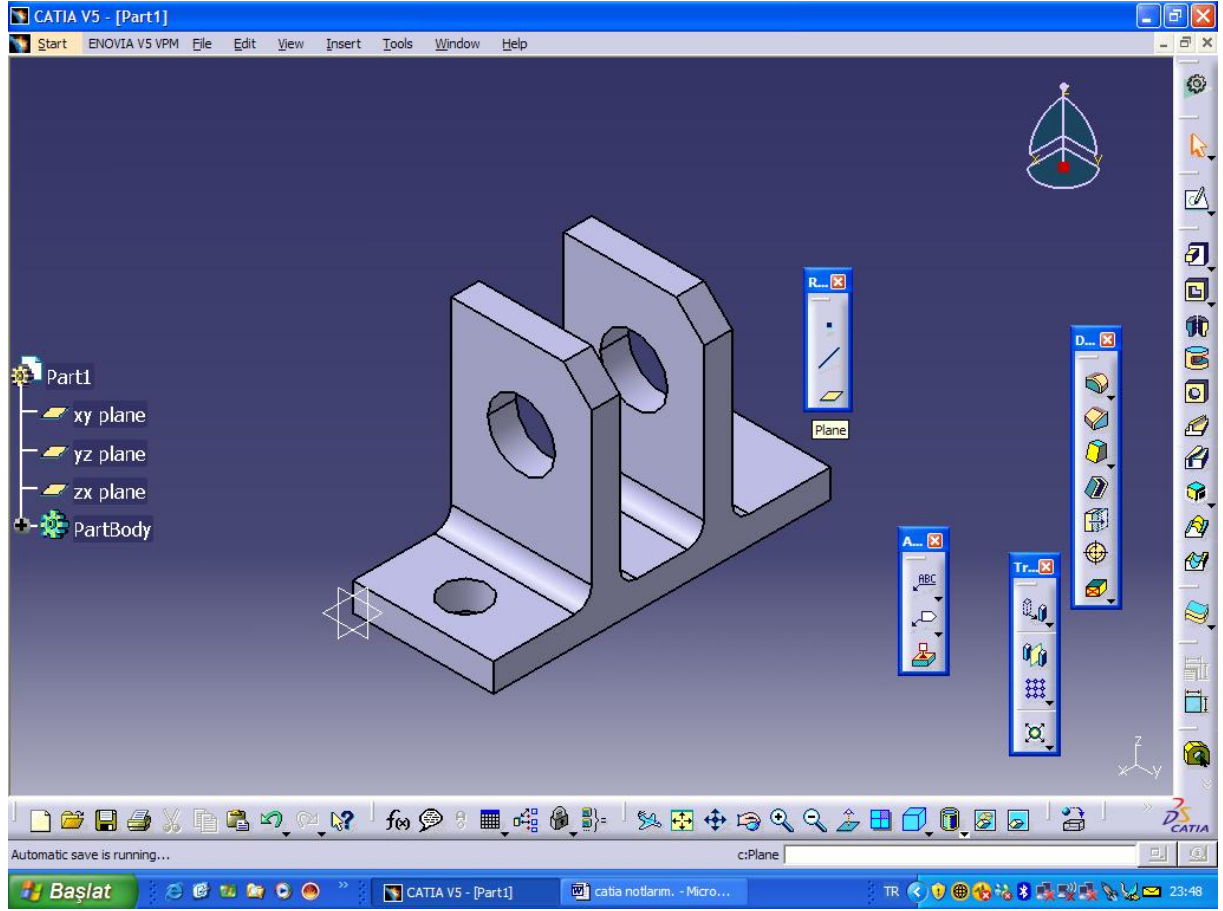


daireyi seçilen iki çizgi arasına ortalamak için ctrl tuşuna basılı tutarak iki kenar çizgi seçilir. Daha sonra daire merkezindeki nokta seçilerek constraint defined komutu seçilerek buradan açılan pencereden equidistant point komutu aktif yapıldığında seçilen daire iki çizgi ortasına sabitlenir.



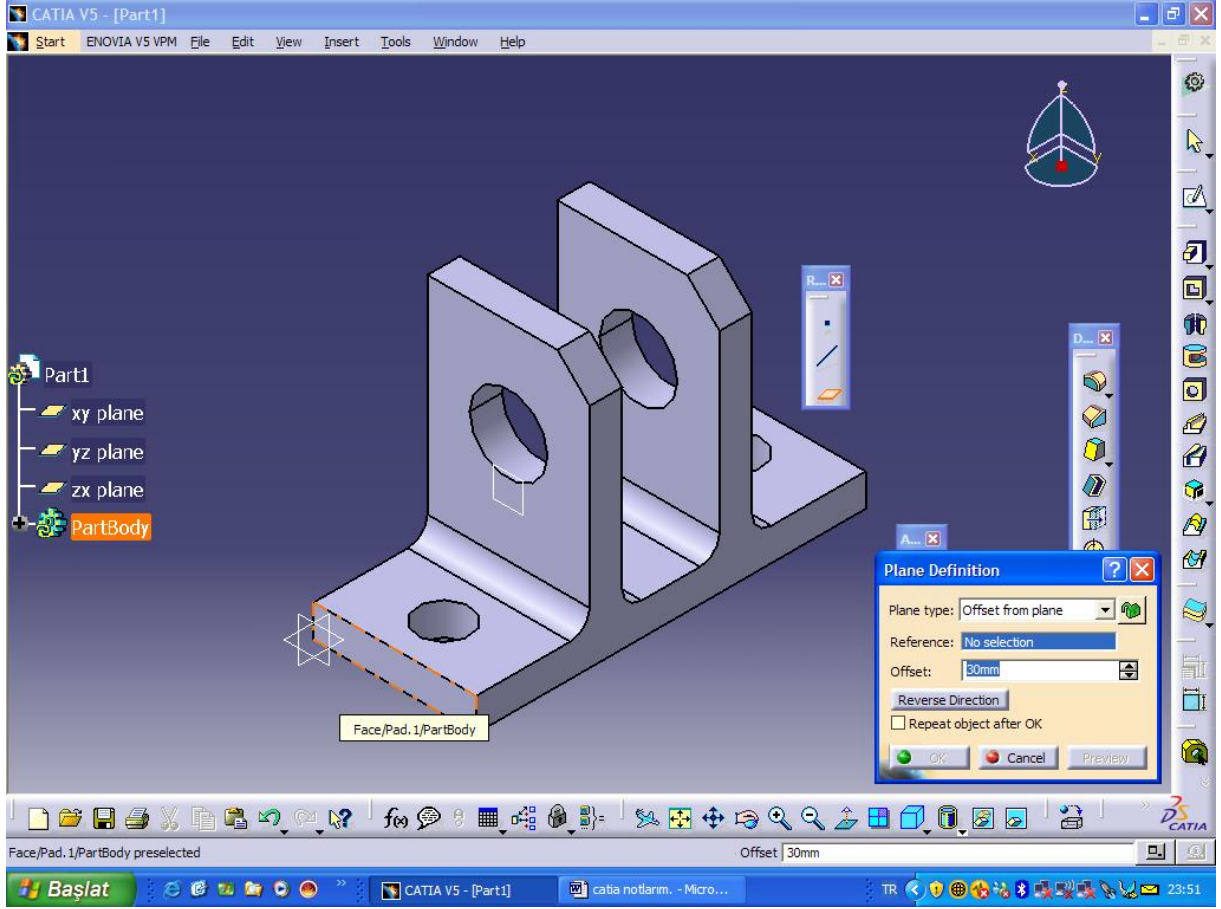
shading with edge komutu ile modelin kenar çizgileri aşağıda görüldüğü gibi aktif olur.



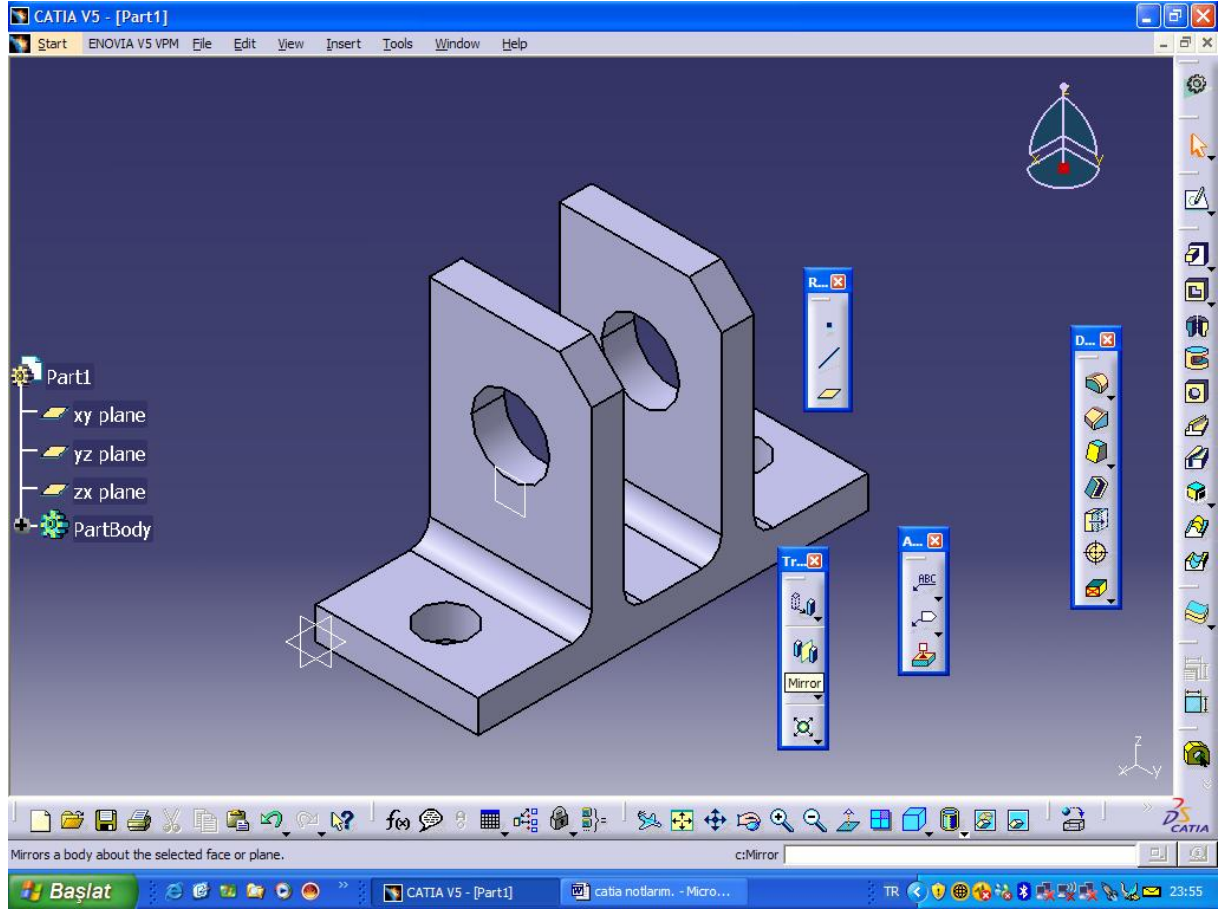


tanımlanan deliği mirror yapmak için düzlem atama komutu seçilmelidir.

Plane komutu seçildiğinde plane defininition komutu aktif olur.

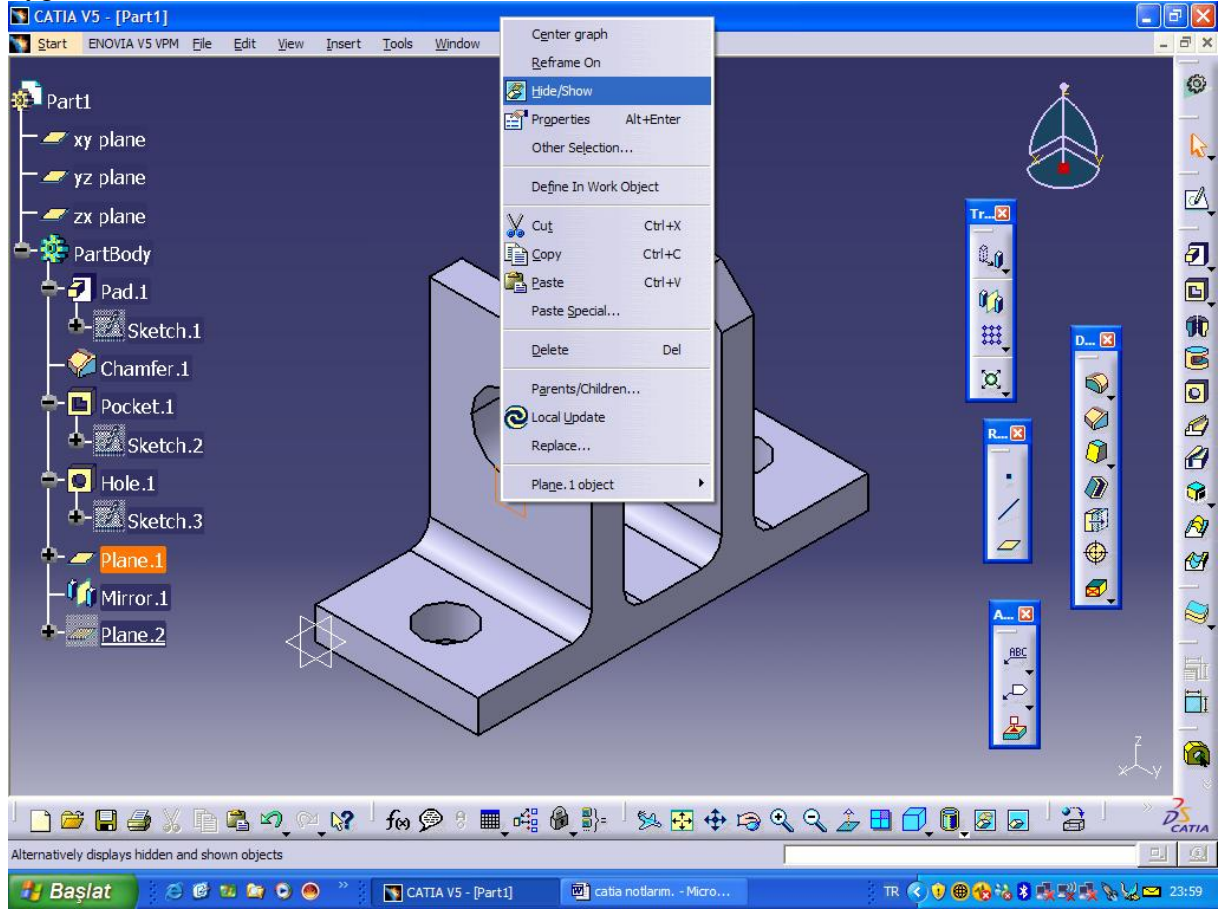


Buradan face referans yüzeyi seçilir. Ofset mesafesi 30 olarak girilerek ok komutu uygulanır. Mirror yapılacak nesne (delik) seçilerek mirror komutuna girilerek atanan plane seçilerek ok komutu uygulanmalıdır.

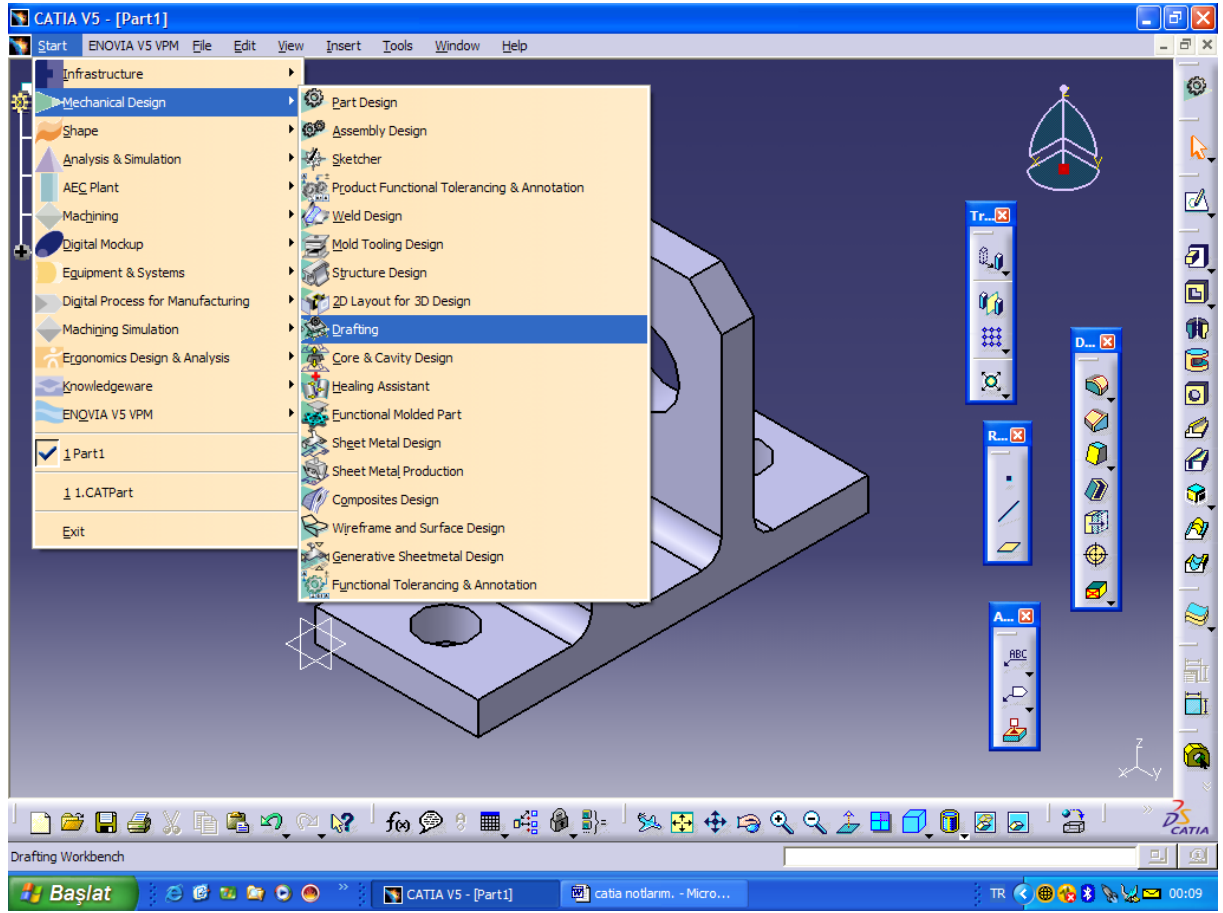


Atanmış olan düzlemlerin hide edilmesi için atanan düzlem üzerinde sağ tuş yapılarak hide show komutu uygulandığında düzlem hide edilmiş olur. Tekrar aktif edilmek istendiğinde unsur ağacından plane üzerinde iken hide show tekrar

uygulanabilir.

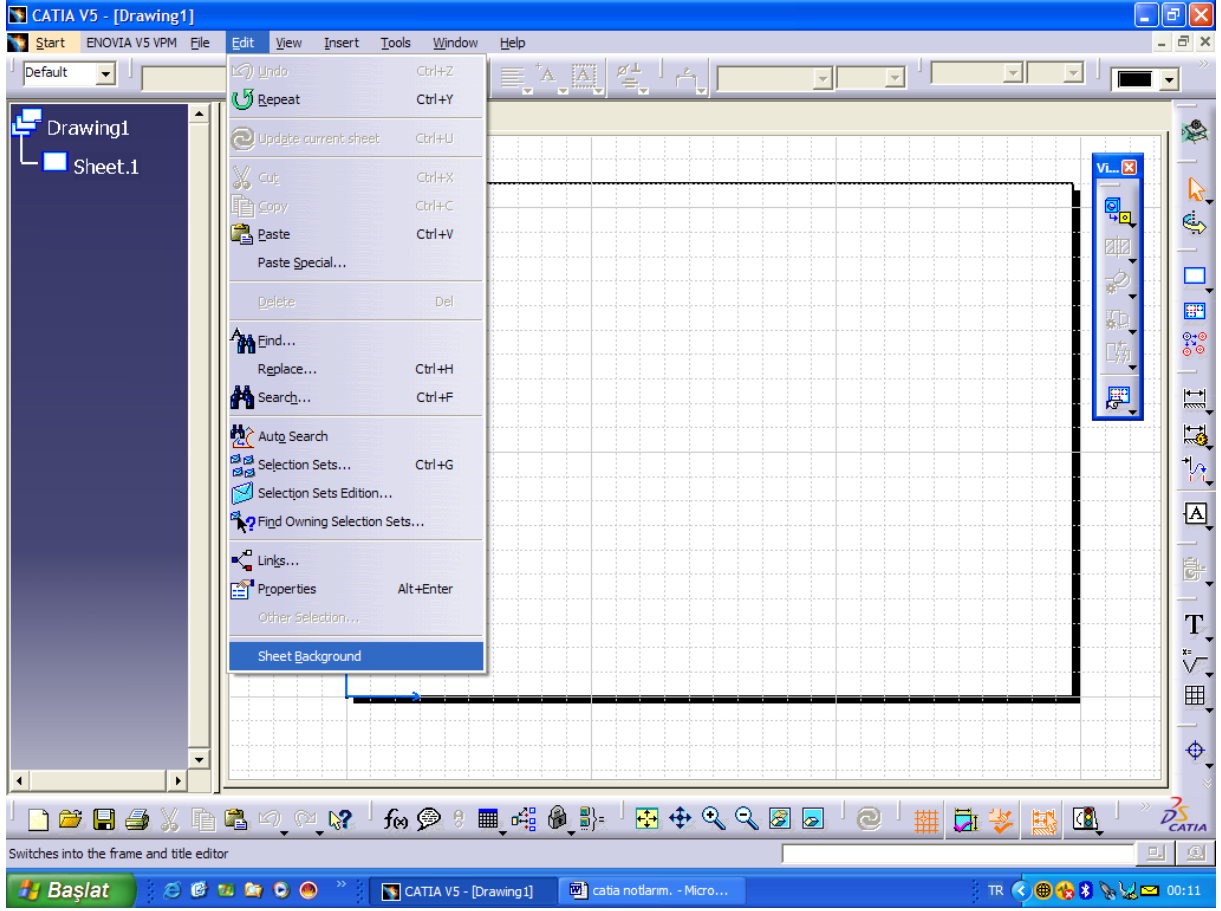


Uygulanan katı modelin draft larının oluşturulması için,

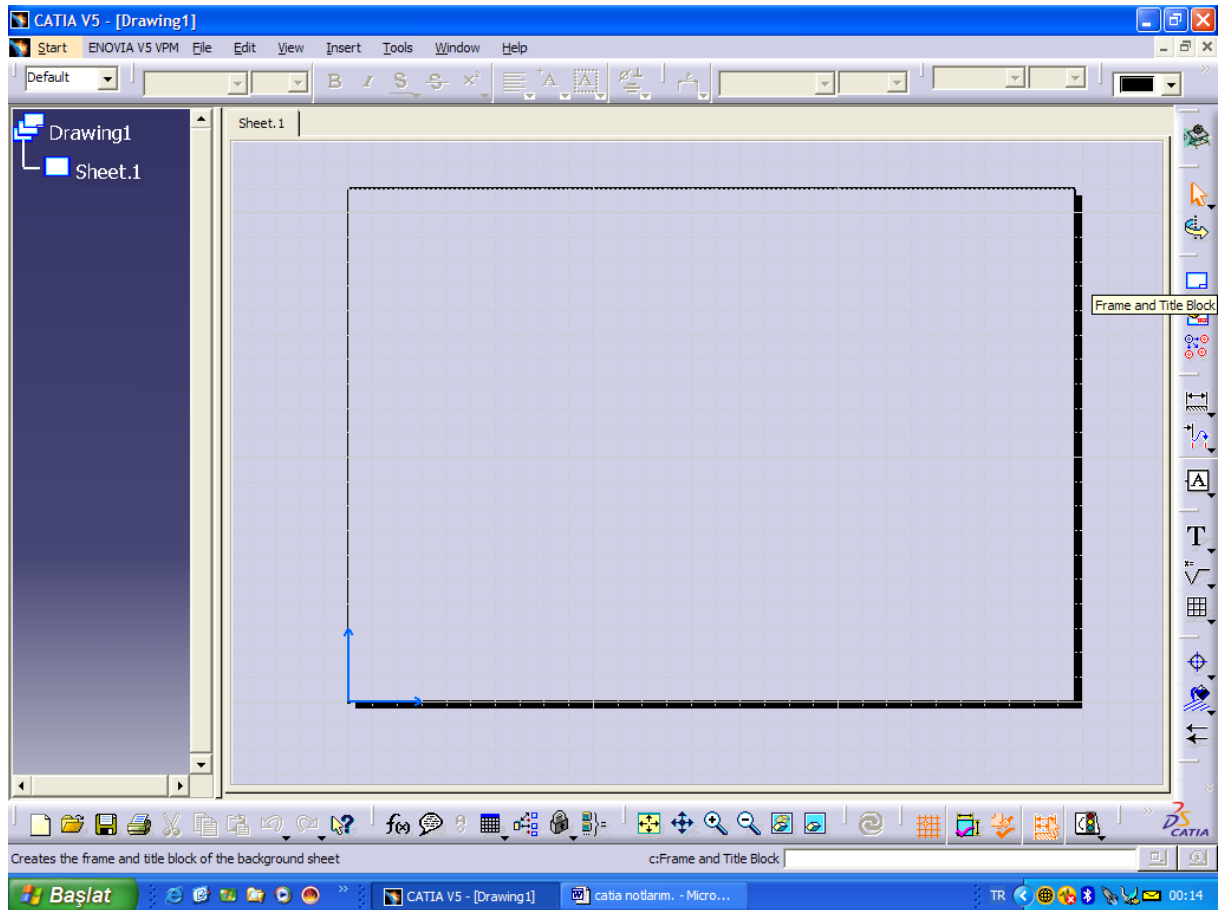


drafting komutu uygulanmalıdır. Komut uygulandığında boş bir drawing sayfası oluşturulur.

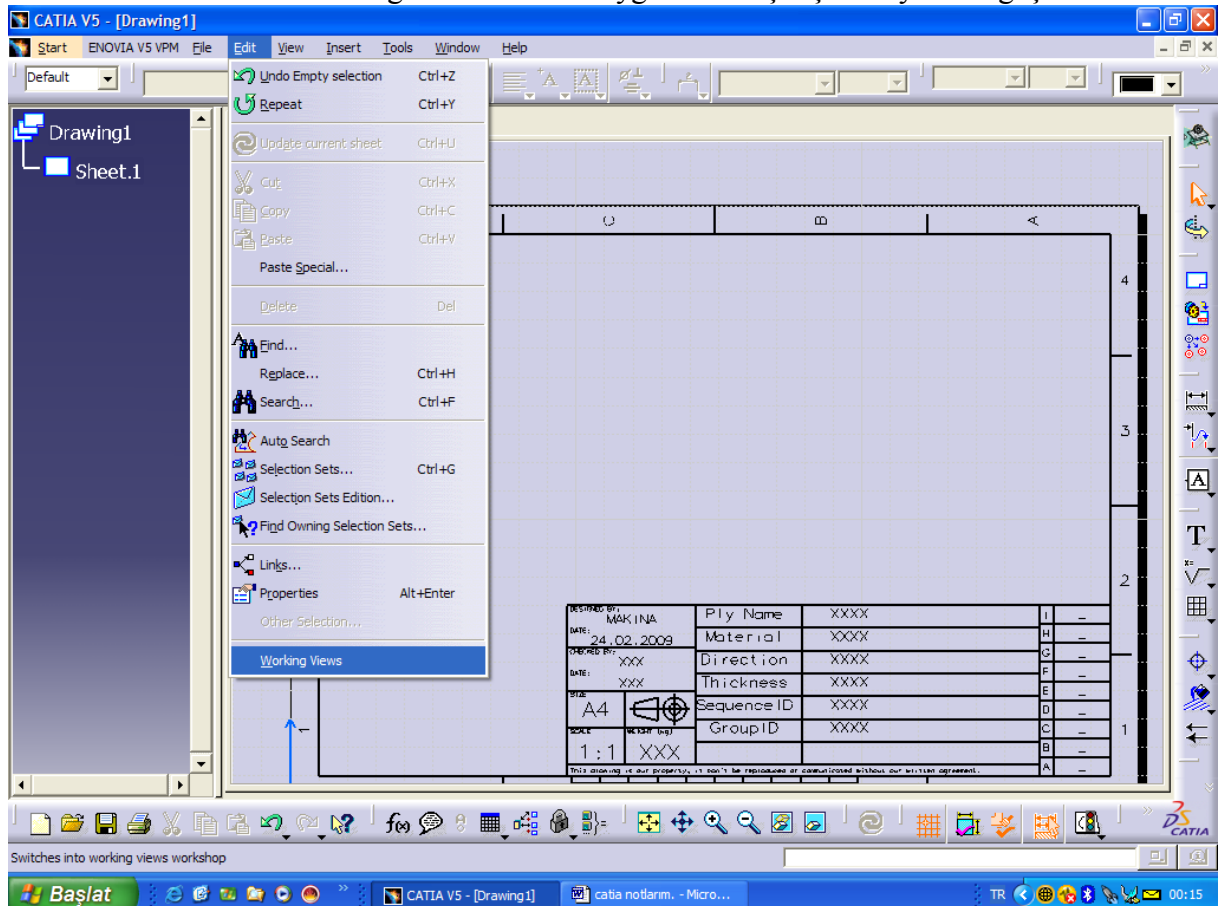
Boş sayfaya antet atamak için edit komutundan sheet background komutu seçilir.



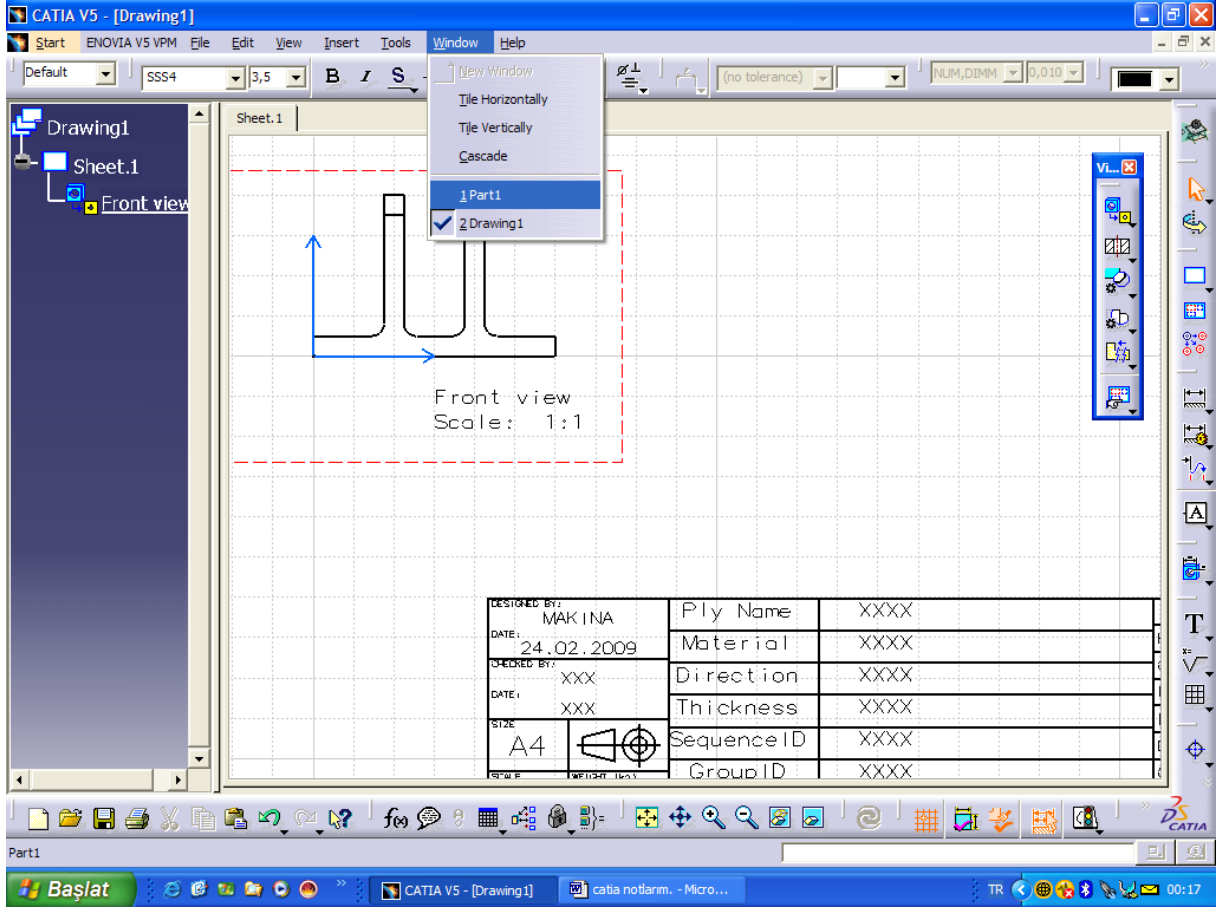
Daha sonra frame and title block komutu seçilir.



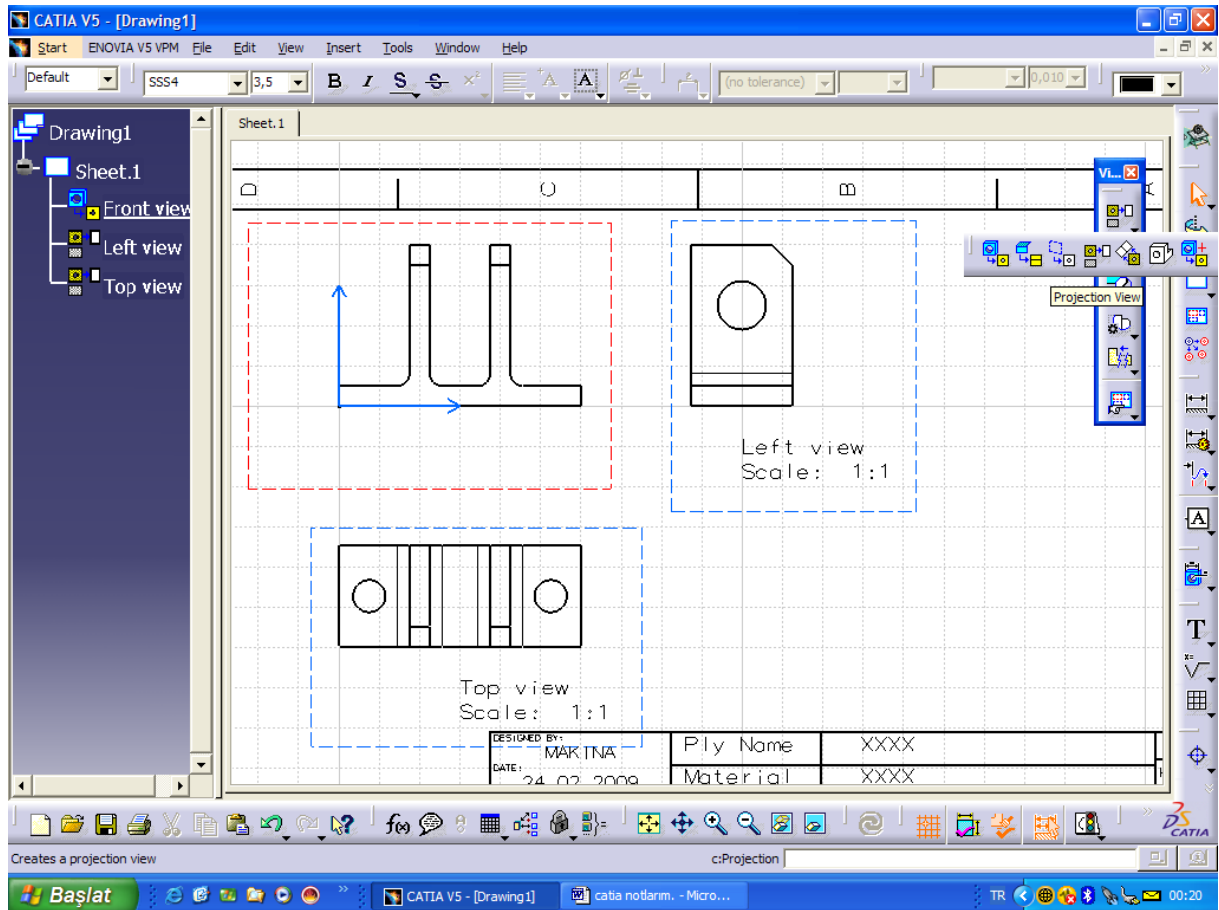
buradan tekrar edit ve working views komutu uygulanarak çalışma sayfasına geçilir.



Front view komutu seçilerek window ve part komutu uygulanır. Part ekranına gidilerek ön görünüş belirlenir.

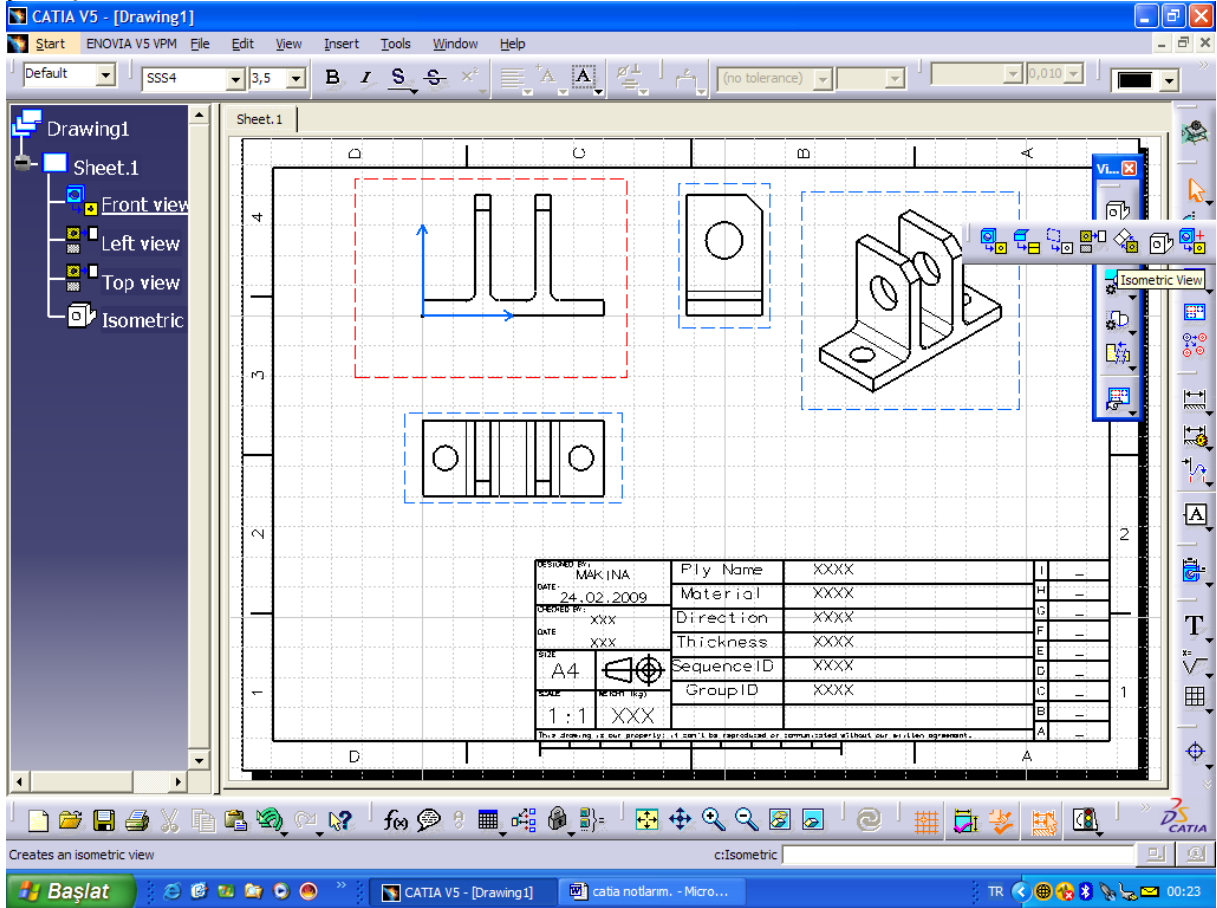


Daha sonra projection view komutu ile mevcut ön görünüşten yan ve üst görünüşler elde edilebilir.



Katı modelin de burada verilebilmesi için isometrik view komutu uygulanarak window ve part komutundan tekrar part a gidilerek perspektif üzerinden herhangi bir yön seçilerek drawing ekranına

yerleştirilir.

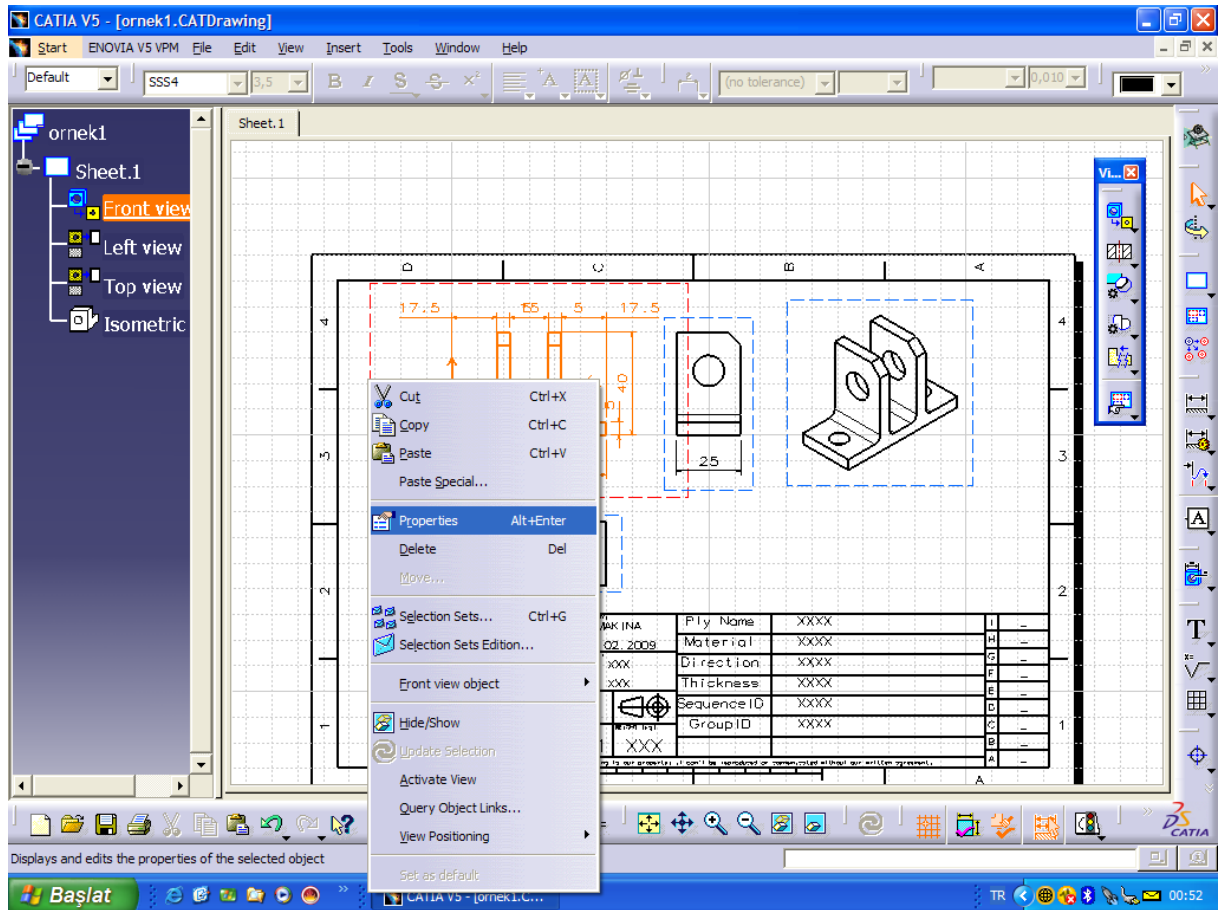


Antet yazılarını değiştirebilmek için edit komutundan sheet background komutu ile antet düzenleme moduna geçilir.

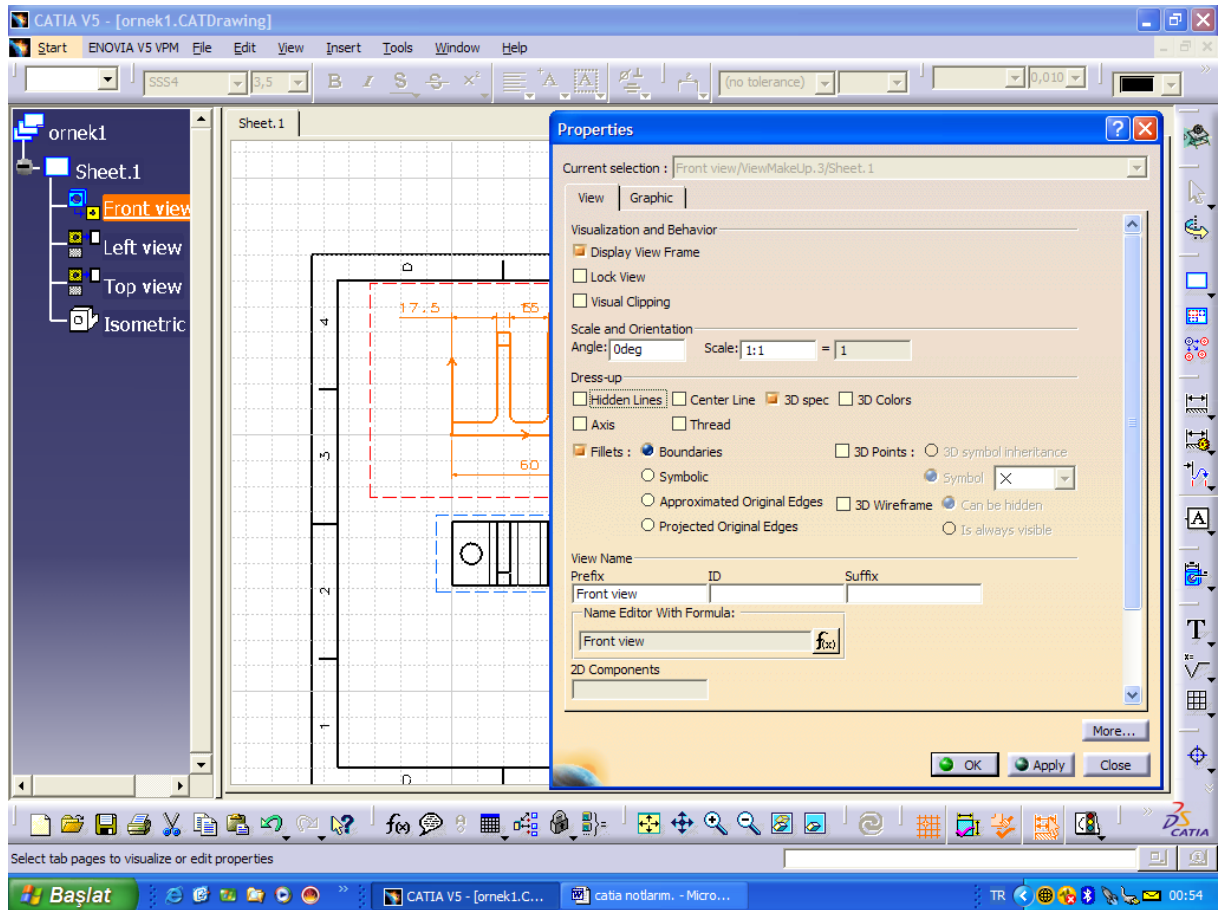
Burada antet yazıları edit edilebilir.

Print yapmak için tekrar edit ten working views e dönerek file ve print komutları uygulanabilir.

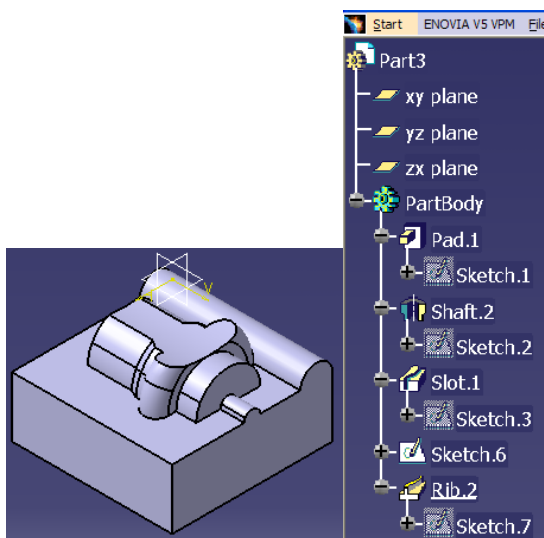
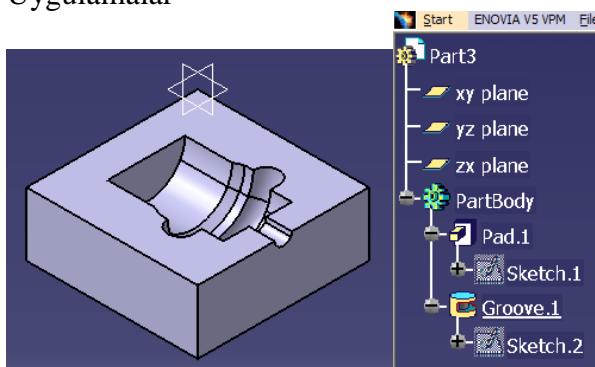
Drawing üzerinde görünmeyen çizgiler için görünüş çerçevesi üzerinde iken sağ tuş yaparak properties komutu seçilir.

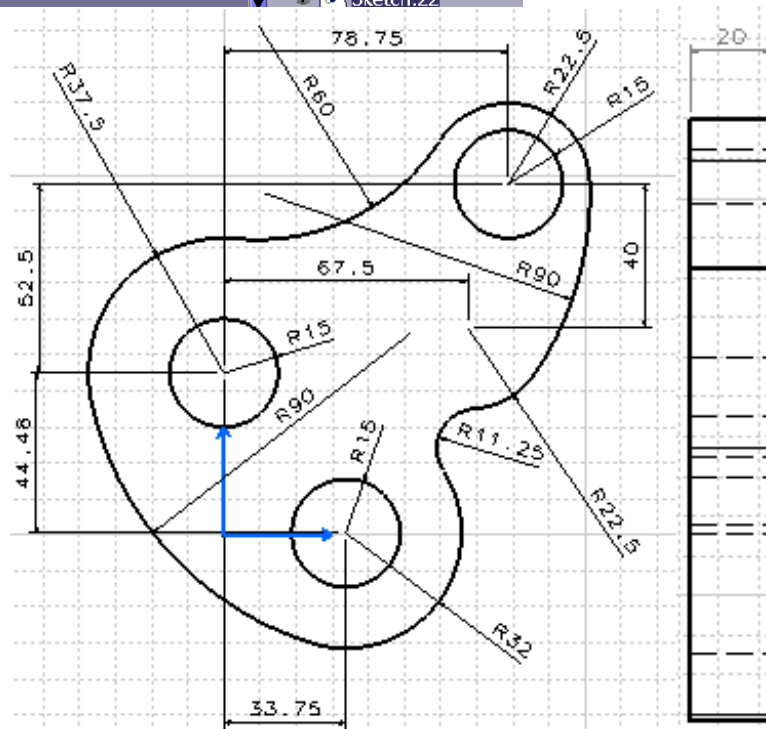
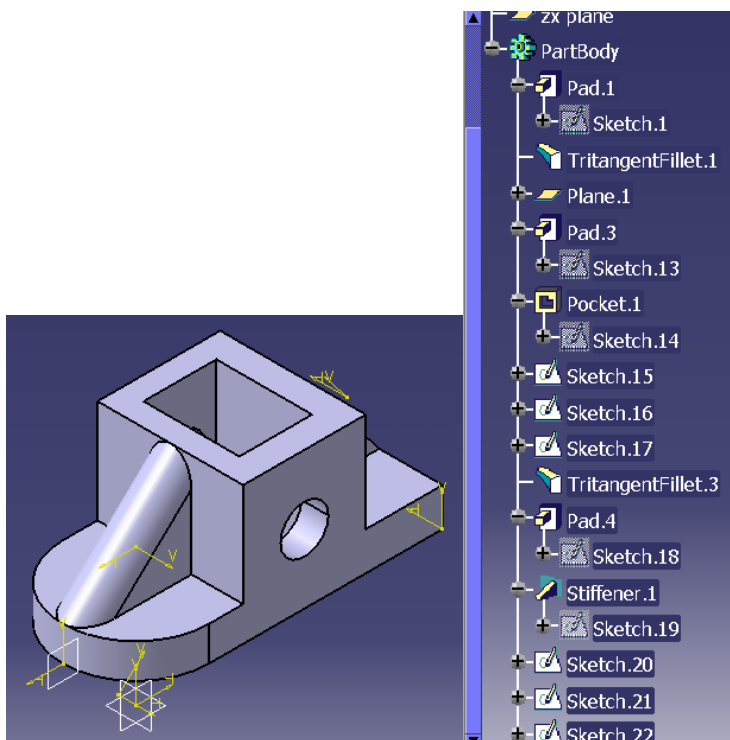


Buradan hidden lines aktif yapılır.

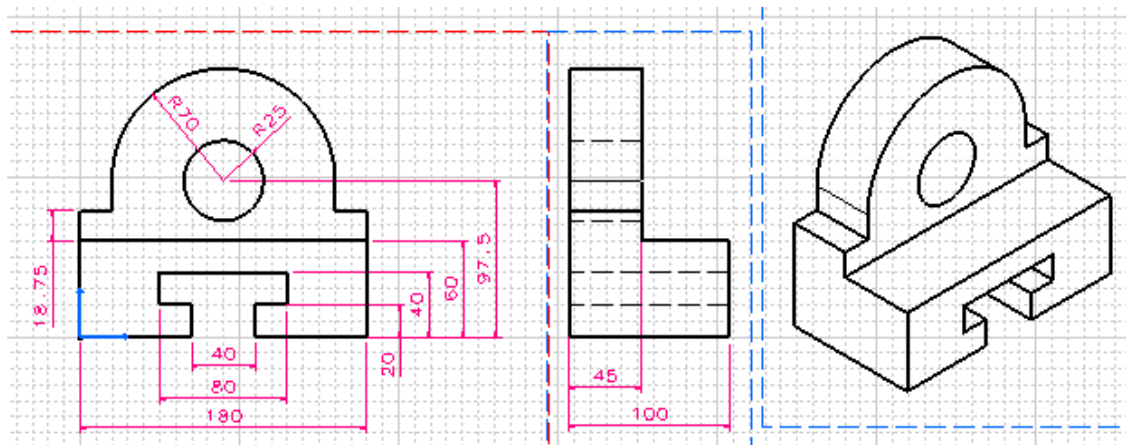


Uygulamalar





Pad:20 mm



Shaft

