

**CATIA ORTAMINDA MAKİNA ELEMANLARI İLE TASARIMDA
OTOMASYON**

İbrahim UTANIR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2007
ANKARA**

İbrahim UTANIR tarafından hazırlanan CATIA ORTAMINDA MAKİNA ELEMANLARI İLE TASARIMDA OTOMASYON adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Öğr. Grv. Dr. Yunus KAYIR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalına Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

Üye : Prof. Dr. Ulvi ŞEKER

Üye : Doç. Dr. Osman GÜRDAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK

Üye : Öğr. Grv. Dr. Yunus KAYIR

Tarih : 01/02/2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İbrahim UTANIR

CATIA ORTAMINDA MAKİNA ELEMANLARI İLE TASARIMDA OTOMASYON

(Yüksek Lisans Tezi)

İbrahim UTANIR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2007

ÖZET

Makine parçalarının büyük bir kısmını standart makine elemanları oluşturmaktadır. Bir makinenin imalatı öncesi; bütün parçaları ile (makine elemanları, vb.) birlikte tasarlanması, o ürünün üretim kalitesini etkilemektedir. Yapılan tasarımlarda bir süreklilik vardır. Çünkü yapılan tasarım; uygun tasarıma ulaşıncaya kadar da sürekli değişmektedir. Dolayısı ile tasarım süreçlerinin uzunluğu, hata kaynaklı geri dönüşler ve standart olmayan çalışmalar her zaman kaynak kaybı oluşturacaktır.

Bu çalışmada, bir sistem geliştirilmiştir. Sistemde tasarımda ihtiyaç duyulan makine elemanları daha kısa sürede oluşturulabilmektedir. Sistem; CATIA BDT/BDİ ortamında geliştirilmiştir. CATIA V5 programının kullanıcıya açık; kod girme ve program geliştirme araçları; Knowledgware, VBA ve Catalog araçları kullanılmıştır. En yaygın kullanılan makine elemanlarının ihtiyaç duyulduğu her an oluşturulmasında kullanıcı etkileşimli diyalog pencereleri oluşturulmuştur. İstenilen makine elemanının CATIA ortamında; katı ve parametrik bir yapıda otomatik olarak modellenebilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak; tasarımdan imalata olan ürün geliştirme süreci boyunca; küçük de olsa bazı işlemlerin otomasyonu gerçekleştirilmiş; olası kayıplar azaltılmıştır.

Bilim Kodu : 708.3.028
Anahtar Kelimeler : BDT, Özelleştirme, Otomasyon, Makine Elemanları
Sayfa Adedi : 198
Tez Yöneticisi : Dr. Yunus KAYIR

**THE AUTOMATION IN DESIGN WITH MACHINE ELEMENTS IN CATIA
CAD PROGRAM**

(M.Sc.Thesis)

İbrahim UTANIR

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

February 2007

ABSTRACT

A lot of machine parts consist of standard machine elements. Designing a product together with all other parts affects manufacturing quality. There is a stable process in all designs implemented. Because, the design is constantly modified to make it optimal. Therefore, long design periods, feed back because of mistakes, and non standard works will cause time loss.

In this study, a system has been developed. Standard machine elements necessary for each design can be modeled much faster. This system was developed in CATIA CAD/CAE/CAM program. Knowledgware, VBA and Catalog tools which have open structure for the user to input codes and write programs of CATIA V5 were used to develop this system. In this system; the dialog windows are implemented to model standard machine elements which are commonly used. Any selected machine element can be automatically modeled in solid and parametric structures by the system.

Due to some design processes were automated in all through the improvement of product process from design to manufacturing, some automation in design were achieved and reduced time loss.

Science Code : 708.3.028
Key Words : CAD, Customization, Automation, Machine elements
Total Page : 198
Project Manager : Dr. Yunus KAYIR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince değerli yardım ve fedakarlıklarını esirgemeyen, bilgi ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Öğr.Grv. Dr. Yunus KAYIR beye, değerli arkadaşlarım Ufuk ŞAHİN, Barış HULİSİOĞLU, Bülent TAVUKÇUOĞLU ve Abdullah KILIÇ ‘a yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bugünlere gelmemde hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve desteğiyle daima yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	6
3. OTOMASYON KAVRAMI.....	13
3.1. Otomasyonu Teşvik Edici Etmenler.....	14
3.1.1. Esnek üretimde uygunluk	15
3.1.2. Üretimde yüksek kalite	15
3.1.3. Ekonomiklik.....	15
4. BDT, BDÜ, BDM VE ÜYY KAVRAMLARI.....	17
4.1.Bilgisayar Destekli Tasarım.....	17
4.2. Bilgisayar Destekli Üretim.....	20
4.3. Bilgisayar Destekli Mühendislik.....	20
4.4. Ürün Yaşam Yönetimi.....	20
5.BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA KULLANILAN MODELLEME TEKNİKLERİ.....	22
5.1.Geometrik Modelleme.....	22
5.1.1.Tel kafes modelleme.....	23
5.1.2.Yüzey modelleme.....	23

	Sayfa
5.1.3. Unsur tabanlı modelleme.....	24
5.1.4. Katı modelleme.....	24
5.1.5. Katı modellemede veri yapıları.....	25
5.2. Parametrik ve Varyasyonel Tasarım.....	27
5.2.1. Parametrik tasarım.....	27
5.2.2. Varyasyonel tasarım.....	28
6. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA SIKLIKLA KULLANILAN MAKİNE ELEMANLAR.....	29
6.1. Dişli Çarklar.....	29
6.2. Rulmanlar.....	34
6.2.1. Rulman çeşitleri.....	35
6.3. Kamalar.....	39
6.4. Segmanlar.....	41
7. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA OTOMASYON/ÖZELLEŞTİRME.....	42
7.1. BDT Sistemlerin Otomasyonu.....	44
7.2. Bilgi Tabanlı Mühendislik.....	45
8. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMLARI.....	49
8.1. Catia.....	49
8.2. Ug/Nx.....	50
8.3. Pro/Engineer.....	51
8.4. Mechanical Desktop.....	52
8.5. Autodesk Inventor.....	53
8.6. Solidworks.....	54

	Sayfa
9. CATIA İLE OTOMASYON.....	55
9.1. CATIA Özelleştirme/Otomasyon Geliştirme Araçları.....	58
9.2.Makro Oluşturma.....	64
10. GELİŞTİRİLEN SİSTEM.....	68
10.1. Kullanılan Yöntemler.....	72
10.2. CATPart Sistemi ile Modelleme (Yöntem I).....	73
10.2.1 VBA komutları ile makine elemanları modelleme.....	76
10.2.2. Bilgi tabanı komutları ile makine elemanları modelleme.....	94
10.3. CATProduct ile Modelleme (Yöntem II).....	113
11. GELİŞTİRİLEN SİSTEMİN KULANILMASI.....	128
11.1. Tasarım Modülü (CATPart) İle Sistem Ayarları.....	128
11.2. Ürün Modelleme ve Montajı Modülü (CATProduct) ile Sistem ayarları.....	136
12. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	141
12.1. Sonuçlar.....	142
12.2. Öneriler.....	144
KAYNAKLAR.....	145
EKLER.....	148
EK-1 VBA ile dişli çark uygulamaları	149
EK-2 Knowledge Based Engineering ile dişli çark uygulamaları	158
EK-3 Katalog sistemi dişli uygulamaları	161
EK-4 VBA rulman uygulamaları	163
EK-5 Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları	173
EK-6 Katalog sistemi rulman uygulamaları	182
EK-7 VBA segman uygulamaları	184
EK-8 Knowledge Based Engineering ile segman uygulamaları	186
EK-9 Catolog (CATProduct) segman uygulamaları	188
EK-10 VBA segman uygulamaları	190
EK-11 Knowledge Based Engineering ile kama uygulamaları	192

	Sayfa
EK-12 Katalog sistemi kama uygulamaları	193
EK-13 Knowledge Based Engineering ile kanal uygulamaları	194
EK-14 Otomasyon sistem uygulaması	197
ÖZGEÇMİŞ.....	198

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1.	Geliştirilen uzman tasarım sistemi.....6
Şekil 2.2.	BDT ve bilgi taban sistem ilişkisi.....7
Şekil 2.3.	Parametrik olarak tasarlanmış sabit bilyeli rulman.....8
Şekil 2.4.	Katı modelde kullanılan ölçüler.....9
Şekil 2.5.	İç bileziğin tasarlanması.....9
Şekil 2.6.	Geliştirilen sistemin yapısı.....10
Şekil 2.7.	Excel sayfası.....10
Şekil 2.8.	Rulman seçiminde kullanılan form.....10
Şekil 4.1.	Tasarım sürecinde Sandor'un Y-şekilli yapısı.....18
Şekil 5.1.	B-rep temsil yöntemi.....25
Şekil 5.2.	Temel elemanlar ve boolean işlemlerin elemanlar üzerindeki etkileri.....26
Şekil 6.1.	Evolvent eğrisi.....29
Şekil 6.2.	Helis dişli çarkların kinematik ve geometrik bağıntıları.....30
Şekil 6.3.	Düz dişli çark.....31
Şekil 6.4.	Helis dişli çark.....32
Şekil 6.5.	Düz kremayer mekanizması.....32
Şekil 6.6.	Düz konik dişli çark.....32
Şekil 6.7.	Helisel konik dişli çark.....33
Şekil 6.8.	Spiral dişli çarklar.....33
Şekil 6.9.	Sonsuz vida ve çark mekanizması.....34
Şekil 6.10.	Hipoid konik dişli.....34

Şekil	Sayfa
Şekil 6.11.	Rulman ve elemanları.....35
Şekil 6.12.	Sabit bilyeli rulman ölçüleri.....36
Şekil 6.13.	Eğik bilyeli rulman ölçüleri.....36
Şekil 6.14.	Eksenel bilyeli rulman ölçüleri.....37
Şekil 6.15.	Silindirik makaralı rulman ölçüleri.....37
Şekil 6.16.	Rulman çeşitleri 39
Şekil 6.17.	Kama örneği.....39
Şekil 6.18.	Kama ölçüleri.....40
Şekil 6.19.	Kama çeşitleri.....40
Şekil 6.20.	Segman örneği.....41
Şekil 6.21.	Segman ölçüleri.....41
Şekil 7.1.	Otomasyon geliştirme adımı.....44
Şekil 7.2.	BTM ve diğer ürün geliştiriciler.....46
Şekil 7.3.	BTM sistemlerinin sağladığı faydalar.....47
Şekil 9.1.	Catia V5 otomasyon katmanları.....56
Şekil 9.2.	Macro giriş menüsü.....59
Şekil 9.3.	Makro penceresi.....60
Şekil 9.4.	Visual basic editor.....60
Şekil 9.5.	Bilgi tabanlı ürün geliştirme şablonları.....61
Şekil 9.6.	Design table.....62
Şekil 9.7.	Örnek tasarım tablosu.....63
Şekil 9.8.	Tasarım tablosu edit table.....63
Şekil 9.9.	Makroya giriş menüsü.....64

Şekil	Sayfa
Şekil 9.10.	Makro kütüphane penceresi.....64
Şekil 9.11.	Makro dizin tanımlama penceresi.....65
Şekil 9.12.	Makro isim tanımlama penceresi.....65
Şekil 9.13.	Örnek model.....65
Şekil 9.14.	Stop record.....66
Şekil 9.15.	Vba ara yüzü 66
Şekil 9.16.	Örnek model kullanıcı ara yüzü.....67
Şekil 10.1.	Dişli çizimi için kullanılan evolvent eğrisi.....69
Şekil 10.2.	Evolvent eğrisi ile oluşturulan dişli.....69
Şekil 10.3.	Sistem yöntem tanımı 73
Şekil 10.4.	Geliştirilen sistemin catpart kısmı.....74
Şekil 10.5.	Vba dişli modelleme araç çubuğu.....76
Şekil 10.6.	Vba düz dişli modelleme diyalog penceresi.....77
Şekil 10.7.	Düz dişli otomatik parametre seçim özelliği.....79
Şekil 10.8	Örnek düz dişli modeli.....80
Şekil 10.9.	Helisel dişli modelleme diyalog penceresi.....81
Şekil 10.10.	Vba rulman araç çubuğu.....82
Şekil 10.11.	Sabit bilyeli rulman diyalog ekranı.....82
Şekil 10.12.	Sabit bilyeli rulman standart seçim menüsü.....83
Şekil 10.13.	Rulman 625 standart ölçüleri.....83
Şekil 10.14.	Rulman otomatik parametre seçim özelliği 84
Şekil 10.15.	Oluşturulan sabit bilyeli rulman modeli.....84

Şekil	Sayfa
Şekil 10.16.	Eğik bilyeli rulman diyalog penceresi.....85
Şekil 10.17.	Eksenel bilyeli rulman diyalog penceresi.....86
Şekil 10.18.	Silindirik makaralı rulman diyalog penceresi.....87
Şekil 10.19.	Kama araç çubuğu.....87
Şekil 10.20.	Kama modelleme diyalog penceresi.....88
Şekil 10.21.	Kama standart seçim menüsü.....89
Şekil 10.22.	Kama standart ölçüleri.....89
Şekil 10.23.	Kama otomatik parametre seçim özelliği.....90
Şekil 10.24.	Oluşturulan kama modeli.....90
Şekil 10.25.	Segman araç çubuğu.....90
Şekil 10.26.	Segman diyalog penceresi.....91
Şekil 10.27.	Segman standart seçim menüsü.....92
Şekil 10.28.	Standart segman ölçüleri.....92
Şekil 10.29.	Segman otomatik parametre seçim özelliği.....93
Şekil 10.30.	Oluşturulan segman modeli.....93
Şekil 10.31.	Bilgi tabanlı dişli araç çubuğu.....94
Şekil 10.32.	Düz dişli parametreleri.....94
Şekil 10.33.	Düz dişli fonksiyon eşitlikleri.....95
Şekil 10.34.	Bilgi tabanlı düz dişli girdi penceresi.....96
Şekil 10.35.	Düz dişli parametre giriş penceresi.....97
Şekil 10.36.	Bilgi tabanlı helis dişli parametreleri.....98
Şekil 10.37.	Helisel dişli fonksiyon eşitlikleri 98
Şekil 10.38.	Helis dişli parametre penceresi.....99

Şekil	Sayfa
Şekil 10.39. Bilgi tabanlı rulman komut çubuğu.....	100
Şekil 10.40. Sabit bilyeli rulman parametreleri.....	100
Şekil 10.41. Sabit bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri.....	100
Şekil 10.42. Sabit bilyeli rulman girdi penceresi.....	101
Şekil 10.43. Sabit bilyeli rulman parametre penceresi.....	101
Şekil 10.44. Eğik bilyeli rulman parametreleri.....	102
Şekil 10.45. Eğik bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri.....	102
Şekil 10.46. Eğik bilyeli rulman parametre penceresi.....	103
Şekil 10.47. Eksenel bilyeli rulman parametreleri.....	103
Şekil 10.48. Eksenel bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri.....	104
Şekil 10.49. Eksenel bilyeli rulman parametre penceresi.....	104
Şekil 10.50. Silindirik makaralı rulman parametreleri.....	105
Şekil 10.51. Silindirik makaralı rulman fonksiyon eşitlikleri.....	105
Şekil 10.52. Silindirik bilyeli rulman parametre penceresi.....	106
Şekil 10.53. Bilgi tabanlı kama komut çubuğu.....	106
Şekil 10.54. Kama parametreleri.....	106
Şekil 10.55. Kama fonksiyon eşitlikleri.....	107
Şekil 10.56. Kama girdi penceresi.....	107
Şekil 10.57. Kama parametre penceresi.....	108
Şekil 10.58. Bilgi tabanlı segman komut çubuğu.....	108
Şekil 10.59. Segman parametreleri.....	109
Şekil 10.60. Segman fonksiyon eşitlikleri.....	109
Şekil 10.61. Segman girdi penceresi.....	110

Şekil	Sayfa
Şekil 10.62. Segman parametre penceresi.....	110
Şekil 10.63. Bilgi tabanlı kanal komut çubuğu.....	111
Şekil 10.64. Kama kanalı girdi penceresi.....	112
Şekil 10.65. Kama kanalı parametre penceresi.....	112
Şekil 10.66. Segman kanalı girdi penceresi.....	113
Şekil 10.67. Segman kanalı parametre penceresi.....	113
Şekil 10.68. Geliştirilen sistemin product kısmı.....	114
Şekil 10.69. Katalog düz dişli excel sayfası.....	115
Şekil 10.70. Katalog düz dişli sınıf penceresi.....	116
Şekil 10.71. Katalog düz dişli seçim penceresi.....	116
Şekil 10.72. Katalog düz dişli ön izleme penceresi.....	117
Şekil 10.73. Katalog helis dişli seçim penceresi.....	117
Şekil 10.74. Katalog sabit bilyeli rulman excel sayfası.....	118
Şekil 10.75. Katalog rulman sınıf penceresi.....	119
Şekil 10.76. Katalog sabit bilyeli rulman seçim penceresi.....	119
Şekil 10.77. Katalog sabit bilyeli rulman ön izleme penceresi.....	120
Şekil 10.78. Katalog segman excel sayfası.....	121
Şekil 10.79. Katalog segman sınıf penceresi.....	122
Şekil 10.80. Katalog segman seçim penceresi.....	122
Şekil 10.81. Katalog segman ön izleme penceresi.....	123
Şekil 10.82. Katalog kama excel sayfası.....	124
Şekil 10.83. Katalog kama sınıf penceresi.....	125
Şekil 10.84. Katalog kama seçim penceresi.....	125

Şekil	Sayfa
Şekil 10.85.	Katalog kama ön izleme penceresi.....126
Şekil 10.86.	Örnek montaj.....126
Şekil 10.87.	Örnek teknik resim.....127
Şekil 11.1.	Catia programı ana sayfası.....128
Şekil 11.2.	Catia part çalışma ortam giriş penceresi 129
Şekil 11.3.	Catia tasarım ara yüzü.....129
Şekil 11.4.	Vba macros girişi 130
Şekil 11.5.	Macros vba projeleri 130
Şekil 11.6.	Vba dosya çalıştırma penceresi.....130
Şekil 11.7.	Örnek vba arayüz penceresi 131
Şekil 11.8.	Customize penceresi.....131
Şekil 11.9.	Vba'nın ikonlaştırılması.....132
Şekil 11.10.	Bilgi tabanlı komutların ekrana çağırılması.....133
Şekil 11.11.	Şablon dosyanın seçim penceresi.....134
Şekil 11.12.	Bilgi tabanlı komut seçim ve parametre penceresi.....135
Şekil 11.13.	Catia product çalışma ortam giriş penceresi.....135
Şekil 11.14.	Catia montaj modül ara yüzü.....136
Şekil 11.15.	Katalog dosya penceresi.....136
Şekil 11.16.	Katalog dosyası çağırma penceresi.....137
Şekil 11.17.	Katalog dosyası seçim penceresi.....138
Şekil 11.18.	Katalog dosyası sınıf seçim penceresi.....139
Şekil 11.19.	Katalog dosyası sınıf çağırma penceresi.....139
Şekil 11.20.	Sistem komutları.....140

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Z	Diş Sayısı
a	Kavrama Açısı, derece
B	Diş Genişliği, mm
Do	Bölüm Dairesi Çapı, mm
Da	Diş Üstü Çapı, mm
Db	Taban Dairesi Çapı, mm
Df	Diş Dibi Çapı, mm
m	Modül
D	Rulman Dış Çapı, mm
d	Rulman İç Çapı, mm
r	Rulman Dış Yarıçapı, mm
r1	Rulman İç Yarıçapı, mm
B	Rulman Genişliği, mm
d4	Segman Dış Çap, mm
d2	Segman İç Çap, mm
d5	Segman Yuva Çapı, mm
a	Segman Ağız Genişliği, mm
s	Segman Kalınlığı, mm

Kısaltmalar	Açıklama
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAD	Computer Aided Design
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
CAM	Computer Aided Manufacturing

Kısaltmalar	Açıklama
BDM	Bilgisayar Destekli Mühendislik
CAE	Computer Aided Engineering
ÜYY	Ürün Yaşam Yönetimi
PLM	Product Life Management
ÜVY	Ürün Veri Yönetimi
PDM	Product Data Management
B-REP	Boundary Representation
CSG	Constructive Solid Geometry
PAM	Pazar Araştırma Merkezi
BTM	Bilgi Tabanlı Mühendislik
KBE	Knowledge Based Engineering
API	Application Programming Interface
VBA	Visual Basic for Applications

1. GİRİŞ

Dünya pazarındaki yüksek rekabet şartları ve imalat stratejileri, ürünlerin tasarımı aşamasında sık sık değişiklikler yapılmasını gerektirmektedir. Bu değişiklikleri ürünlere mümkün olan en kısa zamanda ve en az maliyetle uygulayabilmek için firmaların Ar-Ge bölümlerinde ve akademik düzeyde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bir ürünün ortaya çıkış maliyetinin büyük bir yüzdesi, o ürünün tasarım işlemi sırasında oluşmaktadır.

Teknoloji alanında yapılan bütün çalışmalar, en kısa zamanda ve en az maliyetle müşteri memnuniyetini esas alarak istenilen kalitede üretim yapmayı hedeflemektedir. Bilgisayarlar gelişmiş donanım ve yazılım imkânlarıyla, teknoloji alanına birçok yenilik ve hız kazandırmaya devam etmektedir. Günümüzde endüstriyel ürünler üretilmeden önce bilgisayar ortamında tasarlanmakta, montaj edilmekte, hareketlendirilmekte, varsa hatalar düzeltildikten sonra imalata geçilmektedir. Klasik yöntemlerle yapılan tasarımda harcanan zaman, bilgisayarla yapılan toplam tasarım zamanının yarısından fazlasını kapsadığı ve aynı oranda da ürün maliyetini etkilediği görülmüştür. Bu nedenle ürünün tasarımından imalatına gerekli olan zamanı en aza indirmek için bilgisayar destekli sistemlerin kullanımına gidilmektedir. Böylelikle de zamandan ve maliyetten büyük kazançlar sağlanmaktadır.

Bilgisayar destekli tasarım ve modellemeye yönelik sistemlerin kullanımı, dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Özellikle bilgisayar destekli imalatın sanayimiz içinde yer tutmaya başlaması, dolaylı olarak bilgisayar destekli tasarımı mecburi hale getirmiştir. Özellikle rekabetin hat safhada olduğu günümüz piyasasında ayakta kalabilmenin en önemli yolu en kısa zamanda en iyiye verebilmektir. Bu sebeple tasarım içindeki gelişmeler, farklılaşmalar baş göstermiştir. Herhangi bir ürün tasarımı yapılırken daha esnek daha verimli çalışabilmesi için parametrik tasarım geliştirilmiştir. Böylelikle de değişen parça boyutları ve değişiklikler çok daha kısa zamanda yapılabilmesi imkânı sağlanmıştır. Buda zaman ve zamana bağlı maliyetleri azaltmıştır.

Herhangi bir üretim, ürün tasarımı ve ürün imalatı olmak üzere iki safhası bulunmaktadır. Ürün tasarımı; basit anlamda hesap makineleriyle hesaplama ve elle çizme, deneme, vb. yöntemlerle yapılabildiği gibi daha ileri düzeyde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı ile de gerçekleştirilebilmektedir. Bilgisayar ile yapılan tasarım işlemlerine bilgisayar destekli tasarım (BDT) olarak adlandırılmaktadır. Klasik tasarıma karşın bilgisayar destekli tasarımda; oluşturulan çizimlerin hızlıca değiştirilmesi, standartları, simgeleri ve başka bilgileri kapsayan bir kütüphane oluşturulması, makro ve parametrik tasarım denilen yöntemlerle otomatik çizim, vb. işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir. Başka bir deyişle BDT sistemleri tasarım işlemlerinde otomasyonu sağlamaktadır. Ayrıca klasik tasarımda yapılamayan ya da çok zor olarak yapılabilen parçanın tel kafes, yüzey ve katı model şeklinde üç boyutlu olarak görüntülenmesi, bunların çalışmalarını denetlemek için benzetim denilen işlemle hareketlendirilmesi, sonlu eleman yöntemiyle çok daha kapsamlı hesapların yapılması, vb. işlemlerde gerçekleştirilebilmektedir.

Bir BDT yazılımı, kullanıcı ara yüzü ile tasarımcının bilgisayar uzmanı olmasına gerek kalmadan tasarım işlemini bilgisayar üzerinde yapabilmesini sağlar.

BDT öncelikle bir süreçtir. Bu süreç yalnızca kişilerin eylemleri üzerinde değil tasarım kuruluşlarının yeniden yapılandırılması açısından da ciddiyle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bilgisayar destekli tasarım süreci şu adımlardan oluşur:

- Karar,
- Tasarım,
- Matematiksel model,
- Geri görüş(tek aşama),
- Üretim.

Bilgisayar destekli tasarımla yapılan mühendislik ve üretim konuları; bilgisayar sistemlerini, veri tabanlarını, grafik ve modelleme tekniklerini, sayısal matematiği ve

çeşitli üretim tekniklerini içeren çok disiplinli bir teknolojik uygulama olup hızla gelişmektedir. Kişisel bilgisayarlardan başlayan bu sistemler ana bilgisayarların kullanıldığı özel paket sistemlere kadar uzanır. Fabrika içinde üretim zincirinin bütün halkalarında kullanılan bilgisayar destekli sistemler büyük yatırımlar sonucu elde edilebilmektedir. Ancak bu pahalı, fakat yüksek düzeyde üretken olan sistemlerin verimli ve ekonomik kullanabilmeleri kullanıcıların bilgi birikimine bağlı olmaktadır [1]. Dolayısı ile yatırımlarını düşük maliyetli BDT sistemleri üzerine yapmış birçok firma bundan umduklarını bulamamışlardır. Bu firmalar rekabetteki yerlerini koruyabilmek için yüksek performans ve üretkenliğe sahip açık sistemlere yönelmek zorunda kalmışlardır.

Bu noktada firmaların karşılaştıkları başlıca sorun 21. yüzyıla girerken tasarım ve üretim düzeyleri konusunda ne tür bir yaklaşımla yatırım yapacakları olacaktır. İşte bu probleme getirilebilecek en köklü çözüm: etkin bir süreç yönetimi ve kontrolüne bağlı olarak gelişen amacına uygun tasarım ve gelişmeye özgü bir ürün modelleme sistemidir. Bu çözüm herhangi bir projenin bütün aşamalarında kullanılabilir. En önemlisi çağa uygun bir teknoloji sunduğundan klasik BDT yaklaşımından daha üstün bir düzeyde olmasıdır [2].

Endüstriyel makine elemanların hesapları karmaşık zaman alıcı ve tekrar gerektiren hesaplardır. Bu nedenle hata yapılması oldukça kolaydır. Bu elemanların hesaplanmasında sadece dört işlem içermemekte ve birçok karar verme işlemi de bulunmaktadır. Tüm bu özellikleri nedeniyle makine elemanlarının hesaplanmasında bilgisayar desteğinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu elemanların aktarıldığı iyi bir bilgisayar programı tasarımcıya mutlaka büyük kolaylık sağlayacaktır.

Günümüzdeki tasarım yazılımları ilk yüklendiklerinde beraberlerinde kullanıcının birçok işini görebilen tasarım araçları içerir. Aynı zamanda tasarım yazılımları, her yeni sürümünde bir önceki sürümde yapılan işi kolaylaştıran yeni araçları kullanıma sunar. Bununla birlikte bu yazılımlarının, her kullanıcının tüm isteklerini yerine getirmesi mümkün değildir. Bir kullanıcı için mutlaka olması gereken bir özellik, bir başka kullanıcı için gereksiz olabilmektedir.

Tasarım yazılımlarını üreten firmaların birçoğu, kullanıcıların büyük kısmını memnun edebilmek ve aynı zamanda rekabet için satış fiyatını minimum seviyede tutabilmek için modüler yapı çözümüne başvurmaktadır. Modüler yapı ile kullanıcı da işine yaramayan özellikler için para ödemez. Firmalar ayrıca; kullanıcıya yazılım içine bazı tanımlamalar yapabilme, kodlar yazabilme fırsatını vererek, bu modüler yapıyı daha da esnek bir şekilde kullanabilme kapısını açık bırakmaktadır.

Her kullanıcı tasarım süresince kendi tanımlamalarını çalıştığı tasarım programı üzerinde kullanabilmeyi ister. Örneğin; ürün tasarımında; kullanılacak malzemelerin herhangi bir yerde değil de, aynı BDT dosyasının içinde tanımlanması gibi. Bu durumda; kullanıcının kendi kodunu tasarım yazılımı içine yerleştirmesi büyük bir fırsatı ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, bir kalıp tasarımında, kalıplanacak malzemenin özelliğine bağlı olarak, kalıp boyutlarının ve tasarımının otomatik olarak değişmesi gibi. Daha buna benzer birçok karar mekanizmasına sahip tanımlamalar ile aynı işlemlerin rutin olarak tekrarlanması zorunluluğu ortadan kalkmakta, işlemler otomatikleşmektedir. Tasarım yazılımı içinde yapılan her tanımlama ve kod, tasarımın belli kriterlere uyan bir standart tasarım olmasını da sağlar.

Tüm bu katma değerler tasarım sürelerinin kısaltılmasını ve bu süreçlerin hatasızlaştırılması sağlayan önemli birer parametre olurlar. Tasarım süreçlerinin uzunluğu, hata kaynaklı geri dönüşler ve standart olmayan çalışmalar her zaman kaynak kaybı anlamına gelmektedir. Bu kayıpları ortadan kaldırmak için günümüzde kullanıcıya ve tasarım yazılımına iş düşmektedir.

Tekrarlama işlemleri yapılırken zamanın çoğu nerede harcanıyor? Ya da gün ve gün etkinlikler içinde farklı görevlere hedefleyen önemsiz değişiklikler ile doküman içinde aynı ya da benzer bilgileri defalarca tekrarlamak doğrumudur? İşte bu gibi sorulara otomasyon iyi bir çözüm olabilir. Çünkü küçük bir müdahale ile iş süreci başlangıçtan bitişe kadar otomatikleştirilebilir. Otomasyon, etkinlikler için bir buton ile kısa tekrarlamalı etkinliklerine bir çözüm sağlar. Örneğin bir mekanik tasarım projesinin yaklaşık olarak yüzde 60'ının standart parçalardan oluştuğu düşünülürse oluşturulabilecek bir standart kütüphane ile bilgisayar destekli tasarım

programlarında, proje süresi kısalmakta ve tasarım ile ilgili bilgiler elde edilmektedir.

Geliştirilen BDT programları, çok yaygın olarak kullanılan programlama dilleri ile desteklemektedir. Bunlar;

- C / C++ on Windows, Linux ya da Unix-gibi sistemler
- VC++ / VB6 ve daha üst versiyonlar
- ObjectARX, ve diğer belirli teknolojiler
- VBA, Perl, Python, PyCAD scripting teknolojisi vb.

Bu çalışmada, BDT işlemlerinde başarılı bir otomasyon sağlayabilmek için sıklıkla kullanılan ve tasarımı sırasında zorluklar oluşturan elemanların (dişli, rulman, segman, kama, kama kanalı, vb.) kısa sürede grafik ekran üzerinde 3 Boyutlu (3D) ve parametrik bir yapıda otomatik olarak modellenmesi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yazılım paketi olarak; tasarımda otomasyon geliştirme yönelik en esnek ve en güçlü bir yapıya sahip olması nedeni ile CATIA paket programı kullanılmıştır. Hazır elemanlarının parametrik olarak oluşturulmasında CATIA programının Knowledgeware özelliği ve Visual Basic'in CATIA için özelleştirilmiş bir sekli olan VBA(Visual Basic for Application) programlama yüzü kullanılmıştır.

Çalışmayı destekleyecek yönde geliştirilecek yöntemlerin programa kolayca uyarlanabilmesi için, program esnek algoritmayla tasarlanmıştır. Böylece programın yetersiz kaldığı durumlarda yeni programların eklenmesi mümkün hale getirilmiş ve çalışma gelişmelere açık bırakılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

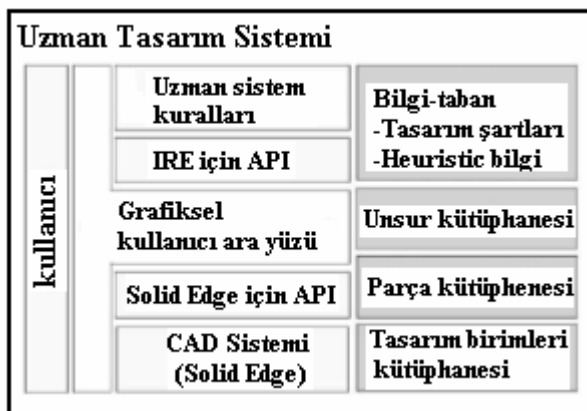
Tasarım ve tasarım problemlerine yönelik yapılan çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Myung S. ve arkadaşı, Takım tezgahları için şekil tasarım metoduna dayalı olarak iş parçalarının bilgi tabanlı parametrik tasarımıyla ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, iş parçalarının ve bunların montajlarının parametrik olarak modellenmesinde uzman sistem kullanılmıştır. Sistem; ticari bir BDT programı ile birlikte kullanılan bir uzman sistemden oluşmaktadır [3].

Geliştirilen uzman sistem tasarım sistemi aşağıdaki bilgi ve verileri kullanabilmektedir:

- Şekilsel tasarım için bilgi; topoloji tasarımı, parça seçimi ve parça düzenlemesi.
- Parametrik modelleme için tasarım sınırlamaları.
- İşlem özellikleri.
- Tasarıma ait Heuristic bilgi.

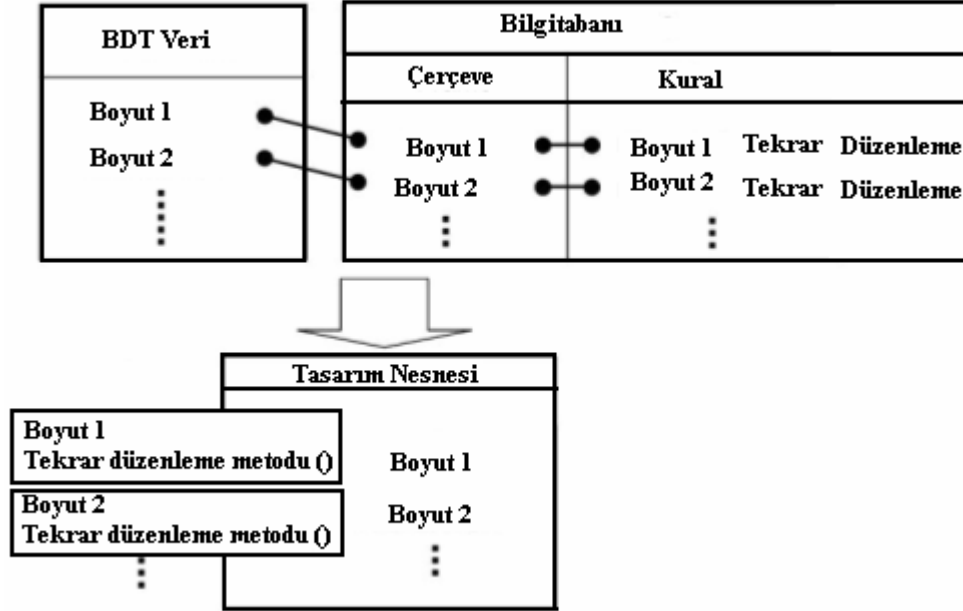
Şekil 2.1’de uzman tasarım sistemine ait yapı gösterilmektedir. Geliştirilen sistemde; bilgi tabanı, unsur kütüphanesi, parça kütüphanesi sistemin temel parçalarıdır.



Şekil 2.1. Geliştirilen uzman tasarım sistemi

Tasarım uzman sistemi ticari uzman sistem çatısı, ticari BDT sistemi ve tüm sistemi birleştiren API (Application Programming Interface); Programlama ara yüz uygulamalarından oluşmaktadır. Burada uzman sistem iskeleti olarak Neuron Datanın V4.0 IRE versiyonu ve ayrıca BDT sistemi olarak Unigraphics Solutions'a ait Solid Edge yazılımının V4.0 versiyonu kullanılmaktadır.

Şekil 2.2'de BDT sistem ile tasarım bilgi tabanı arasındaki ilişki gösterilmektedir. Tasarım ile ilgili bilgi tasarım elemanı içerisindeki metotlar tarafından oluşturulmaktadır.

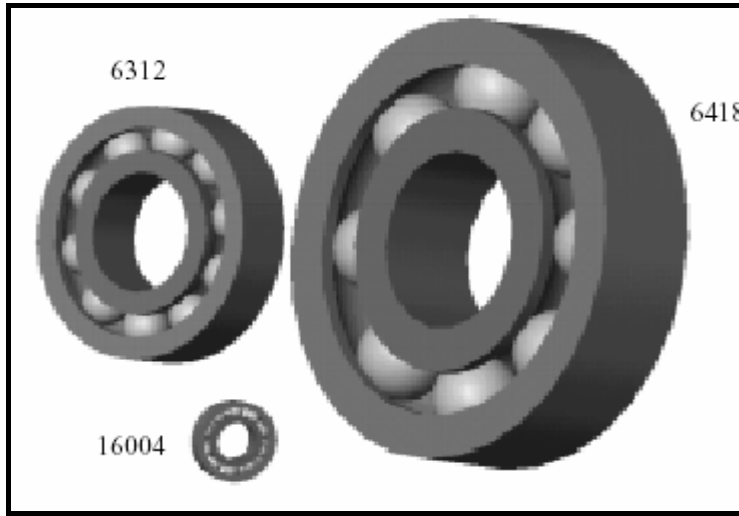


Şekil 2.2. BDT ve bilgi taban sistem ilişkisi

Halkacı, H. S. ve arkadaşları, kütleli özelleştirme, özel protez tasarımları gibi yeni ürün konfigürasyonlarının tasarımını tasarım parametrelerinin değiştirilmesi ile hızlı ve kolayca sağlayan parametrik tasarım felsefesi üzerinde durmuşlardır. Parametrik tasarımda temel teşkil eden kısıtlılık kavramı örneklerle açıklanmıştır. Tasarım tablosu ve Excel VBA araçları kullanılarak geliştirilen bir parametrik tasarım örneği, Excel sayfaları, program ara yüzleri ve akış şeması ile tanıtılmıştır. Geliştirilen programla yatağa gelen aksel ve radyal kuvvetlerin, devir sayısı ve rulman ömrü

gibi parametrelerin girilmesi ile sabit rulmanlı yatak boyutları elde edilerek, çeşitli konstrüksiyonlarda kullanılabilecek katı modelleri oluşturulabilmektedir.

Şekil 2.3'de bu çalışmanın uygulama kısmında ele alınan rulmanlı yatağın parametrik tasarımına ait birkaç örnek yatak görülmektedir.

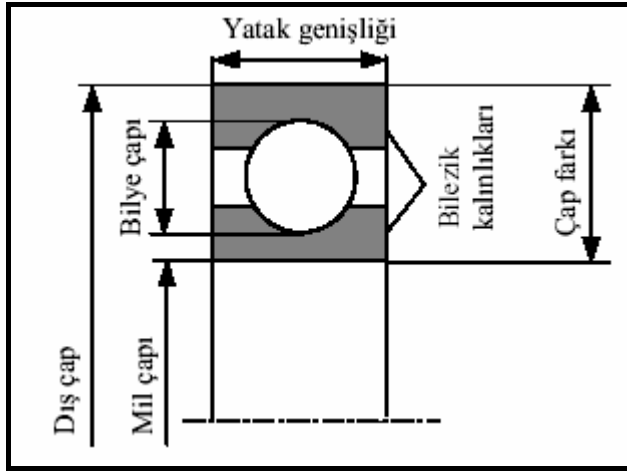


Şekil 2.3. Parametrik olarak tasarlanmış sabit bilyeli rulman

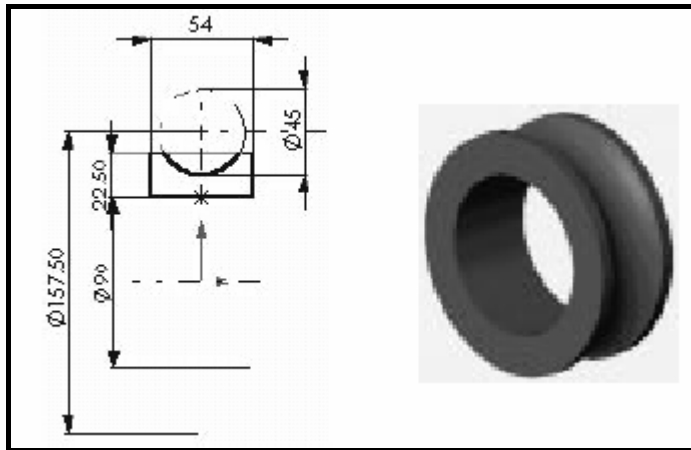
Bir tek katı model oluşturularak sabit rulmanlı yatakların yüzlerce çeşidini modellemek mümkün olmuştur. Bu örnekte rulmanlı yatak; mil çapı, yatak dış çapı ve yatak genişliği belli olduğu zaman bütün geometrik parametreler belirlenmiş olacak tarzda modellenmiştir. Rulmanlı yatağa uygulanan eksenel ve radyal kuvvetler, yatak ömrü, mil devir sayısı gibi mühendislik kısıtlılıklarının belirlenmesi ile de rulmanlı yatak tablolarından faydalanılarak tasarımın serbestlik derecesi sıfır yapılmıştır.

Bu uygulamada sabit bilyeli yatağın mil çapı, dış çapı ve genişliği bilindiği zaman rulmanlı yatağın modelini oluşturabilecek iki kabul yapılmıştır. Bu kabullere göre Şekil 9.5'deki boyutlar cinsinden;

- 1- Bilye yuva çapı; "Çap farkı"nın 2/3 kadardır
- 2- Bilezik kalınlıkları; "çap farkı"nın 1/3 kadardır.



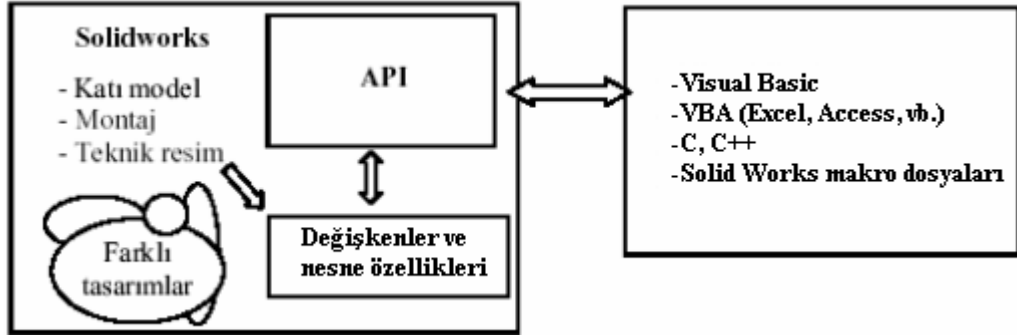
Şekil 2.4. Katı modelde kullanılan ölçüler



Şekil 2.5. İç bileziğin tasarlanması

Şekil 2.5'de görüldüğü gibi iç bilezik 2D taslaktaki gibi bir kesitin yatay eksen etrafında döndürülmesi ile elde edilir. Örnek uygulamada katı modeli oluşturmak için rulmanlı yatak tablolarından alınan sadece üç adet parametre kullanılmıştır. Bunlardan birincisi mil çapı, ikincisi yatak genişliği, üçüncüsü de dış çaptır. İç bileziğin tasarlanması için bu parametrelere ilaveten bilye çapı ve bilezik kalınlığına ihtiyaç duyulacaktır. Bu ölçüler yapılan kabuller doğrultusunda bilinen parametreler cinsinden bazı eşitliklerle çözülmüştür [4].

Sistem; SolidWorks tasarım ortamında; programlama ara yüzleri kullanılarak geliştirilmiştir (Şekil 2.6) .



Şekil 2.6. Geliştirilen sistemin yapısı

Sistem; Rulmanlara yönelik bilgileri Excel sayfalarında tutmaktadır (Şekil 2.7). Kullanıcı girişi içinde bir ara yüz sayfası kullanmaktadır (Şekil 2.8)

	A	B	C	D	E	F	G
1	Design Table for: Sabit rulmanlı yatak						
2		bilya merkezi@Sketch1	b@Sketch1	di@Sketch1			
3	Hesaplanan yatak	85	22	60		yatak dış çapı	
4						110	
5							
6							
7							
8							
9							

RULMAN HESABI

Şekil 2.7. Excel sayfası

Rulmanlı yatak hesabı

Yatağa gelen kuvvetleri yazınız.

Radyal Kuvvet (N) Eksenel Kuvvet (N)

Seçim1 Seçim2 Seçim3

Devir ve Ömür girerek yatak tipini bul.

Milin Çapı (mm)

Devir (d/d)

Ömür (saat)

Hesapla

Tavsiye edilen ömür değerlerini görebilirsiniz

Şekil 2.8. Rulman seçiminde kullanılan form

Janitza, D. ve arkadaşı, toplam özelleştirme ürünlerinin BDT modellerinin oluşturulmasında kullanılan yazılım araçları üzerinde durmuşlardır. Yapılan bu çalışma ile BDT yapı içerisinde müşterilerin kendi kişisel ürünlerini tanımlayabilmesine olanak sağlayan bir yazılım geliştirerek böylelikle müşteriler birkaç değişkeni değiştirerek kendi ürünlerinin BDT modellerini oluşturabilmektedir.

Bu çalışma iş yönetimi, ürün geliştirme ve üretim alanlarıyla ilgi birkaç alt projeden oluşmaktadır. Bu kısımda gösterilen alt proje kişi özgü ürünlerin analiz ve modellenmesinde kullanılan yeni bir yapıyı içermektedir.

Bu çalışmada iki ayrı yaklaşımdan bahsedilmektedir. Birinci yaklaşımda müşterilerin kendi ürünlerini tanımlarken internet benzeri bir ara yüz kullanmasıdır. İkinci yaklaşımda ise BDT sistemler içerisine entegre edilecek bilgiler ile oldukça yüksek derecede esnekliğe sahip BDT modellerin oluşturulmasıdır.

Bu çalışmanın can alıcı noktası müşterileri ürün geliştirme safhasına dahil etmektir. Bunun için ya geliştirme sürecinin karmaşasını azaltmak ya da müşteriler için analiz araçları geliştirmek gerekmektedir [5].

Hefeng, B. ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada kremayer bıçak ile imal edilmiş silindirik düz dişli çarkların bilgisayar ortamında modellenmesini gerçekleştirmiş ve geometrik ifadeler elde etmiştir [6].

Rao, çalışmasında gerilme analizinde kullanmak üzere helisel dişli çarkların üç boyutlu modelini elde etmek için temel matematiksel denklemler vermiştir [7].

Arıkan, M. ve arkadaşı, çalışmalarında daha önceden Tsay tarafından kullanılmış olan diş oluşturma metodunu kullanarak, üç boyutlu diş modelini Ideas programıyla gerçekleştirmişlerdir [8].

Akkurt, M. ve arkadaşı, helisel dişli çarkların tasarımı için Autocad-ADS lisansını kullanan bir program geliştirmişlerdir. Bu programda, ilk aşamada girilen veriler

kullanılarak önce dişli çark boyutlandırılmakta ve imalatla kullanılabilecek çizimler Autocad programında otomatik olarak elde edilmektedir [9].

Fetvacı, M. C., iki boyutlu düz dişli modellenmesini gerçekleştirmiş ve ANSYS programının parametrik dizayn modülünü etkin olarak kullanarak diş kuvvetlerinin tatbikinde otomasyon sağlayan bir makro program geliştirmiştir [10].

Fetvacı, M. C. ve arkadaşı, evolvent profilli düz dişli çarkların tasarımı ve simülasyonu ele alınmıştır. Kesici takımın geometrisi ve profil kaydırmanın diş geometrisindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca dişlerin hareket çevriminin herhangi bir anında konumlarını gösteren resimler ve animasyon dosyaları elde edilmiştir. Bu şekilde işlenen konuları destekleyici mahiyette görsel materyaller öğrencilerin istifadesine sunulmuştur [11].

3. OTOMASYON KAVRAMI

Günümüzde en çok kullanılan kelimelerden biri haline gelen otomasyon kavramı çeşitli biçimlerde ifade edilmektedir. Bu tanımlamalardan bazıları şunlardır:

Endüstriyel, tarımsal, idari vb. işlerin yürütülmesinde insan müdahalesinin bir ölçüde veya tamamen ortadan kaldırılması; işlerin otomatikleştirmesi olarak adlandırılır. En dar anlamı ile otomasyon, otomatikleşmekten gelmektedir. Basit bir fırının sıcaklığının denetlenmesi ve işlem evrelerinin devreye konulması gibi yalın işlemlerden, bir kimyasal işlemin bilgisayarla yürütülmesi gibi karmaşık işlemlere kadar pek çok konuda otomasyondan yararlanılmaktadır.

Otomasyon veya endüstriyel otomasyon; endüstriyel makinelerde ve proseslerde insan operatörlerin yerini almasıyla bilgisayar ve elektronik teknolojisinin kullanılmasıdır, mekanikleşmede bir adımdır. Bazı avantajları: tekrarlanabilirlik, daha iyi kalite kontrol, israfın engellenmesi, yeni iş sistemleri ile bütünleşme, üretimin artması ve insana dayalı iş gücünün azaltılmasıdır. Bazı dezavantajlar ise yüksek başlangıç maliyetleri ve sürekli bakım maliyetleridir.

Otomasyon, bir süreci yönlendirmede söz konusu olan zihinsel işlevlerin tümünü ya da bir bölümünü teknolojik organlara aktarmadır. Otomasyon, bu özelliğiyle basit makineleştirmeden daha yüksek bir düzeyde yer alır.

Günümüzde her alanda teknoloji geliştirmek ve teknolojik yenilikleri insan hayatının birer parçası haline getirmek, tüm endüstri alanlarında yüksek kaliteli üretim gerçekleştirmek için kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir.

İnsanın fiziksel gücü sınırlı olduğundan, fazla fiziksel güç gerektiren işler için insan tarafından yönetilen makineler geliştirilmiştir. Sanayi çağı bu makinelerin çağıdır. Ancak bu makinelerin kendi kendine karar verme kabiliyeti olmadığından çalışmaları için genellikle sürekli bir kullanıcı gerekmektedir. Teknoloji alanındaki gelişmeler arttıkça insanın yerini alacak, kendi kendini kontrol edebilen otonom sistemler

üzerindeki çalışmalar ilerlemektedir. İnsan sadece kendinde var olan düşünebilme yeteneği sayesinde kendi yerine çalışacak, belli bir iş yapma konusunda uzman, mekatronik elemanlar üretmektedir. Zamanla bu kavram genişlemiş ve bir işlemi başından sonuna kadar insan müdahalesi olmadan gerçekleştirebilecek robotlu otomasyon sistemleri ortaya çıkmıştır. Bilgi çağının ürünü olan bu karmaşık sistemler, çeşitli algılama elemanları yardımıyla çevresinden haberdar olan, çevreden gelen bu verileri ve kendi bilgi tabanındaki verileri kullanarak karar verebilen ve herhangi bir operatör yardımına gerek duymadan kararların sonuçlarını uygulayabilen sistemlerdir.

Otomasyon sistemine geçmiş bir tesisteki otomasyon sistemlerinin faydaları şunlardır:

- Üretim maliyetlerindeki düşüş,
- Personel sayısında azalma,
- Daha kısa sürede üretim,
- Hatalı imalat sayısında büyük ölçüde azalma,
- Kapasite ve verimliliğin artışı,
- Teknolojik üretim kolaylığı,
- Verimlilik,
- Güvenli üretim,
- Planlı üretim dönemi,
- Ürün kalitesinde standardizasyon.

3.1. Otomasyonu Teşvik Edici Etmenler

Önceleri birçok kişi ve kuruluş tarafından işsizlik yaratacağı kuşkusu ile otomasyona karşı çıkmıştır. Ancak, özellikle gelişmiş ülkelerde otomasyon uygulamalarının zararlı olduğunu gösteren yeterli gerekçeler gösterilemediği için bu düşünceden vazgeçilmiştir. Yapılan istatistikler, otomasyonun işsizlik üzerindeki etkisinin çok az

olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin otomasyona geçildikten sonra Japonya'da işsizlik oranı %2 dolaylarında kalmıştır [12].

3.1.1. Esnek üretimde uygunluk

Endüstriyel robotlar ile aynı üretim işlemi değişik şekillerde gerçekleştirilebilir ve bu işlemler program kontrolü ile seçilebilir. İşlem kontrolünün getirdiği bu esneklik, robotlu üretim hattında farklı ürünlerin ardı ardına, vakit kaybetmeksizin işlenmesini sağlar. Bu gerçekler kısa dönemde üretim planlamasını kolaylaştırdığı gibi, uzun dönemli planlama esnekliği de getirir.

Yeni bir mal üretiminde veya üretilmekte olan bir malda değişiklik yapılamamasında başlıca engellerden biri olan ilk yatırım masrafları, üretim hattında sanayi robotlarının etkin olarak kullanılması ile engel olmaktan çıkar. Yeni üretimlere başlamanın düşük bir risk içermesi, sanayicilerin yeni teknoloji ve yeni ürün geliştirme cesaretlerini arttırır [13].

3.1.2. Üretimde yüksek kalite

Endüstriyel robotlar yüksek kalite ve güvenilirlik gerektiren alanlarda uygulanmıştır. Ancak endüstriyel robotların hızla yayılmasına en büyük neden tutarlılıklarıdır. Robotlu üretim sistemlerinde üretim hızı ve ürünün imalat özellikleri üretim boyunca alışla gelmiş üretim sistemlerine oranla çok az değişiklik gösterir. Bu tutarlılık planlama ve kontrol kolaylığı getirdiği gibi, fire oranını düşürdüğünden maliyeti direkt olarak azaltır.

3.1.3. Ekonomiklik

Otomasyona geçmiş ülkeler, daha az zamanda yüksek kalite, ucuzluk, verimlilik, daha az işçi, gibi kıstas elde ettiklerinden dünya pazarından daha fazla pay almışlardır. Dünya pazarını ele geçiren bu ülkeler ekonomik olarak büyümüşler,

ekonomik olarak büyüyen bu ülkeler parasal gücü elde ettiklerinden dünya ülkeleri arasında sözü geçen, dinlenen, ülkeler arasına girmişlerdir.

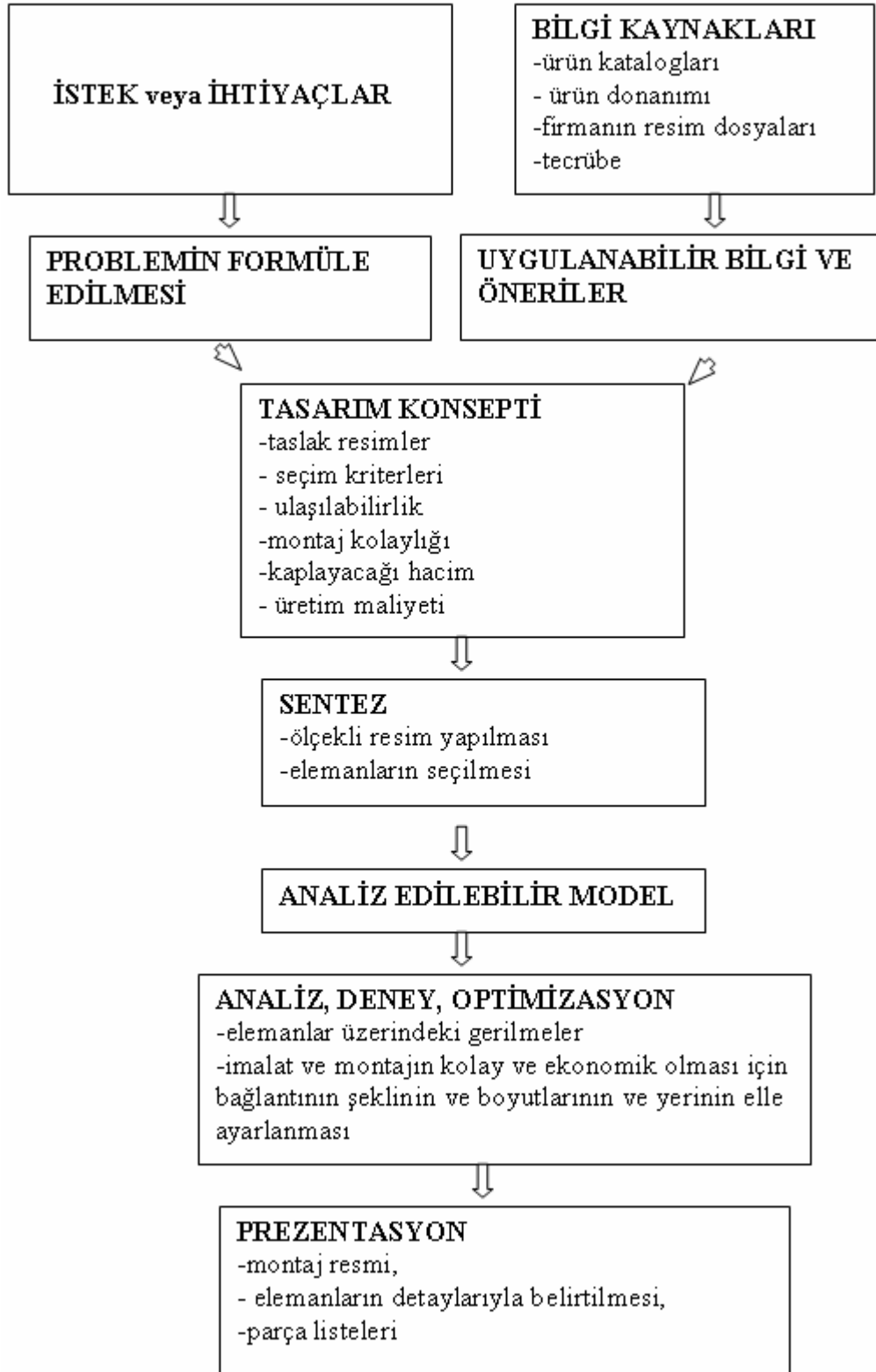
Üretimde Otomasyona yönelik olarak ilk klasik tezgahlar kullanılmıştır. Daha sonra kam kontrollü, pim kontrollü tezgahların kullanılmaya başlanması, üretim hızının ve kalitenin artırılmasını sağlamıştır. Sonraki gelişme sayısal kontrollü (NC) tezgâhların uygulanması biçiminde olmuştur. Bilgisayar sisteminin tezgâha uygulanması sonucunda bilgisayar sayısal denetimli tezgâhlar (CNC) ve bilgisayar kontrollü sistemler ortaya çıkmıştır. Sadece üretimde değil bilgi işlem, dokümantasyon, araştırma ve geliştirme çalışmalarında özel hazırlanmış olan bilgisayar programları kullanılmaktadır. İşte bu sayede 20. yüzyıl başında insanoğlu daha az çalışarak daha kısa sürede en mükemmeliyi üretmektedir[13].

4. BDT, BDÜ, BDM VE ÜYY KAVRAMLARI

4.1.Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT)

Bir ürünün, istenen özellikleri karşılayacak şekilde bir dizi sistematik işlem zincirinden sonra ürün modelinin son biçimine getirilmesi sürecine tasarım denir.

Tasarım süreci oldukça karmaşık bir yapıya sahip olup bu süreç sadece bir denklem veya bir algoritma ile çözülemez. Dolayısıyla tasarım probleminin çözümünde sistematik bir yöntemin uygulanması gerekir. Bu tür bir yöntem Sandor tarafından ortaya konulmuştur [14]. Y-şekilli bir yapıya sahip olan bu strateji Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tasarım sürecinde Sandor'un Y-şekilli yapısı [14]

Bilgisayar destekli tasarım, fikirden ürüne giden aşamada dinamik bir ortam oluşturmak amacıyla işlemi kolaylaştırmak, hızlandırmak, kalitesini yükseltmek vb amaçlar için araç olarak bilgisayardan yararlanma eylemi olarak tanımlanır.

BDT yöntemlerinin getirdiği yararlar şunlardır;

Kaliteli tasarım: Bilgisayarda geliştirilen model üzerinde bir çok seçenekler değerlendirildiğinden ve model parametrelerinin optimizasyonu yapıldığında tasarım kalitesi yüksektir.

Tasarım Güvenirliği: Yapılan tasarım için daha hassas analiz yöntemleri kullanıldığından benzeşim yöntemleri ile model denendiğinden güvenilirlik sınırları yüksektir.

Tasarım Zamanı: Tasarım için harcanan zaman oldukça azaltılmıştır.

Dökümantasyon: Tasarımı tanıtan teknik resimler, raporlar ve renkli ve otomatik olarak çok kısa zamanda hazırlanabilmektedir.

Malzeme ve işçilikte ekonomi : Yapılan optimum bir tasarım sonucu daha az malzeme ve emek kullanılmaktadır dolayısıyla tasarım ve imalat daha ekonomik olmaktadır.

Değişim kolaylığı: Tasarımda ve imalat yönteminde yapılacak değişiklikler çok hızlı bir şekilde uygulanabilmekte ve hatalar kısa zamanda düzeltilerek yeni modeller üretilenmektedir [15-16].

4.2. Bilgisayar Destekli Üretim (BDÜ)

Üretim aşamasında bilgisayarın kullanılmasına Bilgisayar Destekli Üretim denilmektedir. BDÜ’de yaygın olarak kullanılan sistemler şunlardır:

- CNC tezgahlar,
- Endüstriyel robotlar,
- Otomatik klavuzlu araçlar,
- CAM programları,
- Programlanabilir Mantık Kontrolü (PLC).

4.3. Bilgisayar Destekli Mühendislik (BDM)

Bütün mühendislik işlemlerin yürütülmesinde; çok kapsamlı veya özel bilgisayar yazılımlarının kullanılması bilgisayar destekli mühendislik denir. BDM de kinematik ve dinamik analiz yöntemleri uygulanarak bilgisayar desteğiyle sistem ve mekanizma analizleri yapılabilir. Sonlu elemanlar analizi gibi teknikleri kullanan gelişmiş yazılımlar aracılığıyla parçaların mukavemet ve gerilme analizleri yapılabilir. BDT ve BDM arasındaki bütünleşmenin gerekliliği araştırma geliştirme ortaya çıkar.

4.4. Ürün Yaşam Yönetimi (ÜYY)

ÜYY kavramı 2000 yılında ilk kez IBM tarafından ortaya atılmıştır. O zamandan beri hem IBM, hem kavramı kabul eden diğer satıcı firmalar (EDS, PTC ve son olarak Autodesk), hem de imalat uygulamaları pazarında faaliyet gösteren danışmanlık şirketleri tarafından geliştirilmeye devam edilmektedir.

ÜVY yaklaşımı verimlilik üzerine odaklanmaktadır. Bir tasarım uygulamasını kullanırken kişilerin verimliliği ya da takımların verimliliği üzerinde durmakta ve kullanılan araçlar bu amacı gerçekleştirme derecelerine göre değerlendirilmektedir.

ÜYY kavramı tasarım ve mühendislik sürecinin temel yapısını da sorgulamaktadır. Ürünü tasarlandı ama imal edilebilir değil, ürün zamanında çıktı ancak müşteri tarafından kabul edilebilir bir maliyet yapısında değil, çok kaliteli ama servis verilememektedir. Bu yaklaşımın işletmelere katkısı, süreçleri bütünleştirme ve eş zamanlı mühendislik motivasyonunu artırmasıdır.

5.BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA KULLANILAN MODELLEME TEKNİKLERİ

Mekanik Tasarım ve imalat sanayisindeki teknolojik gelişim sonucu yaygınlaşan BDT sistemleri, tasarım ve imalat sürecini etkilemiştir. Yeni tasarımlar, hiç olmadığı kadar hızlı bir şekilde geliştirilebilmekte, yetenekli BDT yazılımları müşteri gereksinimlerine göre çözümlerin üretilebilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda, ürünlerin kalitesi ve dayanıklılığı artırılabilmekte ve maliyetler düşürülebilmektedir.

Son yıllarda BDT alanında önemli gelişmeler olmuştur. Her yeni gelişme yeni ihtiyaçlardan ortaya çıkmış ve yeni teknikleri de beraberinde getirmiştir. Bu modelleyiciler arasındaki temel fark desteklenen bilgi seviyesidir. İlk geliştirilen modelleme programları sadece tel çerçeve şeklinde modelleme yapmakta ve iki boyutlu çizim işlemlerini desteklemekteydiler. Sadece nokta ve çizgi ile çizim yapmak mümkün olabiliyordu. Parametrik ve sınırlandırma temelli sistemlerin devreye girmesi ile, değişken geometrili veya denklemleri içeren tasarım problemlerinin çözümünde büyük kolaylıklar sağlanmıştır. Ancak tüm bu yaklaşım veya sistemlerin hiç birisi BDT/BDU bütünleşmesi veya tasarım-üretim arası tam otomasyon sağlanmasında yeterli olamamıştır. Çünkü bu tür sistemler; doğru, daire, prizma veya silindir gibi düşük düzeyli temel elemanlar kullanarak parça geometrisini temsil edebilmektedirler. Ayrıca bu tür elemanlar veya bunlardan oluşan nesneler; ne tasarım fikirlerini ifade etmeye ne de üretim işlemlerini otomatik yapmaya uygun değildir.

5.1.Geometrik Modelleme

Geometrik modelleme işlemi cisimlerin şekilleri ve büyüklükleri gibi cismin geometrisi ile ilgili bilgileri bilgisayarın hafızasında temsil etmek depolamak ve işlemek amacıyla matematiksel bir model oluşturma işlemidir. Geometrik model, parçanın matematiksel analizi, işlem planlaması, üretimi, kalite kontrolü ve hatta reklam broşürlerinde kullanılabilecek tek resmidir. Bundan dolayı geometrik model

BDT/BDİ işlemlerinde başarılı bir otomasyon yapabilmek için anahtar rol oynar [17].

Geometrik modellemede dört teknik vardır.

1. Tel kafes modelleme
2. Yüzey modelleme
3. Unsur tabanlı modelleme
4. Katı modelleme

5.1.1.Tel kafes modelleme

Tasarım sonuçlarının çok hızlı bir şekilde kontrolüne olanak sağlayan modelleme tekniğidir. Bu modelleme tekniğinde modeller oldukça küçük bilgi işlem zamanına ve hafıza kapasitesine ihtiyaç duyarlar ve iş parçalarının köşe noktalarının tespitinde iyi sonuç verirler. Ancak bu modeller veri olarak üç boyutlu uzaydaki çizgilerin başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarını kullanan çizgilerden oluşmuş modellerdir. Bu nedenle cisimler hakkında yeterli bilgi sağlamazlar. Cismin yüzeyleri ile ilgili hiçbir bilgi vermedikleri gibi modeller cisimlerin iç ve dış yüzeylerinin temsillerinde bazı belirsizlikler oluştururlar. Modeli yorumlamak için sadece köşeler ve bu köşeleri birleştiren çizgileri kullanmak durumunda kalırlar. Bu durum basit bir modelden bile değişik yorumların çıkmasına neden olabilir.

5.1.2.Yüzey modelleme

Tel kafes modellere göre cisimler hakkında daha fazla bilgi veren bir tekniktir. Bu teknik ile model bir tel kafes model üzerinde bir grup yüzey parçası tanımlamak suretiyle oluşturulabilir. Bu işlem; tel kafesin üzerini ince bir film malzemesi ile kaplanması gibidir.

Yüzey modellerde yüzeyler küçük yüzlerin bir topluluğu olarak ifade edilirler. Yüzey modeller cisimlerin yüzeylerini ve sınırlarını büyük bir hassasiyetle belirler. Böylece

NC tezgâhlarda işlenmek üzere düzgün ve sürekli yüzeylerin oluşturulmasını sağlamış olurlar. En çok kullanıldıkları alan bilgisayarlarca hazırlanan çeşitli animasyon ve grafiklerdir.

5.1.3. Unsur tabanlı modelleme

Unsur bir geometrik model üzerinde bulunan ve daha çok tasarım sonrası işlemler için gerekli olan bir şekil bilgisidir. Örneğin; bir blok içinde açılmış bir delik, bir parçanın kenarına açılmış bir pah, bir unsurdur. Bir katı model parçanın hacmini ve kütle bilgilerini bize verebilir fakat üzerinde bulunan bir kanal ve deliğin olduğunu ve bunların ölçülerini bize direk olarak veremez. Biz ancak bu bilgileri başka algoritmalar kullanarak katı model üzerinden çıkarabilir ve çıkarılan unsur bilgilerini tasarım sonrası işlemlerde kullanabiliriz. Örneğin, bir delik unsuru için imalat esnasında otomatik olarak ona uygun matkap ucu seçilebilir.

İşte tasarım sonrası işlemler için gerekli olan bu bilgiler katı modelden çıkarmak yerine daha tasarımın oluşturulması esnasında parçalar bu unsurların birleşimi veya çıkarımı şeklinde modellenenebilir [18-19].

5.1.4. Katı modelleme

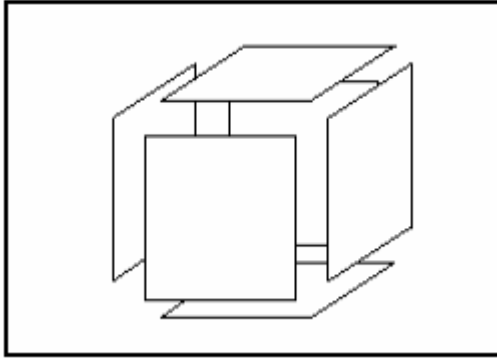
Katı modelleme tekniği çeşitli cisimlerin temsilleri ve modellenmeleri için en uygun modelleme tekniğidir. Bu teknik katı cisimlerin tam manasıyla temsil edilebilmelerine ve katı modellere ait katı cismin hacmi, atalet momenti, ağırlık merkezi, yüzey alanı gibi çeşitli geometrik özelliklerin otomatik olarak hesaplanmalarına olanak sağlar. Modellenecek cisimlerin hem yüzeyleri hem de hacimleriyle ilgili yeterli bilgi bu teknik yardımıyla sağlanabilmekte dolayısıyla gerçeğine en yakın modeller elde edilebilmektedir.

5.1.5. Katı modellemede veri yapıları

Modellerin belirtilmesinde CSG ve B-REP olmak üzere iki temel teknik vardır. Bunlara ek olarak octree ve faceted olarak iki alt ve hibrit tekniği vardır. B-REP modelleyicileri, topoloji teorisine dayanır. Faceted modelleyiciler mevcut yüzey türlerini sadece düzleme indirgeyen B-REP modelleyicileridir. B-REP ve Hibrit modelleme teknikleri günümüzde en sık karşılaşılan ve mekanik tasarımların kullanımına en uygun teknolojilerdir.

B-REP Modelleme Tekniği (Boundary Representation): B-REP tekniğinde katı cisim sınır elemanları ile belirtilir. Bu elemanlar iki grupta toplanabilir.

- Cismi oluşturan geometrik elemanlar (noktalar, eğriler, yüzeyler)
- Bu elemanlar arasındaki ilişkileri belirleyen topolojik elemanlar

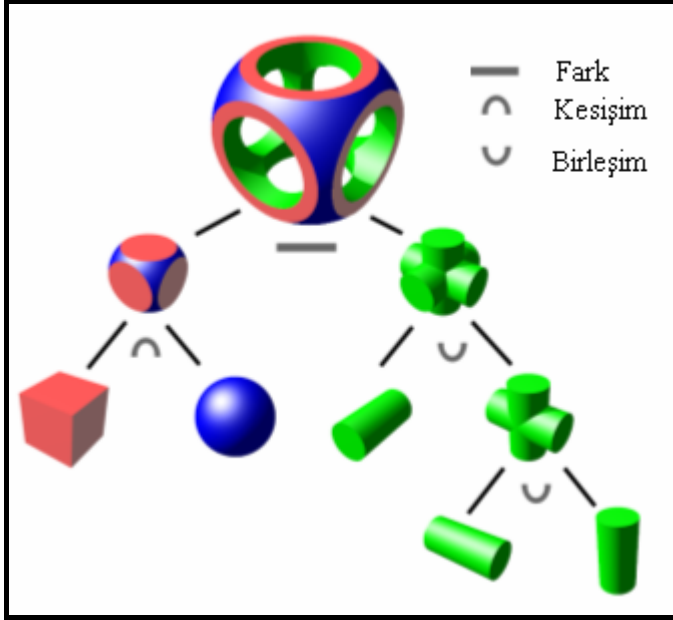


Şekil 5.1. B-REP temsil yöntemi

Bu teknikte katı cisim yüzeyleri, kenarları ve köşelerinin bir listesi ile bu elemanlar arasındaki topolojik ve komşuluk ilişkisi birlikte depolanır.

CSG Modelleme Tekniği (Constructive Solid Geometry): CSG modelleme tekniğinde katı model, blok, silindir, küp küre, koni gibi üç boyutlu geometrik elemanlardan oluşur. Bu temel elemanlar çoğu kez daha basit elemanlar olan düzlem uzayların bir

birleşimdir. Düzlem uzaylar üç boyutlu uzayı boşluk ve katı bölgeler olmak üzere ikiye ayıran sonsuz büyüklükteki düzlem yüzeyleridir.



Şekil 5.2. Temel elemanlar ve boolean işlemlerin elemanlar üzerindeki etkileri

Katı modeller temel elemanlar üzerine birleşim kesişim ve fark gibi boolean işlemlerin uygulanması ile oluşturulur. Temel elemanlar ve Boolean işlemlerin elemanlar üzerindeki etkileri Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

B-REP tekniği ise bilgisayarlarla hazırlanan çeşitli grafik uygulamalarında görüntü analizlerine ve NC tezgahlarda ince talaş kaldırma işlemlerinde son derece uygundur. Tasarımcıya oldukça karmaşık modellerin oluşturulması hususunda büyük bir serbestlik verir. Ancak modellerin oluşturulması daha zordur. Verilerin depolanması ve nakledilmesi büyük hafıza kapasitelerine ihtiyaç duymaları nedeniyle daha masraflıdır.

Hibrit Katı Modelleyiciler: Hibrit katı modelleyiciler çoğul veri yapıları kullanan standart B-REP modelleyicilerin bir uygulamasıdır [17].

Modelin oluşturulma sürecinde, kullanıcının kendi modelleme tekniğine uygun bir şekilde modelleme yaptığı bir tekniktir. Bu nedenle tasarımcı modelleme ortamında, modelleme teknikleri arasında tamamen esneklik içerisinde geçiş yapabilir.

Tek ara yüz içerisinde bu tekniklerin tamamı aynı anda kullanılabilir. Hibrit modelleme ile tasarım yapan kişi katı, yüzey, v.b gibi ayrımı gözetmez. Tüm disiplinler ve fonksiyonlar tasarımcının elinin altındadır. Tasarımcı alışma esnasında hangi fonksiyona ihtiyaı varsa sınırsızca istediğini kullanır, genelinde her şey parametrik [20].

5.2. Parametrik ve Varyasyonel Tasarım

Parametrik ve varyasyonel tasarımın amacı tasarım mühendisinin kavramsal tasarım modifikasyonu ve parça grupları tasarımı uygulamalarını basitleştirecek yüksek seviyedeki araçları sağlayarak tasarım eğilimini kapsayan bir yapı oluşturur. Bunlar çok güçlü teknikler olup dikkatli kullanılmaladırlar.

5.2.1. Parametrik tasarım

Eski modelleme sistemlerinin çoğu tasarımcının boyutsal değişim yapabilmesine imkan tanıyan mekanizmalara sahip değildi. Oysa tasarımcının modelde sık sık değişiklikler yapması gerekebilir. Parametrik tasarımın ile model üzerinde değişiklikler hızlı bir şekilde yapılabilir. Parametreler model oluşturma işlemi tümden ele alır. Bir parametre değiştiğinde işlem modeli güncelleyerek ardışık düzende kendisini yeniler.

Parametrik tasarım sisteminde kullanıcı tasarımı oluştururken geometriyi geometrik sınır şartlarını ve boyutları belirler.

Parametrik tasarımda mühendislik denklemleri sadece boyutlara yeni değer atamada kullanılır ve ancak tasarım için geçerli özel bir durum program tarafından belirlendikten sonra boyutlara değer atanabilir.

5.2.2.Varyasyonel tasarım

Varyasyonel tasarım, parametrik tasarım sistemine benzemekle birlikte burada geometrik ilişkiler tasarım özelliklerini birbirine bağlayan denklemlere dayanır. Varyasyonel sistemlerin avantajı denklemlerin tamamının geometrik olmasını gerektirmemesidir. Örneğin modelin boyutlarıyla parçanın hacmi, ağırlığı veya mukavemeti arasında bir bağlantı kurulabilir. Varyasyonel tasarım ardışık bir işlem değildir. Denklemleri aynı anda çözümüyle sonuca ilerlerken problem bloklarının tek tek çözümüne gerek kalmaz. Tasarım probleminin çözümünde ardışık çözüm sırasının izlenmesine gerek yoktur. Tasarımın durumunu temsil etmek için geometrik bağıntılar ile mühendislik bağıntıları birbiri ile çalışabilir [17].

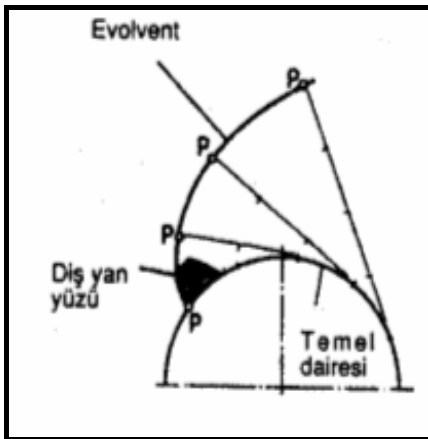
6.BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA SIKLIKLA KULLANILAN MAKİNE ELEMANLARI

Makine elemanlarının boyutlandırma süreci çeşitli alanlarda kapsamlı bilgi, tecrübe ve yoğun bir mühendislik çalışması gerektirmektedir. Tasarımcı hesaplama sürecinde faktörlerin ne anlama geldiğinden, imalat bilgilerine kadar uzanan geniş bir bilgiye ihtiyaç duyar. Tasarımcının bu bilgilere güvenli ve hızlı bir şekilde ulaşması tasarım sürecinin verimliliğini etkiler.

6.1. Dişli Çarklar

Dişliler hareket ve kuvvet iletmek amacı ile kullanılan çok önemli bir makine elamanlarıdır. Silindirik parçanın üzerine veya içerisine açılacak olan dişli için bir dizi hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Dişli çarkların diş boyutları diş sayısına bağlı olarak değişmektedir. Dişli çarklar yüksek hız iletimlerinde, yüksek kuvvetlerin kaldırılmasında ve dayanım gerektiren yerlerde güvenle kullanılmaktadır. Dolayısı ile dişli çarklar; hemen hemen her makinede kullanılmaktadır [21].

Dişli çarklarda, dişlerin diş yan yüzeylerine, özel bir biçim verilmektedir. Dişli yan yüzeylerinin profili bir sikloid veya bir evolvent yuvarlanma eğrisidir.



Şekil 6.1. Evolvent eğrisi [22]

Eksenleri aynı düzlemde paralel olan iki mil arasında güç ve devir ileten çarklara silindirik veya alın dişli çarklar denir. Dişlerin yönü çark eksenine göre paralel ise düz silindirik dişli çark denir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. Düz dişli çark

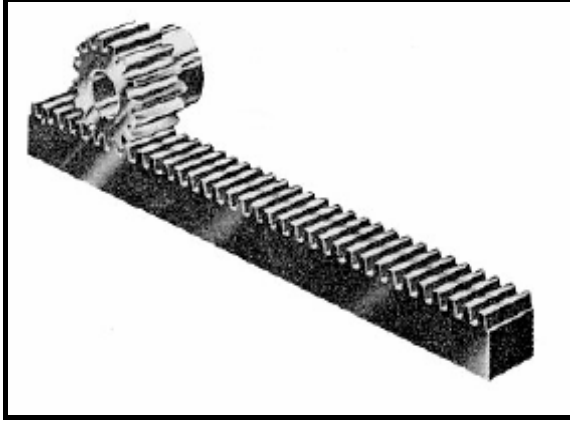
Dişlerin yönü çark eksenine göre açılı ise helisel silindirik dişli çark denir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. Helis dişli çark

Herhangi bir dişli çarkın yarıçapı sonsuz yapıldığında kremayer denilen çubuk şeklinde bir dişli eleman elde edilir. Bu elemanın düz veya helisel silindirik çarkla

alışmasına göre düz kremayer mekanizması (Şekil 6.5) veya helisel kremayer mekanizması meydana gelir.



Şekil 6.5. Düz kremayer mekanizması

Eksenleri aynı düzlemde bulunan fakat kesişen iki mil arasında g ve devir ileten çarklara konik dişli çarklar denir. Konik dişli çarklar düz veya helis diş profiline sahip olabilirler (Şekil 6.7).



Şekil 6.6. Düz konik dişli ark



Şekil 6.7. Helis konik dişli çark

Eksenleri aynı düzlemde olmayan miller arasında güç ve devir ileten dişli çarklara spiral dişli çarklar (Şekil 6.8) denir.



Şekil 6.8. Spiral dişli çarklar

Bu dişlilerin pratikte çok kullanılan özel bir hali, uzayda eksenleri birbirine dik olan sonsuz vida mekanizmasıdır (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Sonsuz vida ve çark mekanizması

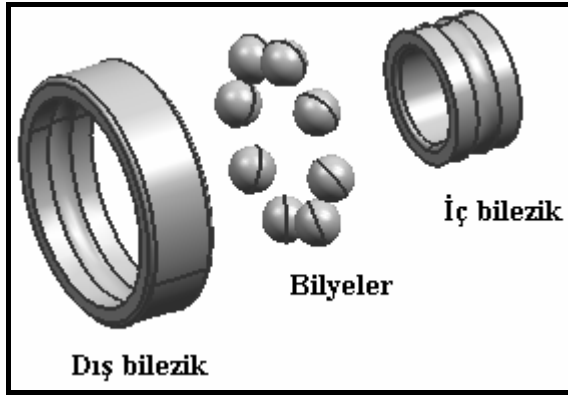
Ayrıca spiral dişli çark grubuna dahil olamayan fakat eksenleri aynı düzlemde olmayan ve kesişmeyen hipoid konik dişliler (Şekil 6.10) da vardır.



Şekil 6.10. Hipoid konik dişli

6.2. Rulmanlar

Makinelerdeki hareket ileten yatakların çoğunda rulmanlar kullanılır. Bu nedenle rulmanlar da her türlü makinede bulunabilecek önemli bir makine elemanıdır (Şekil 6.11).



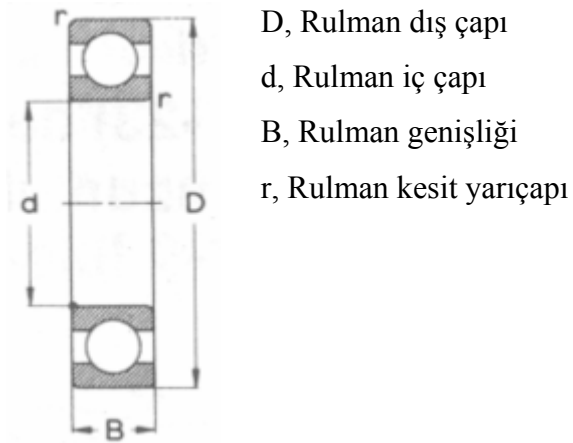
Şekil 6.11. Rulman ve elemanları

Yıllardır kullanılan rulmanlar makine parçalarındaki dönel aksamlar arasındaki sürtünme ve aşınmaları azaltmak için kullanılır. Rulman tipleri kullanıldığı yerlere göre farklılık göstermekle birlikte hepsinin temelindeki amaç aynıdır.

Radyal, eksenel ya da her iki yöndeki kuvvetlerin karşılanmasında değişik tip ve ebatlarda bu rulmanlardan yararlanılır.

6.2.1. Rulman Çeşitleri

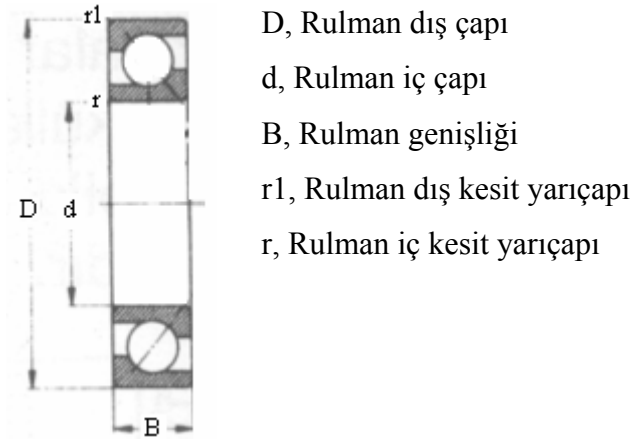
Sabit Bilyeli Rulman: Rulmanların kullanılabileceği bütün devir sayıları için uygun ve fiyatı diğer rulmanlara göre nispeten ucuz olduğundan en çok bu tip rulmanlar kullanılır. Şekil 6.12’de Sabit bilyeli rulman ölçüleri görülmektedir.



- D , Rulman dış çapı
- d , Rulman iç çapı
- B , Rulman genişliği
- r , Rulman kesit yarıçapı

Şekil 6.12. Sabit bilyeli rulman ölçüleri [24]

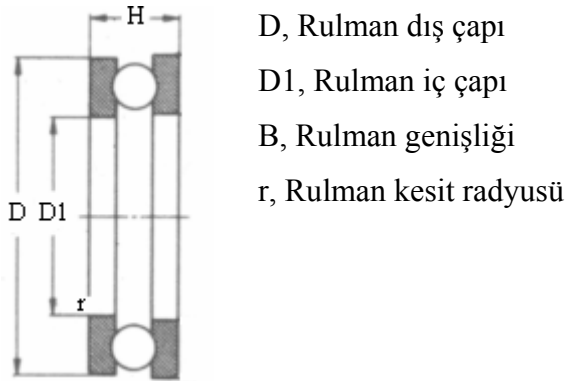
Eğik Bilyeli Rulman: Bu tip rulmanlar radyal kuvvetlerin yanı sıra oldukça yüksek bir aksenal yük taşıyabilirler. Genişlik bakımından oldukça fazla yer işgal eden bu tiplerin yerine çift eğik bilyeli rulmanlar kullanılmaktadır. Radyal ve her iki yönde etki eden eksensel kuvvetleri karşılar. Ulaştırma araçlarında ve dişli kutularında kullanılır. Şekil 6.13’de Eğik bilyeli rulman ve ölçüleri görülmektedir.



- D , Rulman dış çapı
- d , Rulman iç çapı
- B , Rulman genişliği
- r_1 , Rulman dış kesit yarıçapı
- r , Rulman iç kesit yarıçapı

Şekil 6.13. Eğik bilyeli rulman ölçüleri [24]

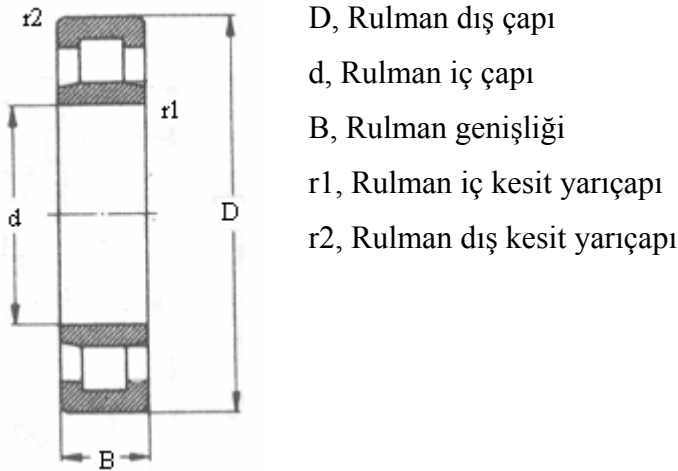
Eksenel Bilyeli Rulman: Tek sıralı ve çift sıralı olarak yapılırlar. Tek sıralı yatak hafif ve bir yönde etki eden yükler için kullanılır. Çift sıralı eksensel yatak, büyük ve her iki yönde etki eden yükler için kullanılır. Şekil 6.14’de Eksenel bilyeli rulman ve parametre ölçüleri görülmektedir.



- D , Rulman dış çapı
 $D1$, Rulman iç çapı
 B , Rulman genişliği
 r , Rulman kesit radyüsü

Şekil 6.14. Eksenel bilyeli rulman ölçüleri [24]

Silindirik Makaralı Rulman: Sıcaklığın yüksek olduğu ve sadece yükün mil eksenine dikey olarak etki ettiği yerlerde kullanılır. Elektrik motorlarında, motorlarda, yuvarlanan aks yatakları olarak, ulaştırma araçlarında, takım tezgâhlarında, v.b. yerlerde kullanılır. Şekil 6.15’de Silindirik Makaralı rulman ve parametre ölçüleri görülmektedir.



- D , Rulman dış çapı
 d , Rulman iç çapı
 B , Rulman genişliği
 $r1$, Rulman iç kesit yarıçapı
 $r2$, Rulman dış kesit yarıçapı

Şekil 5.15. Silindirik makaralı rulman ölçüleri [24]

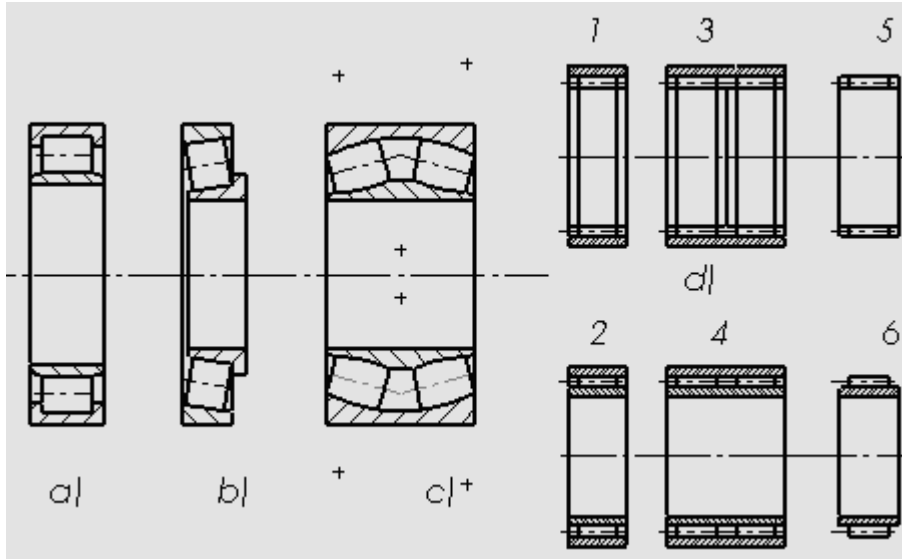
Konik Makaralı Rulman: Eksenel yükleri tek yönde taşıyabildiklerinden, burada da çift olarak monte edilirler. Yataklar parçalara ayrılabilir, dolayısıyla dış ve iç bilezikler yerlerine ayrı ayrı takılabilir. Mil eksenine dikey ve bir yönde paralel

olarak etki eden kuvvetleri karşılar. Tekerlek ve dişli çark yatakları olarak, ulaştırma araçlarında, takım tezgâhlarında, v.b. yerlerde kullanılır. (Şekil 6.16.b)

Fıçı Makaralı Rulman: Yuvarlanan araçlar dış bileziğin küresel kavisine uygun olarak fıçı biçimindedir. Radyal ve her iki yönde etkiyen eksenel kuvvetleri karşılar. Fıçılar dış bileziğin küre biçimindeki yuvasında sağa sola oynadıkları için mile oynaklık verilmiş olur. Vagonların aks yataklarında, hadde makinelerinde, v.b. yerlerde kullanılır (Şekil 6.16.c).

İğneli Rulman: Radyal yönden sınırlı boyutlara sahip yerlerde kullanılırlar. Bu yataklar; komple, tek bilezikli veya bileziksiz olabilir. Bileziksiz yatakların monte edileceği mil ve gövde yüzeylerinin sertleştirilmiş olması gerekir. (Şekil 6.16.d)

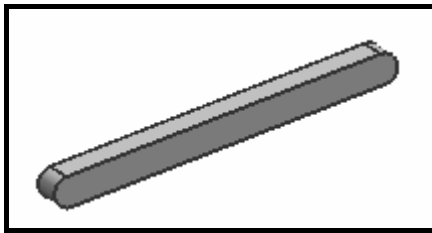
İğne yataklar çok küçük bir hacme yerleştirilebilen rulmanlı yataklardır. Bunlar özellikle salınımlı hareketlerdeki yüksek radyal zorlamalara karşı elverişlidir. İğne yataklar eksensel yükleri taşıyamazlar. Dış bileziği bulunan (Şekil 6.16'daki d.1 ve d.3), dış ve iç bileziği bulunan (Şekil 6.16'daki d.2 ve d.4), yalnız iç bileziği bulunan (Şekil 6.16'daki d.6), bileziksiz iğneli yataklar (Şekil 6.16'daki d.5) gibi. Takım tezgahlarında, güç makinelerinde, vb. yerlerde; özellikle hacim tasarrufunun istendiği modern konstrüksiyonlarda kullanılırlar [24, 25, 26]



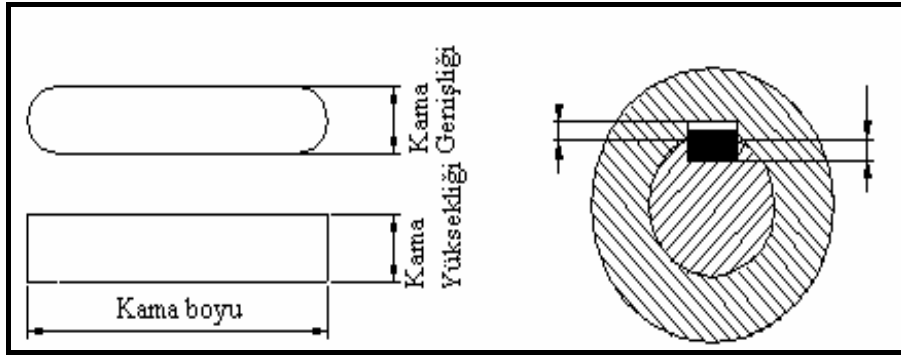
Şekil 6.16. Rulman çeşitleri a) Silindirik Makaralı b) Konik makaralı
c) Fıçı makaralı d) İğneli

6.3. Kamalar

Sanayide çok kullanılan bu elemanlar; dönerek hareket ve kuvvet ileten, kasnak, dişli çark, kavrama, vb. benzer elemanları, sökülebilir şekilde sabitler. Kamalar; hareket iletiminde aracılık yapan, parçaları sıkıştıran ve bağlayan elemanlardır [26]. Şekil 6.17’de bir kama’ya ait boyutlar gösterilmiştir.

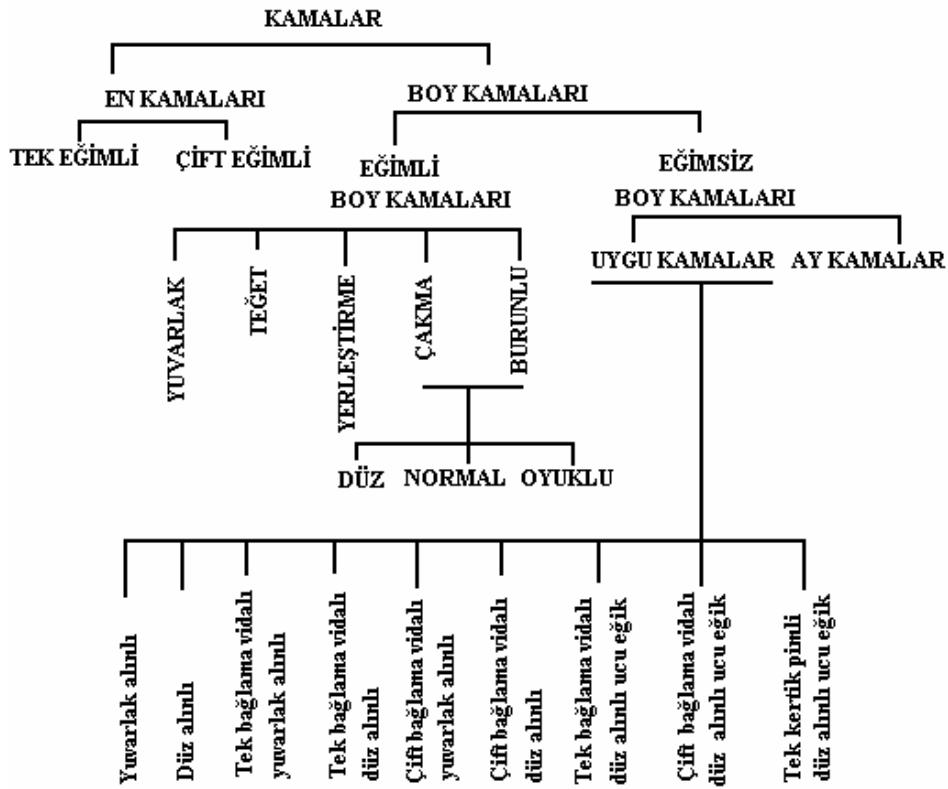


Şekil 6.17. Kama örneği



Şekil 6.18. Kama ölçüleri

Kamalar kullanılacakları yere göre değişik tip ve boyutlarda imal edilmektedir. Şekil 6.19’da sanayide yaygın kullanılan kama çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 6.19. Kama çeşitleri [26]

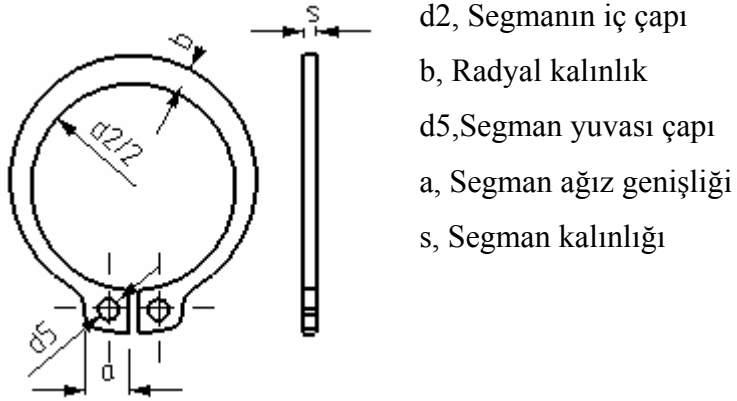
6.4. Segmanlar

Segmanlar, sökülebilir bir bağlama, sabitleme elemanıdır (Şekil 6.20).



Şekil 6.20. Segman örneği

Değişik boyutlarda ve tiplerde imal edilmektedir. Şekil 6.21’de örnek bir segman verilmiştir.



Şekil 6.21. Segman ölçüleri

7.BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMDA OTOMASYON/ÖZELLEŞTİRME

Bugün artık birçok kuruluş, rekabet güçlerini arttırmak, ayakta kalabilmek için, ileri teknolojilerden yararlanmaktadır. Ancak; ileri teknolojilerden yararlanmak sadece donanımsal yatırımlara ağırlık verilmesi, şeklinde yapılması durumunda bilgi teknolojilerinden elde edilecek yararların sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Bilgi teknolojileri kapsamında program teknolojilerinden yararlanmak başlangıçta çok kolay olmamıştır. Bazı program üreticileri, piyasa ihtiyaçlarına uygun çözümler sunamadıkları için, piyasanın bu durumdan büyük kayıpları olmuştur. Buna rağmen, başlangıçtaki bu sürecin kazanımları, program üreticileri için önemli deneyimler olarak ortaya çıkmıştır. Çok hızlı büyüyen bir pazara sahip olan program sektöründe, hem program üreticileri, hem de hedef sektörler açısından uygun ürün geliştirme süreçlerinin oluşturulması gerekmektedir.

Özelleştirme/otomasyon üretme süreci daha çok firmadan gelen talep üzerine başlar. Otomasyon oluşumun kullanıcı açısından oldukça kolay ara yüzlere sahip olma zorunluluğunun yanında, kullanıcılara geliştirilecek özelleştirme için ne derecede eğitim verilmesi gerekliliği de bu aşamada planlanmalıdır. Çok sayıda işletmenin olduğu bir sektörde, kuruluşlar bilgi teknolojilerine daha az önem veriyor ya da yeterli yatırımı yapabilecek bütçeyi ayıramıyor olabilirler. Bu gibi durumlarda da uygulamanın, gereksinim duyduğu donanımsal ihtiyaçlar ve yetişmiş personel ihtiyacı, analiz aşamasında mutlaka değerlendirilmelidir.

Günümüzde otomasyon/özelleştirme sistemleri, bankacılıktan otomotiv sanayisine, sağlık bilgi sistemlerinden şirket yönetimine, telekomünikasyon sistemlerinden hava taşımacılığına, çok geniş alanlarda kullanılan bilgisayar sistemlerinin çok önemli ve kritik bir parçasını oluşturuyor. Bilgisayar sistemleri artık günlük hayatın her alanında yoğun ve etkin bir şekilde kullanılmakta olduğundan, özelleştirme tüm disiplinlerde uygulamaları olan bir alan olmuştur.

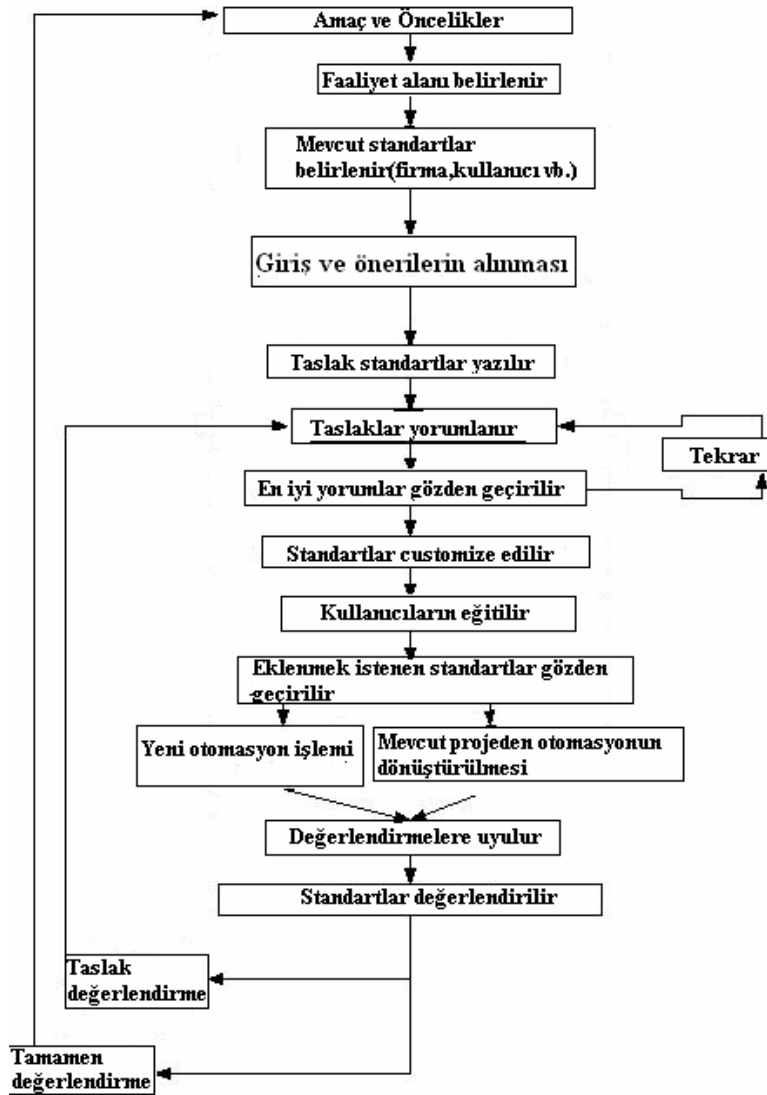
Geçmiş 10 yıldan bu yana başarılı bir BDT sistemi için doğru yazılım ve donanım yeterli görülmekteydi ayrıca birçok uzman BDT sisteminin başarılı olabilmesi için; eğitimin tek ve yegâne faktör olduğunu öne sürmüştü, yetenekli ve motive olmuş kullanıcıların olması gerektiği üzerinde durmuştur. Fakat; bilgisayar programlarının bir amaca yönelik özelleştirilebilmesi (customization) sayesinde otomasyon gerçekleştirilebilir. Böylelikle temel girdi parametreleri programa girilerek programın kendisinin otomatik olarak parçayı tasarlanmasını sağlanabilir. Yapılan bu otomasyon kullanıcılara ve şirketlere büyük kolaylık sağlar. Böylece tekrarlamalı ve mantıksal işlerin zaman ve hataları dolaylı yollardan azaltmak için otomatikleştirilir.

Özelleştirmenin büyük avantajı kolay uygulanabilir olması ve zaman tasarrufu sağlamasıdır. Eğer bir tasarım için 15 dakika harcanıyorsa otomasyon bu tasarımın 5 dakikada yapabilir ve herhangi bir tasarım için 10 dakika kazanç elde edilebilir. Bunu haftalık ve yıllık süreye oranladığımızda otomasyon sayesinde olağanüstü zaman kazançları elde edildiği görülmektedir. Bunu ana faydanın yanı sıra bu tür sistemleri kullanmanın vermiş olduğu moral motivasyon otomasyonun gözle görülmeyen faydaları arasındadır. Otomasyon yeni kullanıcının eğitilme zamanlarını azalttığı gibi eski kullanıcıların verimini arttırmaktadır. Aynı zamanda otomasyon;

- Tasarım zamanını azaltır, hızlı tasarımlar oluşturur,
- Güvenliği, standardize ve kaliteyi artırır,
- Kullanım kolaylığı nedeniyle özel nitelikli personel ihtiyacını azaltır,
- Aralarında mutabakat olan tasarımlar oluşturur,
- Tekrar kullanımlı tasarım sağlar,
- En iyi çözümler sunar,
- Tekrar gözden geçirme çabasını azaltır,
- Hızlı tasarım alternatiflerini karşılaştırma ve oluşturmak için esnekliği sağlar,
- PDM ve analiz sistemleriyle bütünleşik çalışır.

7.1. BDT Sistemlerin Otomasyonu

Bir BDT sisteminin otomasyonunun geliştirilmesinde öncelikle, herhangi bir tasarım için şablon tespit edilmelidir. Tasarımda yaygın olarak kullanılacak olan standart elemanlar tespit edilip gerekli yerlerde tanımlanmalıdır. Tüm elemanlar gerekli büyüklüklere adapte edilebilmeli, bağlantılar seçilebilmeli ve ilgili yerlere konumlandırılmalıdır. Bir parça için destekleyen değişkenler ayarlanabilir ve herhangi bir seviyede model parametreleri değiştirilerek ayarlanabilmelidir. Herhangi bir geometriye uyarlanması sistem tarafından otomatik yapılmalıdır. Bill Kramer'e göre Otomasyon Geliştirme Adımı Şekil 7.1'de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Otomasyon geliştirme adımı

BDT/BDÜ/BDM) yönelik otomasyon geliştirme iki şekilde yapılabilmektedir.

1. Sitemlerin kendi programlama yapısı içinde (desteklediği programlama dilleri kullanılarak)
2. Sistem dışında, bağımsız uygulamalar için yaygın programlama dilleri (C, C++, Java, Visual Basic, vb.) kullanılarak)

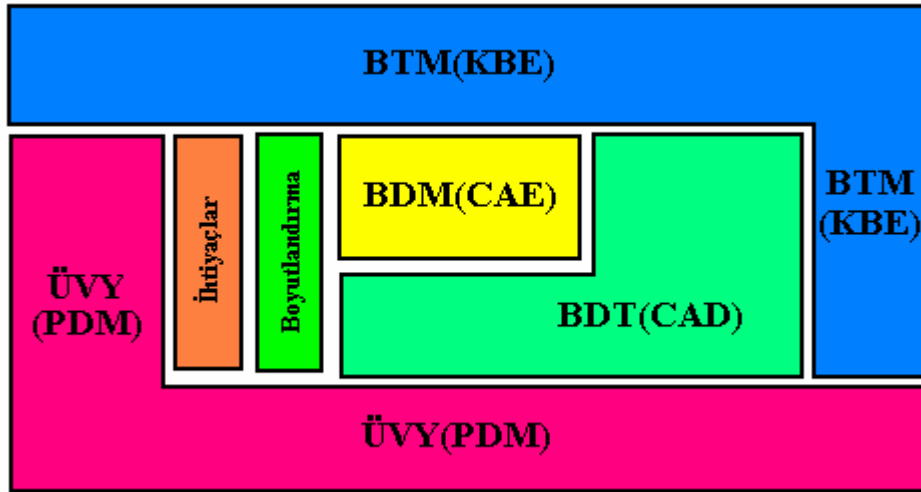
Özelleştirilme sırasında kullanılan bazı programlama dilleri şunlardır:

- PRO/Toolkit, J-Link, Pro Programs,
- Visual Lisp, C, C++,
- Visual Basic,
- U-Func,
- AutoLisp, DCL ve scripts
- VB, VBA, NET,
- ARX, ADS, SDS,
- OpenDwg ve Dxf libraries,
- OpenGL ve DirectX libraries.

7.2. Bilgi Tabanlı Mühendislik (BTM)

BTM, bilgi yöneticileri ve otomasyon tasarımı arasında köprü bağı kuran bir yöntem bilimidir. ÜYY, ÜVY, BTM bugünün kanıtlanmış ürün geliştirici araçları içerisinde yer alır (Şekil 7.2). BTM'in amacı: PLM hayat çevriminin içeriğini yakalamak için kullanıcıları uzmanlaşmış tasarım ortamı sağlamaktır. BTM'in tasarım ortamı genellikle komutlar ya da yüksek seviyeli dilin formunda sağlanır. Yüksek dereceli dil kullanımı daha kolay ve hızlıdır. Ürün tasarım fonksiyonlarını kesin şekilde otomatikleştirmek için tasarım kuralları, kısıtlamalar, şirketin tasarım ve imalat tecrübeleri uygulanmalıdır.

BTM teknolojisinin hedefi; üretim verimliliğini arttırmak, ürün kalitesinin birbirine uygunluğunu ve devamını sağlamak için yüksek dereceli programlama yönetimi ile tasarım organizasyonları temin etmektir.



Şekil 7.2. BTM ve diğer ürün geliştiriciler

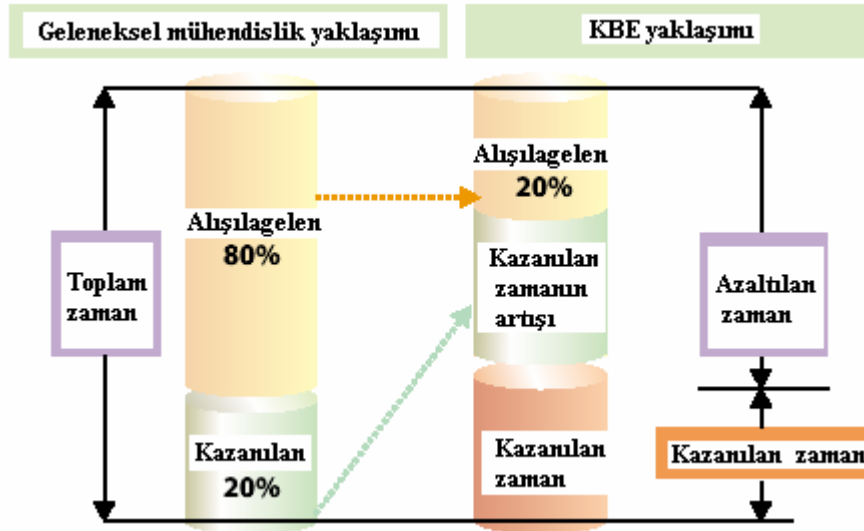
Bir çok geleneksel tasarım otomasyon yaklaşımları, ürün gelişim formülasyonun dinamik eksikliğinden yakındır. Bir ürün değişikliklerinde her zaman, bilgisayar kaynak kodunu güncellemek, değiştirmek için bilgisayar programcılarına ihtiyaç duyulur.

Geleneksel tasarım otomasyon yaklaşımı bilgi boşluğu ve iletişim eksikliğinden yakındır. Bu işlem dinamik değildir. Kurallar tekrar yapılandırılmaz, başka bir deyişle ne zaman bir bilgi keşfedilir veya eski bilgi yenisiyle yer değiştirilirse eklenen maliyet ve gecikmeler özel geliştirilmiş program ile güncellenmiş olmalıdır. Bir tasarım otomasyon programı tamamlandığı zaman sık sık eski olan ürün geliştirimindeki değişim ve gelişme için az esneklik temin edilir.

BTM sistemlerinin sağladığı avantajlar şunlardır; (Şekil 7.3)

1. Tasarım zamanını azaltır
2. Tekrar kullanıma izin verir

3. En az tekrar çalışma ve tasarım kalitesini geliştirir
4. Ücretleri düşürür
5. Sanal prototipe izin verir ve performansı hızlı şekilde analiz ederek sisteme uyarlar.
6. Uzun vadeli bilgi depolama ve düzenleme
7. Özellikle küçük teşebbüsler için pazar kabulünü arttırmak
8. Tasarım işleminin değerini artırmak biçimselliği eklemek
9. Mevcut tasarım çözümlerinin tekrar kullanımını kolaylaştırmak
10. İşlevsellik tarafından özelleştirme uygulaması seçmek için yetenek



Şekil 7.3. BTM sistemlerinin sağladığı faydalar

Endüstride kullanılan bazı BTM programları şunlardır:

- CATIA-> Knowledgeware
- UGS ->Knowledge Fusion
- KTI ->(Knowledge Technology International) ICAD 1986 da pazardaki ilk BTM sistemidir.
- CATIA V5 ->Tasarım şablonları
- Design++ - Design Power, 1989
- AML - TechnoSoft Inc., 1992

- GDL – Genworks, 2001.

8. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMLARI

Bilgisayar Destekli Tasarım alanında kullanılan birçok yazılım bulunmaktadır. Zaman içersinde bunlara yenileri eklenmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılanlar;

- CATIA,
- UG/NX,
- PRO/ENGINEER,
- MECHANICAL DESKTOP,
- AUTODESK INVENTOR,
- SOLIDWORKS.

8.1.Catia

CATIA, sürekli geliştirilen yeni nesil bir BDT/BDÜ/BDM sistemidir. CATIA şirketlere genel çözüm sunan bir yazılımdır. Kavramdan ayrıntılı tasarıma kadar CATIA; ürün geliştirme sürecindeki bütün temel aktiviteleri üzerinde barındırır. Tasarımcı 2D ve 3D tel kafes, katı modelleme, montaj modelleme, melez modelleme, teknik resim ve diğer birçok seçenekleri kullanarak ürünü geliştirebilir.

CATIA' da değişik parça modelleme teknikleri kullanılarak, basit ve karmaşık katı model parçaların tasarlanması ve bunlar üzerinde değişikliklerin yapılması mümkündür. CATIA ile; iç boşaltma, katı model analizleri (yüzey, hacim, ağırlık atalet değerleri vb.), katıdan yüzey geometriye geçiş, katı (solid) ile yüzey modelleme tekniklerinin birlikte kullanımı gibi operasyonları yapılabilir.

Formlar ve karmaşık tasarımlar söz konusu olduğunda; CATI en uygun araçları sunmaktadır. Karmaşık yüzeylerin kolayca oluşturulabilmesi, değişiklik yapılması, analiz edilebilmesi ve yönetilmesi gibi birçok araç bulunmaktadır. Bu araçlar, estetik, aerodinamik ve diğer kısıtları olan tasarımlar üzerinde çalışan stilist ve tasarımcılara

yardımcı olur. Yüksek kaliteli kaplama (rendering), yeteneğiyle sanal görüntüleri doğal görüntülere dönüştürebilmektedir. Özel tasarım modülleri yardımıyla nokta bulutlarından yüzey elde edilmesi uygulamaları da gerçekleştirilebilmektedir.

Montaj kısmında sınır şartları tanımlandıktan sonra temas, mesafe, eş eksenlilik, paralellik özellikleri kullanılarak, montajın analizi ve modifikasyonu, hareket edebilirlik testleri yapıp parça listeleri oluşturulabilir. 3B geometriden teknik resim oluşturma, ölçülendirme ve yazı tekniklerini CATIA ortamında verimli kullanımı sağlanmaktadır.

CATIA; kullanım ihtiyacınıza en uygun çözümün en ekonomik şekilde seçilebilmesi için hazır paketlerden (modül) oluşturmuştur. Bunun özünde, modüllerden oluşmuş paket konfigürasyonlar vardır. Konfigürasyonlar 3 ayrı platformda organize edilir. Bunlar, her biri değişik seviyelerdeki müşteri ihtiyacını hedefleyen P1, P2 ve P3 platformlarıdır:

CATIA Platform P1, ileride gelişmiş dijital ürün geliştirme altyapısını hedefleyen küçük ve orta ölçekli firmaları hedeflemektedir. P1 ile üretilen belgeler ileride problemsiz olarak P1 veya P3'e aktarılabilir. CATIA Platform P2, ürün, proses ve kaynak modellemesi ihtiyacı olan ileri tasarım mühendisliği uygulamaları yapan müşterileri hedeflemektedir. CATIA Platform P3, çok ileri düzeyli bilgi-tabanlı dijital ürün ve proses geliştirme ortamı sunar.

8.2. Ug/Nx

UG/NX, teknik olarak gelişmiş bir kullanım ortamına sahiptir. NX üzerinde tüm modüller yazılımdan çıkmaksızın tek bir veri tabanı içerisinde kullanılabilen, bir bütün halinde saklanabilmektedir. Modüller arasında rahat geçiş ve iç içe çalışma imkanı mevcuttur. NX katı modelleme güçlü NX melez modellemeyi içermektedir. Melez modelleme, parametrik modelleme ile unsur tabanlı geometrik modellemeyi birleştirmektedir. Unsur tabanlı bir ortam içerisinde katı, yüzey ve tel kafes özelliklerini bir arada kullanıcıya sunmaktadır ve bu modelleme teknikleri birbirleri

ile entegre olarak çalışmaktadır. Parametrik modelleme yapan herhangi bir sisteme göre, NX geniş ve zengin fonksiyonları sayesinde birçok modelleme tekniğini desteklemektedir. Böylece tasarım için gerekli olan modelleme tekniğini kullanıcı rahatlıkla belirlemekte ve bunu NX yardımıyla uygulamaya sokmaktadır. NX Hybrid Modelleme yapısı ile tasarım esnasında ihtiyaç olarak ortaya çıkan parametrik girdileri de eklemeye müsaittir. NX bünyesinde melez modellemeyi en iyi şekilde gerçekleştirmesidir. Basit iki boyutlu çizimden başlayıp üç boyuttaki eğrileri, tel kafes modelleme, yüzey modelleme ve katı modellemeyi unsur tabanlı bir ortamda aynı anda kullanmayı mümkün kılmaktadır.

Herhangi bir aşamada herhangi bir yöntem ile yapılan değişiklik otomatik olarak tüm tasarıma, montaja, teknik resme ve diğer aşamalara yansımaktadır.

8.3. Pro/Engineer

Pro/E, “B-Rep Solid Modeling” teknolojisini kullanmaktadır. Bu yazılım tamamen parametrikdir. Tasarlanabilen nesneler, montaj grubuna ait ölçüler birer parametreye bağlanarak tanımlanabilmektedir. Burada unsur esaslı tasarım, mühendise kolay ve doğal bir modelleme ortamı sunmaktadır. Bu durumdan yararlanılarak, model üzerinde açılacak bir delik için deliğin yerinin işaretlenmesi, çapının ve boyunun belirlenmesi yeterli olmaktadır.

Pro/E, tek bir veri tabanı kullanmasından dolayı, üç boyutlu model, teknik resim, sonlu eleman modeli gibi tüm bilgiler bu veri tabanına yazılmaktadır. Tasarımın herhangi bir aşamasında yapılan bir değişiklik tüm modül ve hesaplara yansiyarak anında güncellenmektedir.

Pro/E, binlerce parçadan oluşan karmaşık montaj gruplarının kolaylıkla tasarlanmasına olanak sağlanmaktadır. Programın bünyesinde 20000’den çok standart bağlama elemanları, kalıp parçaları, elektrik bağlantı çizimleri mevcuttur. Ayrıca tasarım üretim ağacı sayesinde montajdaki parçalara ayrı ayrı ulaşmayı sağlar. Montaj yönetimi ve montaj işlem planlama kabiliyetine sahiptir.

8.4. Mechanical Desktop

Mechanical Desktop (MDT) ile tasarım süreci iki boyutta oluşturulan eskizlerden başlar. Eskizler, otomatik olarak sınırlamalar uygulanarak profil haline getirilir. Kullanıcı, birden fazla eskiz üzerinde aynı anda işlem yapabilir. Çizimin her aşamasında eskizin boyutları ve şekli değiştirebilir. MDT, kullanıcılara tasarım değişkenleri ile çalışma olanağını sunar. Tasarım değişkenleri tanımlanırken, Microsoft Excel ile değişkenler oluşturulup, bunlar parçaya bağlanabilir. MDT, yeni n-kenarlı yuvarlama teknolojisi sayesinde, birçok ileri derecede ve karmaşık yuvarlamaların yapılmasını sağlamaktadır. Farklı katı modeller arasında birleşme, çıkarma ve kesişim alma işlemleri parametrik olarak yapılabilir. MDT'nin içerdiği yeteneklerden birisi olan, 2 boyutlu ucu açık ya da kapalı ayırıcı çizgi (split line) yardımıyla yüzey ayırma unsurunu uygulayarak karmaşık modeller oluşturabilir. Özellikle kalıp tasarımcılarının erkek ve dişi kalıbı oluştururken kullandıkları ve memnuniyet ile karşıladıkları özelliklerden birisi de parça ayırmadır. Kullanıcılar için işlevsel olabilecek başka bir özellik de parça modellerin, kenarlarının ya da yüzeylerinin kopyalanmasıdır.

MDT, oluşturulan üç boyutlu modellerin teknik resimlerinin otomatik olarak alınmasını sağlar. Teknik çizim görünüşlerine kaynak, yüzey pürüzlülüğü sembolleri ve geometrik toleranslar eklemek gibi ilk anda göze çarpan yardımcı unsurlar vardır.

Montaj modelleme ile çizim dosyası içinde varolan birden fazla parça arasında ilişki kurma, sınırlamalar atama gibi işlemleri yapmak olanaklı olmaktadır. Kullanıcı, montajı oluşturan parçaları çizim içine alarak, bunların birbirlerine göre konumlarını, sınırlamalar kullanarak tanımlar. Parçaların serbestlik dereceleri bir sembol aracılığıyla gösterilir. MDT, montaj parçalarının birbirlerine göre konumlandırılmasında akıllı-sınırlamaları kullanmaktadır.

MDT, oluşturulan montajların dökümanite edilmesini de sağlar. Sınırlamaları tanımlanmış ve bitmiş bir montaj patlatılır ve bir “sahne” (scene) yaratılır. Kullanıcı tarafından tanımlanan bir patlatma katsayısı oranında, bileşenlerin yerleşimi sağlanır.

MDT, 2B ve 3B olarak 1.2 milyondan fazla standart parça içermektedir (civata bağlantıları, bağlama elemanları, delme burçları, rulmanlar, segmanlar, kamalar, punto delikleri, çelik profiller). Bu standart parçalar, ister 2B olarak isterse de 3B olarak çizime yerleştirilebilir. Ayrıca, makine sistemleri başlığı altında, 2B ve 3B mil tasarımı yer almaktadır. Silindirik, konik mil parçaları, dişliler, değişik standart profilli parçalar, ağız açma gibi parçalar ile miller tasarlanır. Mil parçaları üzerinde kanal açma, pah kırma, yuvarlama ve bunlar üzerine rulman, segman, kama gibi standart parçalar yerleştirme mil tasarımı özelliklerinden diğerleridir.

8.5. Autodesk Inventor

Autodesk'in geliştirdiği Autodesk Inventor, 1985'den itibaren pazarda görülen ilk yeni 3B tasarım teknolojisine dayanıyor. Autodesk Inventor, akıllı bir şekilde tasarımcının yaptığı işi izlemektedir; sezgisel kullanıcı ara yüzü ve çalışma akışı mantığı ile yapılan işleme göre ekranda tasarımcıya kolaylıklar sunmaktadır. Autodesk Inventor, bölünmüş veri tabanı özellikleri ve OpenGL grafik motoru sayesinde, büyük montajların tasarımında ve yönetiminde belirgin bir hıza sahiptir. Autodesk Inventor ile 10,000 ve daha fazla parçadan oluşan montajlar hızlı bir şekilde tasarlanabilir ve görüntülenebilir. Autodesk Inventor'un uyarlanabilir tasarım özellikleri sayesinde, modelin biçiminden önce işlevi saptanır ve geometrisi de montajdaki konumuna bağlı olarak çıkar. Eskizleri 3B parçalara dönüştüren güçlü geometri tanımlama özellikleri, mekanizma animasyonları, tasarım bilgilerinin kaydedildiği Mühendisin Not Defteri gibi yetenekler kullanıcıların engellere takılmadan tasarımlarını gerçekleştirmelerini sağlar. Autodesk Inventor, tasarım bilgilerinin yeniden kullanımını Tasarım Elemanları ile çözmektedir. Bir tasarım elemanı, makrodan daha fazlasını içerir; programlamaya gerek kalmadan nesnelerin özelleştirilmelerini ve tasarım bilgilerinin yeniden kullanımını sağlar.

Autodesk Inventor , parçaların montaj içerisinde yerleşimleri konusunda yenilikçi bir özellik içermektedir. Bileşik "iMates" olarak adlandırılan bu yenilik ile tanımlanan sınırlamalar tek ve bileşik bir sınırlamada toplanabilmektedir. Tasarımcı, parçanın

montaja nasıl yerleşeceğini tanımlar, daha sonra dikkat edilmesi gereken bu bileşik sınırlamadır. Bileşik sınırlama, parçanın yerleşimini sağlayan tüm sınırlamaları içerir.

8.6. Solidworks

SolidWorks yenilikçi, kullanımı kolay, Windows için hazırlanmış 3 boyutlu tasarım programıdır. Her türlü makine, tesis, ürün tasarımında Windows'un kolaylıklarını kullanarak hızlı bir şekilde çizim yapmanızı sağlar.

SolidWorks Animator, SolidWorks' e entegre edilmiş, SolidWorks'un içinde çalışan bir animasyon programıdır. Dosya transferi veya dosya dönüşümüne gerek yoktur. Hızlı ve kolayca SolidWorks ortamında animasyonlar oluşturur. Bunlar; dinamik olarak montaj hareketi, montajları açma/kapama animasyonları, döndürülebilir animasyonlar olabilir. Bu animasyonlar istenirse AVI formatında kaydedilebilir. Böylece Windows yüklü her bilgisayarda seyredilebilir.

Solidworks ile tamamen uyumlu dizayn analiz yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde parçaları, birleşik modelleri ve metal levha modelleri yapısal ve ısı etkilere karşı hızlı bir şekilde analiz edilebilir. Bu modül sayesinde Solidworks'te tasarlanan bir parça internet yada intranet yoluyla başka şirketlerle, karşı tarafta Solidworks yazılımı olmamasına rağmen, paylaşılabilir.

9. CATIA İLE OTOMASYON

CATIA V5; kullanıcı tanımlama, kod yazımı, öğrenme fonksiyonlarını ve daha fazlasını bir arada içeren bir yazılımdır. Kullanıcı tanımlamaları parametre oluşturulması şeklindedir. Tasarım içindeki herhangi bir parçaya yönelik, istediğiniz özellikleri içeren, kullanıcı tanımlı ve formüle edilebilir parametreler oluşturulabilir. Örneğin bir kalıp parçası için "Malzeme" adında bir parametre oluşturup, bu parametre içine, parçanın yapılacağı malzemenin standart kodunu girebilirsiniz. Böylece parça ve malzeme ilişkili iki veriyi aynı belge içinde saklamış olursunuz. Bu parametreler kullanımda ayrıca formüle edilebilir.

CATIA V5 içindeki kod yazımı; Visual Basic (VB) ya da CAA lisansı (Component Application Architecture) üzerinde oluşturulmaktadır. VB uygulamaları son CATIA kullanıcıları tarafından kullanılırken, CAA ise CATIA üzerinde yazılım geliştiren firmalar tarafından kullanılır. Ayrıca program geliştirme ara yüzleri (Scripts) ile programlama yapmak da mümkündür.

CATIA'nın kendi içine kod yazımında, kullanıcı tanımlı formlarının kullanılabilmesine imkan vermesi nedeniyle VBA (Visual Basic for Applications) programlama ara yüzleri tercih edilir. VBA, yazılım geliştirme ortamı lisans gerektirmeyen bir ortamdır. Fakat; VBA ile geliştirdiğiniz kodları derleyip (compile) "exe" dosya haline getiremezsiniz.

Kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda sürüm 5'in mimarisi; yeni nesil teknolojileri ve standartları kullanacak şekilde tasarlanmıştır. Bunlardan bazıları: C++, Object Oriented Programming (OOP), Common Object Requester Broker (CORBA), JAVA, OPENGL vb. Bunların yanında; işlemler arasındaki uyumlu geçişler için CATScript, VBScript, Visual Basic ve makro programlama dili, tasarım katalogları içindeki birleştirmeler için de UDF, Product Template CATIA müşterilerine sunulur.

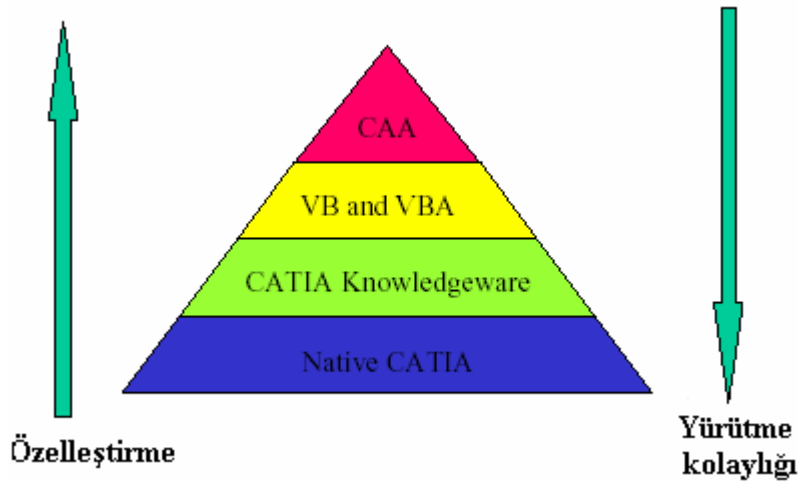
CATIA V5, ürün geliştirme süreç performansının artırılmasında kullanıcılara yardımcı olacak tasarım otomasyon araçları ve bilgi ürünlerine sahiptir.

CATIA V5'de Otomasyon Katmanları

Şekil 9.1'de özelleştirme ve yürütme kolaylığı açısından CATIA V5'de otomasyon katmanları gösterilmektedir.

CAA (CATScripting): Güçlü bir tasarım otomasyonu aracıdır. CATIA'da etkileşimli ve tekrarlamalı görevlerde otomatikleştirmek için kullanılır. *CATScripting*, basit ve kullanıcı dostudur. KBE uygulamalarını başarmak için en yüksek yarar sağlar.

VB/VBA: Microsoft Visual Basic (VBA) dünyada çok tercih edilerek kullanılan hızlı programlama dilidir. Tüm Microsoft Office programları ve birçok diğer program içlerinde CATIA'nında bulunduğu, geniş çaplı bir programlama tekniğidir. VBA çalışma prensibi olarak çekirdek yazılım programlamayı, programlama ara yüzü ile birleşik kullanılır.



Şekil 9.1. CATIA V5 otomasyon katmanları

CATIA Knowledgeware

CATIA' da Bilgi Tabanlı sistem kullanılarak aşağıdaki avantajlar elde edilir.

Verimlilik

- VB ya da CAA üretkenlik açısından %80-%90 verim sağlar.
- Kullanılan şablonlar tasarım başladığında %50-%80 verim sağlar.

Nitelik

- Standartlara bağlılığı artırır.
- Tasarım ortamında disiplinlerin kurulması etkili olur.
- Otomatik model kontrolü sağlar.

İşbirliği

Departmanlar arasında iletişimi artırır.

Bunun yanı sıra;

- Bilginin yakalanması ve tekrar kullanmasında,
- Standardizasyon işlemlerinde,
- Tasarım işlemlerinde,
- Montaj oluşturmada
- 2 boyutlu teknik resim üretmede
- İmalat işlemlerinde
- Sonlu elemanlar analiz işlemlerinde
- Arayüz işlemlerinde (data taşıma, transferi v.b) kullanılır.

CATIA' da Visual Basic ile Bilgi Tabanlı Mühendislik kullanılmasının sebepleri şunlardır;

- Kullanımı ve öğrenmesi kolaydır.
- Uygulamalar hızlıca geliştirilebilir.

- Birçok VB programcılar tarafından kullanılır.
- Etkindir.
- Tüm interaktif işlevsellikler VB'e açık bırakılmıştır.
- Part Design, Surface Design, Assembly Design, Drafting, Sketcher, Manufacturing, Analysis, vb modüllerde işlem yapılabilir.
- Doğru fonksiyonellik kullanıldığında kullanıcı ihtiyaçları giderilir.
- VB/Knowledgeware bütünleşik uygulamalarda en iyi işlevsellik ve boyutlandırma kombinasyonunu sunar.
- Bilgi tabanlı mühendislik uygulamaları yalnız Catia V5 Knowledgeware ürünlerinde kullanılarak geliştirilebilir.

VB ve VBA, CAA'dan daha yavaştır. Ayrıca Knowledgeware lisanslar için ilave ücret, işlevsellikte sınırlı, kapsamda sınırlıdır.

CATIA' da CAA kullanılmasının sebepleri şunlardır;

- Otomasyonun kaçınılmaz tipi için CAA gereklidir.
- Data modelinin uzatılmasında gereklidir.
- VB kodları pratiklik için oldukça yavaştır.
- CATIA ile tam bütünleşik gereklidir.
- CAA; VB'e yeni ara yüzler eklemek için kullanıcılara izin verir.

9.1. CATIA Özelleştirme/Otomasyon Geliştirme Araçları

CATIA programında; iki çalışma ortamına yönelik Özelleştirme/Otomasyon Geliştirme Araçları bulunmaktadır;

1. CATIA Tasarım ortamı (CATPart)
2. Montaj ve Ürün geliştirme Ortamı (CATProduct)

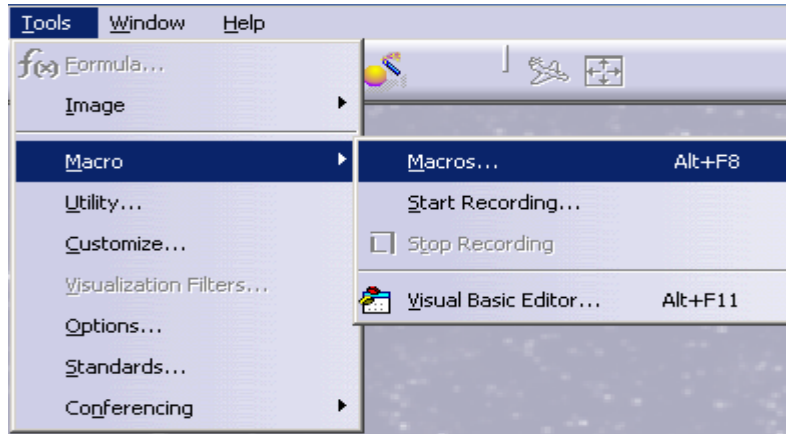
Bu araçlardan tasarım ortamında oluşturulan özelleştirme, Catia'da ilave lisans isterken montaj ortamında kullanılmak için oluşturulan özelleştirmede, ek lisans gerekmemektedir. Bununla birlikte tasarım ortamında oluşturulan VB ve Knowledge özellikleri montaj ortamında kullanılabilir ancak işlem sırası açısından süre kaybına (ayrı ayrı sayfalarda VBA ya da Knowledge elemanları oluşturulması ve daha sonradan montaj ortamına tek tek çağırılması gibi) neden olmaktadır.

1. CATIA Tasarım ortamı (CATPart)

CATIA'da tasarım uygulamalarına yönelik otomasyon geliştirilmesinde değişik araçlar bulunmaktadır.

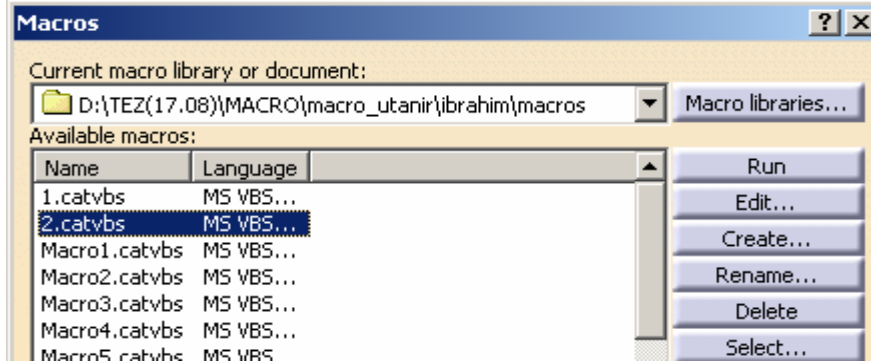
Macro

Program ana menülerinden *Tools*'un altındaki *Macro* komutu kullanılır. *Macro* komutunun seçilmesi ile kullanılacak yöntemler görüntülenir (Şekil 9.2).



Şekil 9.2. Macro giriş menüsü

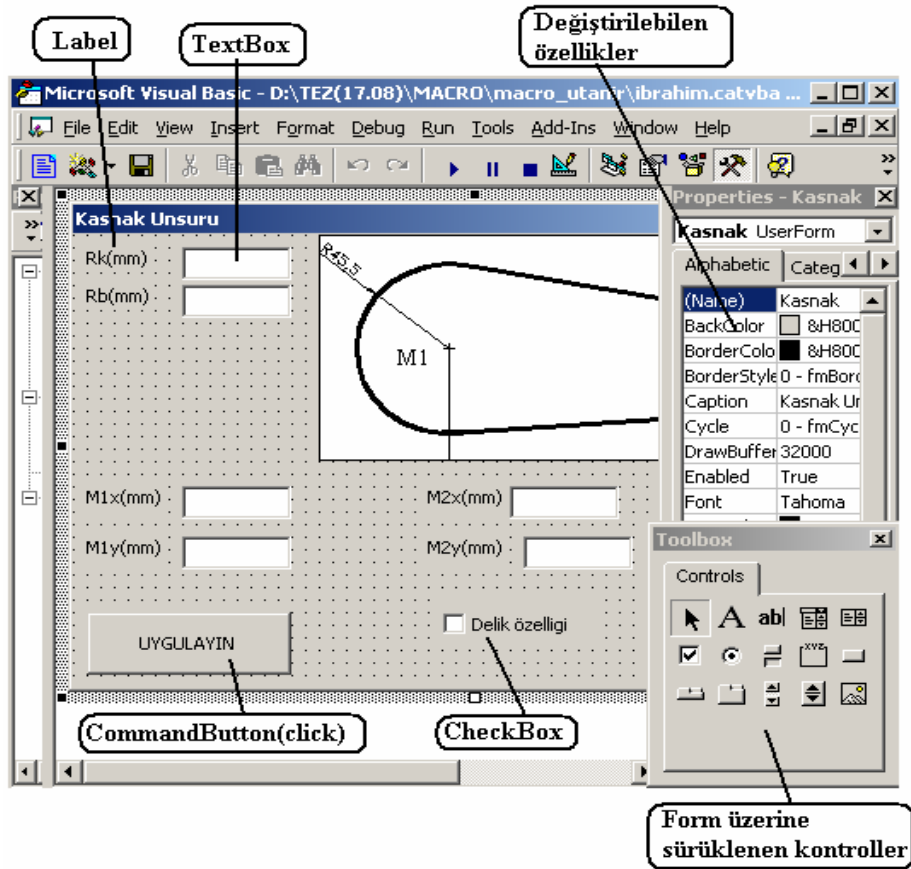
Macros, bu yöntem ile kullanılabilen makrolar listelendiği, yeni makroların oluşturulmasına, tekrar düzenlenmesine, silinebilmesine, çalıştırılabilmesine, vb. işlemlere izin veren bir pencere kullanıcıya sunulur (Şekil 9.3).



Şekil 9.3. Makro penceresi

Visual Basic Editor

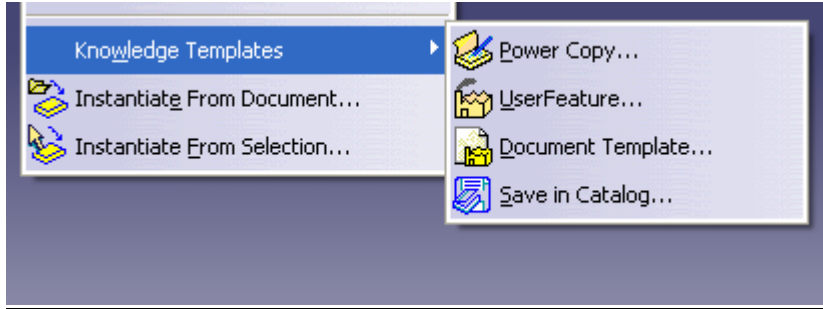
Visual Basic Editor ile var olan bir makro düzenlenebilir ya da yeni bir makro oluşturulabilir (Şekil 9.4)



Şekil 9.4. Visual basic editor

Knowledgeware

CATIA'nın ana menüsü *Insert* altında bulunan *Knowledge Templates* (Şekil 9.5) komutu seçilerek Bilgi Tabanlı ürün geliştirme yöntemine girilir.



Şekil 9.5. Bilgi tabanlı ürün geliştirme şablonları

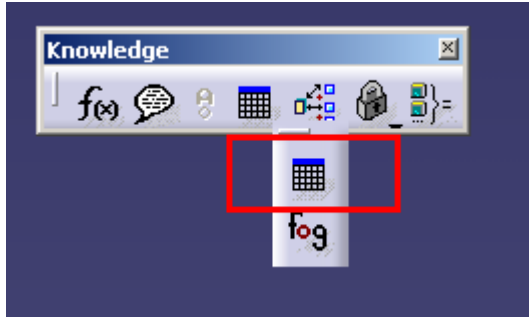
CATIA V5 Knowledgeware; tüm etkileşimli uygulamaları geliştirdiği gibi; fikirden ürün tasarımına birçok geçişte kullanılır. Tasarım şablonları, bilginin tekrar kullanımı için oldukça kullanışlı ve kullanımı basit olan araçlar ile kullanıcı dostu olmasıyla verimliliği ve ürün tasarım hızını artırır.

2. Montaj ve Ürün geliştirme Ortamı (CATProduct)

CATIA'da montaj ve ürün geliştirme uygulamalarına yönelik otomasyon geliştirilmesinde değişik araçlar bulunmaktadır.

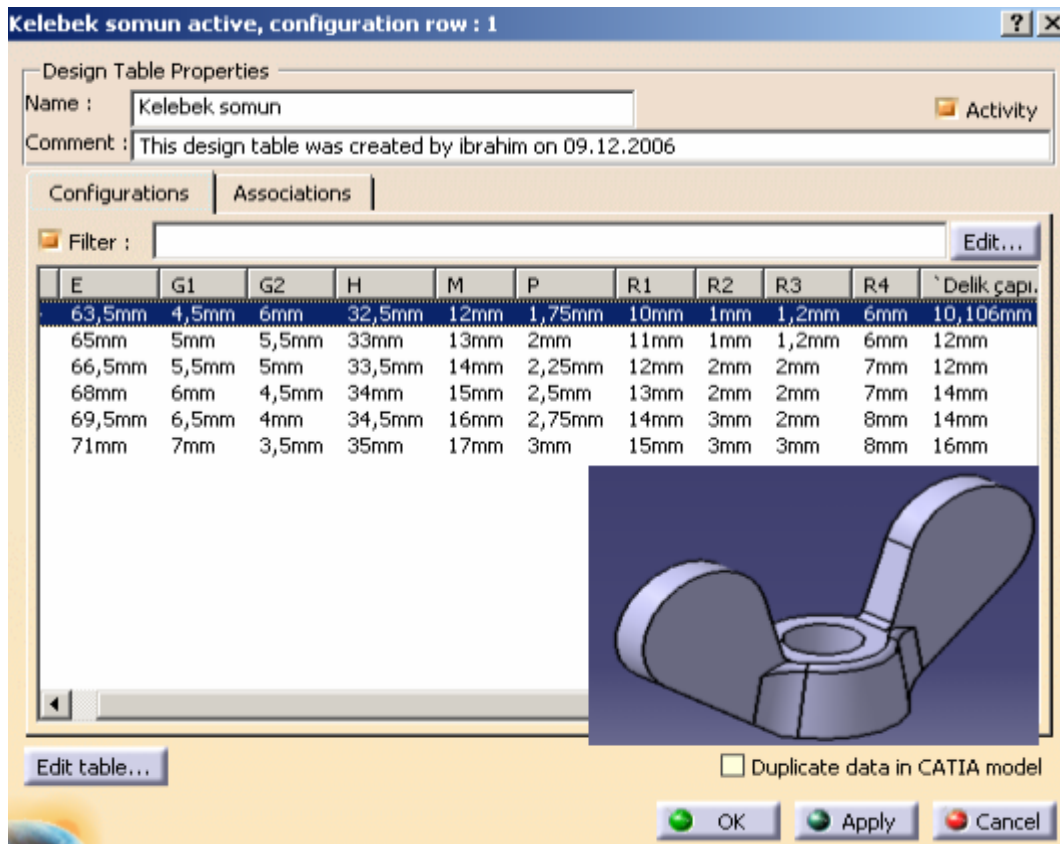
Catalog (Design Table)

Şekil 9.6'da verilen CATIA araç çubuklarından işaretlenen simge ile Catalog (Design Table) aracına geçiş yapılmaktadır.



Şekil 9.6. Design table

Tasarım tabloları, bileşen grupları yönetmek ve oluşturmak için bir araç sağlar. Bu bileşenler farklı parametre değerlerinde mekanik parçalar olabilir. Mekanik parçaların kolayca tasarlanmasında temel araçtır. Bir tasarım tablosu CATIA dokümandan oluşturulabilir daha sonra tasarım tablosuna gönderilir. Dokümanı uygulamak için doküman veri tasarım tablosundan çağırılabilir edilir. Dış değerlerden CATIA dokümanın sürücü parametreleri için tasarlanan değerler Windows Microsoft Excel dosyasında ya da çizelgelenmiş text dosyasında saklanır. Doğru tablo parametreleri ile doğru doküman parametrelerini ilişkilendirmek için tasarım tabloları kullanılır (Şekil 9.7).



Şekil 9.7. Örnek tasarım tablosu

Bu tablonun *Edit Table* özelliği ile Excel'e bağlanarak değerler tekrar düzenlenebilir (Şekil 9.8).

Microsoft Excel - kelebek_somun.xls

Dosya Düzen Görünüm Ekle Biçim Araçlar Veri Pencere Yardım

Arial Tur 10

	B	C	D	E	F	G	H	I
	D2 (mm)	D3 (mm)	E (mm)	G1 (mm)	G2 (mm)	H (mm)	M (mm)	P (mm)
1	21,5	18	63,5	4,5	6	32,5	12	1,75
2	22	19	65	5	5,5	33	13	2
3	22,5	20	66,5	5,5	5	33,5	14	2,25
4	23	21	68	6	4,5	34	15	2,5
5	23,5	22	69,5	6,5	4	34,5	16	2,75
6	24	23	71	7	3,5	35	17	3
7								
8								

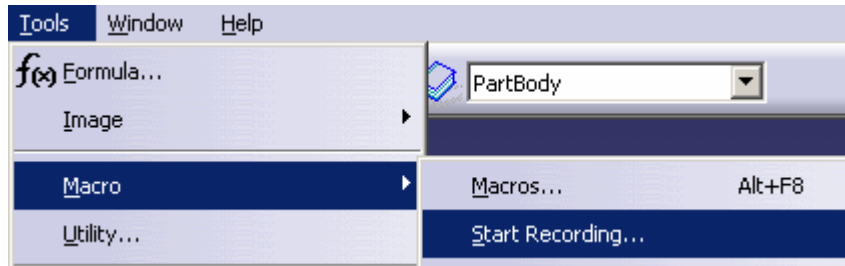
Sayfa1

Şekil 9.8. Tasarım tablosu edit table

8.2.Makro Oluşturma

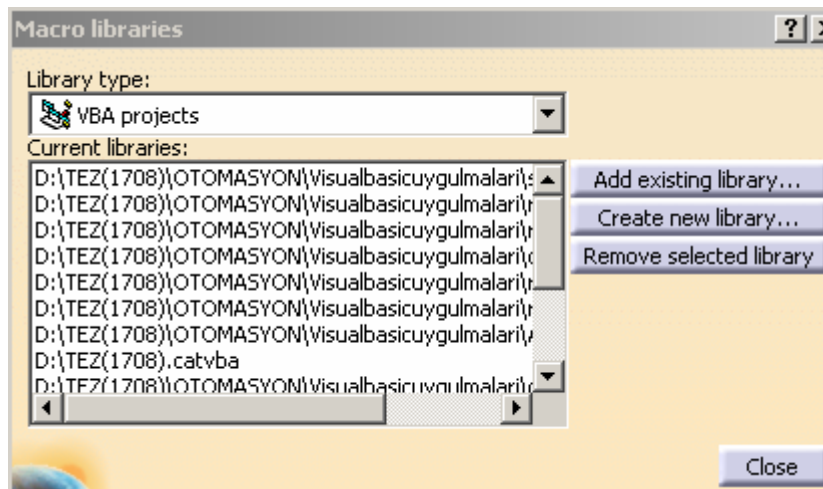
Burada, CATIA'nın otomasyon geliştirme araçlarından sadece biri olan VBA kullanarak kullanıcıya ait bir tasarım elemanın oluşturulmasına değinilecektir. Bunun için sırasıyla aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmektedir.

Makro kaydetmek için *Tools->Macro->Start Recording* seçilir ve makroya isim verilir (şekil 9.9).

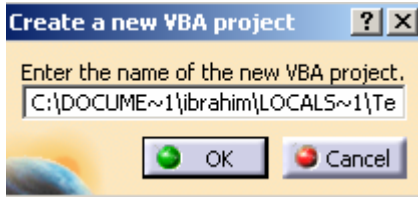


şekil 9.9. Makroya giriş menüsü

Macro libraries butonu ile ekrana gelen sayfadan *Library type-> VBA Projects* olarak seçilir (şekil 9.10). Daha sonra; *Create New Library* butonu seçilerek dosyanın kaydedileceği yer belirlenir (şekil 9.11).

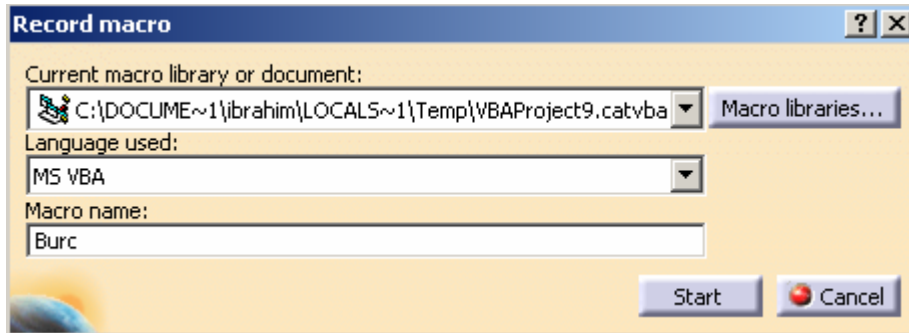


şekil 9.10. Makro kütüphane penceresi



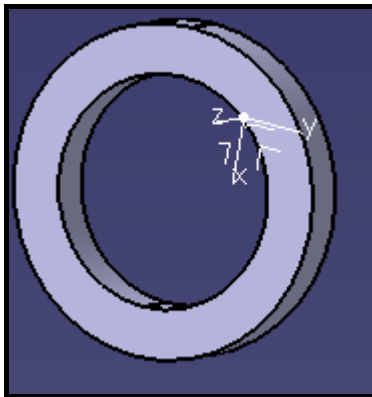
Şekil 9.11. Makro dizin tanımlama penceresi

Onay işleminden sonra pencereden çıkılır ve ekranda açık bulunan Şekil 9.12’deki pencereden Makro ismi tanımlanır ve *Start* butonu ile yapılan işlemler kayıt altına alınır.



Şekil 9.12. Makro isim tanımlama penceresi

Bu işlemin ardından CATIA komutları kullanılarak Şekil 9.13’deki gibi örnek bir model oluşturulur.



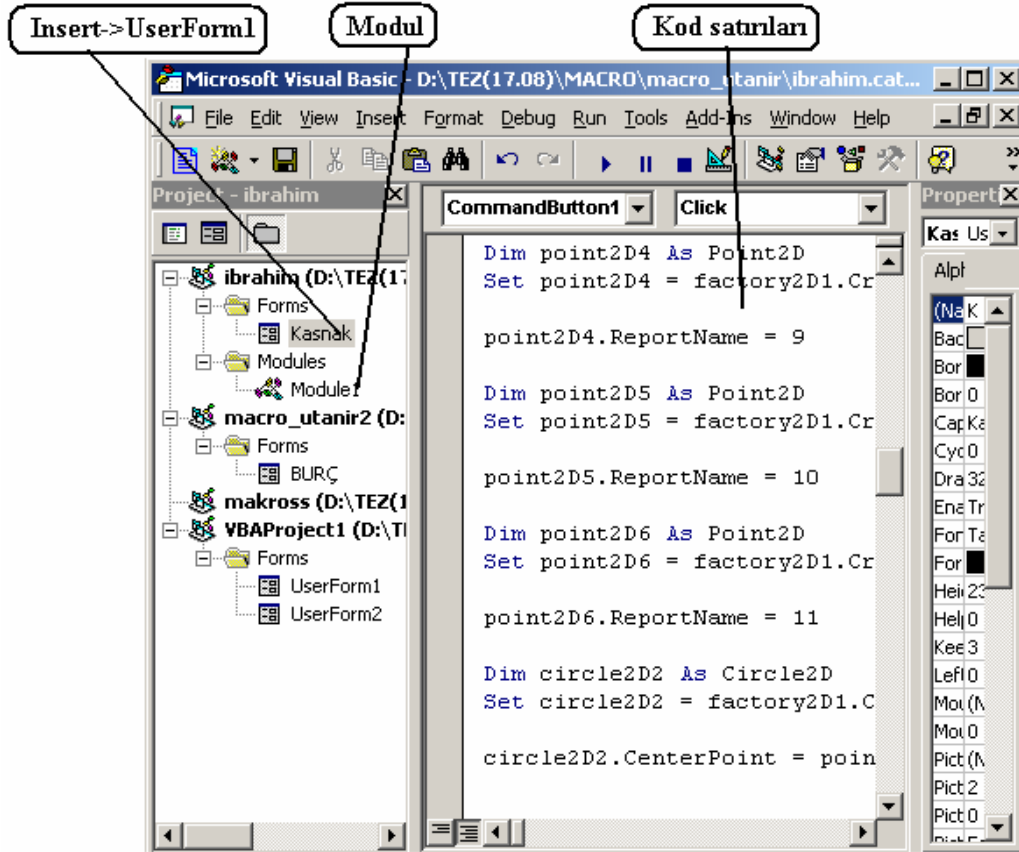
Şekil 9.13. Örnek model

İstenilen model oluşturulduktan sonra makro işlemi *Stop Record* butonu seçilerek durdurulur (Şekil 9.14)



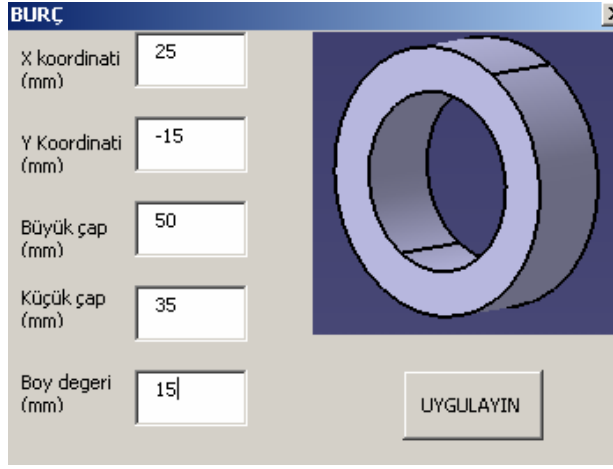
Şekil 9.14. Stop record

Tools->Macro->Visual Basic Editor seçeneği ile modellenen örneğe ait gerekli parametre değerleri ile oluşturulan kodların görüntülediği VBA programlama arayüzü ekrana gelir (Şekil 9.15).



Şekil 9.15. VBA arayüzü

VBA programlama arayüzünde ekrana gelen kodlar, örnek modele ait parametre değerleri ile kullanılarak kullanıcı etkileşimli arayüz oluşturulabilir (Şekil 9.16). Böylelikle bu modelin sürekli kullanılabilir durumu getirilmesi sağlanır.



Şekil 9.16.Örnek model kullanıcı ara yüzü

10. GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Bu çalışmada; bir BDT/BDİ ortamında yapılacak tasarım ve modelleme için kullanılacak makine elemanlarının otomatik olarak oluşturulmasına yönelik bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, CATIA ortamında ve CATIA V5 programının kendine özgü program ve ürün geliştirme yapısı kullanılarak oluşturulmuştur. Sistem; en yaygın kullanılan makine elemanlarının modellenmesine yönelik olarak tasarlanmıştır.

Makine imalat sanayisinde çok çeşitli makine elemanları kullanılmaktadır. Bütün makine elemanlarının sisteme dâhil edilmesi zaman ve çalışma açısından gereksiz olacağı düşünülmüştür. Dolayısı ile bu çalışmada örnek olarak bazı makine elemanlarının kullanımına gidilmiştir.

Geliştirilen sistemde kullanıcı tarafından girilen parametreler doğrultusunda boyutlandırılmasını yaparak 3 boyutlu modelleyebilmektedir. Bu sistem ile oluşturulan makine elemanları şunlardır.:

1. Dişliler

- Düz;
- Helisel,

2. Rulmanlar

- Sabit bilyeli rulman,
- Eğik bilyeli rulman,
- Eksenel sabit bilyeli rulman,
- Silindirik makaralı rulman

3. Kama

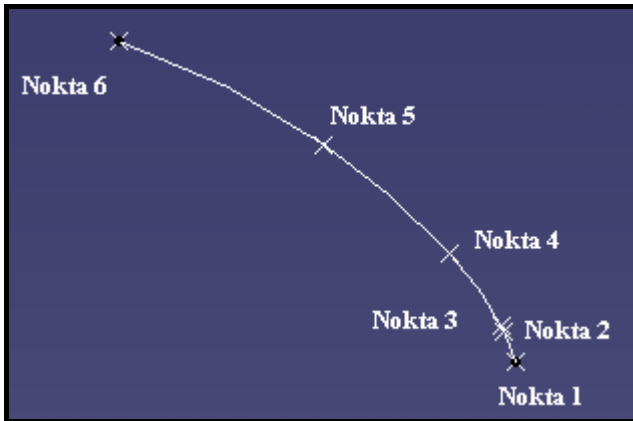
4. Segman

Ayrıca kama ve segman elemanlarına yuva teşkil edecek kama ve segman kanalları parametrik bir şekilde kullanıcının isteğine bağlı olarak oluşturulabilir.

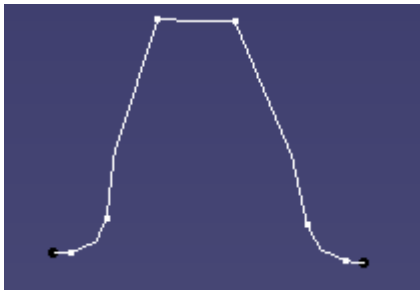
Dişli Modelleme

Mevcut BDT yazılımları; spline eğrisinin ve helisin matematiksel işlemlerinin çokluğundan, dosya içinde fazla yer kaplamasından dolayı dişli çark çizdirme yönüne pek gitmemektedirler. Dişli çark modelleyebilen Solid Edge, Solid Works, vb. yazılımlar ise; dişli çarkı evolvent eğrisi kullanmadan oluşturulması yoluna gitmektedirler.

Geliştirilen sistemdeki düz ve helis dişli çarkların dişleri; 6 noktadan geçen evolvent eğrisi (Şekil 10.1) ile oluşturulmaktadır. Böylelikle; dişli modellenmesinde kullanıcının karşılaştacağı zorluklar ve zaman kayıpları giderilmiştir.



Şekil 10.1. Dişli çizimi için kullanılan evolvent eğrisi



Şekil 10.2. Evolvent eğrisi ile oluşturulan diş

Dişlilerin oluşturulmasında kullanılan bağıntılar şunlardır:

Dişli formülleri

$$\text{Bölüm Dairesi Çapı} = \text{Modül} * \text{Diş sayısı} / 2$$

$$\text{Diş Üstü Çapı} = \text{Bölüm Dairesi Çapı} + \text{Modül}$$

$$\text{Diş Dibi Çapı} = \text{Bölüm Dairesi Çapı} * \cos(\text{Kavrama Açısı})$$

$$\text{Taban Dairesi Çapı} = \text{Bölüm Dairesi Çapı} - 1.25 * \text{Modül}$$

$$\text{Kavsak eğrisi} = \text{Modül} * 0.38$$

$$\text{Pah} = \text{Modül} / 4$$

$$\text{Adım} = \text{Modül} * \text{PI}$$

Oluşturulan evolvent eğrisi için yatay ve düşey eksenlerdeki koordinat bağıntıları şunlardır:

Evolvent eğri formülleri

$$x = (\text{Diş Dibi Çapı} * (\cos(\text{Adım} * \text{PI} * 1\text{rad}) + \sin(\text{Adım} * \text{PI} * 1\text{rad})) * \text{Adım} * \text{PI}) * 1\text{mm}$$

$$y = (\text{Diş Dibi Çapı} * (\sin(\text{Adım} * \text{PI} * 1\text{rad}) - \cos(\text{Adım} * \text{PI} * 1\text{rad})) * \text{Adım} * \text{PI}) * 1\text{mm}$$

İstenen parametreler

Kavrama açısı,

Diş sayısı,

Helis açısı,

Genişlik,

Delik çapı,

Kama genişliği,

Kama yüksekliği,

Kademe yarıçapı,

Kademe boyu.

Rulman Modelleme

Sabit Bilyeli Rulman, VBA, Bilgi Taban ve katalog sistemine yönelik olarak Sketch modelleme tekniği kullanılarak oluşturulmaktadır. CATIA ekranında; elemanı oluşturan tüm parametre ve komutlar ürün ağacında görülebilir. Model üzerindeki değişiklikler, buradan kolaylıkla yapılabilir. Eğik Bilyeli rulman, Eksenel bilyeli rulman ve Silindirik Makaralı Rulman tipleri Feature (unsur tabanlı) modelleme tekniği ile oluşturulmuştur. Dolayısı ile CATIA ekranındaki ürün ağacında; sadece elamanın parametre değerleri görülmektedir. Model üzerinde; bu parametre değerleri ile değişiklik yapılabilir.

Rulmanların oluşturulmasında kullanılan bağıntılar şunlardır:

$$\text{Bilye yarıçapı} = (\text{Dış Çap} - \text{İç Çap}) * 0.15$$

$$\text{Bilye adeti} = \text{int}((\text{Dış Çap} + \text{İç Çap}) / (\text{Bilye yarıçapı} * 2)) + 1$$

İstenen parametreler

İç çap

Dış çap

Dış yarıçap

İç yarıçap

Genişlik

Kama Modelleme

Kama, VBA ve katalog sisteminde Sketch modelleme tekniği ile oluşturulmuştur. Bilgi tabanlı sistem için ise Feature modelleme tekniği kullanılmıştır.

İstenen parametreler

Kama yüksekliği,

Kama genişliği,

Kama boyu.

Segman Modelleme

Segman, VBA ve katalog sisteminde Sketch modelleme tekniği ile oluşturulmuştur.

Bilgi tabanlı sistem için ise Feature modelleme tekniği kullanılmıştır.

İstenen parametreler

Dış Çap,

İç Çap,

Segman Yuvası Çapı,

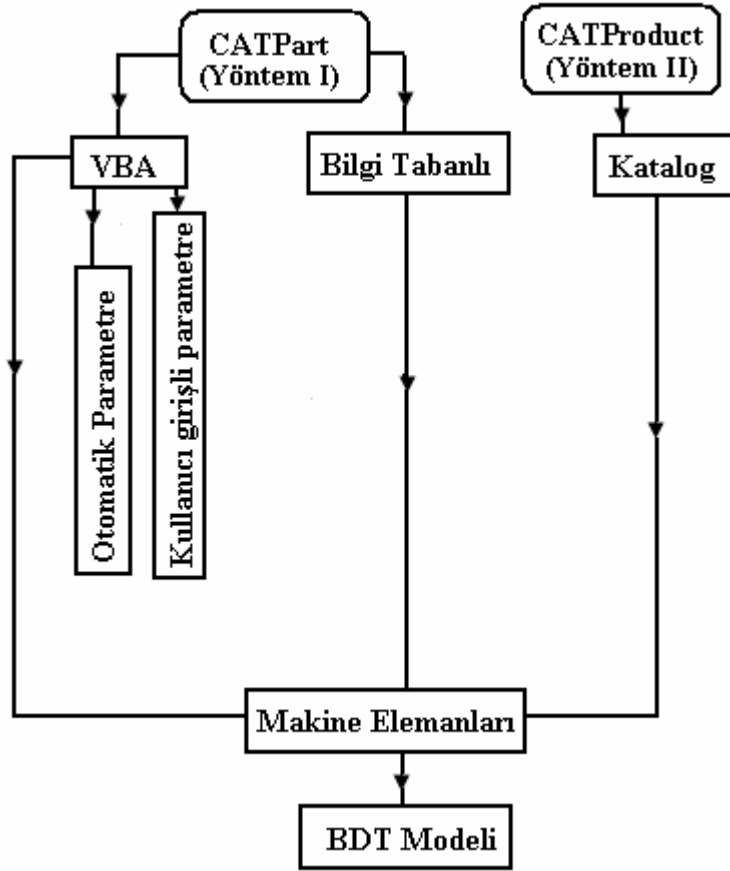
Radyal Kalınlık,

Segman Ağız Genişliği,

Segman Kalınlığı.

10.1. Kullanılan Yöntemler

Bu sistemde Visual Basic Application (VBA) yanı sıra CATIA Bilgi Tabanlı Mühendislik (BTM) ile kataloglar kullanılmıştır. Oluşturulan sistem elemanları CATIA'nın parça modelleme modülü olan Part Design'ın yanı sıra montaj modelleme modülü olan Assembly Design ile kullanılabilir. BTM ve VBA ile oluşturulan makine elemanları; Part Design modülünde CATPart olarak; kataloglar ise Assembly Design modülünde CATProduct içerisinde otomatik olarak kullanıma sunulmuştur (Şekil 10.3).

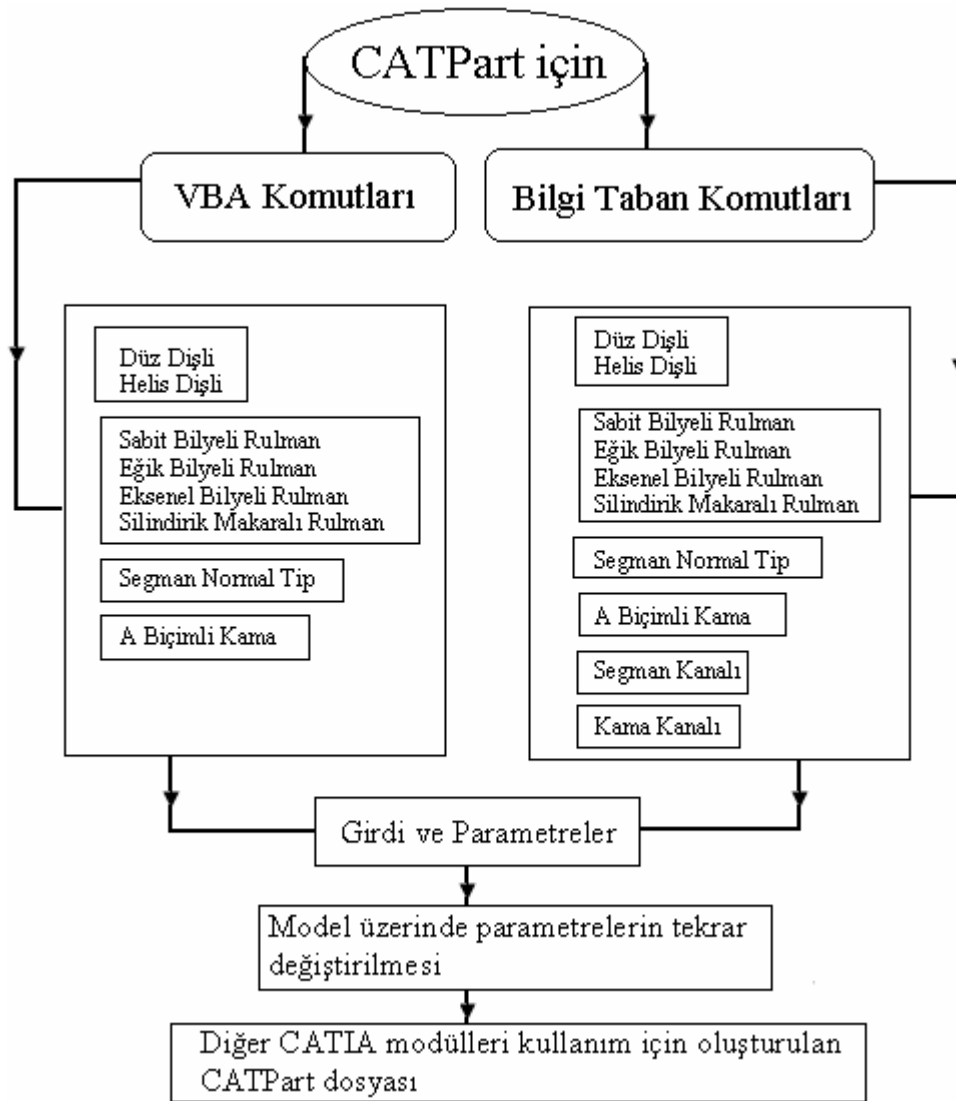


Şekil 10.3. Sistem yöntem tanımı

Sistem algoritmasında, ilk karar verilmesi gereken nokta sistemin bir CATPart dosyasında mı yoksa tek bir CATProduct dosyasında mı modelleneceğidir. CATIA programının yapısı açısından VBA ve Knowledgeware (Bilgi Taban) komutları CATPart dosyalar içinde kullanıma sunulmuştur. Standart kataloglar ise CATProduct dosya içinde kullanılmaktadır. Fakat istenildiğinde CATPart ile oluşturulan elemanlar, montaj komutları ile CATProduct içine eklenebilmektedir.

10.2. CATPart Sistemi ile Modelleme (Yöntem I)

CATIA'nın CATPart kısmında; Makine Elemanları; temel iki programlama yapı içerisinde oluşturulmuştur (Şekil 10.4).



Şekil 10.4.Geliştirilen sistemin catpart kısmı

CATPart kısmında VBA komutları ile oluşturulan sistem; makine elemanları;

1. Kullanıcı Girişli Parametre,
2. Otomatik Parametre,

olmak üzere iki seçenekle oluşturabilecek şekilde geliştirilmiştir.

Kullanıcı Girişli Parametre: İlgili makine elemanı için bütün parametre girişleri kullanıcı tarafından yapılır.

Otomatik Parametre: Makine elemanı, gerekli en az parametre girişi ile veya kullanılacağı yerdeki ilgili diğer elemandan referans alınan ölçü değerine (çap, kanal genişliği, vb.) göre oluşturulur. Böylelikle de diğer tüm parametre değerleri sistem tarafından otomatik olarak seçilir.

Makine elemanlarına yönelik parametre tanımlama sırasında sisteme eklenen standart ölçüler ile gerekli ölçü değerlerine ulaşabilir. Komut görevi yerine getirilip ilgili elemanın grafik ekranda modeli oluşturulur gerekirse model parametreleri üzerinde geriye dönük değişiklikler yapılabilir. VBA komutları ile oluşturulan makine elemanların her biri CATIA'nın kendi modelleme komutları ile modellenen parçalarla aynı özelliklere sahiptir. Dolayısı ile makine elemanlarına yönelik olarak CATIA'nın kendi komutlar ile değişikliğe gidilebilmektedir. Bununla birlikte, VBA ve Bilgi tabanlı komutları ile oluşturulan elemanlar; CATIA'nın diğer modülleri ile de kullanılabilir.

Bilgi Tabanı ile oluşturulan elemanların parametreler özelliği unsur şeklinde ya da CATIA komut özellikleri ile oluşturulmuştur. Örneğin; bir rulmanın CATIA grafik ekranında oluşturulabilmesi için kullanılacak komutlar; sketch, shaft, v.b gibi temel komutlar ile oluşturulduğundan sistem komutları ile kullanıldığında da tekrar bu alt komutlar ürün ağacında görülebilir.

VBA ve Bilgi Taban Komutlarında seçim sırasında montajı olacak modelin referans düzlemi, yönü ve eklenecek elemanın mekanizma noktasının koordinatları (X, Y,Z) biliniyor ise açılan CATPart dosyasına düzlem, nokta ve doğru seçtirmeden önce seçim elemanları ilgili yerlerde oluşturulabilir.

Bilgi tabanlı komutlarından ilgili komutu seçiminden sonra ekrana gelen dialog menüsü yardımıyla seçim ve gerekli parametre girişi yapılır. Seçim sırasında montajı olacak modelin referans düzlemi, yönü ve eklenecek elemanın mekanizma noktasının koordinatları (X, Y, Z) biliniyor ise açılan CATPart dosyasına düzlem, nokta ve doğru seçtirmeden önce seçim elemanları ilgili yerlerde oluşturulabilir. Segman Sketch, Pad, Hole vb. gibi komut özellikleri yerine bir unsur olarak oluşturulduğu

için istendiğinde kanal parametreleri model ağacından çift tıklamayla değiştirilebilir. Aynı zamanda VBA komutlarının kullanımı için gerekli olan düzlem (Plane), nokta (Point), çizgi (Line) gibi elemanları bilgi taban komutlarıyla uygularken sadece eksen (Axis) yeterli olacaktır. Burada Point olarak Axis'in orijin noktası, Line olarak istenilen eksen, Plane olarak da istenilen düzlem seçilebilir.

10.2.1. VBA komutları ile makine elemanları modelleme

Makine elemanları için ayrı ayrı komut çubukları (Toolbars) oluşturulmuştur. VBA yapısı içinde oluşturulan makine elemanları;

1. Dişliler

- Düz Dişli Çark
- Helis Dişli Çark



Şekil 10.5. VBA dişli modelleme araç çubuğu



Düz Dişli Çark: VBA Dişli Komutları komut çubuğundan Düz Dişli Çark komutu seçildiğinde ekrana aşağıdaki Şekil 10.6'daki gibi diyalog ekranı gelir. Kendi içinde iki bölümden oluşan bu menünün Girdiler bölümünde düz dişlinin yeri sayfa sıfırında oluşturulan XY, YZ ve XZ düzlemleri seçilir.

Şekil 10.6. VBA düz dişli modelleme diyalog penceresi

Düz dişli diyalog ekranı; aşağıda bir kısmı verilen VBA program satırları ile oluşturulmuştur.

Düz dişli için kullanılan vba program satırları

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Form1.Hide
TextBox1.Text = ""
xsel.Clear
Dim listOfType(0)
listOfType(0) = "HybridShape"
Status = xsel.SelectElement2(listOfType, "DuzlemXY", True)
```

```

If ((Status = "Cancel") Or (Status = "Undo") Or (Status = "Redo")) Then
xsel.Clear
GoTo 100
Else
Set ref1 = xsel.Item(1).Reference
TextBox1.Text = ref1.Name
xsel.Clear
End If
100:
Form1.Show
xsel.Clear
End Sub

Dim parametre1 As String
parametre2 = TextBox6.Text
Dim factory As InstanceFactory
Set factory = Part1.GetCustomerFactory("InstanceFactory")
factory.BeginInstanceFactory
factory.BeginInstantiate
factory.PutInputData "DuzlemXY", ref1
Dim param1 As Parameter
Set param1 = factory.GetParameter("K")
param1.ValuateFromString (parametre1)
Dim Instance As ShapeInstance
Set Instance = factory.Instantiate
factory.EndInstantiate
factory.EndInstanceFactory
Part1.Update

```

Düz dişli için tanımlanacak parametreler kendi içinde iki bölümden oluşturulmuştur. Bunlar; Kullanıcı Girişli Parametre ve Otomatik parametredir. Kullanıcı Girişli Parametre özelliği onaylandığında dişliyi oluşturacak parametre değerleri tanımlanır ve tanımlanacak parametreler tamsayı değil ise virgül ya da nokta desteği ile tanımlanabilir. Otomatik parametre onaylandığında ise Delik yarıçapı dışında diğer tüm parametreler pasif olur ve ekrana gelen seçim menüsüyle (ComboBox) uygun düz dişli seçilir (Şekil 10.7) ve hangi parametrenin menü içinde hangi özelliğe karşılık geldiği ana menü içinde görülür. Burada dikkat edilmesi gereken husus;

Otomatik Parametre özelliğinde mile uygun “delik yarıçap” parametresi tanımlanması gerekir.

Delik yarıçapı (mm)				
2	20	2	15	2,3
3	20	2	17	2,3
4	20	2	19	2,3
5	20	2	21	2,3
6	20	2	23	2,3
7	20	2,2	25	2,4
8	20	2,2	27	2,4
9	20	2,2	29	2,4

Şekil 10.7. Düz dişli otomatik parametre seçim özelliği

Otomatik düz dişli oluşturmada kullanılan vba program satırları

```
Private Sub ComboBox2_Change()
    satir = Form1.ComboBox2.ListIndex
    TextBox5.Text = ComboBox2.List(satir, 1)
    TextBox8.Text = ComboBox2.List(satir, 2)
    TextBox10.Text = ComboBox2.List(satir, 3)
    TextBox11.Text = ComboBox2.List(satir, 4)
    TextBox14.Text = ComboBox2.List(satir, 5)
    TextBox6.Text = ComboBox2.List(satir, 6)
End Sub

TextBox5.Text = "20"
TextBox8.Text = "2"
TextBox10.Text = "15"
TextBox11.Text = "2,3"
TextBox14.Text = "4"
TextBox6.Text = "22"
TextBox12.Text = "12"
TextBox13.Text = "14,5"

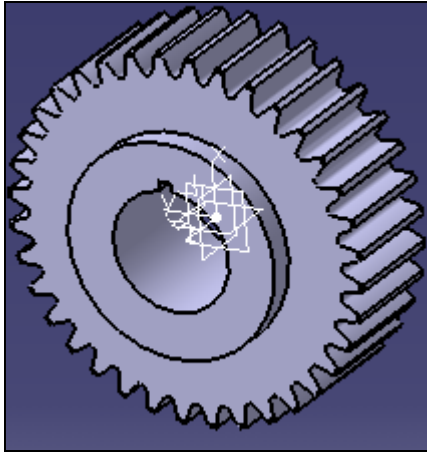
Form1.TextBox15.Visible = True
Form1.ComboBox2.Visible = False
Form1.TextBox5.Enabled = True
Form1.TextBox8.Enabled = True
Form1.TextBox10.Enabled = True
```

```

Form1.TextBox11.Enabled = True
End Sub
Private Sub OptionButton4_Click()
Form1.TextBox15.Visible = False
Form1.ComboBox2.Visible = True
Form1.TextBox5.Enabled = False
Form1.TextBox8.Enabled = False
Form1.TextBox10.Enabled = False
Form1.TextBox11.Enabled = False
End Sub

```

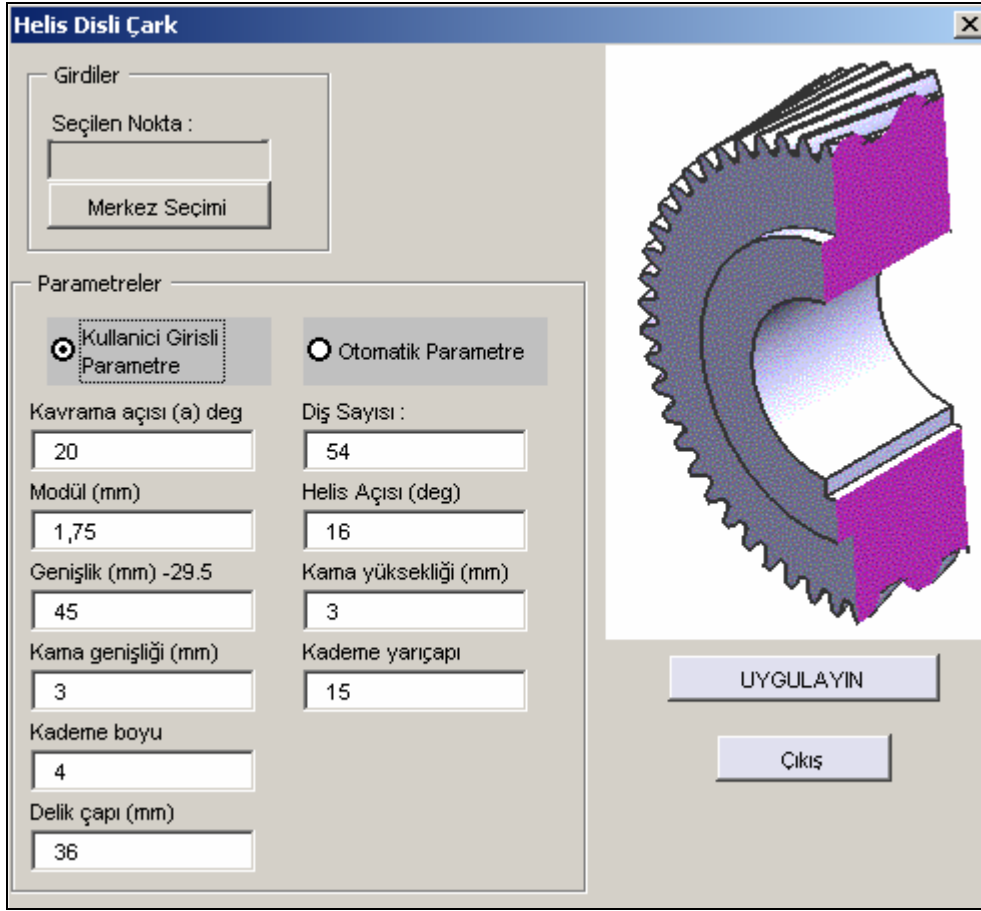
Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra menü içindeki “UYGULAYIN” butonu ile düz dişli modeli ekranda oluşturulur. “Çıkış” butonu ile de işlem sonlandırılır (Şekil 10.8).



Şekil 10.8. Örnek düz dişli modeli



Helis Dişli Çark : VBA Dişli Komutları komut çubuğundan Helis Dişli Çark komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.9’daki diyalog menüsü gelir.



Şekil 10.9. Helisel dişli modelleme diyalog penceresi

Komut kullanımı Düz Dişli Çark komutuna benzerdir ancak girdi olarak helis dişlinin yeri sayfa sıfırında oluşturulan merkez nokta seçimi yapılır. Parametre girişi sırasında menüde var olan Helis Açısı pozitif olarak tanımlanabildiği gibi negatif olarak da tanımlanabilir. Buradaki pozitif değer helis yönü olarak sol helisi temsil etmektedir, negatif değer ise helis yönü olarak sağ helisi temsil etmektedir.

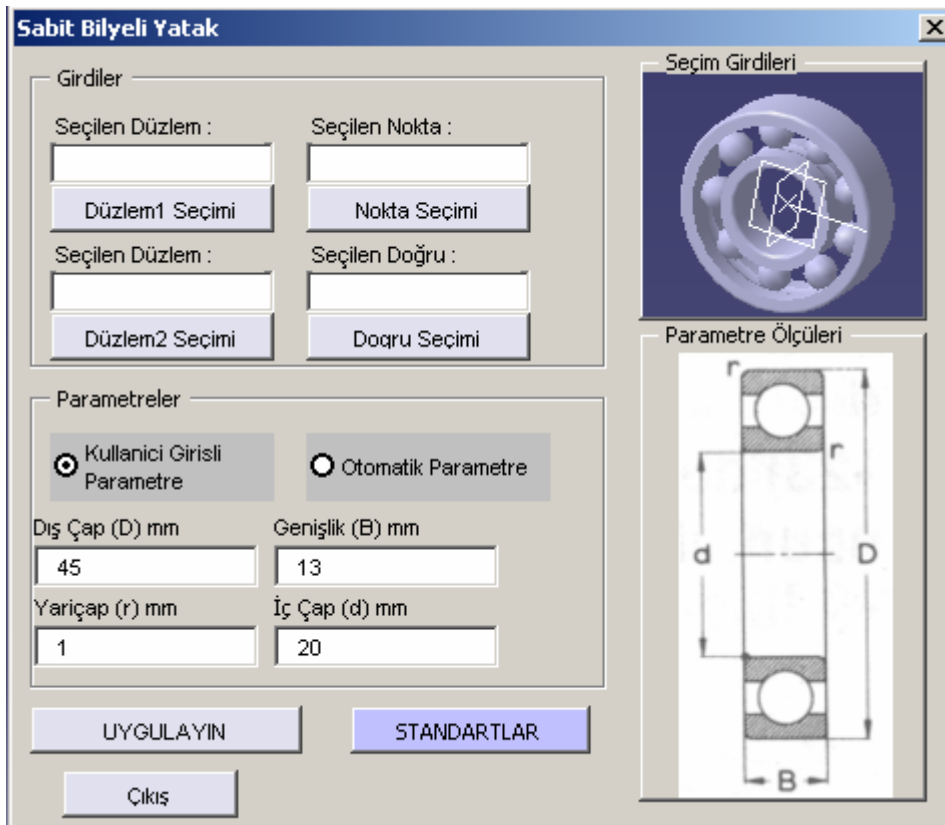
Rulmanlar

- Sabit bilyeli rulman,
- Eğik bilyeli rulman,
- Eksenel rulman,
- Silindirik makaralı rulman.



Şekil 10.10. VBA rulman araç çubuğu

☐ Sabit Bilyalı Rulman *Sabit bilyeli rulman:* VBA Rulman Komutları komut çubuğundan Sabit bilyeli rulman komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.11'deki diyalog menüsü gelir.



Şekil 10.11. Sabit bilyeli rulman diyalog ekranı

Kendi içinde iki bölümden oluşan bu menünün Girdiler bölümünde rulmanın grafik ekrandaki yerini belirlemek için Düzlem1, Düzlem2, Doğru ve Nokta seçimleri yaptırılır, burada rulmanın sayfa sıfırında oluşturmanın dışında uzayda istenilen koordinatlarda tanımlanan düzlem ve noktaya göre rulman oluşturulabilir. Girdi bölümünde seçim sırasında düzlem, doğru ve noktanın pozisyonu görsel olarak menü içerisinde verilmiştir.

Parametreler ismiyle oluşturulan ikinci bölümde ise Sabit Bilyeli Rulmanın parametreleri tanımlanır. Tanımlanacak parametreler kendi içinde iki bölümden oluşturulmuştur. Bunlar; Kullanıcı Girişli Parametre ve Otomatik parametredir. Kullanıcı Girişli Parametre özelliği onaylandığında rulmanı oluşturacak parametre değerleri tanımlanır, parametrelerin karşılığı menü içinde görsel olarak verilmiştir.

Ölçü değerleri için modellemeyi hızlandırmak açısından dünyadaki standart ölçü değerlerini görmek için **STANDARTLAR** özelliği kullanılabilir (Şekil 10.12).



Şekil 10.12. Sabit bilyeli rulman standart seçim menüsü

ISO Standart Sabit Bilyeli Rulman Ölçüleri			
d (mm)	D (mm)	B (mm)	r (mm)
20	47	14	1
30	62	16	1
40	80	18	1,1
50	90	20	1,1
60	110	22	1,5
65	120	23	1,5
70	125	24	1,5
20	52	15	1,1
30	72	19	1,1
40	90	23	1,5
50	110	27	2
60	130	31	2,1
65	140	33	2,1
70	150	35	2,1

Şekil 10.13. Rulman 625 standart ölçüleri

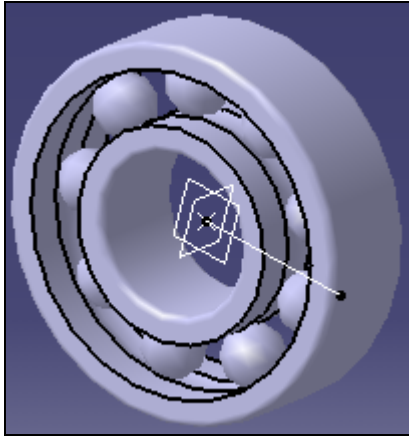
Otomatik parametre onaylandığında ise iç çap dışında diğer tüm parametreler pasif olur ve ekrana gelen seçim menüsüyle (ComboBox) uygun rulman seçilir (Şekil 10.14) ve hangi parametrenin menü içinde hangi özelliğe karşılık geldiği ana menü

içinde görülür. Burada dikkat edilmesi gereken husus; Otomatik Parametre özelliğinde mile uygun “iç çap” parametresi tanımlanması gerekir.

2	47	14	1
3	62	16	1
4	80	18	1,1
5	90	1,1	2
6	110	22	2,5
7	120	23	1,5

Şekil 10.14. Rulman otomatik parametre seçim özelliği

Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra menü içindeki “UYGULAYIN” butonu ile işlem yaptırılır, işlemin iptali için ise “Çıkış” butonu kullanılır (Şekil 10.15).



Şekil 10.15. Oluşturulan sabit bilyeli rulman modeli



Eğik Bilyeli Rulman *Eğik bilyeli rulman: VBA Rulman Komutları komut çubuğundan Eğik bilyeli rulman komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.16'daki diyalog menüsü gelir ve komut kullanımı Sabit Bilyeli Rulman komutuna benzerdir.*

Eğik Bilyeli Yatak

Girdiler

Seçilen Düzlem : Seçilen Nokta :

Seçilen Düzlem : Seçilen Doğru :

Parametreler

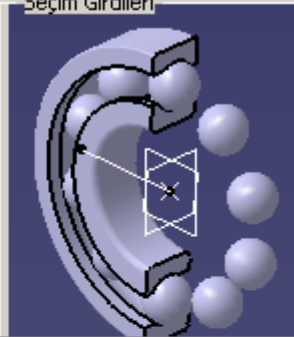
☒ Kullanıcı Girişli Parametre ☐ Otomatik Parametre

Dış Çap (D) mm İç radyüs (r1)

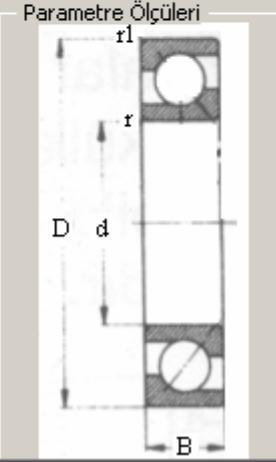
Genişlik (B) mm Dış radyüs (r) mm

İç Çap (d) mm

Seçim Girdileri



Parametre Ölçüleri



Şekil 10.16. Eğik bilyeli rulman diyalog penceresi

Eksenel Bilyalı Rulman

Eksenel rulman: VBA Rulman Komutları komut çubuğundan Eksenel Bilyeli rulman komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.17'deki diyalog menüsü gelir ve komut kullanımı Sabit Bilyeli Rulman komutuna benzerdir.

Eksenel Sabit Bilyeli Yatak

Girdiler

Seçilen Düzlem : Seçilen Nokta :

Seçilen Düzlem : Seçilen Doğru :

Parametreler

☐ Kullanıcı Girişli Parametre ☒ Otomatik Parametre

Dış çap(D) : Genişlik (H) :

Dış Radyüs (r) : İç Çap (D1) :

Seçim Girdileri

Parametre Ölçüleri

2	28	11	1
3	28	9	1
4	32	12	1
5	35	12	1
6	40	14	1
7	60	24	1,5
8			

Şekil 10.17. Eksenel bilyeli rulman diyalog penceresi

Silindirik Makaralı Rulman

Silindirik makaralı rulman : VBA Rulman Komutları komut çubuğundan Silindirik Makaralı rulman komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.18'deki diyalog menüsü gelir ve komut kullanımı Sabit Bilyeli Rulman komutuna benzerdir.

Silindirik Makaralı Yatak

Seçilen Düzlem : Seçilen Nokta :

Seçilen Düzlem : Seçilen Doğru :

Parametreler

☒ Kullanıcı Girişli Parametre ☐ Otomatik Parametre

Dış Çap (D) mm Dış Radyüs (r2) mm

Genişlik (B) mm İç Radyüs (r1) mm

İç Çap (d1) mm

Seçim Girdileri

Parametre Ölçüleri

Şekil 10.18. Silindirik makaralı rulman diyalog penceresi

Kamalar

•A içimli Kama



Şekil 10.19. Kama araç çubuğu

☐ A_Biçimli_Kama *Kama:* VBA Kama Komutları komut çubuğundan A Biçimli Kama komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.20'deki diyalog menüsü gelir.

Şekil 10.20. Kama modelleme diyalog penceresi

Kendi içinde iki bölümden oluşan bu menünün Girdiler bölümünde kamanın grafik ekrandaki yerini belirlemek için Düzlem, Doğru ve Nokta seçimleri yaptırılır, burada kamanın sayfa sıfırında oluşturmanın dışında uzayda istenilen koordinatlarda tanımlanan düzlem ve noktaya göre rulman oluşturulabilir. Girdi bölümünde seçim sırasında düzlem, doğru ve noktanın pozisyonu görsel olarak menü içerisinde verilmiştir.

Parametreler ismiyle oluşturulan ikinci bölümde ise kamanın parametreleri tanımlanır. Tanımlanacak parametreler kendi içinde iki bölümden oluşturulmuştur. Bunlar; Kullanıcı Girişli Parametre ve Otomatik parametredir. Kullanıcı Girişli Parametre özelliği onaylandığında kamayı oluşturacak parametre değerleri kullanıcı tarafından tanımlanır, parametrelerin karşılığı menü içinde görsel olarak verilmiştir.

Ölçü değerleri için modellemeyi hızlandırmak açısından dünyadaki standart ölçü değerlerini görmek için **STANDARTLAR** özelliği kullanılabilir (Şekil 10.21).

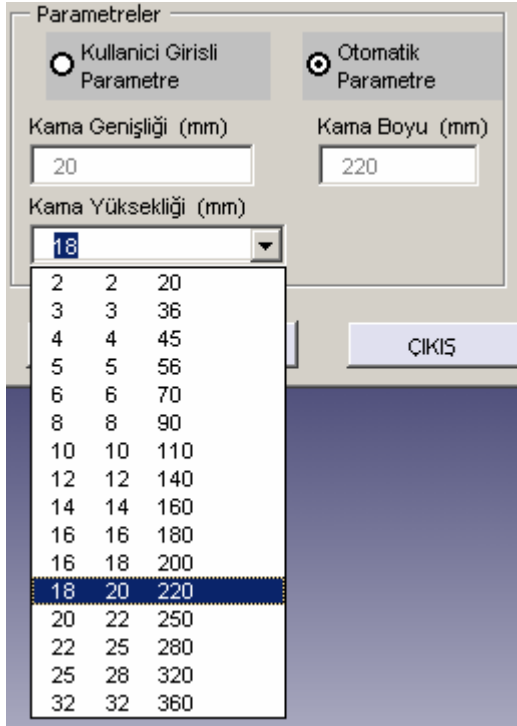


Şekil 10.21. Kama standart seçim menüsü

ISO Standart Kama Ölçüler				
PartName	PartNumber	kama_genisligi(b)	kama_yuks	kama_boyu
A2x2x20	2x2x20	2	2	20
A3x3x36	3x3x36	3	3	36
4x4x45	4x4x45	4	4	45
A5x5x56	5x5x56	5	5	56
A6x6x70	6x6x70	6	6	70
A8x7x90	8x7x90	8	7	90
A10x8x110	10x8x110	10	8	110
A12x8x140	12x8x140	12	8	140
A14x9x160	14x9x160	14	9	160
A16x10x180	16x10x180	16	10	180
A18x11x200	18x11x200	18	11	200
A20x12x220	20x12x220	20	12	220
A22x14x250	22x14x250	22	14	250
A25x14x280	25x14x280	25	14	280
A28x16x320	28x16x320	28	16	320
A32x18x360	32x18x360	32	18	360

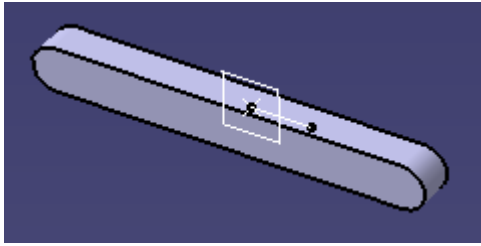
Şekil 10.22. Kama standart ölçüleri

Otomatik parametre onaylandığında ise “kama yüksekliği” dışında diğer tüm parametreler pasif olur ve ekrana gelen seçim menüsüyle uygun kama seçilir (Şekil 10.23) ve hangi parametrenin menü içinde hangi özelliğe karşılık geldiği ana menü içinde görülür. Burada dikkat edilmesi gereken husus; Otomatik Parametre özelliğinde kama kanalına uygun “kama yüksekliği” parametrelerin tanımlanması gerekir.



Şekil 10.23. Kama otomatik parametre seçim özelliği

Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra menü içindeki “UYGULAYIN” butonu ile işlem gerçekleşir. “Çıkış” butonu ile de işlem sonlandırılır.



Şekil 10.24. Oluşturulan kama modeli

Segman

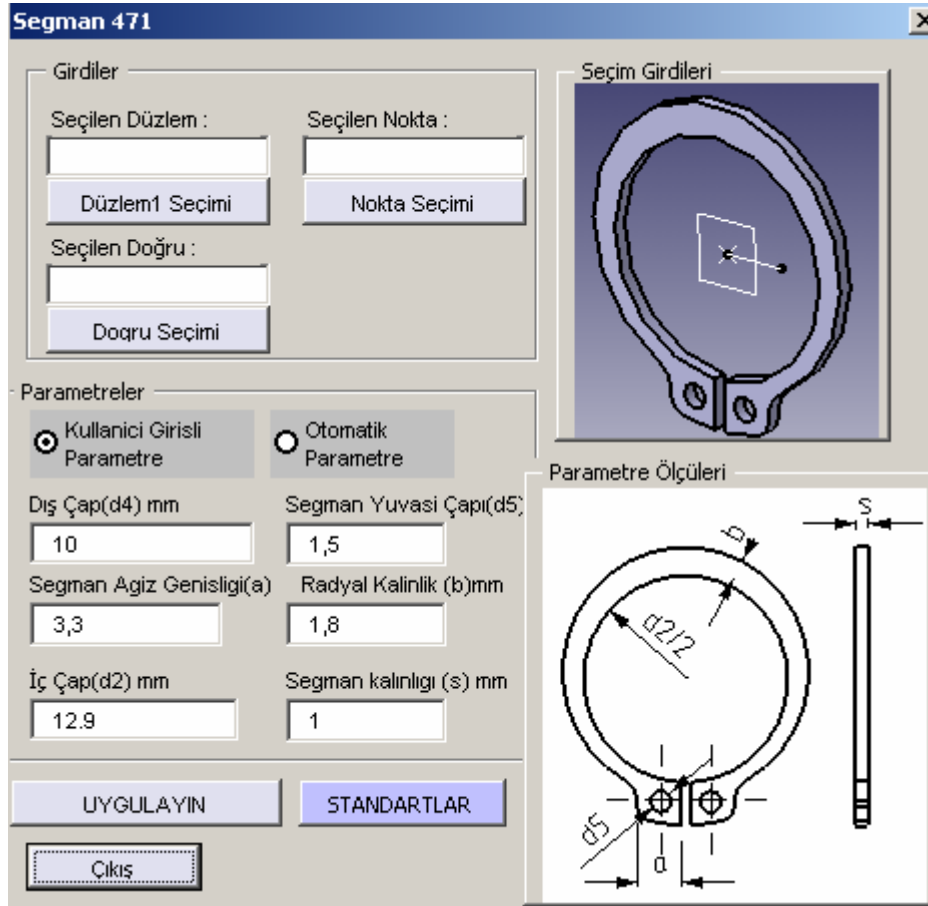
•Normal Tip Segman



Şekil 10.25. Segman araç çubuğu



Segman : VBA Segman Komutları komut çubuğundan Segman Normal Tip komutu seçildiğinde ekrana Şekil 10.26'daki diyalog menüsü gelir.



Şekil 10.26. Segman diyalog penceresi

Kendi içinde iki bölümden oluşan bu menünün Girdiler bölümünde segmanın grafik ekrandaki yerini belirlemek için Düzlem1, Doğru ve Nokta seçimleri yaptırılır, burada segmanın sayfa sıfırında oluşturmanın dışında uzayda istenilen koordinatlarda tanımlanan düzlem ve noktaya göre de oluşturulabilir. Girdi bölümünde seçim sırasında düzlem, doğru ve noktanın pozisyonu görsel olarak menü içerisinde verilmiştir.

Parametreler ismiyle oluşturulan ikinci bölümde ise Segmanın parametreleri tanımlanır. Diğer diyalog pencerelerinde olduğu gibi, kullanıcı ister; Kullanıcı Girişli

Parametre özelliğini isterse de Otomatik Parametre girişi özelliklerini kullanma imkânına sahiptir. Parametrelerin karşılığı sayfa içinde görsel olarak verilmiştir.

Ölçü değerleri için modellemeyi hızlandırmak açısından dünyadaki standart ölçü değerlerini görmek için **STANDARTLAR** özelliği kullanılabilir (Şekil 10.27).



Şekil 10.27. Segman standart seçim menüsü

ISO Standart Segman Ölçüleri					
d4 (mm)	d2 (mm)	d5 (mm)	b (mm)	a (mm)	s (mm)
10	9,6	1,5	1,8	3,3	1
11	10,5	1,5	1,8	3,3	1
12	11,5	1,7	1,8	3,3	1
13	12,4	1,7	2	3,4	1
14	13,4	1,7	2,1	3,5	1
15	14,3	1,7	2,2	3,6	1
16	15,2	1,7	2,2	3,7	1
17	16,2	1,7	2,3	3,8	1
18	17	2	2,4	3	1,2
19	18	2	2,5	93,9	1,2
20	19	2	2,6	4	1,2
21	20	2	2,7	4,1	1,2
22	21	2	2,8	4,2	1,2
24	22,9	2	3	4,4	1,2
25	23,9	2	3	4,4	1,2
26	24,9	2	3,1	4,5	1,2
28	26,6	2	3,2	4,7	1,5
29	27,6	2	3,4	4,8	1,5
30	28,6	2	3,5	5	1,5
32	30,3	2,5	3,6	5,2	1,5

Şekil 10.28. Standart segman ölçüleri

Otomatik parametre onaylandığında ise iç çap dışında diğer tüm parametreler pasif olacaktır. Ekrana gelen bir seçim menüsüyle uygun segman seçilir (Şekil 10.29) ve hangi parametrenin menü içinde hangi özelliğe karşılık geldiği diyalog penceresi

içinde görülür. Burada dikkat edilmesi gereken husus; Otomatik Parametre özelliğinde mile uygun Segman “iç çap” parametresinin tanımlanması gerekir.

Parametreler

☐ Kullanıcı Girişli Parametre ☒ Otomatik Parametre

Dış Çap(d4) mm Segman Yuvası Çapı(d5)

Segman Ağız Genişliği(a) Radyal Kalınlık (b)mm

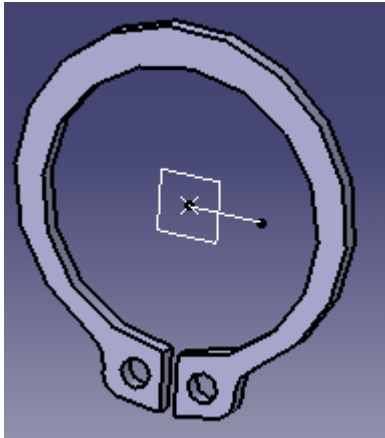
İç Çap(d2) mm Segman kalınlığı (s) mm

2	10	1,5	1,8
3	11	1,5	1,8
5	11	1,5	1,8
6	12	1,7	2
7	13	1,7	2,1
8	14	1,7	2,1

STANDARTLAR

Şekil 10.29. Segman otomatik parametre seçim özelliği

Bu işlemin ardından diğer diyalog pencerelerinde olduğu gibi “UYGULAYIN” butonu veya “Çıkış” butonu kullanılır.



Şekil 10.30. Oluşturulan segman modeli

10.2.2. Bilgi tabanlı komutları ile makine elemanları modelleme

Bilgi Taban Dişli komutları

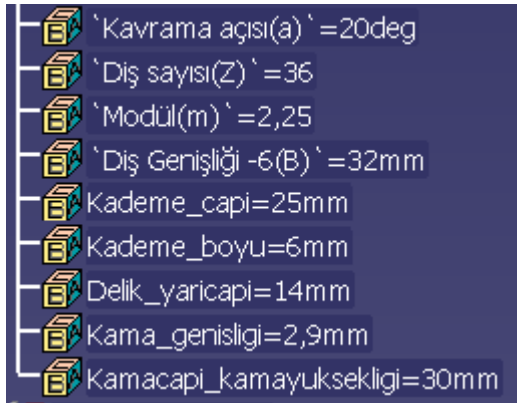
- Düz Dişli Çark
- Helis Dişli Çark



Şekil 10.31. Bilgi tabanlı dişli araç çubuğu



Düz Dişli Çark : CATIA ortamında bir şablon ile oluşturulmuştur. Düz dişli şablonunun oluşturulmasında; ilişkili matematiksel fonksiyon ve parametreler ile birbirine uygun bir şekilde bağlanmıştır. Şekil 10.32’de Düz Dişli parametreleri ve Şekil 10.33’de Düz Dişli fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.32. Düz dişli parametreleri

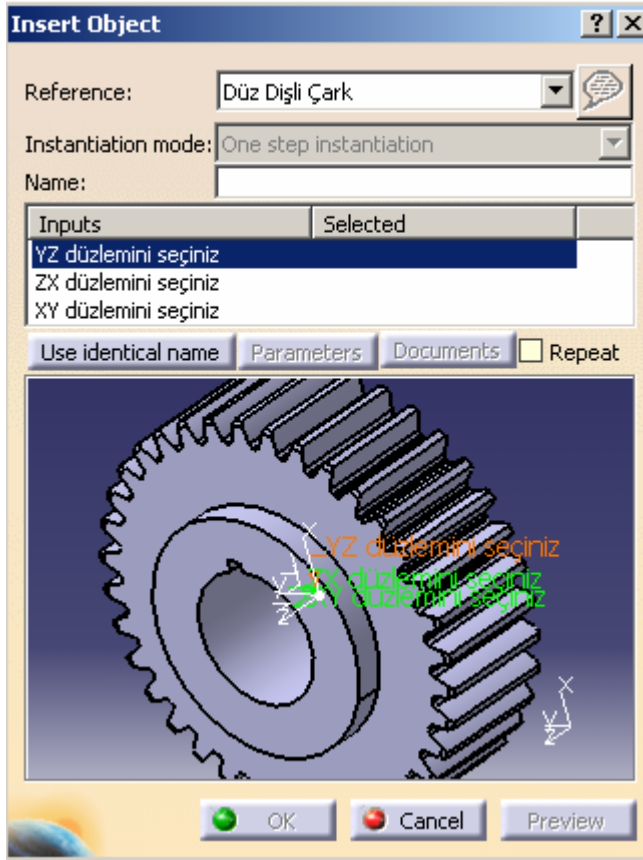
```

pah=`Modül(m)` /4
t=`Modül(m)` *PI
`Bölüm dairesi çapı(Do)`=`Modül(m)` *`Diş sayısı(Z)` /2
`Diş üstü çapı(Da)`=`Bölüm dairesi çapı(Do)` +`Modül(m)`
`Taban Dairesi çapı(Db)`=`Bölüm dairesi çapı(Do)` *cos(`Kavrama açısı(a)`)
`Diş Dibi Çapı(Df)`=`Bölüm dairesi çapı(Do)` -1.25*`Modül(m)`
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.68\Offset`=(`Bölüm dairesi çapı(Do)` +`Modül(m)`)*1mm
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.71\Offset`=pah*1mm
`eğriler\Extrapol.1\Length`=(`Modül(m)`*2)*1mm
`eğriler\Plane.4acili\Angle`=90deg /`Diş sayısı(Z)`
`eğriler\Plane.5sters_acili\Angle`=-90deg /`Diş sayısı(Z)`
`eğriler\Point.9\H`=(-`Diş Dibi Çapı(Df)`)*1mm
`eğriler\Circle.1\Radius`=(`Diş üstü çapı(Da)`)*1mm
kavsak_egrisi=`Modül(m)`*0.38
`eğriler\Circle.3\Radius`=(kavsak_egrisi)*1mm
`eğriler\CircPattern.1\AngularNumber`=`Diş sayısı(Z)`
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.97\Offset`=`Diş Genişliği -6(B)`
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.41\Offset`=Kademe_capi
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.46\Offset`=Kademe_boyu
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Offset.93\Offset`=Kama_genisligi
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Offset.91\Offset`=Kamacapi_kamayuksekligi
`3 boyutlu D.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Radius.78\Radius`=Delik_yaricapi

```

Şekil 10.33. Düz dişli fonksiyon eşitlikleri

Bilgi Taban Dişli Komutları komut çubuğundan Düz Dişli komutun fare ile üzerine yaklaşıldığında komut ismi görülebilir. Komut seçildiğinde ekrana geometrik elemanların seçiminin yapılacağı şekildeki gibi bir diyalog penceresi gelir (Şekil 10.34). Seçilen elemanlar (Plane, Point, Line, vb.) ile veya dişli eksen (Axis) tanımı yapılarak işlem gerçekleştirilebilir. Örneğin XY Plane yerine Axis XY, ya da Line yerine X Axis ya da Point yerine Axis Orijin seçilebilir.



Şekil 10.34. Bilgi tabanlı düz dişli girdi penceresi

Yapılacak seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.35).



The image shows a 'Parameters' dialog box with a blue title bar and standard window controls. It contains ten input fields, each with a label and a value, and two buttons at the bottom.

Parameter	Value
Kavrama Açısı (a)	20deg
Diş Sayısı (Z)	36
Modül (m)	2,25
Diş Genişliği(-6)	32mm
Kademe çapı	25mm
Kademe boyu	6mm
Delik yarıçapı	14mm
Kama genişliği	2,9mm
Kamacapı kamayüksekliği	30mm

Buttons: Create formulas, Close

Şekil 10.35. Düz dişli parametre giriş penceresi

Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra “Close” butonu seçilir ve “OK” ile işlem tamamlanır.

Kullanım için ihtiyaç duyulan eleman ilgili komut çubuğundan seçilen ve gerekli parametreler tanımlanarak grafik ekrana dâhil edilen elemanın parametreleri üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde ürün ağacından gerekli parametreye çift tıklanarak değişiklik yapılabilir.



Helis Dişli Çark : Komut kullanımı Bilgi Tabanlı Düz Dişli Çark komutuna benzerdir. Düz dişli için oluşturulan şablona benzer bir şablonda Helisel Dişli Çark içinde oluşturulmuştur. Şekil 10.36’da Helis Dişli parametreleri ve Şekil 10.37’de Helis Dişli fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.36. Bilgi tabanlı helis dişli parametreleri

```
pah=`Modül` /4
t=`Modül` *PI
`Bölüm Dairesi Çapı(Do)`=`Modül` *`Diş sayısı` /2
`Diş Üstü Çapı(Da)`=`Bölüm Dairesi Çapı(Do)` +`Modül`
`Taban Dairesi Çapı(Db)`=`Bölüm Dairesi Çapı(Do)` *cos(`Kavrama Açısı`)
`Diş Dibi Çapı(Df)`=`Bölüm Dairesi Çapı(Do)` -1.25*`Modül`

`3 boyutlu H.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.68\Offset`=(`Bölüm Dairesi Çapı(Do)` +`Modül`)*1mm
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.71\Offset`=pah*1mm
`eğriler\Extrapol.1\Length`=(`Modül`*2)*1mm
`eğriler\Plane.4acılı\Angle`=90deg /`Diş sayısı`
`eğriler\Plane.5ters_acılı\Angle`=-90deg /`Diş sayısı`
`eğriler\Point.9\H`=(-`Diş Dibi Çapı(Df)`)*1mm
`eğriler\Circle.1\Radius`=(`Diş Üstü Çapı(Da)`)*1mm
kavsak_egrisi=`Modül`*0.38
`eğriler\Circle.3\Radius`=(kavsak_egrisi)*1mm
`eğriler\Translate.1\Length`=(`Genişlik(-29,5)`)*1mm
`eğriler\Rotate.1\Angle`=180deg / PI * tan(`Helis Açısı`) *`Genişlik(-29,5)` /`Bölüm Dairesi Çapı(Do)`
`eğriler\CircPattern.1\AngularNumber`=`Diş sayısı`

`3 boyutlu H.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Offset.99\Offset`=kama_yuk
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Offset.93\Offset`=kama_gen
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Pocket.1\Sketch.2\Radius.78\Radius`=delik_capi /2
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.101\Offset`=(`Genişlik(-29,5)`)*1mm
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.41\Offset`=Kademe_yaricapi
`3 boyutlu H.Dişli modeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.46\Offset`=Kademe_boyu
```

Şekil 10.37. Helisel dişli fonksiyon eşitlikleri

Komut kullanımı Düz Dişlide olduğu gibidir. Gerekli geometrik eleman seçimleri yapıldıktan sonra ekrana gelen (Şekil 10.38) Helis Dişli parametreler diyalog penceresinden parametre girişi yapılır. Parametre penceresinde Helis Açısı pozitif olarak tanımlanabildiği gibi negatif olarak da tanımlanabilmektedir. Buradaki pozitif

değer helis yönü olarak sol helisi temsil etmektedir, negatif değer ise helis yönü olarak sağ helisi temsil etmektedir.

Parameter	Value
Kavrama Açısı	20deg
Diş sayısı (Z)	54
Modül (m)	1,5
Genişlik(-29,5)	65
Helis Açısı	8deg
Delik Çapı	20mm
Kama Genişliği	3,5mm
Kama Yüksekliği	3,5mm
Kademe Yarıçapı	25mm
Kademe Boyu	4mm

Buttons: Create formulas, Close

Şekil 10.38. Helis dişli parametre penceresi

Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra “Close” butonu seçilir ve “OK” ile işlem tamamlanır. Parametreleri üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde ürün ağacından gerekli parametreye çift tıklanarak değişiklik yapılabilir.

Bilgi Taban Rulman komutları

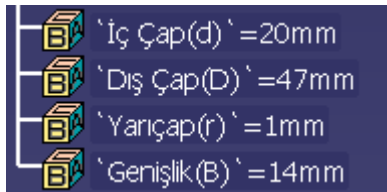
- Sabit bilyeli rulman,
- Eğik bilyeli rulman,
- Eksenel rulman,
- Silindirik makaralı rulman,



Şekil 10.39. Bilgi tabanlı rulman komut çubuğu



Sabit bilyeli rulman: CATIA ortamında R625 adında bir şablon oluşturulmuştur. Rulman tanımlaması içinde matematiksel fonksiyon ve parametreler ile birbirine uygun bir şekilde bağlanmıştır. Şekil 10.40'da Sabit Bilyeli Rulman parametreleri ve Şekil 10.41'de Sabit Bilyeli Rulman fonksiyonları görülmektedir.



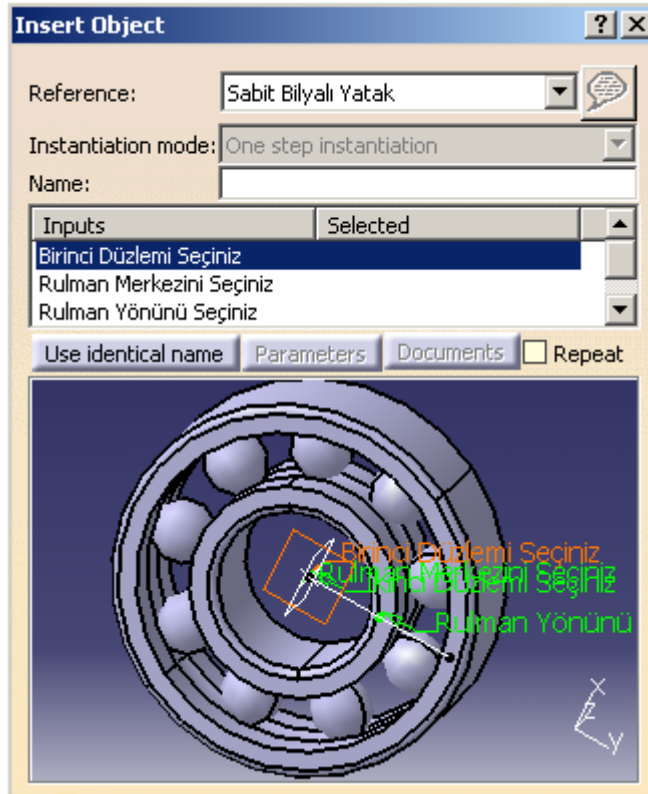
Şekil 10.40. Sabit bilyeli rulman parametreleri

```
bilye_merkez=(`Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) * 0.15
bilye_adet=int((`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / (bilye_merkez * 2)) + 1
Sabit_bilyeli_yatak\bilyalar\Sketch.1\Offset.5\Offset=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
Sabit_bilyeli_yatak\bilyalar\Sketch.1\Radius.8\Radius=bilye_merkez
Sabit_bilyeli_yatak\CircPattern.1\AngularNumber=bilye_adet
Sabit_bilyeli_yatak\alt\Sketch.2\Radius.73\Radius=bilye_merkez
Sabit_bilyeli_yatak\alt\Sketch.2\Offset.72\Offset=`Genişlik(B)`
Sabit_bilyeli_yatak\alt\Sketch.2\Length.74\Length=( `Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) / 8
Sabit_bilyeli_yatak\alt\Sketch.2\Offset.79\Offset=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
Sabit_bilyeli_yatak\alt\Sketch.2\Offset.78\Offset=`İç Çap(d)` / 2
Sabit_bilyeli_yatak\ust\Sketch.3\Radius.122\Radius=bilye_merkez
Sabit_bilyeli_yatak\ust\Sketch.3\Offset.116\Offset=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
Sabit_bilyeli_yatak\ust\Sketch.3\Offset.121\Offset=`Dış Çap(D)` / 2
Sabit_bilyeli_yatak\ust\Sketch.3\Length.124\Length=`Genişlik(B)`
Sabit_bilyeli_yatak\ust\Sketch.3\Length.123\Length=( `Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) / 8
Sabit_bilyeli_yatak\EdgeFillet.1\CstEdgeRibbon.1\Radius=`Yarıçap(r)`
```

Şekil 10.41. Sabit bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri

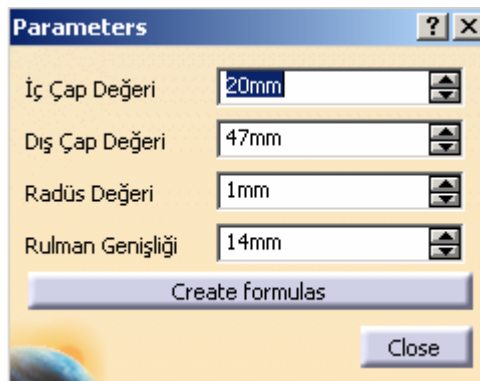
Bilgi Tabanı Rulman Komutları komut çubuğundan R625 komutun fare ile üzerine yaklaşıldığında komut ismi görülebilir. Komut seçildiğinde değerlerinde olduğu gibi ekrana; geometrik elemanların seçiminin yapılacağı bir diyalog penceresi (Şekil

10.42) gelir. Buradan; XY Plane yerine Axis XY, Line yerine X Axis, ya da Point yerine Axis Orijin seçilebilir.



Şekil 10.42. Sabit bilyeli rulman girdi penceresi

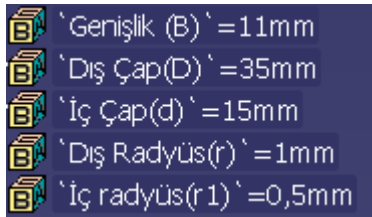
Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı sayfa (Şekil 10.43) gelir.



Şekil 10.43. Sabit bilyeli rulman parametre penceresi



Eğik bilyeli rulman: R628 adında bir komut şablonu oluşturulmuştur. Komut kullanımı Sabit bilyeli rulman komutuna benzerdir. Şekil 10.44'de Eğik Bilyeli Rulman parametreleri ve Şekil 10.45'de Eğik Bilyeli Rulman fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.44. Eğik bilyeli rulman parametreleri

```
bilye_merkez=(`Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` )*0.15
bilye_adet=int((`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` )/(bilye_merkez*2))+1
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.1\Sketch.1\Radius.13\Radius`=bilye_merkez
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.1\Sketch.1\Offset.12\Offset`=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
`Eğik Bilyeli Yatak\CircPattern.1\AngularNumber`=bilye_adet
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Offset.55\Offset`=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Offset.57\Offset`= `İç Çap(d)` / 2
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Offset.61\Offset`=( `Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) / 8
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Offset.54\Offset`= `Genişlik (B)`
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Radius.52\Radius`=bilye_merkez
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Offset.95\Offset`= `Dış Çap(D)` / 2
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Offset.84\Offset`=( `Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Offset.92\Offset`=( `Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) / 8
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Offset.88\Offset`= `Genişlik (B)`
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Radius.93\Radius`=bilye_merkez
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.2\Sketch.2\Offset.59\Offset`=bilye_merkez / 2
`Eğik Bilyeli Yatak\Shaft.3\Sketch.3\Offset.90\Offset`=bilye_merkez/2
`Eğik Bilyeli Yatak\EdgeFillet.1\CstEdgeRibbon.1\Radius`= `Dış Radyüs(r)`
`Eğik Bilyeli Yatak\EdgeFillet.2\CstEdgeRibbon.3\Radius`= `İç radyüs(r1)`
```

Şekil 10.45. Eğik bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri

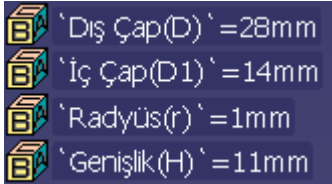
Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.46).



Şekil 10.46. Eğik bilyeli rulman parametre penceresi



Eksenel rulman: R711 adında bir komut şablonu oluşturulmuştur. Komut kullanımı Eğik bilyeli rulman komutuna benzerdir. Şekil 10.47’de Eksenel bilyeli rulman parametreleri ve Şekil 10.48’de Eksenel bilyeli rulman fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.47. Eksenel bilyeli rulman parametreleri

```

BİLYE_MERKEZ`=(`Dış Çap(D)` - `İç Çap(D1)`)*0.15
BİLYE_ADET`=int((`Dış Çap(D)` + `İç Çap(D1)`)/(`BİLYE_MERKEZ`*2))+1
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.1\Sketch.1\Offset.11\Offset`=(`Dış Çap(D)` + `İç Çap(D1)`)/4
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.1\Sketch.1\Radius.10\Radius`=`BİLYE_MERKEZ`
Eksenel Sabit Bilyeli\CircPattern.1\AngularNumber`=`BİLYE_ADET`
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Offset.29\Offset`=`Genişlik(H)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Offset.26\Offset`=(`Dış Çap(D)` + `İç Çap(D1)`)/4
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Offset.23\Offset`=`İç Çap(D1)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Offset.25\Offset`=`Dış Çap(D)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Radius.27\Radius`=`BİLYE_MERKEZ`
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.3\Sketch.2\Offset.31\Offset`=`BİLYE_MERKEZ`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Offset.48\Offset`=(`Dış Çap(D)` + `İç Çap(D1)`)/4
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Offset.43\Offset`=`Dış Çap(D)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Offset.41\Offset`=`İç Çap(D1)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Radius.44\Radius`=`BİLYE_MERKEZ`
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Offset.46\Offset`=`BİLYE_MERKEZ`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\Shaft.4\Sketch.3\Offset.47\Offset`=`Genişlik(H)`/2
Eksenel Sabit Bilyeli\EdgeFillet.1\CstEdgeRibbon.1\Radius`=`Radyüs(r)`

```

Şekil 10.48. Eksenel bilyeli rulman fonksiyon eşitlikleri

Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.49).

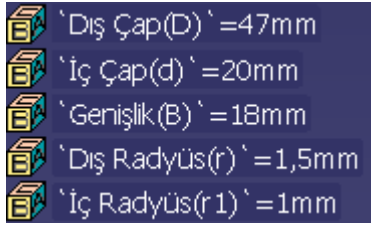


Şekil 10.49. Eksenel bilyeli rulman parametre penceresi

Gerekli parametreler tanımlandıktan sonra “Close” butonu işlem tamamlanır.



Silindirik makaralı rulman: Bu tip rulman için R5412 adlı bir komut şablonu oluşturulmuştur. Komut kullanımı Eğik bilyeli rulman komutuna benzerdir. Şekil 10.50’de Silindirik makaralı rulman parametreleri ve Şekil 10.51’de Silindirik makaralı rulman fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.50. Silindirik makaralı rulman parametreleri

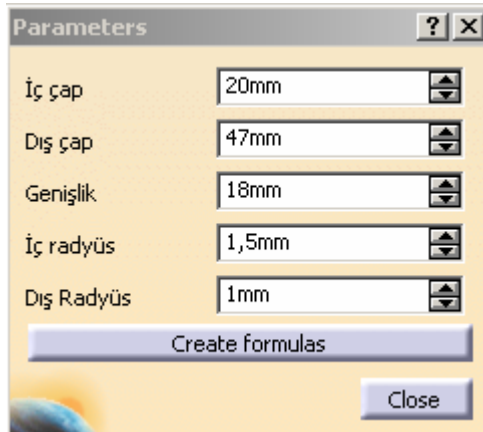
```

bilye_merkez=(`Dış Çap(D)` - `İç Çap(d)` ) * 0.15
bilye_adet=int((`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / (bilye_merkez * 2)) + 1
`Silindirik Makaralı\Pad.1\Sketch.1\Radius.10\Radius` = bilye_merkez
`Silindirik Makaralı\Pad.1\Sketch.1\Offset.11\Offset` = (`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
`Silindirik Makaralı\Pad.1\FirstLimit\Length` = 0.4 * `Genişlik(B)`
`Silindirik Makaralı\CircPattern.1\AngularNumber` = bilye_adet
`Silindirik Makaralı\Pad.1\SecondLimit\Length` = 0.4 * `Genişlik(B)`
: `Silindirik Makaralı\Shaft.2\Sketch.2\Offset.202\Offset` = (`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
: `Silindirik Makaralı\Shaft.2\Sketch.2\Offset.200\Offset` = `İç Çap(d)` / 2
: `Silindirik Makaralı\Shaft.2\Sketch.2\Offset.208\Offset` = `Genişlik(B)`
: `Silindirik Makaralı\Shaft.2\Sketch.2\Offset.204\Offset` = bilye_merkez
: `Silindirik Makaralı\Shaft.2\Sketch.2\Offset.206\Offset` = bilye_merkez / 3
: `Silindirik Makaralı\Shaft.3\Sketch.3\Offset.230\Offset` = `Dış Çap(D)` / 2
: `Silindirik Makaralı\Shaft.3\Sketch.3\Offset.228\Offset` = (`Dış Çap(D)` + `İç Çap(d)` ) / 4
: `Silindirik Makaralı\Shaft.3\Sketch.3\Offset.226\Offset` = bilye_merkez
: `Silindirik Makaralı\Shaft.3\Sketch.3\Offset.224\Offset` = `Genişlik(B)`
: `Silindirik Makaralı\EdgeFillet.1\CstEdgeRibbon.1\Radius` = `İç Radyüs(r1)`
: `Silindirik Makaralı\EdgeFillet.2\CstEdgeRibbon.3\Radius` = `Dış Radyüs(r)`

```

Şekil 10.51. Silindirik makaralı rulman fonksiyon eşitlikleri

Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.52).



Şekil 10.52. Silindirik bilyeli rulman parametre penceresi

Bilgi Tabanlı Kama komutları

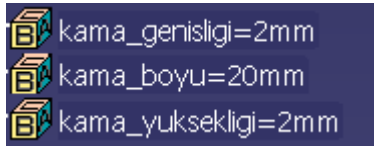
- Kama,



Şekil 10.53. Bilgi tabanlı kama komut çubuğu



Kama: Diğerlerinde olduğu gibi bu işlem için de bir A Biçimli Kama şablonu oluşturulmuştur. Şekil 10.54'de Kama parametreleri ve Şekil 10.55'de Kama fonksiyonları görülmektedir.

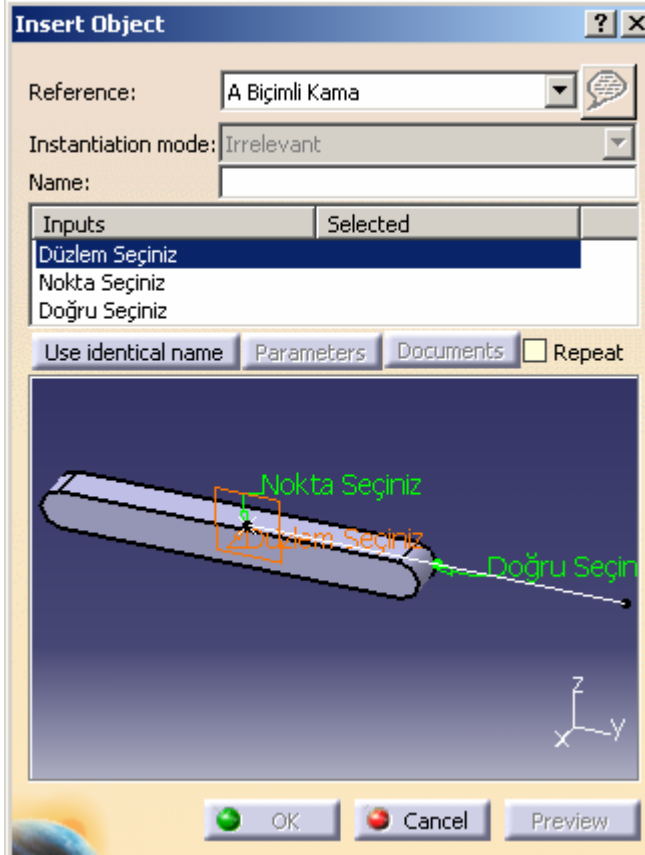


Şekil 10.54. Kama parametreleri

```
A_bicimi_kama\Pad.1\Sketch.1\Offset.40\Offset=`kama_boyu(l).1`
A_bicimi_kama\Pad.1\Sketch.1\Offset.43\Offset=`kama_boyu(l).1`/2
A_bicimi_kama\Pad.1\Sketch.1\Offset.46\Offset=`kama_yuksekligi(h).1`/2
A_bicimi_kama\Pad.1\Sketch.1\Offset.45\Offset=`kama_yuksekligi(h).1`/2
A_bicimi_kama\Pad.1\FirstLimit\k_yuk=`kama_genisligi(b).1`
```

Şekil 10.55. Kama fonksiyon eşitlikleri

Komut seçildiğinde ekrana; grafik ekran üzerinden geometrik elemanların (Plane, Point, Line, vb.) seçiminin yapılacağı Şekil 10.56'daki bir diyalog ekranı gelir. VBA Komutlarındaki gibi tekrar geometrik elemanların tanımlanmasına gerek duyulmadan Axis tanımı yapılarak işlem gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 10.56. Kama girdi penceresi

Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı sayfa (Şekil 10.57) gelir. Gerekli parametrelerin girilmesi ile işlem gerçekleşir.



Şekil 10.57. Kama parametre penceresi

Parametreleri üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde ürün ağacından gerekli parametreye çift tıklanarak değişiklik yapılabilir.

Bilgi Taban Segman komutları

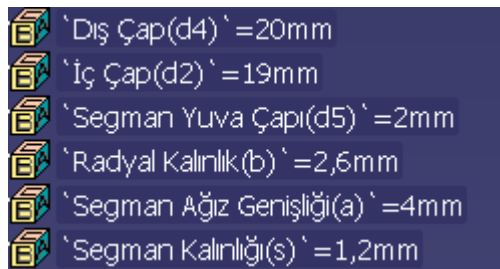
- Normal Tip Segman



Şekil 10.58. Bilgi tabanlı segman komut çubuğu



Segman: CATIA ortamında örnek bir Segman şablonu ile oluşturulmuştur ve bu şablonu oluşturan elaman ilişkili matematiksel fonksiyon ve parametreler ile birbirine uygun bir şekilde bağlanmıştır. Şekil 10.59'da Segman parametreleri ve Şekil 10.60'da Segman fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 10.59. Segman parametreleri

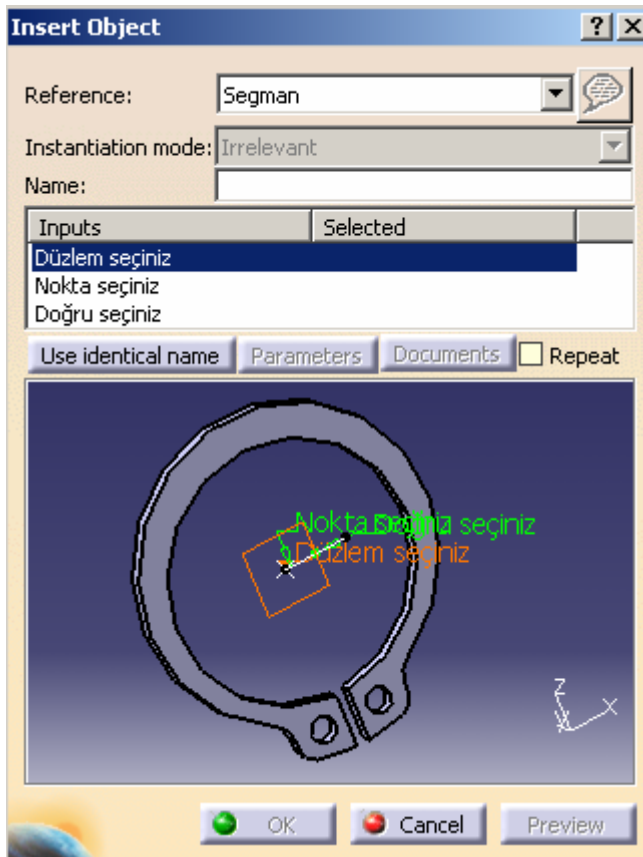
```

Segman\Pad.1\Sketch.1\Offset.170\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)`
Segman\Pad.1\Sketch.1\Radius.165\Radius=`Radyal Kalınlık(b)` /2
Segman\Pad.1\Sketch.1\Radius.87\Radius=`Segman Ağız Genişliği(a)` - `Radyal Kalınlık(b)` *0.75
Segman\Pad.1\Sketch.1\Offset.171\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)`
Segman\Pad.1\Sketch.1\Offset.167\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)` /4
Segman\Pad.1\Sketch.1\Offset.65\Offset=`Radyal Kalınlık(b)`
Segman\Pad.1\Sketch.1\Radius.55\Radius=`İç Çap(d2)` /2
Segman\Pad.1\Sketch.1\Radius.56\Radius=`İç Çap(d2)` /2+ `Radyal Kalınlık(b)` *0.75
Segman\Pad.1\FirstLimit\Length=`Segman Kalınlığı(s)`
Segman\Pocket.1\Sketch.2\Radius.176\Radius=`Segman Yuva Çapı(d5)` /2
Segman\Pocket.1\Sketch.2\Offset.174\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)` *.45
Segman\Pocket.1\Sketch.2\Offset.175\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)` /2
Segman\Pocket.2\Sketch.3\Offset.177\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)` *.45
Segman\Pocket.2\Sketch.3\Offset.178\Offset=`Segman Ağız Genişliği(a)` /2
Segman\Pocket.2\Sketch.3\Radius.179\Radius=`Segman Yuva Çapı(d5)` /2

```

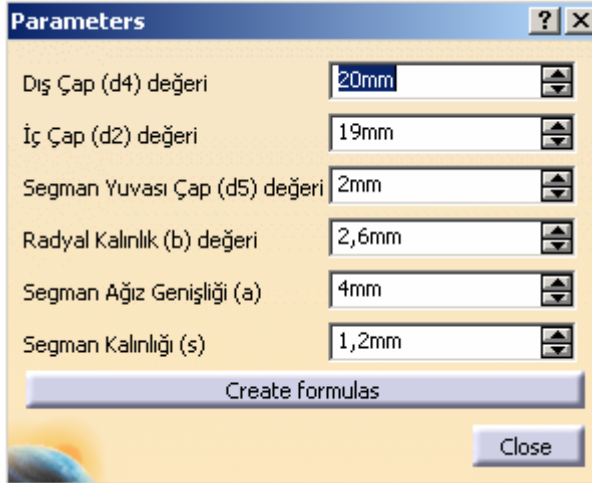
Şekil 10.60. Segman fonksiyon eşitlikleri

Komut seçildiğinde ekrana Şekil 10.61'deki gibi bir diyalog sayfası gelir.



Şekil 10.61. Segman girdi penceresi

Geometrik seçim işleminden sonra tıklanan “Parameters” butonu ile parametrelerin tanımlanacağı sayfa (Şekil 10.62) görüntülenir.



Şekil 10.62. Segman parametre penceresi

Bilgi Tabanı Kanallar komutları

Oluşturulacak kama kanalları Bilgi tabanlı komutlar ile kullanılabilir ve Feature modelleme tekniği kullanılmıştır.

- Kama Kanalı
- Segman Kanalı

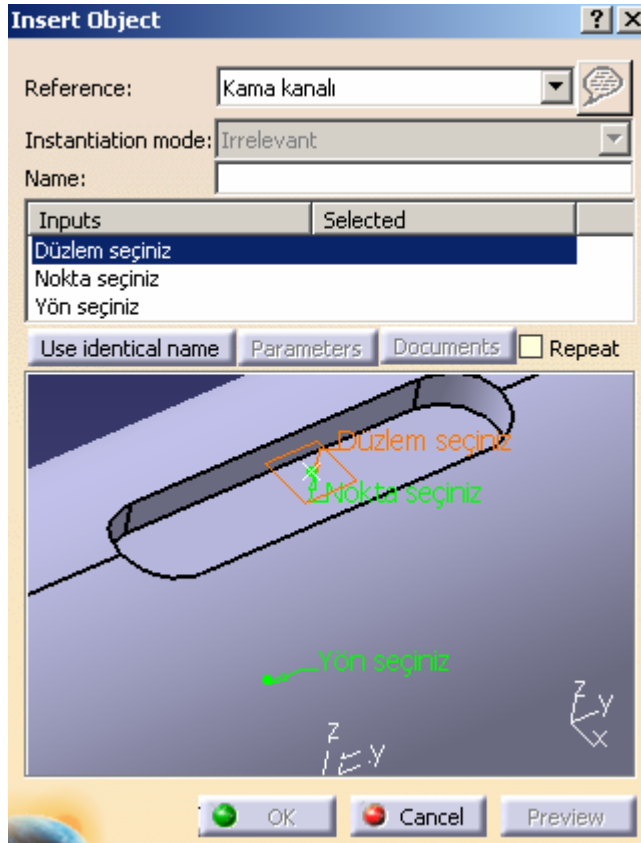


Şekil 10.63. Bilgi tabanlı kanal komut çubuğu



Kama Kanalı: Bilgi Taban Kanal Komutları komut çubuğundan Kama Kanalı komutun fare ile üzerine yaklaşıldığında komut ismi görülebilir. Komut seçildiğinde ekrana grafik ekran üzerinden seçim yaptırılacak geometrik elemanların seçiminin

yapılacağı diyalog menüsü gelir (Şekil 10.64). Seçim işleminde dikkat edilmesi gereken husus, nokta olarak seçilen eleman kanalın merkezini tanımlar, düzlem ise kanalın modelden çıkartılacağı yüzeyi belirler. Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.65).



Şekil 10.64. Kama kanalı girdi penceresi

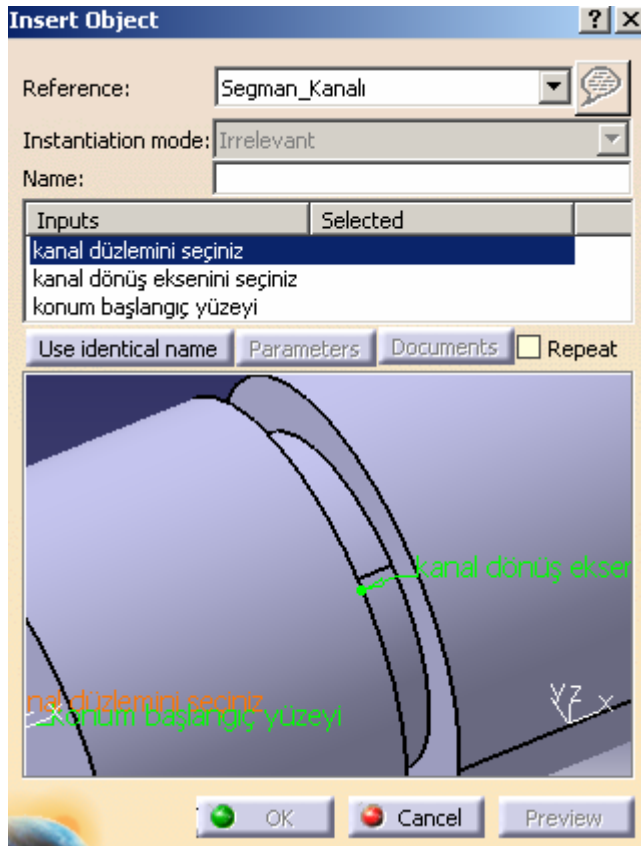


Şekil 10.65. Kama kanalı parametre penceresi

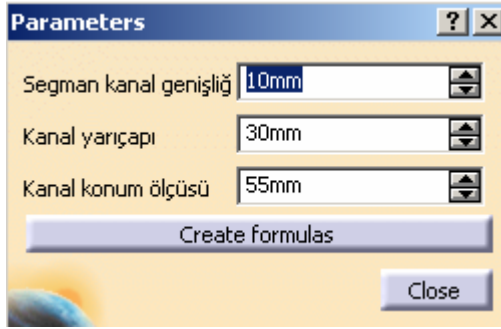
gerekli parametreler tanımlandıktan sonra “Close” butonu seçilir ve “OK” ile işlem tamamlanır. Oluşturulan kanal sketch özelliği yerine bir unsur olarak oluşturulduğu için istendiğinde kanal parametreleri model ağacından çift tıklamayla değiştirilebilir.



Segman Kanalı: Komut seçildiğinde ekrana grafik ekran üzerinden seçim yaptırılacak geometrik elemanların seçiminin yapılacağı diyalog menüsü gelir (Şekil 10.66). Seçim işleminden sonra “Parameters” özelliği kullanılarak ekrana parametrelerin tanımlanacağı menü gelir (Şekil 10.67).



Şekil 10.66. Segman kanalı girdi penceresi



Şekil 10.67. Segman kanalı parametre penceresi

Oluşturulan Segman kanalı; Kama kanalı gibi sketch özelliği yerine bir unsur olarak oluşturulduğu için istendiğinde kanal parametreleri model ağacından çift tıklamayla değiştirilebilir.

10.3. CATProduct ile Modelleme (Yöntem II)

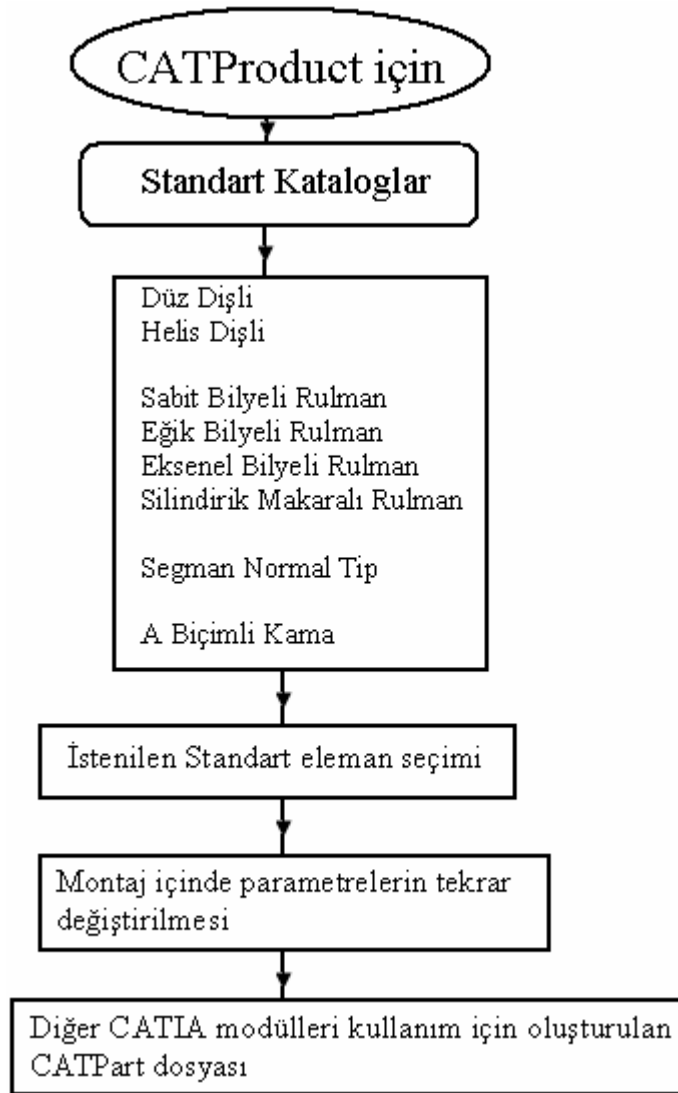
Katalog ile oluşturulan standart elemanlar montaj dosyasına doğrudan çağırılır ve bu dosyada parametreler değiştirilebilir ve kayıt edildiğinde ilgili standart numarasına göre ana montaj dizinine kaydedilir.

Standart kataloglar ile sistemde oluşturulmuş elemanlar şunlardır;

- Düz Dişli Çark,
- Helis Dişli Çark,
- Sabit bilyeli rulman,
- Eğik bilyeli rulman,
- Eksenel rulman,
- Silindirik makaralı rulman,
- Kama,
- Segman.

Bu komutlar montaj ortamında kullanılıp kaydedildiği takdirde ayrı CATPart dosyası olarak elde edilir (Şekil 10.68). İşlem uygulamasında CATIA'nın Tools menüsünde

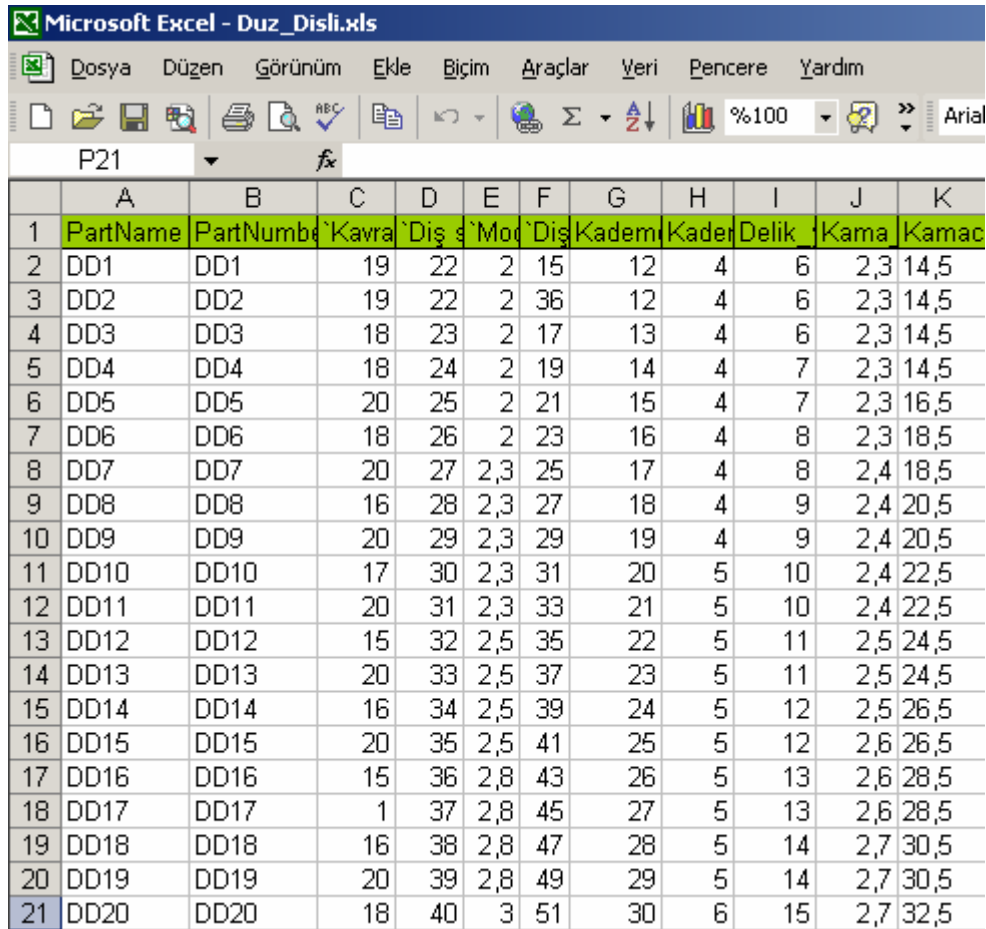
yer alan kütüphane komutu olan Catalog Browser ile oluşturulan katalog ve bunlara bağlı elemanlardan gerekli olan seçilir. Catalog Browser komutu seçildiğinde ekrana gelen menüden sistemde Excel yardımıyla hazırlanan katalog dizininin adresi tanımlanarak elemanlar montaj ortamına çağırılabilir. Ekrana dâhil edilen elemanların kendi içindeki parametrelerinin tekrar değiştirilmesi gerektiğinde, bu işlem montaj içinde yapılabilir.



Şekil 10.68. Geliştirilen sistemin product kısmı

Dişli Çark komutları

Montaj ortamında kullanmak için dişli komutlarından Düz Dişli Çark ve Helis Dişli Çark oluşturulmuştur. Şekil 10.69’da hazırlanan Düz Dişli kataloğunun Excel sayfasında hazırlanışı ve parametre değerleri görülmektedir.

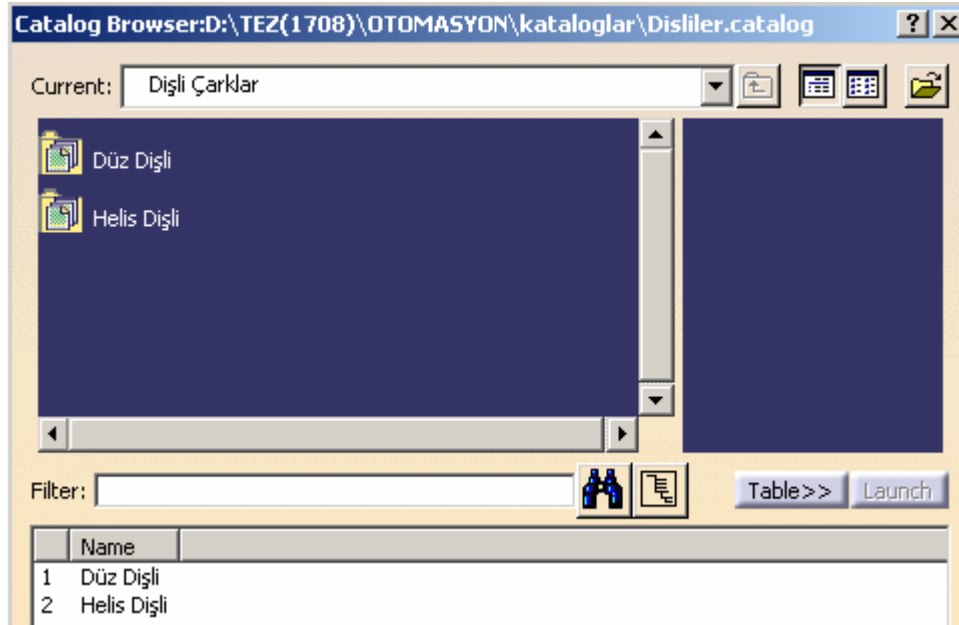


The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "Duz_Disli.xls". The table contains 20 rows of gear data, each with 12 columns: PartName, PartNumbe, Kavra, Diş s, Mod, Diş, Kadem, Kader, Delik, Kama, and Kamac. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	PartName	PartNumbe	Kavra	Diş s	Mod	Diş	Kadem	Kader	Delik	Kama	Kamac
2	DD1	DD1	19	22	2	15	12	4	6	2,3	14,5
3	DD2	DD2	19	22	2	36	12	4	6	2,3	14,5
4	DD3	DD3	18	23	2	17	13	4	6	2,3	14,5
5	DD4	DD4	18	24	2	19	14	4	7	2,3	14,5
6	DD5	DD5	20	25	2	21	15	4	7	2,3	16,5
7	DD6	DD6	18	26	2	23	16	4	8	2,3	18,5
8	DD7	DD7	20	27	2,3	25	17	4	8	2,4	18,5
9	DD8	DD8	16	28	2,3	27	18	4	9	2,4	20,5
10	DD9	DD9	20	29	2,3	29	19	4	9	2,4	20,5
11	DD10	DD10	17	30	2,3	31	20	5	10	2,4	22,5
12	DD11	DD11	20	31	2,3	33	21	5	10	2,4	22,5
13	DD12	DD12	15	32	2,5	35	22	5	11	2,5	24,5
14	DD13	DD13	20	33	2,5	37	23	5	11	2,5	24,5
15	DD14	DD14	16	34	2,5	39	24	5	12	2,5	26,5
16	DD15	DD15	20	35	2,5	41	25	5	12	2,6	26,5
17	DD16	DD16	15	36	2,8	43	26	5	13	2,6	28,5
18	DD17	DD17	1	37	2,8	45	27	5	13	2,6	28,5
19	DD18	DD18	16	38	2,8	47	28	5	14	2,7	30,5
20	DD19	DD19	20	39	2,8	49	29	5	14	2,7	30,5
21	DD20	DD20	18	40	3	51	30	6	15	2,7	32,5

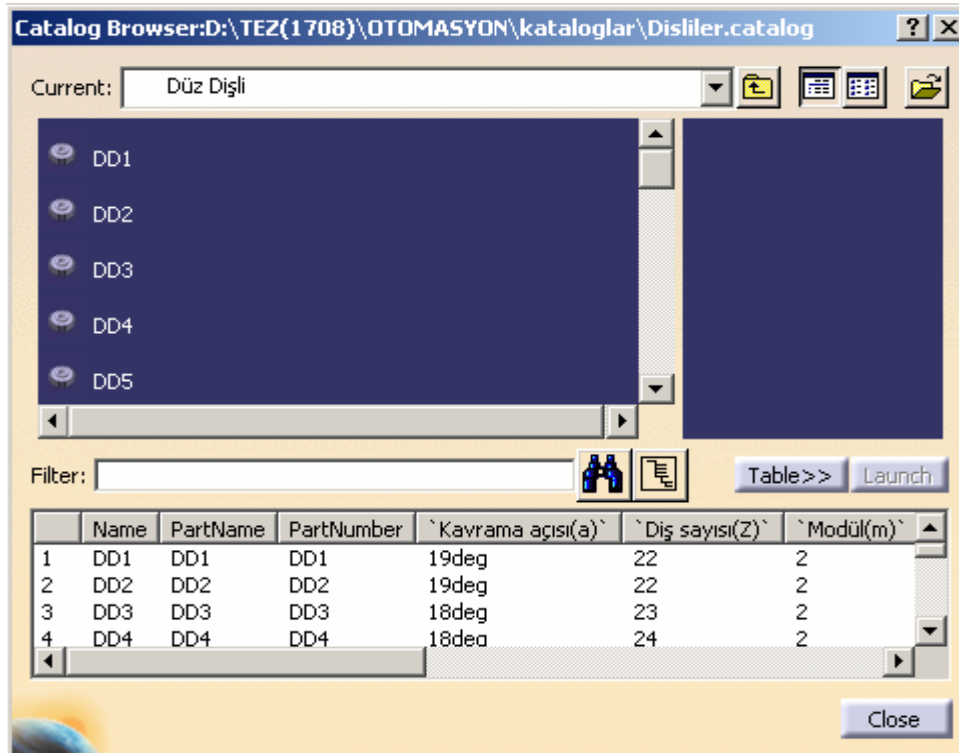
Şekil 10.69. Katalog düz dişli excel sayfası

Catalog Browser ile “Disliler.catalog” dosyası seçildiğinde ekrana Şekil 10.70’ deki menü gelir.



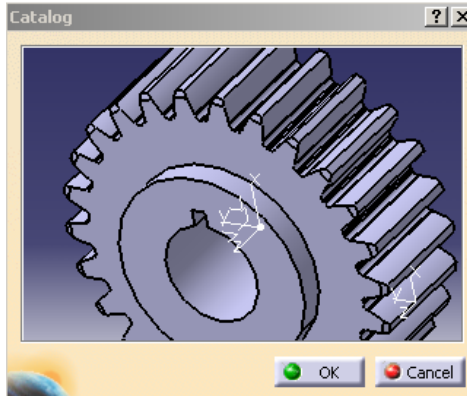
Şekil 10.70. Katalog düz dişli sınıf penceresi

Kullanım için ilgili dişli çark çift tıklamak suretiyle sınıflandırıldığında ekrana gelen menüden (Şekil 10.71) gerekli dişli çark çift tıklanarak seçilir.



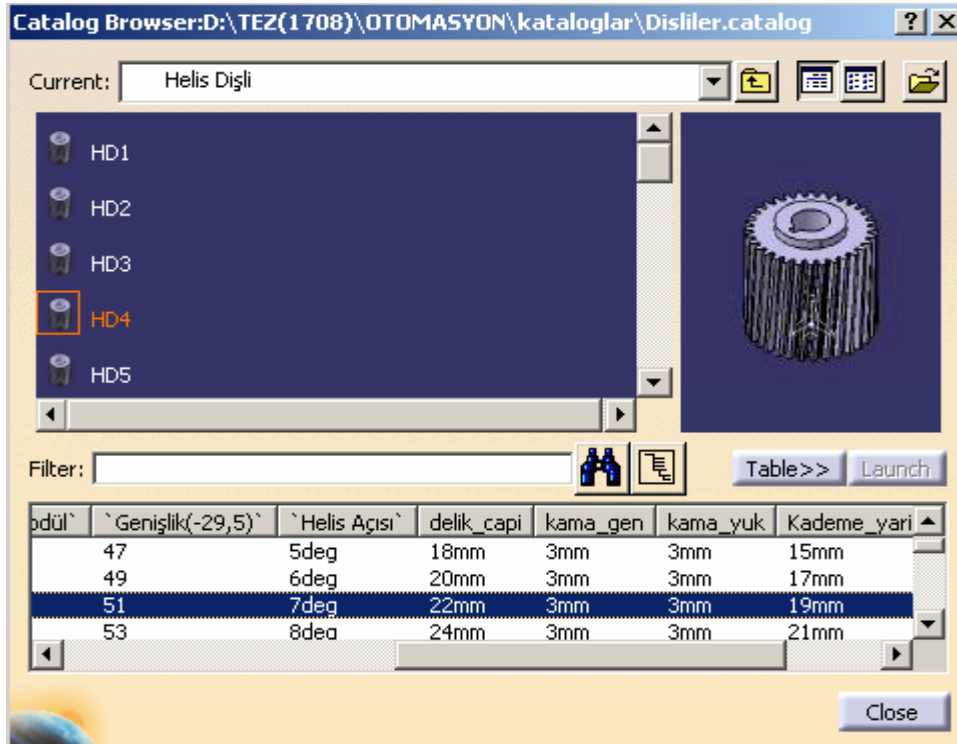
Şekil 10.71. Katalog düz dişli seçim penceresi

Bu işlemden sonra seçilen dişli, model eksenine göre ön izlemesi grafik ekranda görülür. Ayrıca işlem sırasında seçilen dişlinin kabulü için Şekil 10.72'deki pencereden "OK" seçilir, başka bir dişli seçimi için ise "Cancel" seçilir.



Şekil 10.72. Katalog düz dişli ön izleme penceresi

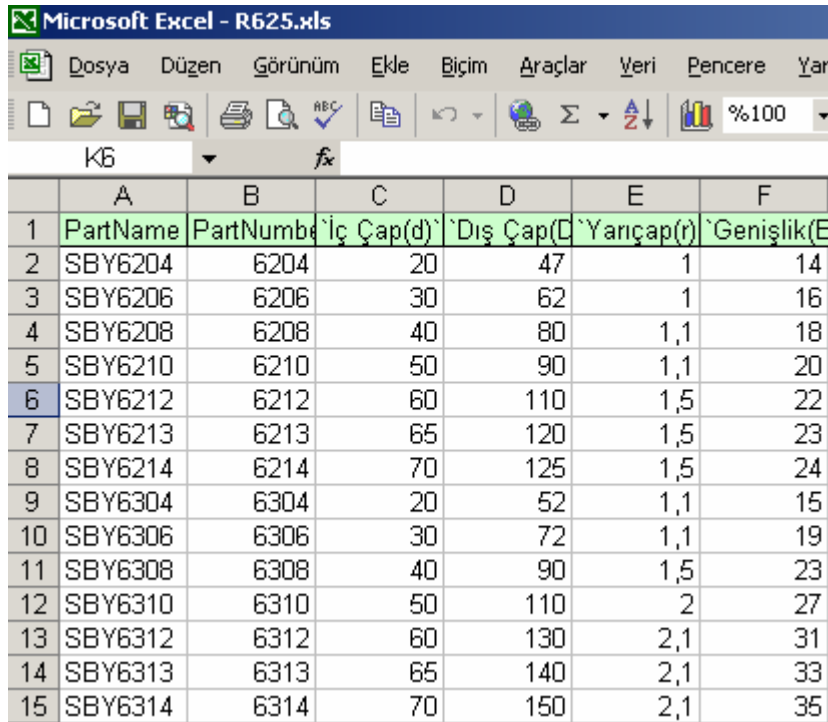
Aynı işlem sırası Helis dişli çark için yapılabilir. Şekil 10.73'de Helis Dişli Çark kataloğu görülmektedir.



Şekil 10.73. Katalog helis dişli seçim penceresi

Rulman komutları

Montaj ortamında kullanmak için; Rulman625, Rulman628, Rulman711, Rulman5412 rulman tipleri için komutlar oluşturulmuştur. Bu amaçla; Şekil 10.74’de Rulman kataloğunun Excel sayfasında hazırlanışı ve parametre değerleri görülmektedir.

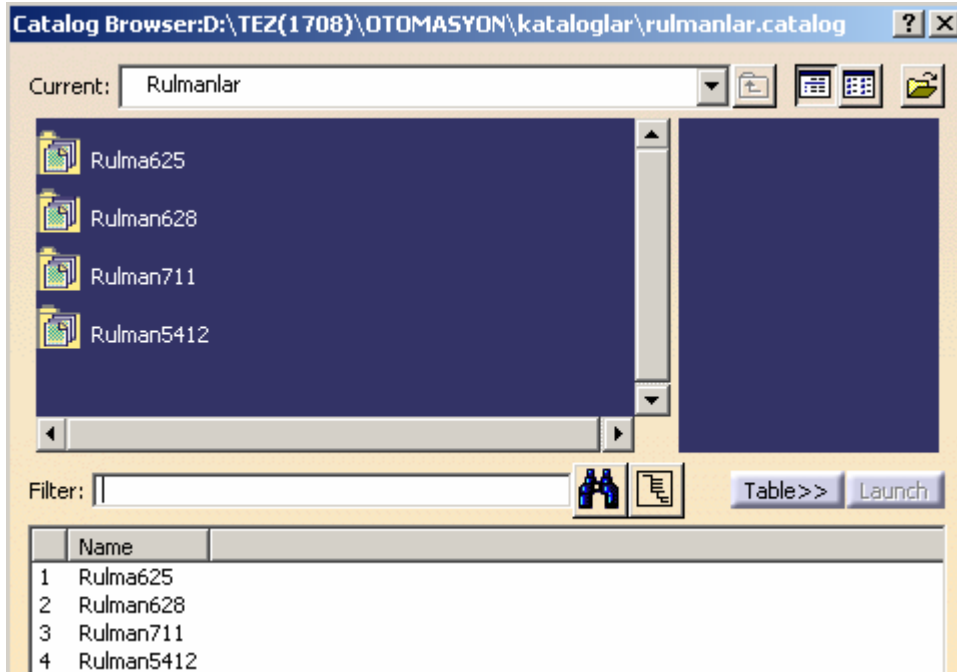


The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - R625.xls". The menu bar includes "Dosya", "Düzen", "Görünüm", "Ekle", "Biçim", "Araçlar", "Veri", "Pencere", and "Yardım". The toolbar contains various icons for file operations, editing, and formatting. The active cell is K6. The formula bar shows a function symbol "fx". The table below is displayed in the worksheet.

	A	B	C	D	E	F
1	PartName	PartNumbe	İç Çap(d)	Dış Çap(D	Yarıçap(r)	Genişlik(B
2	SBY6204	6204	20	47	1	14
3	SBY6206	6206	30	62	1	16
4	SBY6208	6208	40	80	1,1	18
5	SBY6210	6210	50	90	1,1	20
6	SBY6212	6212	60	110	1,5	22
7	SBY6213	6213	65	120	1,5	23
8	SBY6214	6214	70	125	1,5	24
9	SBY6304	6304	20	52	1,1	15
10	SBY6306	6306	30	72	1,1	19
11	SBY6308	6308	40	90	1,5	23
12	SBY6310	6310	50	110	2	27
13	SBY6312	6312	60	130	2,1	31
14	SBY6313	6313	65	140	2,1	33
15	SBY6314	6314	70	150	2,1	35

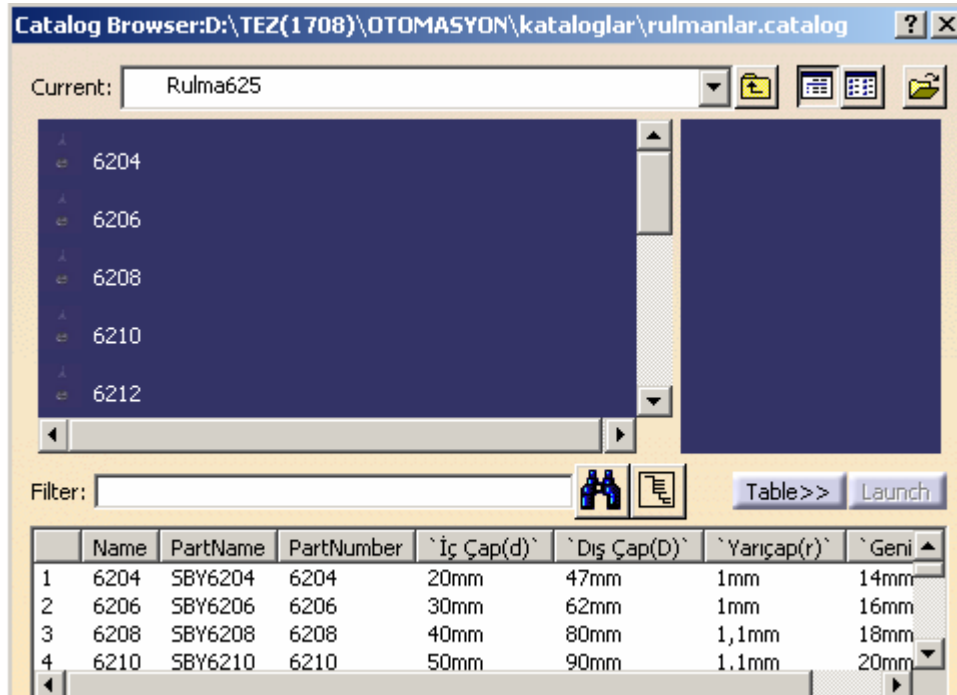
Şekil 10.74. Katalog sabit bilyeli rulman excel sayfası

Catalog Browser ile “Rulmanlar.catalog” dosyası seçildiğinde ekrana Şekil 10.75’deki menü gelir.



Şekil 10.75. Katalog rulman sınıf penceresi

Kullanım için ilgili rulman tipi çift tıklamak suretiyle sınıflandırıldığında ekrana gelen menüden (Şekil 10.76) gerekli rulman tipi çift tıklanarak seçilir.



Şekil 10.76. Katalog sabit bilyeli rulman seçim penceresi

Bu işlemden sonra seçilen rulman, model eksenine göre ön izlemesi grafik ekranda görülür. Ayrıca işlem sırasında seçilen rulmanın kabulü için Şekil 10.77'deki pencereden "OK" seçilir, başka bir rulman seçimi için ise "Cancel" seçilir.



Şekil 10.77. Katalog sabit bilyeli rulman ön izleme penceresi

Segman komutları

Montaj ortamında kullanmak için segman komutlarından Segman471 oluşturulmuştur. Şekil 10.78'de hazırlanan Segman kataloğunun Excel sayfasında hazırlanışı ve parametre değerleri görülmektedir.

Microsoft Excel - Segman.xls

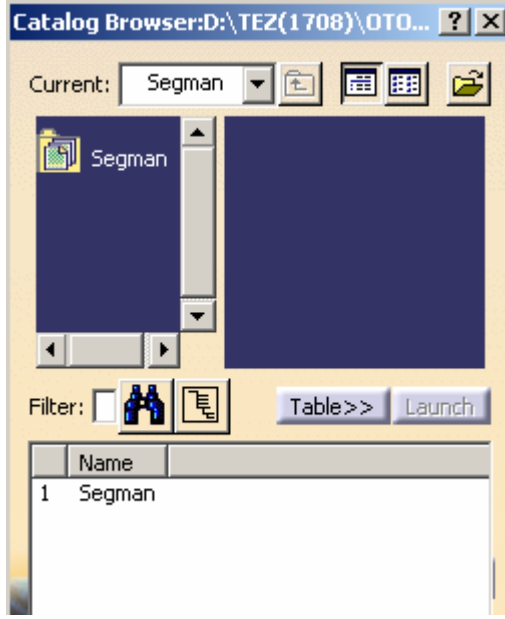
Dosya Düzen Görünüm Ekle Biçim Araçlar Veri Pen

N11 fx

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	PartN	Par	Dış Ç	İç Ç	Segm	Rad	Segman A	Segman
2	S1	1	10	9,6	1,5	1,8	3,3	1
3	S2	2	11	11	1,5	1,8	3,3	1
4	S3	3	12	12	1,7	1,8	3,3	1
5	S4	4	13	12	1,7	2	3,4	1
6	S5	5	14	13	1,7	2,1	3,5	1
7	S6	6	15	14	1,7	2,2	3,6	1
8	S7	7	16	15	1,7	2,2	3,7	1
9	S8	8	17	16	1,7	2,3	3,8	1
10	S9	9	18	17	2	2,4	3	1,2
11	S10	10	19	18	2	2,5	93,9	1,2
12	S11	11	20	19	2	2,6	4	1,2
13	S12	12	21	20	2	2,7	4,1	1,2
14	S13	13	22	21	2	2,8	4,2	1,2
15	S14	14	24	23	2	3	4,4	1,2
16	S15	15	25	24	2	3	4,4	1,2
17	S16	16	26	25	2	3,1	4,5	1,2
18	S17	17	28	27	2	3,2	4,7	1,5
19	S18	18	29	28	2	3,4	4,8	1,5
20	S19	19	30	29	2	3,5	5	1,5
21	S20	20	32	30	2,5	3,6	5,2	1,5
22	S21	21	34	32	2,5	3,8	5,4	1,5
23	S22	22	35	33	2,5	3,9	5,6	1,5
24	S23	23	36	34	2,5	4	5,6	1,75
25	S24	24	38	36	2,5	4,2	5,8	1,75
26	S25	25	40	38	2,5	4,4	6	1,75
27	S26	26	42	40	2,5	4,5	6,5	1,75

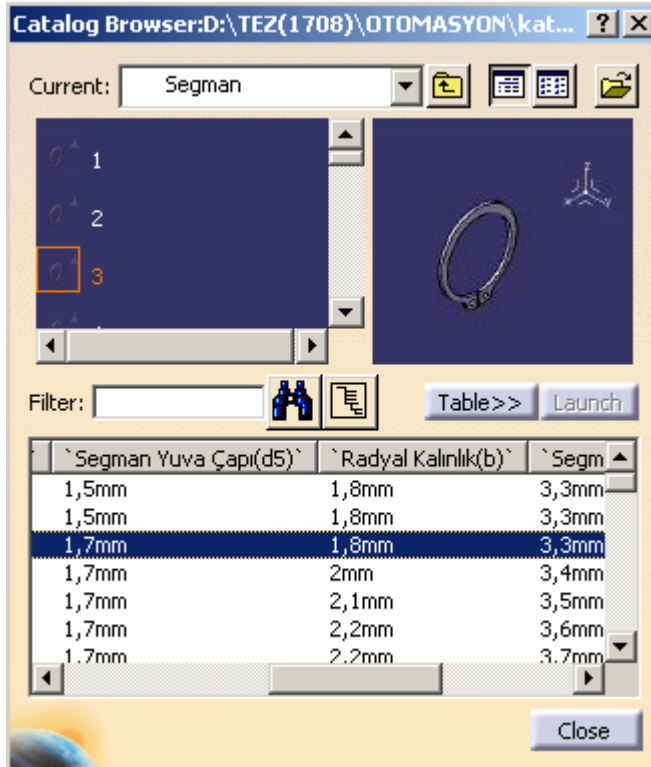
Şekil 10.78. Katalog segman excel sayfası

Catalog Browser ile “segman.catalog” dosyası seçildiğinde ekrana Şekil 10.79’ daki menü gelir.



Şekil 10.79. Katalog segman sınıf penceresi

Kullanım için ilgili segman çift tıklamak suretiyle ekrana gelen menüden (Şekil 10.80) segman tekrar çift tıklanarak seçilir.



Şekil 10.80. Katalog segman seçim penceresi

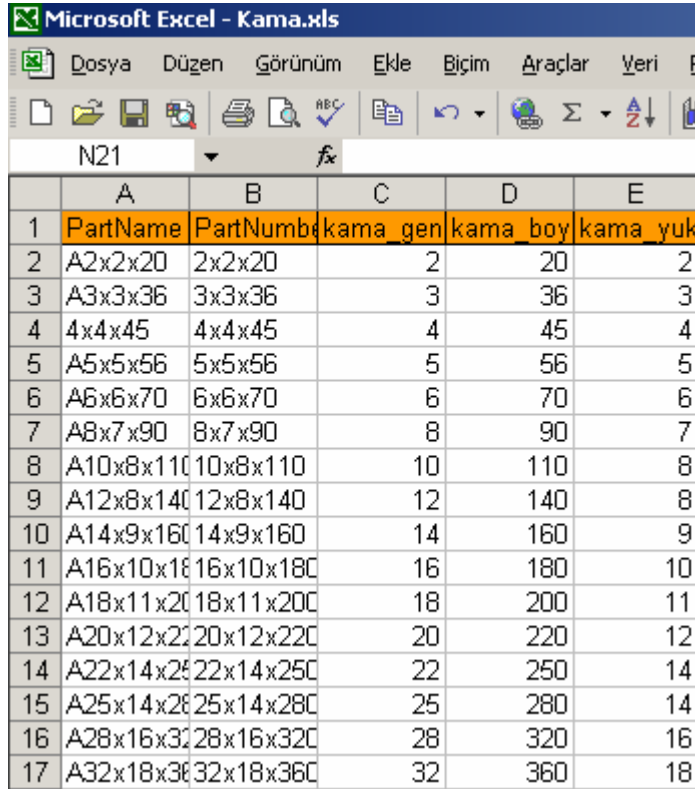
Bu işlemden sonra seçilen segman, model eksenine göre ön izlemesi grafik ekranda görülür. Ayrıca işlem sırasında seçilen segmanın kabulü için Şekil 10.81'deki pencereden “OK” seçilir, başka bir segman seçimi için ise “Cancel” seçilir.



Şekil 10.81. Katalog segman ön izleme penceresi

Kama komutları

Catia V5 montaj ortamında kullanmak için oluşturulan kamanın hazırlanan kama katalogunun Excel sayfasında hazırlanışı ve parametre değerleri Şekil 10.82’de görülmektedir.

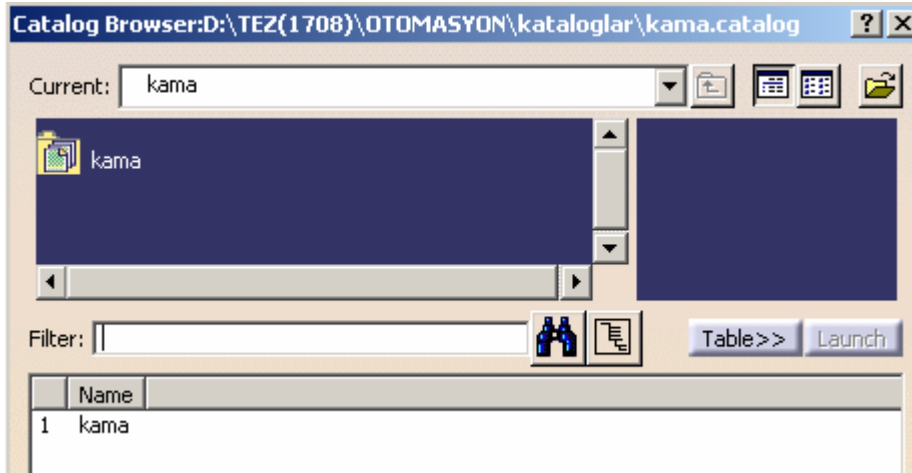


The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Kama.xls". The interface includes a menu bar with options like Dosya, Düzen, Görünüm, Ekle, Biçim, Araçlar, Veri, and E. Below the menu is a toolbar with various icons. The active cell is N21. The data is organized in a table with columns A through E. The first row (row 1) contains headers: PartName, PartNumbe, kama_gen, kama boy, and kama yuk. The subsequent rows (rows 2 to 17) contain numerical data for different kama sizes, ranging from 2x2x20 to 32x18x360.

	A	B	C	D	E
1	PartName	PartNumbe	kama_gen	kama boy	kama yuk
2	A2x2x20	2x2x20	2	20	2
3	A3x3x36	3x3x36	3	36	3
4	A4x4x45	4x4x45	4	45	4
5	A5x5x56	5x5x56	5	56	5
6	A6x6x70	6x6x70	6	70	6
7	A8x7x90	8x7x90	8	90	7
8	A10x8x110	10x8x110	10	110	8
9	A12x8x140	12x8x140	12	140	8
10	A14x9x160	14x9x160	14	160	9
11	A16x10x180	16x10x180	16	180	10
12	A18x11x200	18x11x200	18	200	11
13	A20x12x220	20x12x220	20	220	12
14	A22x14x250	22x14x250	22	250	14
15	A25x14x280	25x14x280	25	280	14
16	A28x16x320	28x16x320	28	320	16
17	A32x18x360	32x18x360	32	360	18

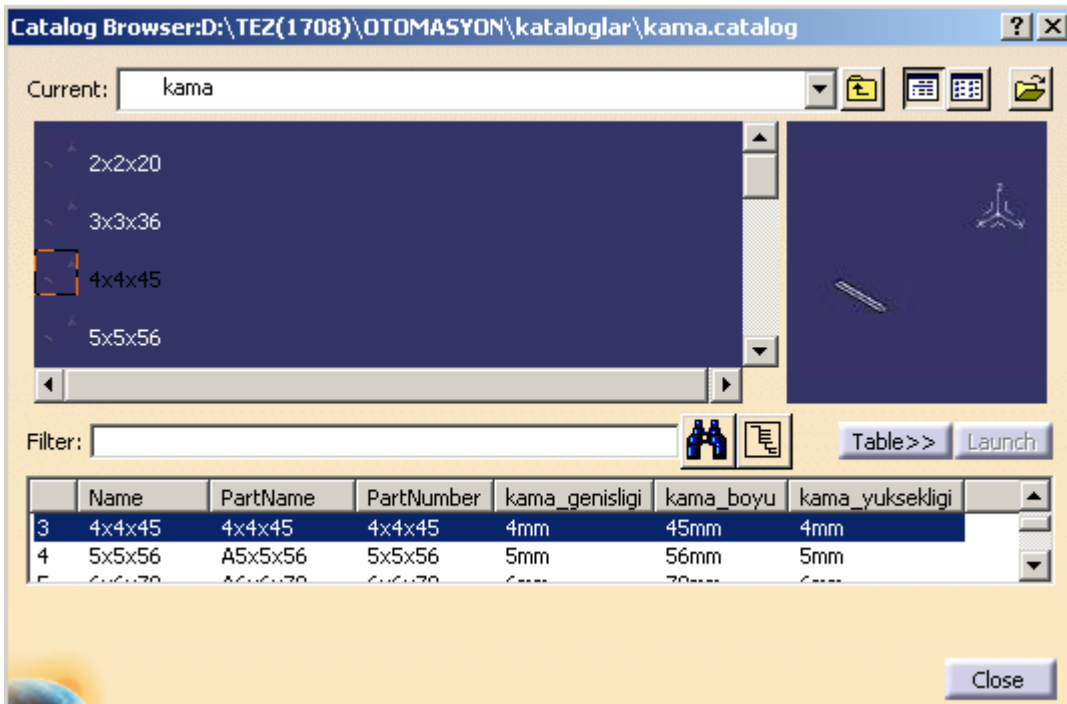
Şekil 10.82. Katalog kama excel sayfası

Catalog Browser ile “kama.catalog” dosyası seçildiğinde ekrana Şekil 10.83’deki menü gelir.



Şekil 10.83. Katalog kama sınıf penceresi

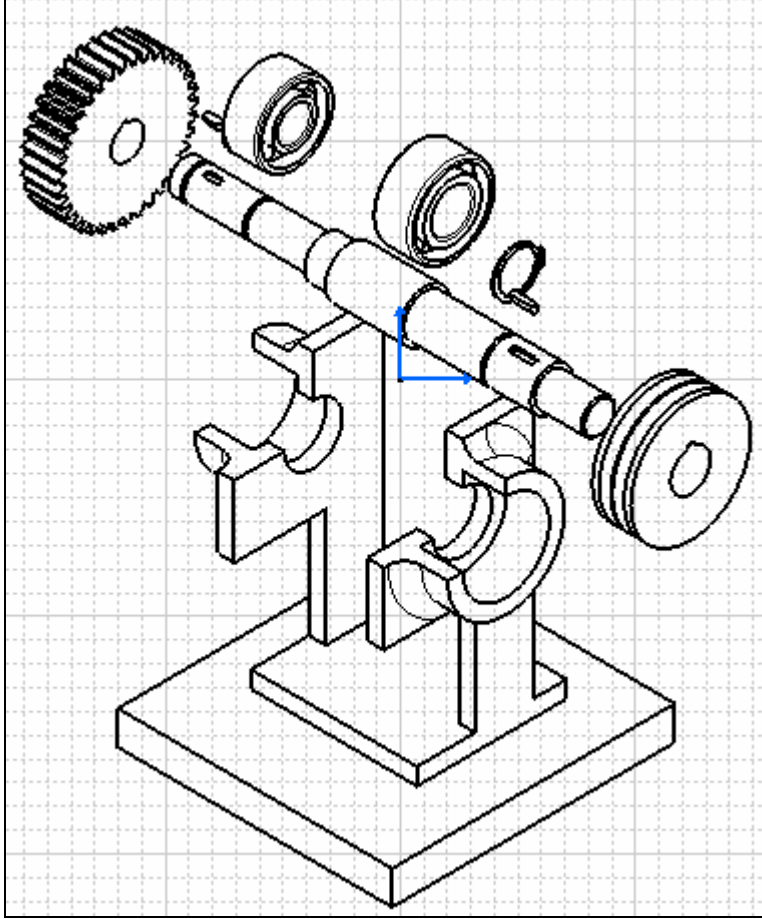
Kullanım için ilgili kama çift tıklamak suretiyle ekrana gelen menüden (Şekil 10.84) kama çift tıklanarak seçilir.



Şekil 10.84. Katalog kama seçim penceresi

Bu işlemten sonra seçilen kama, model eksenine göre ön izlemesi grafik ekranda görülür (Şekil 10.85).

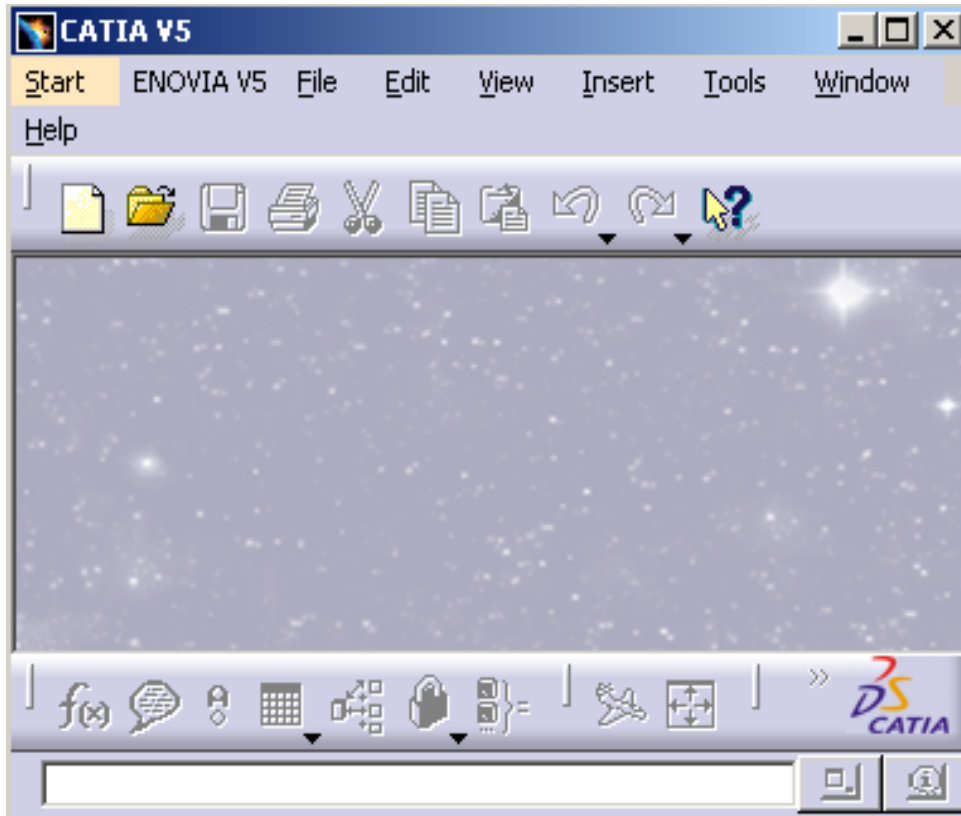
Şekil 10.87’de elemanların CATIA Drafting modülünde kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 10.87. Örnek teknik resim

11. GELİŞTİRİLEN SİSTEMİN KULANILMASI

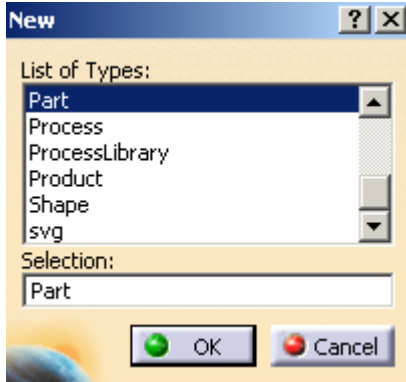
CATIA V5 R16 yazılımı çalıştırıldığında ekrana Şekil 11.1’deki gibi CATIA’nın ana penceresi gelir. Tasarımcı; buradan kullanmak istediği çalışma ortamına geçiş yapabilmektedir. Bu işlem için standart araç çubuğu veya File ana menüsü kullanılabilir



Şekil 11.1.CATIA programı ana sayfası

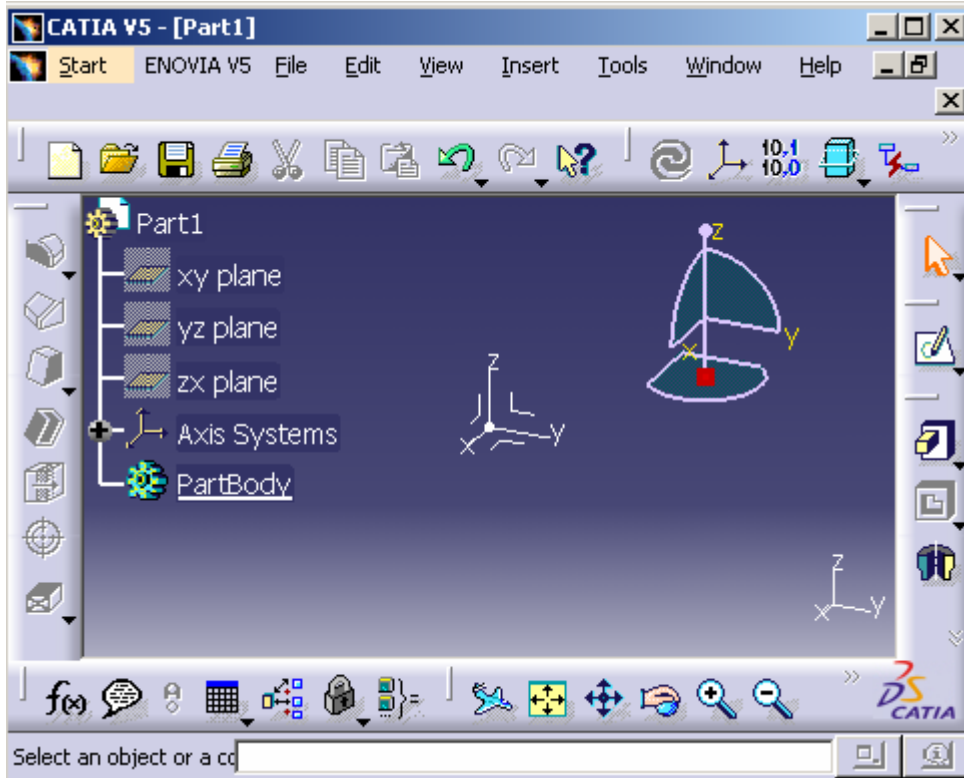
11.1. Tasarım Modülü (CATPart) için Sistem Ayarları

Standart araç çubuğundan ya da File menüsünde New komutu seçildiğinde ekrana CATIA çalışma ortamı adlarının sıralandığı menü (Şekil 11.2) gelir. Bu çalışma da oluşturulan VBA ve Bilgi tabanlı komutlarının kullanılması için çalışma ortamı olarak “Part” seçilir.



Şekil 11.2. CATIA part çalışma ortam giriş penceresi

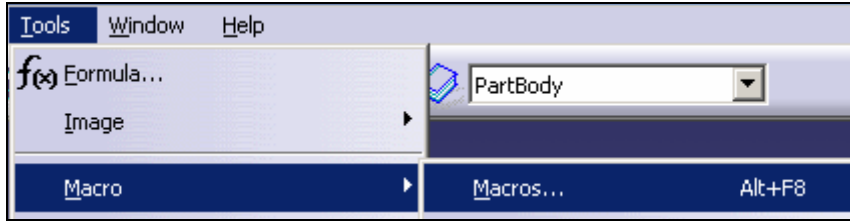
Bu işlemin ardından ekrana CATIA “Part Design” modülü gelmektedir (Şekil 11.3).



Şekil 11.3. CATIA tasarım ara yüzü

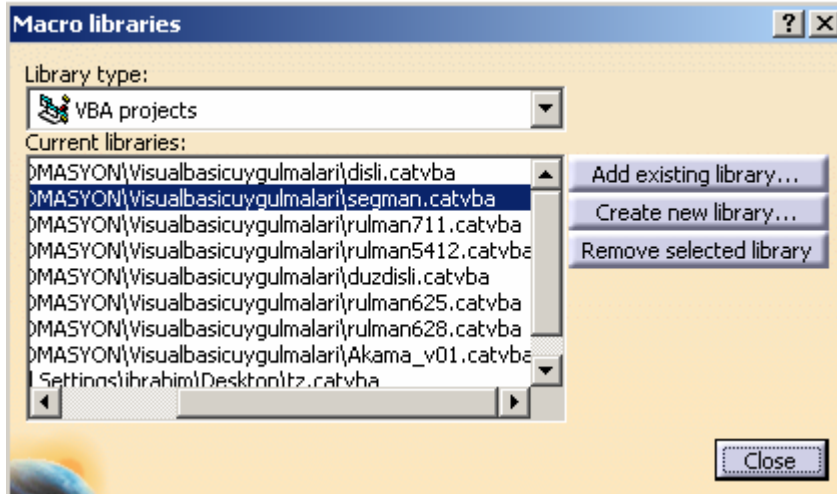
VBA Komutları

VBA ile oluşturulmuş olan sistem komutları için; CATIA’nın Tools ana menüsünden (Şekil 11.4) macros seçeneği tıklanır.



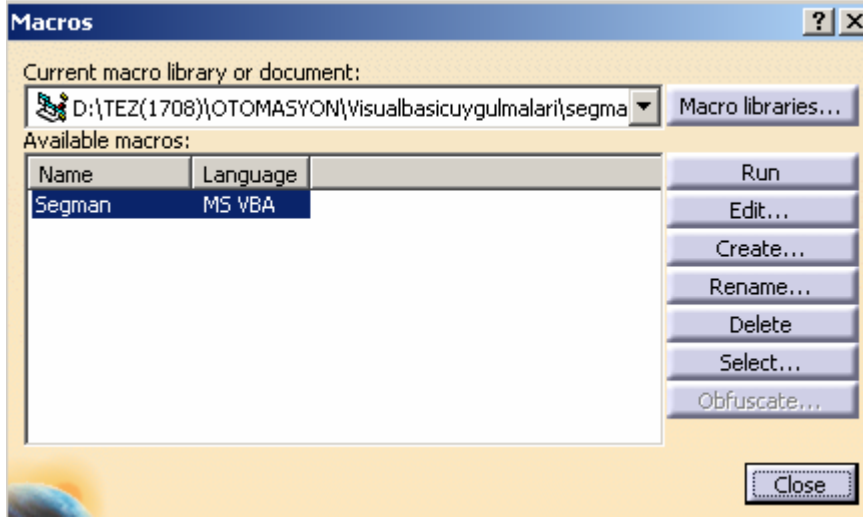
Şekil 11.4. VBA macros girişi

Açılan Macros Libraries penceresinden (Şekil 11.5) kullanılmak istenilen VBA seçilir.

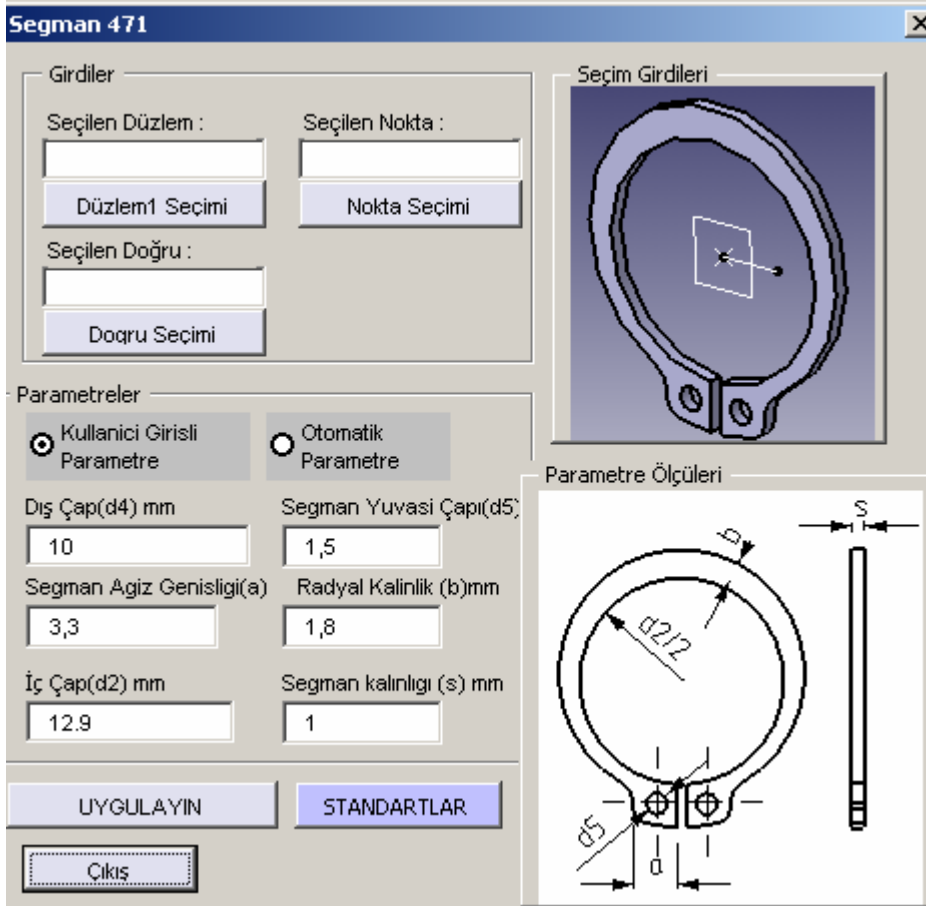


Şekil 11.5. Macros vba projeleri

Seçilen VBA adına çift tıklamanın yapılması durumunda; ekrana yeni bir sayfa gelir (Şekil 11.6). Bu sayfa üzerinde bulunan “Run” butonuna tıklanması ile de seçilen VBA’nın kullanıcı ara yüzü CATIA ekranında görüntülenmesi sağlanır (Şekil 11.7).

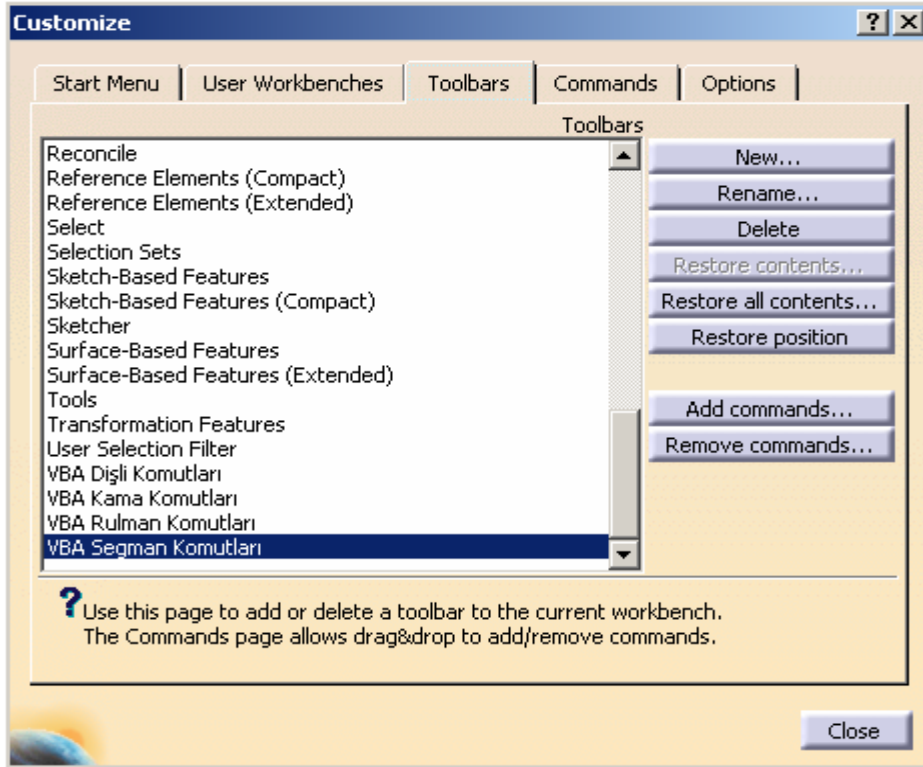


Şekil 11.6. VBA dosya çalıştırma penceresi



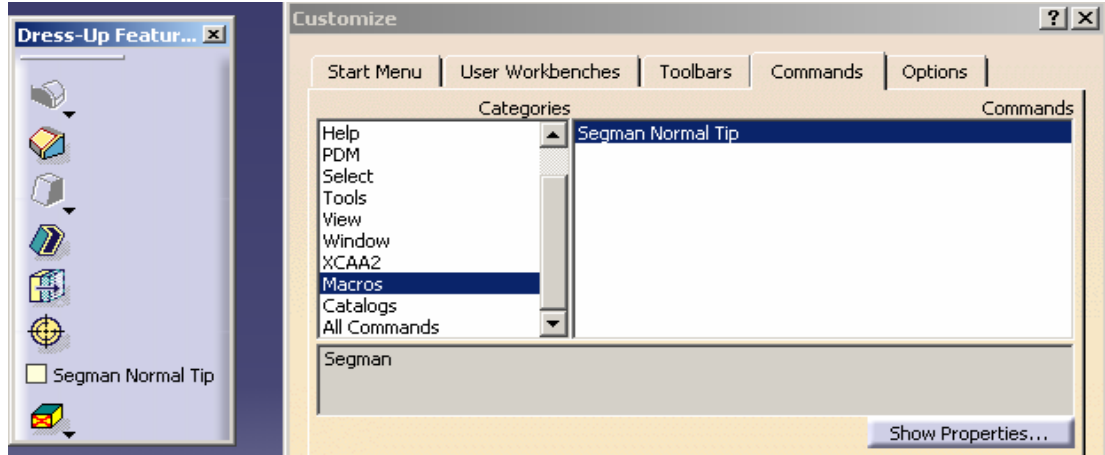
Şekil 11.7. Örnek vba arayüz penceresi

Makine Elemanlarına yönelik oluşturulan VBA komutlarının CATIA ekranında simgesel komut (icon) olarak kullanılması mümkündür. Bunun için; Tools menüsünden Customize seçilir. Bu işlemin ardından ekrana Customize penceresi görünür (Şekil 11.8).



Şekil 11.8. Customize penceresi

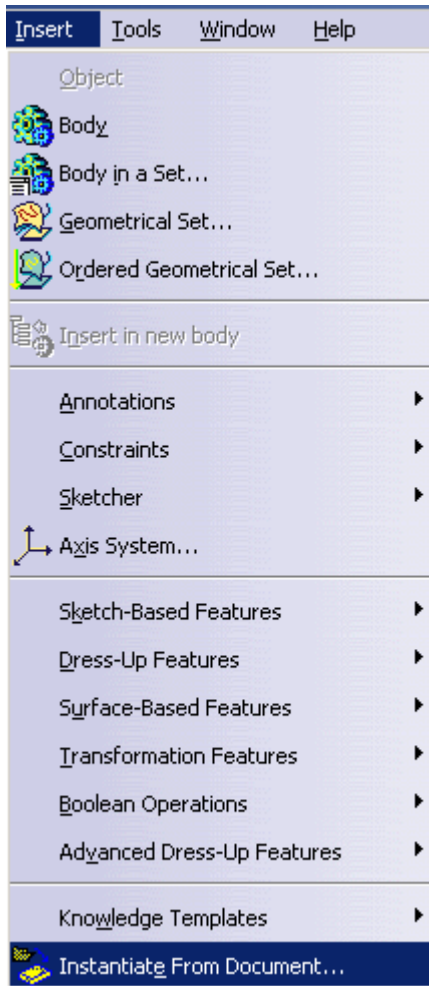
Bu pencerede bulunan Commands sekmesi tıklanır . Açılan Commands sayfasından Macos seçilir ve istenilen bir araç çubuğu içine ya da kullanıcının tanımlayacağı yeni bir araç çubuğu içine sürüklenerek bırakılır. Böylelikle de; VBA komut çubuğu simgesi ile komut erişimini sağlamış olur (Şekil 11.9).



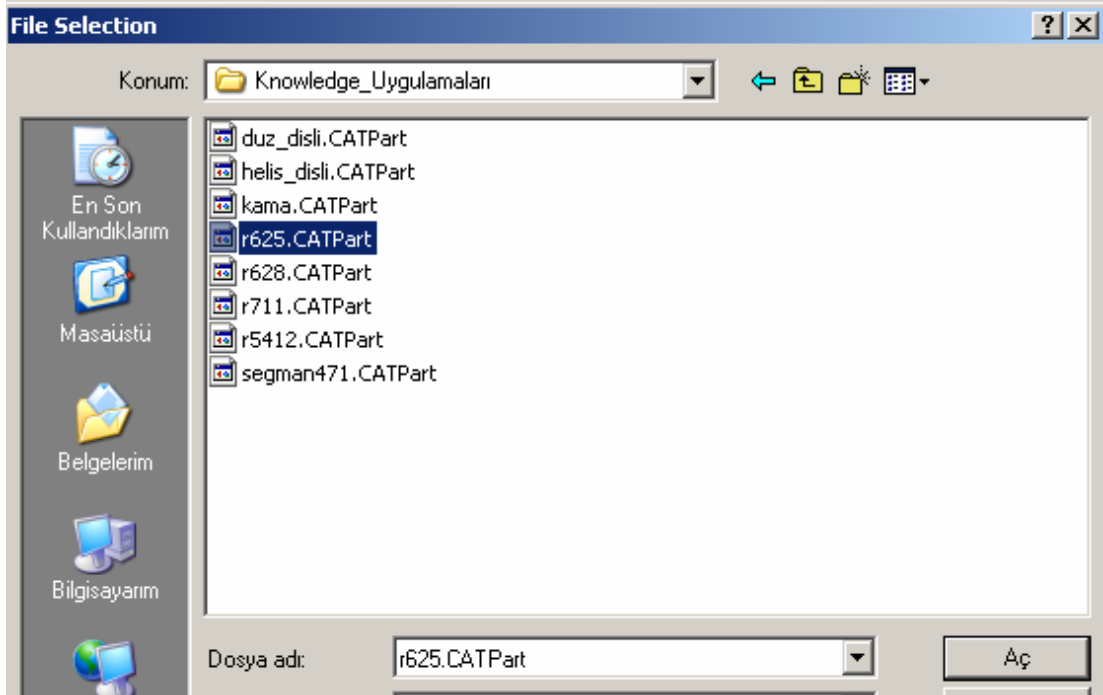
Şekil 11.9. VBA'nın ikonlaştırılması

Bilgi Tabanlı Komutlar

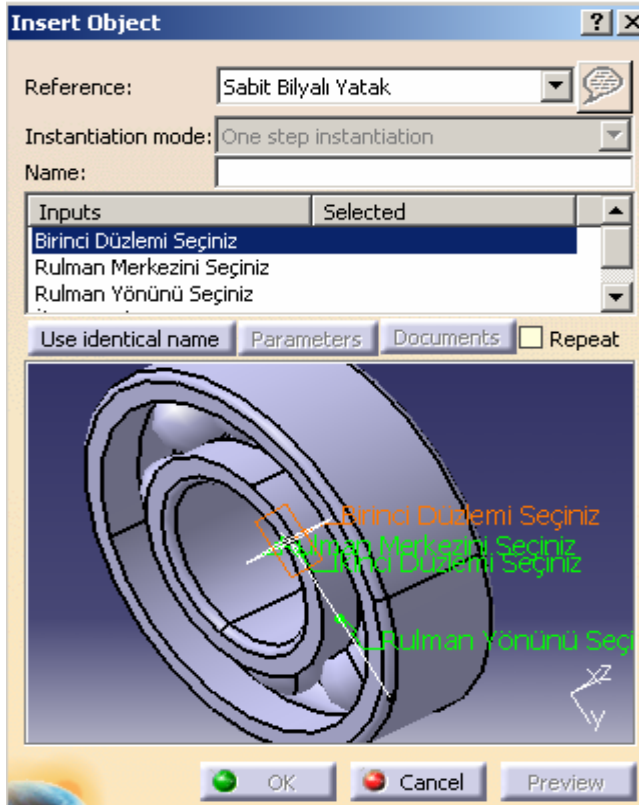
CATIA'da parça modelleme ortamında Insert ana menüsünden Instantiate From Document seçeneği (Şekil 11.10) ile makine elemanları için oluşturulmuş olan CATPart dosyaları çağırılır. Kullanıcı buradan istediği makine elemanı için ilgili dosyayı seçer (Şekil 11.11). Seçilen dosya CATIA ekranına yüklenir (örnek olarak Şekil 11.12.'de Sabit bilyeli rulman dosyası çağırılmıştır).



Şekil 11.10.Bilgi tabanlı komutların ekrana çağırılması



Şekil 11.11. Şablon dosyanın seçim penceresi

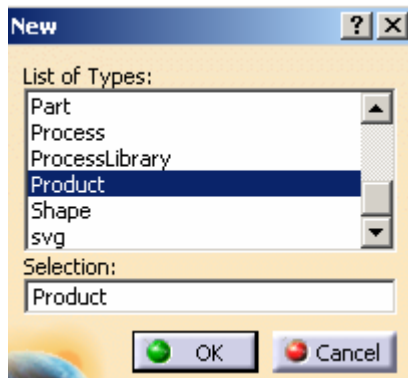


Şekil 11.12. Bilgi tabanlı komut seçim ve parametre penceresi

Eğer istenirse VBA için yapılan işlemlerde olduğu gibi bilgi tabanlı komutlara ulaşmak için simgesel komut araç çubukları oluşturulabilir.

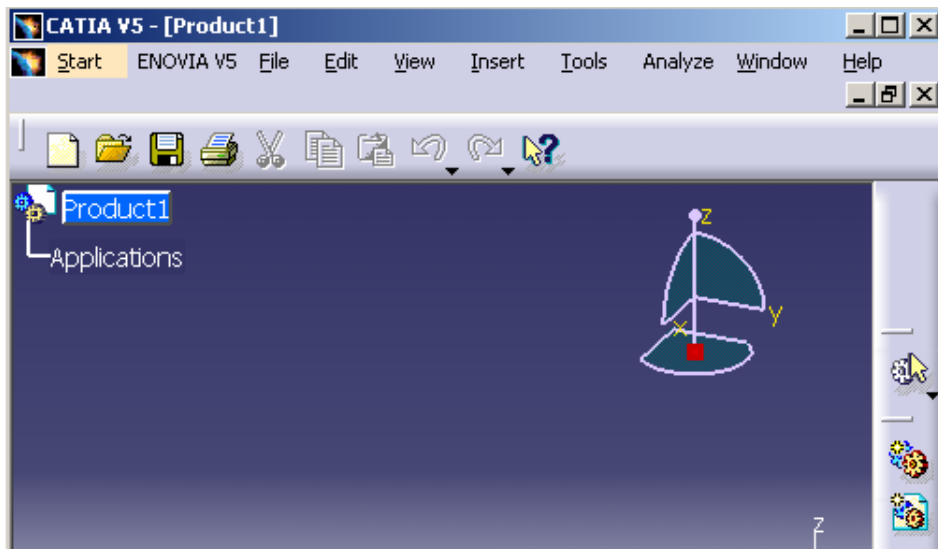
11.2. Ürün Modelleme ve Montajı Modülü (CATProduct) için Sistem ayarları

Sistemde oluşturulan Standart katalogların kullanılması için CATIA çalışma ortamı olarak “Product” seçilir (Şekil 11.13).



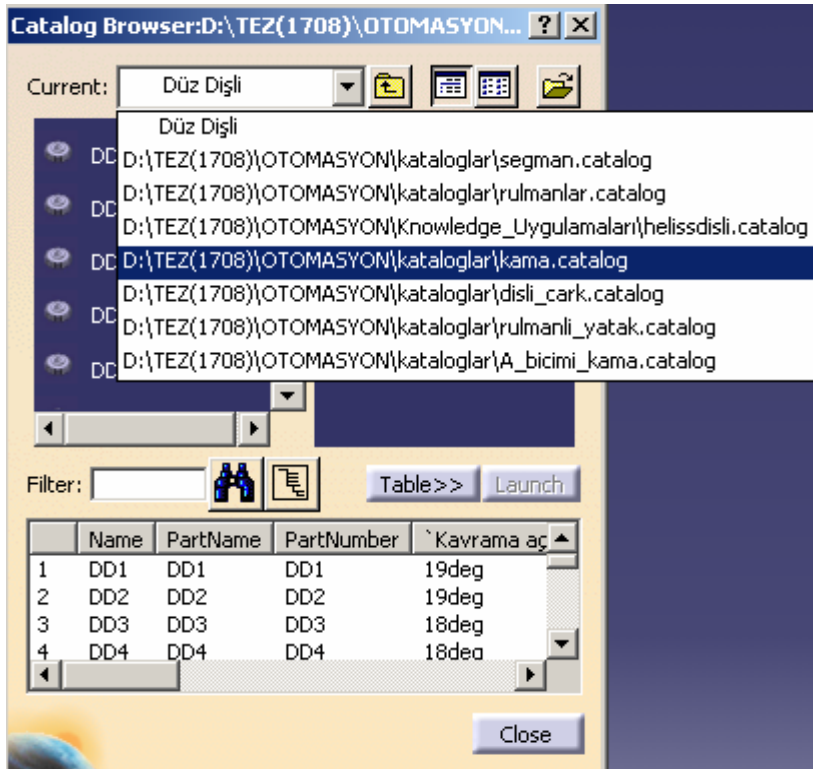
Şekil 11.13. CATIA product çalışma ortam giriş penceresi

Açılan CATIA Product ekranında (Şekil 11.14); geliştirilen makine elemanlarına ait komutlara ulaşmak için *Tools* ana menüsünden *Catalog Browser* kullanılır.

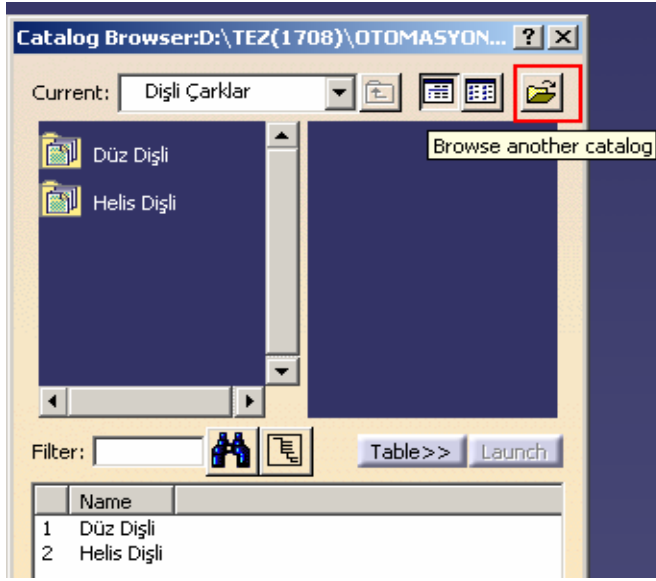


Şekil 11.14. CATIA montaj modül ara yüzü

Bu işlemin ardından; CATProduct modülü için oluşturulan dosyaların görüntülendiği bir sayfa ekrana gelir (Şekil 11.15). Bu sayfa üzerinde; *Current* kısmında (sol taraf) daha önce kullanılmış catalog dosyaları görüntülenmektedir. Kullanıcı isterse doğrudan bu dosyaları CATIA tasarım ortamına dahil sayfanın edebilmektedir. Eğer ilgili makine elemanı (dosyası) ilk defa kullanılacaksa bu durumda sayfanın dosya açma simgesi (*Browser another*) kullanılması gerekmektedir (Şekil 11.16).

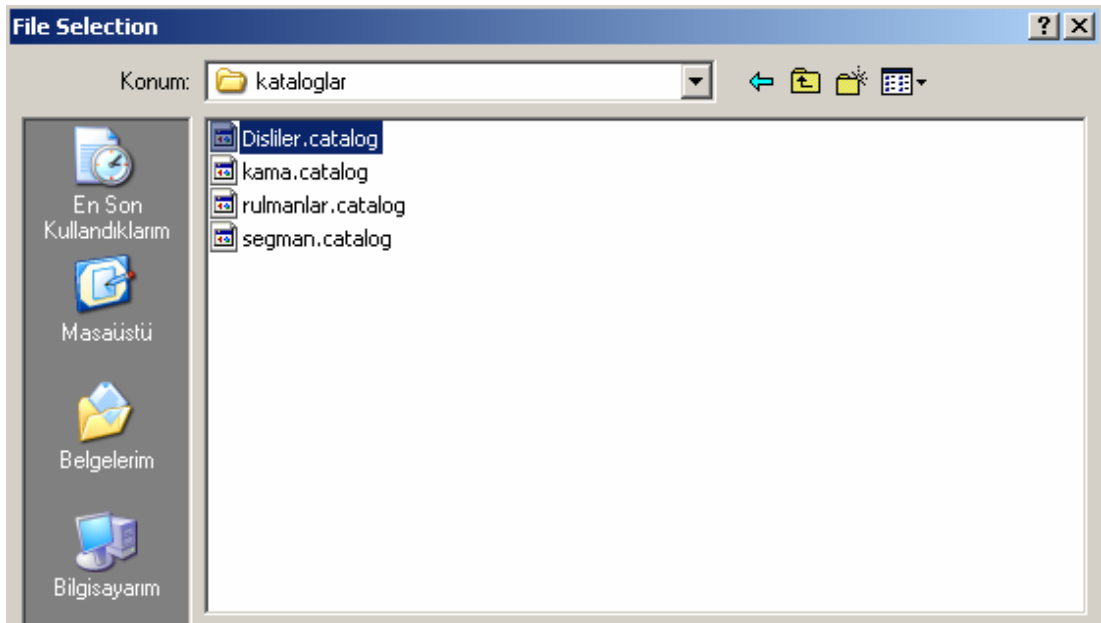


Şekil 11.15. Katalog dosya penceresi



Şekil 11.16. Katalog dosyası çağırma penceresi

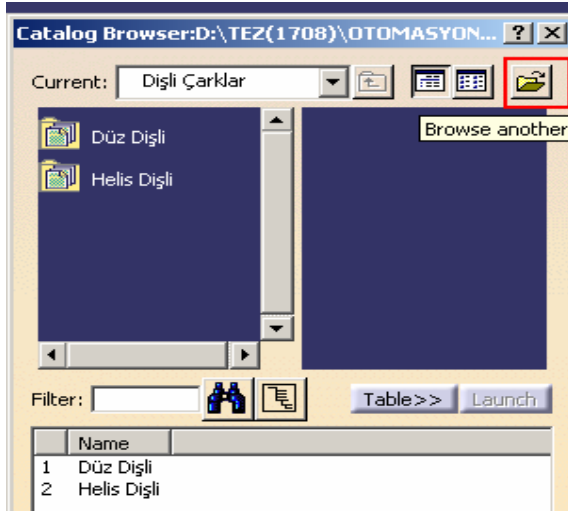
Bu işlemin ardından ekrana; *.catalog dosyalarının görüntülediği bir sayfa gelir (Şekil 11.17). Buradan ilgili makine elemanı için catolog dosyası seçilir (Örnek olarak dişliler seçilmiştir).



Şekil 11.17. Katalog dosyası seçim penceresi

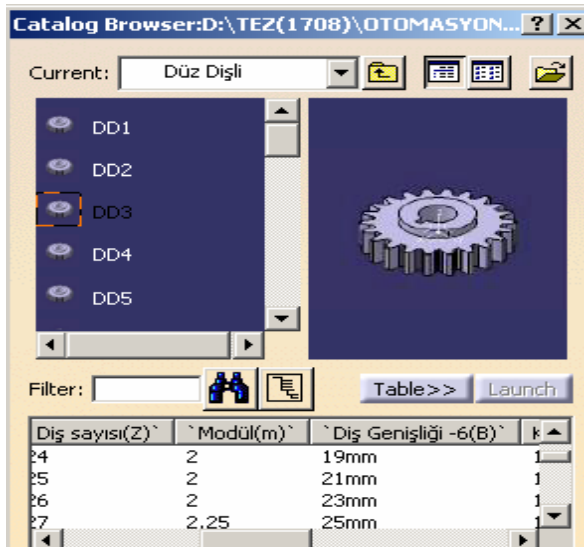
Dişliler Catolog'un seçilmesi ile birlikte Catalog Browser sayfasında sol tarafta dişli tipleri sıralanır.

Kullanıcı sıralanan dişli tiplerinden herhangi birini çift tıklayarak kullanıma açabilir (Şekil 11.18). Dişlinin seçilmesi ile birlikte (örnek olarak Düz dişli seçilmiştir); dişliye ait catalog sınıf (boyutsal parametrelere göre ayrılmıştır) adları verilir (Şekil 11.19).



Şekil 11.18. Katalog dosyası sınıf seçim penceresi

Dişli sınıf adına çift tıklanması ile sayfanın en altında (Catalog Browser) o dişli için parametre değerlerinden oluşan bilgiler görüntülenir. Kullanıcı; istenilen dişliyi dişli bilgilerini gözden geçirerek (örneğin; dişli modülü, vb.) kullanabilir.



Şekil 11.19. Katalog dosyası sınıf çağırma penceresi

Dişlinin CATIA Product ortamında kullanımı için dişli sınıf adına çift tıklama yapılır. Geliştirilen sistemde; Makine elemanlarına yönelik olarak Şekil 11.20’de verilen CATIA ana menüsü komutları ve araç çubukları kullanılmaktadır.



Şekil 11.20. Sistem komutları

13. SONUÇ VE ÖNERİLER

13.1. Sonuçlar

Bu tez de; bir BDT programı ile ürün geliştirme sürecindeki üretkenliği ve etkinliği arttırmak için BDT programının özelleştirilmesi/otomasyonu yönünde çalışmalar yapılmıştır. CATIA programına yönelik olarak geliştirilen sistem; ürün geliştirme sürecinde kullanıcıya yönelik birçok imkanı beraberinde sunmaktadır:

Makine imalat sanayisinde yaygın olarak kullanılan makine elemanlarının tasarım ortamında modellenmesi; oluşturulan ara yüz ile kolaylaştırılmıştır. Böylelikle; kullanıcı; kendi tasarım ortamında istediği makine elemanını kolaylıkla modelleyebilmektedir.

Karmaşık bir modelleme yapısına sahip makine elemanlarının (Dişli çarklar, rulmanlar, vb.) oluşturulması; tasarım uzmanlarının ve tecrübeli program kullanıcılarına ihtiyacı azaltmaktadır.

Makine elemanlarına yönelik yapılacak hesaplamalar; kullanılacak tasarım ve modelleme teknikleri; kullanıcılardan alınarak bilgisayara/programa verilmiştir.

Makine elemanlarının ve kanal unsurlarının hazır bir şekilde oluşturularak yapılan tasarıma yerleştirilebilmesi; yürütülen çalışmalara devam sağlamaktadır.

Makine elemanlarının oluşturulmasına yönelik geliştirilen VBA diyalog pencerelerinde kullanıcıya iki farklı yöntemin sunulmasına ve işlemlerin daha esnek yürütülmesi imkanını vermektedir. Böylelikle kullanıcı kendine özgü boyutlara sahip bir makine elemanını (dişli, segman, vb.) “Kullanıcı Girişi” yöntemi ile oluşturabilmektedir. Ayrıca “Otomatik Parametre Girişi” ile de kullanıcı standart olan makine elemanlarının, belirleyeceği bir değerine (Rulmanın iç çapı, vb.) göre rahatlıkla oluşturabilmektedir.

Bu çalışma ile oluşturulmuş olan elemanlar; CATIA'nın bütün özelliklerini kullanmaktadır. Dolayısı ile CATIA ile model geliştirilmesi sürecindeki bütün imkanlara sahiptir.

Düz dişli çark, helis dişli çark, eksenel bilyeli rulman, sabit bilyeli rulman, eğik bilyeli rulman, silindirik makaralı rulman, segman ve segman kanalı, kama ve kama kanalı gibi elemanlar; üç boyutlu olarak grafik ekranda oluşturulabilmektedir.

Oluşturulan tüm elemanların parametreleri daha sonradan tekrar düzenlenebilir. Aynı ya da farklı sistemin değişik boyutlarındaki tiplerinin hızlı tasarımı yapılabilir, tasarımda ileride üzerinde değişiklik yapılması muhtemel boyutlar parametrelerle tanımlanarak, yapılacak değişikliklerin sonuçları teknik resim üzerinde görülebilir.

Bu elemanların oluşturulmasının otomatik olarak sağlanması; tasarımda olası insan hatalarını ve zaman kaybının azaltılmasında ve tekrar gerektiren işlemlerden kurtarmıştır.

Yürütülen işlemlere yönelik olarak; otomasyon kullanılması sayesinde zaman kazançları elde edildiği bilinmektedir. Bu çalışmada belli bir ölçüde otomasyon sağlanmıştır. Dolayısı ile çalışmaların haftalık ve yıllık sürelerle oranladığında oldukça büyük zaman kazançlarının elde edileceği görülecektir.

Oluşturulan sistemdeki makine elemanları manuel tasarım ile yapıldığında, tasarımdaki zaman, kalite vb. açılardan %80-%90 verim sağlar.

Tasarım otomasyonu yeni kullanıcının eğitilme zamanlarını azalttığı gibi eski kullanıcıların verimini arttırmaktadır.

Oluşturulan elemanlar ile tasarımındaki hesap aşamasını kolaylaştırıp, işlem süresini kısaltmaktadır. Ayrıca 2 ve 3 boyutlu modelleme için harcanacak süreyi en aza indirmektedir. Bu sayede farklı parametrelerle farklı çözümlere daha kolay ve kısa sürede ulaşılmaktadır.

Visual Basic, Knowledge ve Tasarım tabloları ile oluşturulan elemanların kendi CATPart dosyaları olduğu gibi bu dosyalar montaj, teknik resim, imalat ya da analiz modüllerinde bütünleşik olarak kullanılabilir.

Visual Basic ve Knowledge ile oluşturulan elemanlar istenirse araç ekseninin dışında grafik ekranda istenilen konumda görüntülenebilmektedir.

Geliştirilen sistemin oluşturduğu makine elemanları; farklı CATIA platformlarına (P1, P2, vb.) herhangi bir kayba uğramadan taşınabilir.

Geliştirilen sistem ile; makine elemanlarının 3 Boyutlu ve katı modelleme tekniklerine göre oluşturulması; bu elemanların ürün geliştirme sürecinde yapılacak analiz ve testlerde doğrudan kullanılabilirliğini sağlamaktadır.

CATPart sistemindeki VBA komutları ile oluşturulan makine elemanların her biri CATIA'nın kendi modelleme komutları ile modellenen parçalarla aynı özelliklere sahiptir. Dolayısı ile makine elemanlarına yönelik olarak CATIA'nın kendi komutları ile değişikliğe gidilebilmektedir. Bununla birlikte, VBA ve Bilgi tabanlı komutları ile oluşturulan elemanlar; CATIA'nın diğer modülleri ile de kullanılabilir. Bilgi Tabanı ile oluşturulan elemanların parametreler özelliği unsur (feature) şeklinde oluşturulmuştur. Dolayısı ile CATIA ekranındaki ürün ağacında; sadece elemanın parametre değerleri görülmektedir. Model üzerinde; bu parametre değerleri ile değişiklik yapılabilir.

CATPart sistemindeki VBA komutları ile oluşturulan makine elemanların her biri için girdi olarak kullanıcıdan; plane(düzlem), line(doğru), point(nokta) istemektedir. Bilgi tabanlı sistemde ise bu geometri tiplerinin yanı sıra ekranda var olan eksen takımı kullanılarak plane yerine XY, YZ, XZ düzlemleri, Line yerine X, Y, Z Axis, Point yerine Axis orijin seçilerek işlem hızlandırılabilir.

CATProduct ile modelleme ile oluşturulan standart makine elemanların her biri montaj modelleme ortamında katalog numarasına göre hızlı bir şekilde doğrudan

çağırılır ve bu dosyada parametreler değiştirilebilir ve kayıt edildiğinde ilgili standart numarasına göre ana montaj dizinine kaydedilir.

Makine elemanlarının ekranda oluşturulan modelleri; veri paylaşım teknikleri ile (Grafik standartları; IGES, SAT, STEP, vb.) değişik BDT sistemleri arasında kullanılabilir.

13.2. Öneriler

Sisteme dahil edilmiş olan makine elemanlarının sayısı ve tipi artırılabilir.

Makine elemanlarına yönelik olarak sisteme; uzman bilgilerine dayalı kullanıcı yönlendirmeleri eklenebilir.

Uzaman sistemler kullanılarak; üzerinde çalışılan modelin herhangi bir yerinde kullanılması gereken makine elemanlarının otomatik olarak seçtirilmesi sağlanabilir.

Tasarım ekranında oluşturulan makine elemanı üzerinde yapılacak değişiklikler için dünyadaki standart katalog bilgileri ile etkileşimli bir ara yüz geliştirilebilir. Dolayısı ile kullanıcı; piyasada bulamayacağı bir elemanı sistemden oluşturmasını isteyemeyecektir.

Kullanıcıya yardımcı tablolar görsel olarak sunulabilir.

KAYNAKLAR

1. Kaftanoğlu, B., “Bilgisayar destekli tasarım nedir”, *ATSO Dergisi*, 17:183, (1991).
2. Çakır, C., “Bilgisayar destekli tasarımda geometrik modelleme teknikleri ve katı modelleme tekniği”, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 33: 7-11, (1991).
3. Myung, S., Han S., “Knowledge based parametric design of mechanical products based on configuration design method”, *Korea Advanced Institute of Science and Technology*, South Korea, (2001).
4. Halkacı. H., Selçuk, Yiğit. O., “Parametrik Tasarım Ve Solidworks CAD Programı İle Bir Uygulama”, *M.hendis ve Makine*, 45: 537, (2004).
5. Janitza. D., Irlinger. F., “Software Tools For Supported Cad-Modeling Of Mass Customization Products”, *Technische Universitaet Muenchen*, Garching, Deutschland , 2004
6. Hefeng. B., M. Savage., R. J. Knorr., 1985, “Computer Modeling of Rack Generated Spur Gears”, *Mechanism and Machine Theory*, 20(4):351-360, (1985).
7. Rao. C.,R.,M., Muthuveerappan. G., “Finite Element Modeling and Stress Analysis of Helical Gear Teeth”, *Computers and Structures*, 49(6) : 1095-1106, (1992).
8. Arıkan. M., A., S., Tamar. T., “Tooth Contact and 3-D Stress Analysis of Involute Helical Gears. Proceedings the ASME” *6th International Power Transmission and Gearing Conference*, Prentice Hall ,256-301, (1992).
9. Akkurt. M., ENGİN. Ş., “Silindirik Helisel Dişli Çarkların Autocad ortamında ADS ile İnteraktif Tasarımı”. *6. Uluslararası Makine Tasarım ve İmalat Kongresi*, ODTÜ, Ankara, 463-471, (1994).
10. Fetvacı. M.,C., “Ansys Sonlu Elemanlar Analiz Programı ile Düz Dişli Çarkların Modellenmesi”, *Mühendislik ve Makine Dergisi*, 40: 41-44, (1999).
11. Fetvacı. M., C., İmrak C., E., “Düz Dişli Çark Görsel Materyallerinin Bilgisayar Ortamında Elde Edilmesi”, *Mühendis ve Makina*, 44:48-51, 2003.
12. Peşkircioğlu, N., “Otomasyon ve Entegre Kalite Kontrolü”, *Verimlilik Dergisi*, 15-19, (1992).
13. Yeralan, S., IŞIK, C., Nisan, “Robotlu üretim Seçenek mi? Zorunluluk mu?”, *Sanayi Mühendisliği Dergisi*, 35: 26-28, (1994).

14. Dimarogonas, A., D., “Computer Aided Machine Design Prentice Hall”, January 1989.
15. Müftüoğlu, S. , , ”CAD/CAM/CAE Yazılım Seçiminde Yeni Kriterler”, **Mühendis ve Makine Dergisi**, 26:34 (1999).
16. Bodur, A., “CAD Sistem Seçiminin Öncesi, Stratejisi ve Yöntemleri”, **4. Ulusal Makine Tasarım ve İmalat Kongresi Notları**, ODTÜ, Ankara, 16-19, (1990).
17. Çakır, C., “Bilgisayar destekli tasarımda geometrik modelleme teknikleri ve katı modelleme tekniği”, **Mühendis ve Makine Dergisi**, 33: 7-11, (1991).
18. Kaya., N., , “Kurgu Planlama ve Modüler Aparat Tasarımında Unsur Kullanımı”, Doktora Tezi, **Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, 24-26, (1999).
19. Börklü, A., “Unsur Tabanlı Modellemede Kullanılan Çeşitli Unsur Tanıma Teknikleri”. **Mühendis ve Makine Dergisi**, 39:35-47, (1998).
20. Utanır, İ., “Unigraphics NX2 Mekanik Modelleme ve Montaj”, **Asil Yayın Dağıtım**, Ankara, 24, (2005).
21. Akkurt, M., “Makine Elemanları 2”, **Birsen Yayınevi**, İstanbul, 85-88, (1990)
22. Bağcı, M., “Makine Teknik Resmi”, **Milli Eğitim Basımevi**, Ankara, 126-128, (1994).
23. Düzgün, D., “Uygulanmış Makina Elemanları”, **Birsen Yayınevi**, Ankara, 103, (2001).
24. Özdaş, N., Gediktaş M., “Teknik Resim”, **İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Ofset Atölyesi**, İstanbul, 144-151, (1981).
25. Fischer, U., “Tabellenbuch Metall, VERLAG EUROPA-LEHRMIT Nourney”, **Vollmer GmbH Co**, Berlin, 58-60, (1992).
26. Özlü, A., H., Özlü. S., “Makina Resmi ve Elemanları”, Ankara, 26-30, (1986).
27. Karagülle. İ., Pala Z., “Microsoft Visual Basic 6.0”, **Türkmen Kitabevi**, İstanbul, 203-207, (2001).
28. Uysal., M, “Visual Basic 6.0 İle Yazılım Geliştirme”, **Beta Basım YayınDağıtım**, İstanbul, 122-125, (1999).

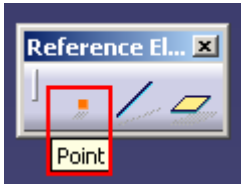
29. Türk Standartları Enstitüsü, 1973, **TS 1440**, Ankara, 101, (1970).

EKLER

EK-1 VBA ile dişli çark uygulamaları

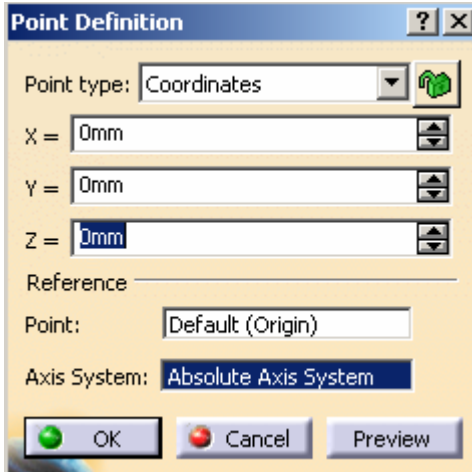
Uygulama 1

Düz Dişli ve Helis Dişli Çarklar CATPart sayfa sıfırına göre hazırlandığından Helis Dişli Çark için dişlinin merkez noktasının tanımlanması gerekir. Reference Elements araç çubuğundan Point komutuna girilir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Catia reference elements

Ekrana gelen pencereden (Şekil 1.2) Point Type-> Coordinates ve Axis System-> Absolute Axis System olarak seçilir.



Şekil 1.2. Catia nokta tanımlama penceresi

Koordinatlar $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ olarak tanımlanarak nokta oluşturulur (Şekil 1.3).

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları



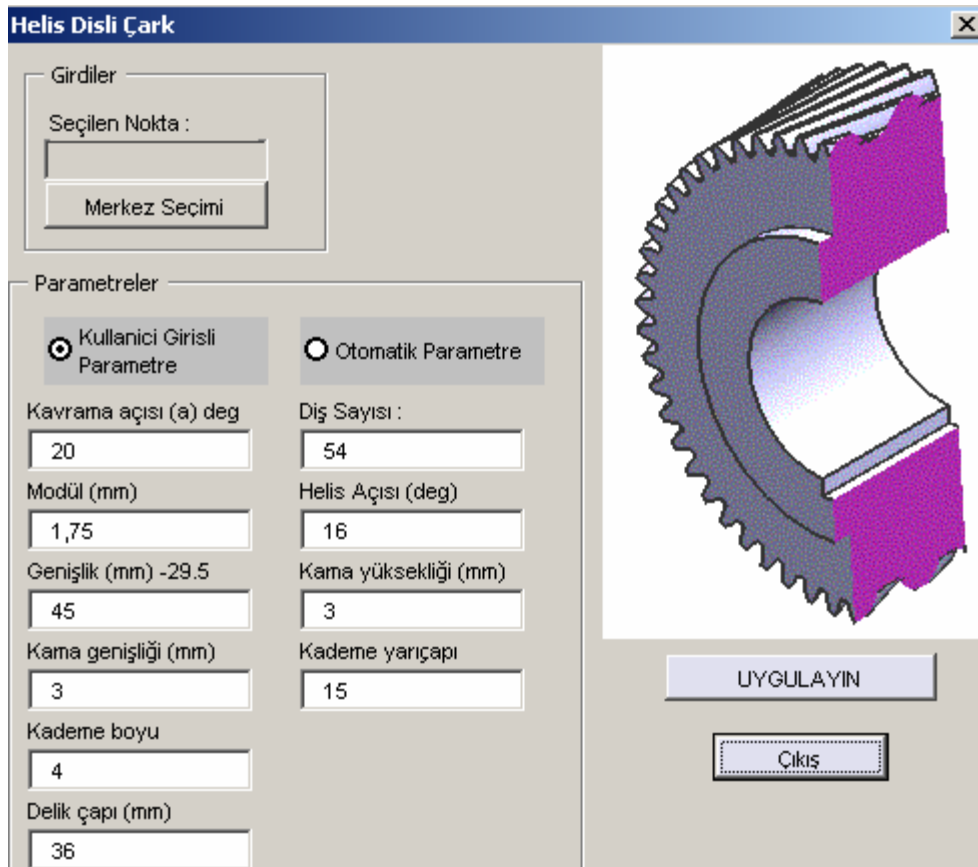
Şekil 1.3. Oluşturulan nokta 1

VBA Dişli Komutlarından Düz Dişli Çark ikonu seçilir (Şekil 1.4)



Şekil 2.4. Seçilen vba helis dişli komutu

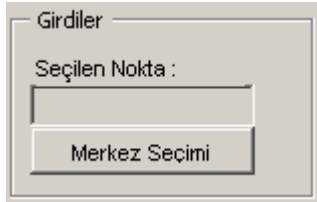
komut seçildiğinde ekrana Helis Dişli diyalog pencere gelir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Seçilen vba helis dişlinin penceresi

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları

Bu pencereden girdileri yapmak için kullanıcı tarafından oluşturulan nokta “Merkez Seçimi” butonu ile yapılır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Nokta yakalama penceresi

Daha sonra işlem tipinin seçileceği Parametreler bölümünden Kullanıcı Girişli Parametre özelliği seçilir (Şekil 1.7)



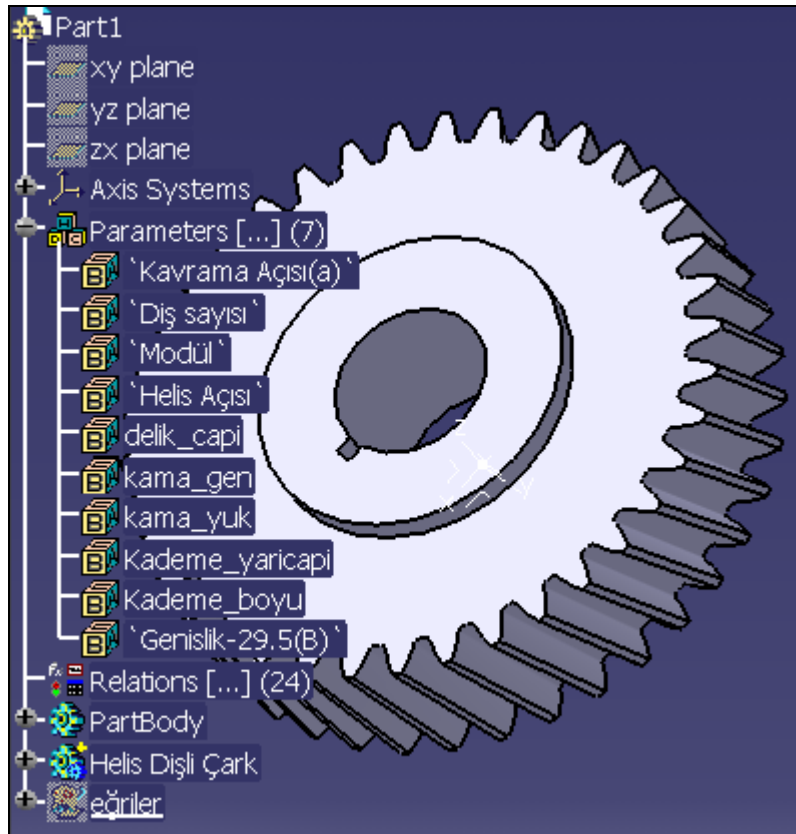
Şekil 1.7. Parametre seçim dialogu

- Kavrama Açısı=20°
- Modül=2,5
- Genişlik=49 mm
- Kama Genişliği=3 mm
- Kademe Boyu=4
- Delik Çapı=25 mm
- Diş Sayısı=38
- Helis Açısı=-18° (sol helis)
- Kama Yüksekliği=3 mm
- Kademe Yarıçapı=25 mm

Parametre değerleri tanımlanıp “UYGULAYIN” butonu seçildiğinde grafik ekranda Şekil 1.8’deki gibi bir dişli modeli oluşturulur.

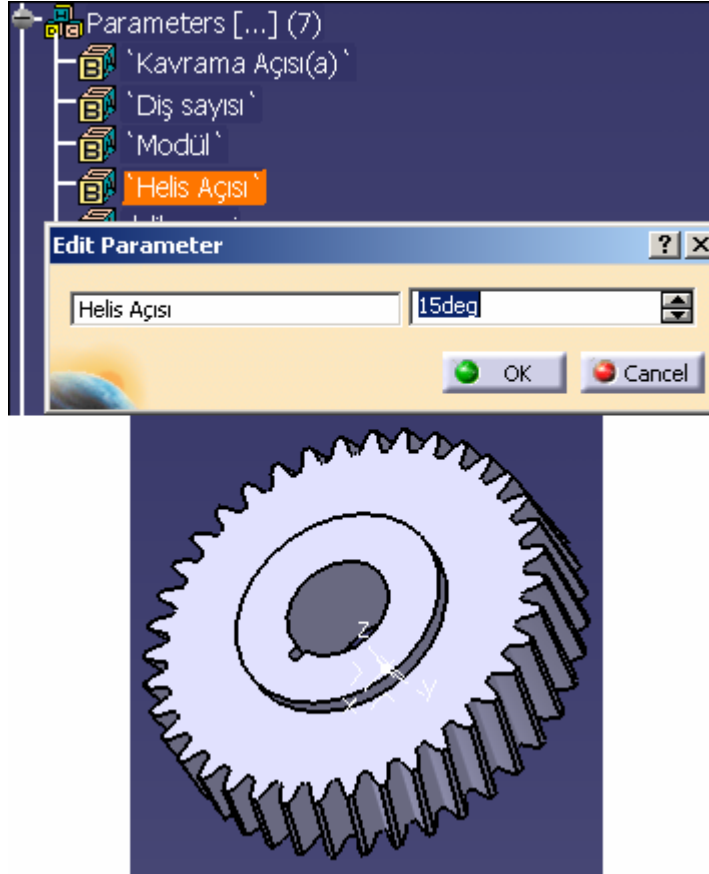
EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları

Oluşturulan Helis Dişlinin helis açısı değişikliği için; CATIA ürün ağacında bulunan Parameters altındaki “Helis Açısı” çift tıklanır. Helis Açısı=15° olarak girildiğinde açı değeri ve helis yönü değiştirilmiş olur (Şekil 1.9).



Şekil 1.8. Vba ile oluşturulan helis dişli modeli

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları



Şekil 1.9. Helis açısının tekrar değiştirilmesi

Uygulama 2

Dişli Tipi

- Düz Dişli

Girdiler

- Absolute(Mutlak) YZ Düzlemi
- Absolute(Mutlak) XY Düzlemi
- Absolute(Mutlak) XZ Düzlemi

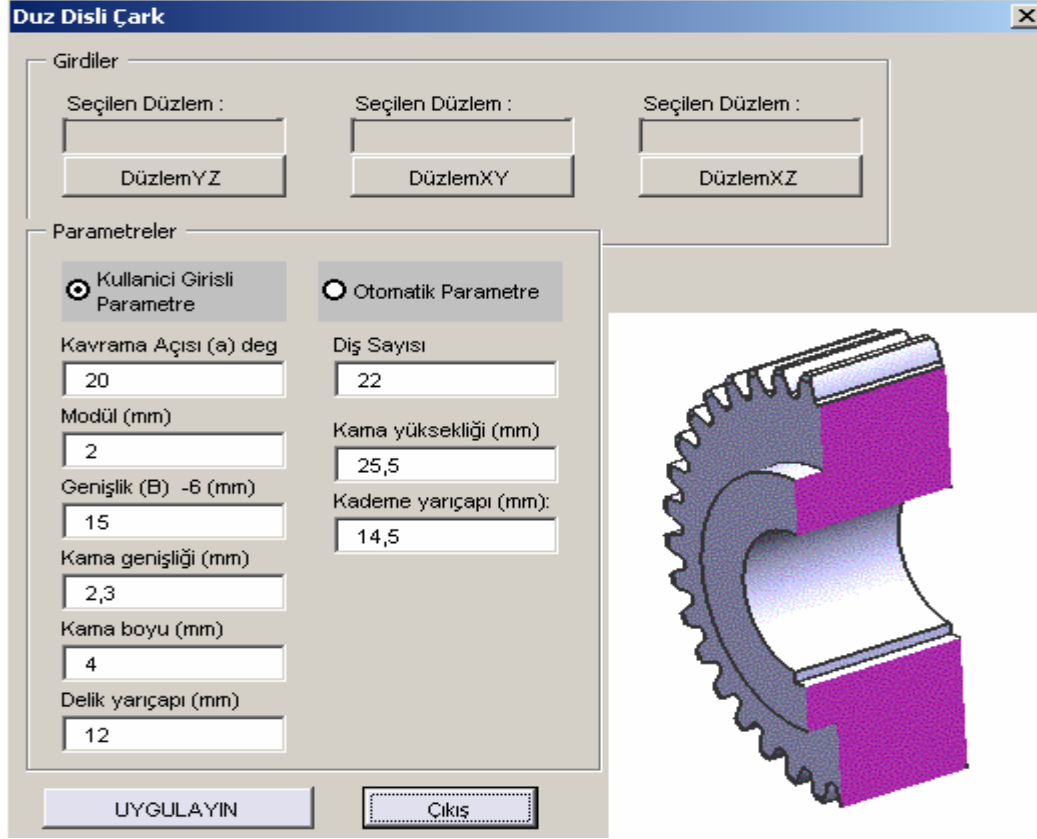
Parametre Seçimi

- Kullanıcı Girişli

Girilen Parametreler

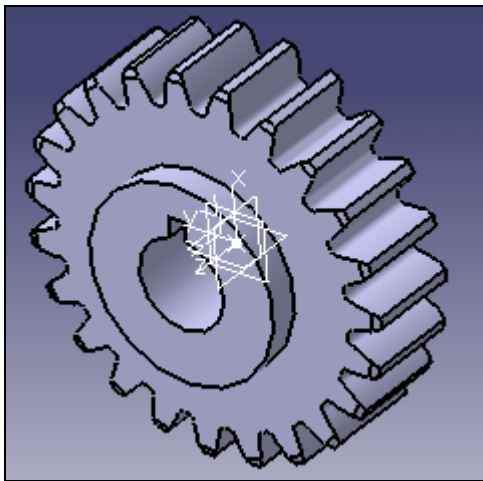
- Kavrama Açısı=20°
- Modül=2
- Genişlik=17 mm
- Kama Genişliği=2,3 mm
- Kama Boyu=4 mm
- Delik Yarıçapı=6 mm
- Diş Sayısı=23
- Kama Yüksekliği=14,5 mm
- Kama Yarıçapı=13 mm

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları



Şekil 1.10. Seçilen vba düz dişlinin penceresi

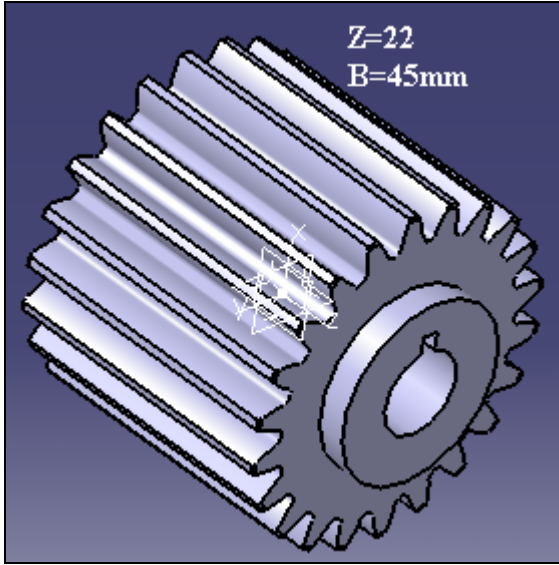
Uygulama Sonucu



Şekil 1.11. VBA ile oluşturulan düz dişli modeli

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları

Parametre Değişimi



Şekil 1.12. Diş sayısı ve genişliğin tekrar değiştirilmesi

Uygulama 3

Dişli Tipi

- Düz Dişli

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

Girdiler

- Absolute(Mutlak) YZ Düzlemi
- Absolute(Mutlak) XY Düzlemi
- Absolute(Mutlak) XZ Düzlemi

Girilen Parametreler

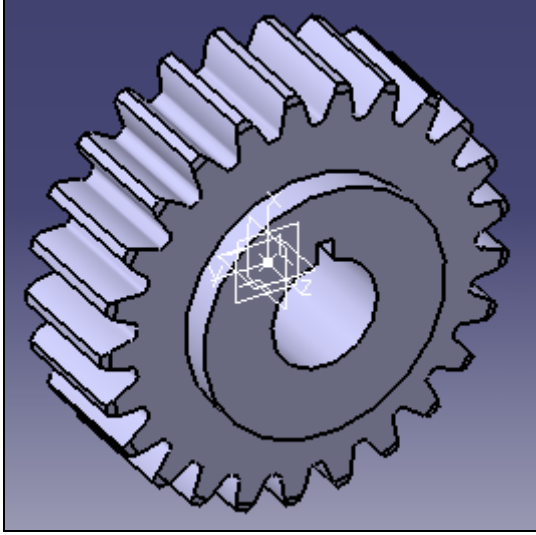
- Delik Yarıçapı = 7

Otomatik seçilen parametreler

- Kavrama Açısı=20°,
- Modül=2, Genişlik=21,
- Kama Genişliği=2,3mm ,
- Kama Boyu=4 mm,
- Diş Sayısı=25,
- Kama Yüksekliği=16,5mm,
- Kama Yarıçapı=16mm)

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 1.13. Vba otomatik parametre ile oluşturulan düz dişli modeli

Uygulama 4

Dişli Tipi

- Helisel Dişli

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

Girilen Parametreler

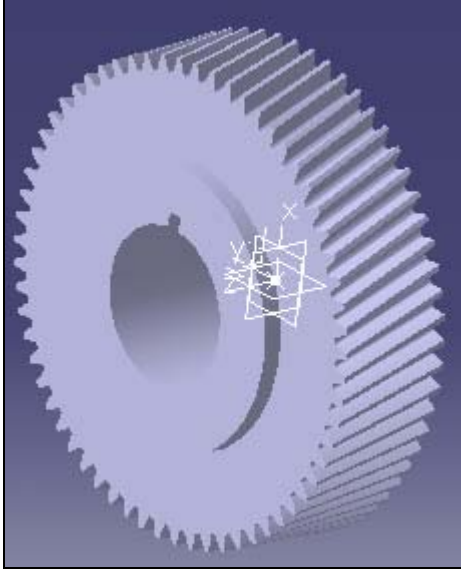
- Delik Yarıçapı=32

Otomatik seçilen parametreler

- Kavrama Açısı=20°,
- Modül=1,5, Genişlik=53 mm,
- Kama Genişliği=3 mm,
- Kademe Boyu=4 mm,
- Diş Sayısı=63,
- Helis Açısı=-18 (sağ helis),
- Kama Yüksekliği=3 mm,
- Kademe Yarıçapı=29 mm

EK-1 (Devam) VBA ile dişli çark uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 1.13. Vba otomatik parametre ile oluşturulan helis dişli modeli

EK-2 Knowledge Based Engineering ile dişli çark uygulamaları

Uygulama 1

Dişli Tipi

- Düz Dişli

Girdiler

- Absolute(Mutlak) YZ Düzlemi ya da Axis YZ Plane
- Absolute(Mutlak) XY Düzlemi ya da Axis XY Plane
- Absolute(Mutlak) XZ Düzlemi ya da Axis XZ Plane

Tanımlanan Parametreler

- Kavrama Açısı=20°
- Diş Sayısı=36
- Modül=2,25
- Genişlik=32 mm
- Kademe apı=25 mm
- Kademe Boyu=6 mm
- Delik Yarıapı=14 mm
- Kama Genişliği=2,9 mm
- Kama apı Kamayüksekliği=30mm

Parameters

Kavrama Açısı (a)	20deg
Diş Sayısı (Z)	36
Modül (m)	2,25
Diş Genişliği(-b)	32mm
Kademe apı	25mm
Kademe boyu	6mm
Delik yarıçapı	14mm
Kama genişliği	2,9mm
Kamacapı kamayüksekliği	30mm

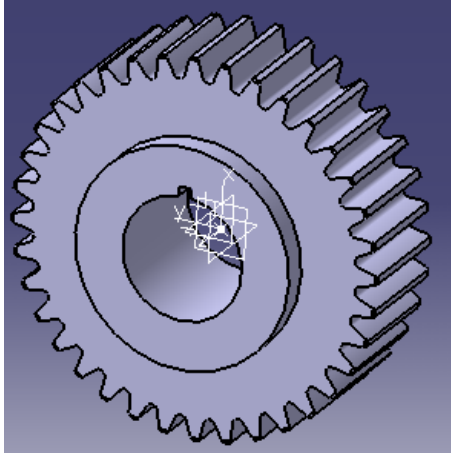
Create formulas

Close

şekil 2.1. Seçilen bilgi tabanlı düz dişlinin penceresi

EK-2 (Devam) Knowledge Based Engineering ile dişli çark uygulamaları

Uygulama Sonucu



şekil 2.2. Bilgi tabanı ile oluşturulan düz dişli modeli

Uygulama 2

Dişli Tipi

- Helisel Dişli

Girdiler

- Absolute(Mutlak) YZ Düzlemi ya da Axis YZ Plane
- Absolute(Mutlak) XY Düzlemi ya da Axis XY Plane
- Absolute(Mutlak) XZ Düzlemi ya da Axis XZ Plane

Tanımlanan Parametreler

- Kavrama Aısı=20°
- Diş Sayısı=54
- Modl=1,5
- Genişlik=65 mm
- Helis Aısı=8°
- Delik apı=20 mm
- Kama Genişliği=2,9 mm
- Kama Yksekliği=3,5 mm
- Kademe Yarıapı=25 mm
- Kademe Boyu=6 mm

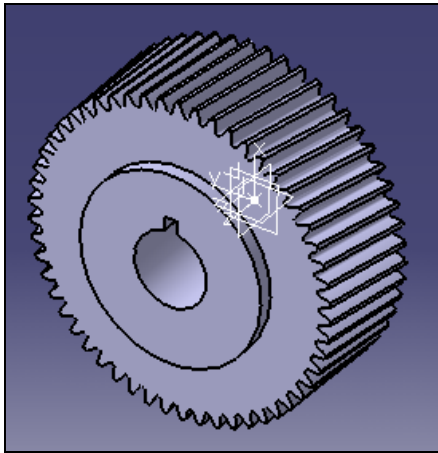
EK-2 (Devam) Knowledge Based Engineering ile dişli çark uygulamaları

Parameter	Value
Kavrama Açısı	20deg
Diş sayısı (Z)	54
Modül (m)	1,5
Genişlik(-29,5)	65
Helis Açısı	8deg
Delik Çapı	20mm
Kama Genişliği	3,5mm
Kama Yüksekliği	3,5mm
Kademe Yarıçapı	25mm
Kademe Boyu	4mm

Buttons: Create formulas, Close

Şekil 2.3. Seçilen bilgi tabanlı helis dişlinin penceresi

Uygulama Sonucu



Şekil 2.4. Bilgi tabanı ile oluşturulan helis dişli modeli

EK-3 Katalog sistemi dişli uygulamaları

Uygulama 1

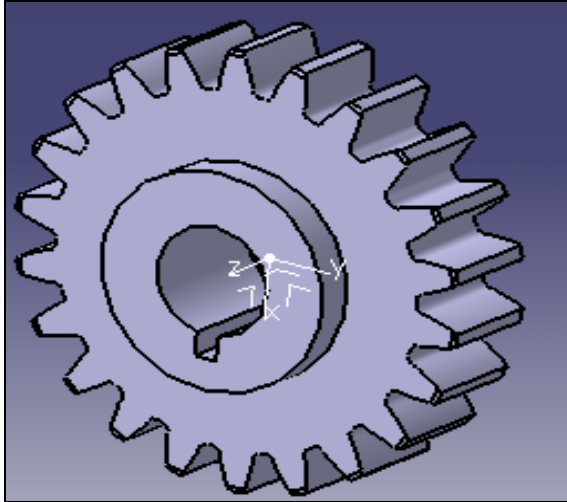
Dişli tipi

- Düz Dişli

Seçilen Dişli Numarası

- DD1

Uygulama Sonucu



Şekil 3.1. Katalog ile oluşturulan düz dişli modeli

Uygulama 2

Dişli tipi

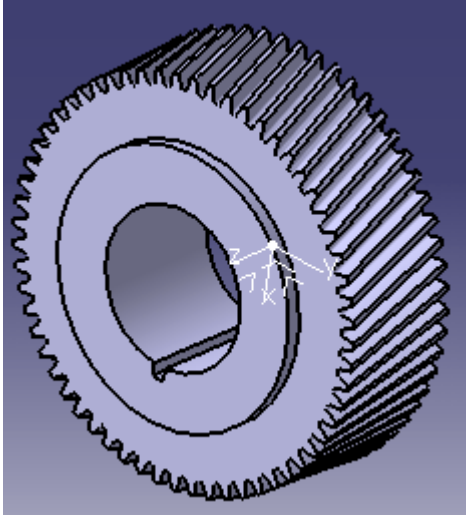
- Helisel Dişli

Seçilen Dişli Numarası

- HD28

EK-3 (Devam) Katalog sistemi dişli uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 3.2. Katalog ile oluşturulan helis dişli modeli

EK-4 VBA rulman uygulamaları

Uygulama 1

Rulman Tipi

- Sabit Bilyeli Rulman

Parametre Seçimi

- Kullanıcı Girişli Parametre

Girdiler

- Düzlem 1-> ZX Düzlemi
- Düzlem 2-> XY Düzlemi
- Merkez nokta-> X=10, Y=-25, Z=32
- Doğru yönü-> Z yönü

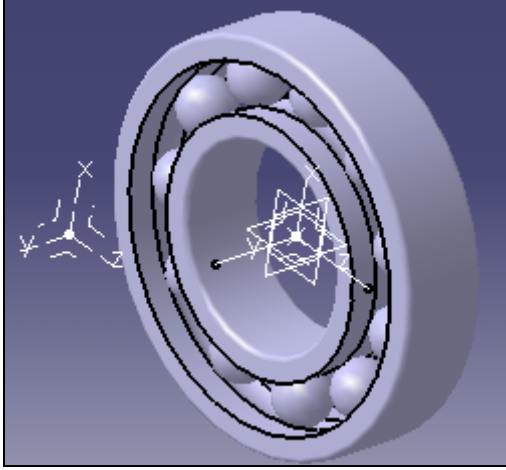
Girilen Parametreler

- Dış Çap=80 mm
- İç Çap=40 mm
- Genişlik=18 mm
- Yarıçap=1.2 mm

Şekil 4.1. Seçilen vba sabit bilyeli rulman penceresi

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 4.2. Vba ile oluşturulan sabit bilyeli rulman modeli 1

Uygulama 2

Rulman Tipi

- Sabit Bilyeli Rulman

Girdiler

- Düzlem 1-> XY Düzlemi
- Düzlem 2-> XZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=10, Y=-25, Z=32
- Doğru yönü-> Y yönü

Parametre Seçimi

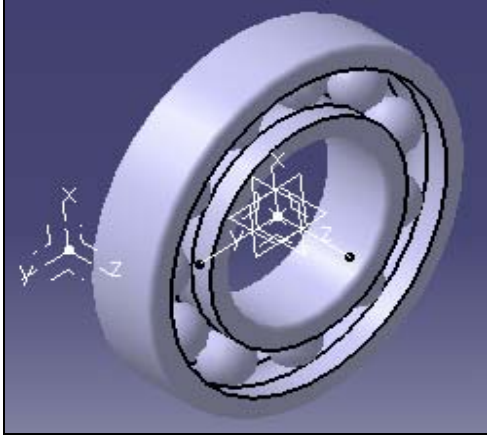
- Kullanıcı Girişli Parametre

Tanımlanan Parametreler

- Dış Çap=80 mm
- İç Çap=40 mm
- Genişlik=18 mm
- Yarıçap=1.2 mm

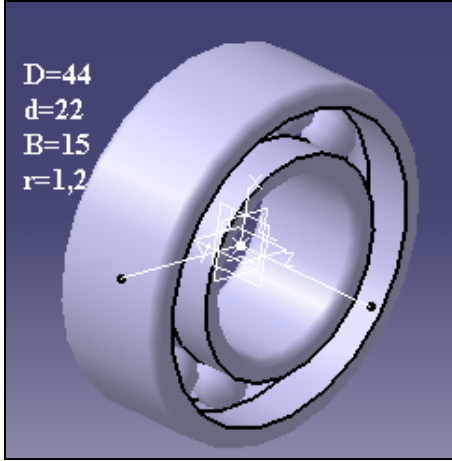
EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 4.3. Vba ile oluşturulan sabit bilyeli rulman modeli 2

Parametre Değişimi



Şekil 4.4 Sabit bilyeli rulman parametrelerinin tekrar değiştirilmesi

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama 3

Rulman Tipi

- Sabit Bilyeli Rulman

Girdiler

- Düzlem 1-> XY Düzlemi
- Düzlem 2-> YZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=0, Y=0, Z=0
- Doğru yönü-> X yönü

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

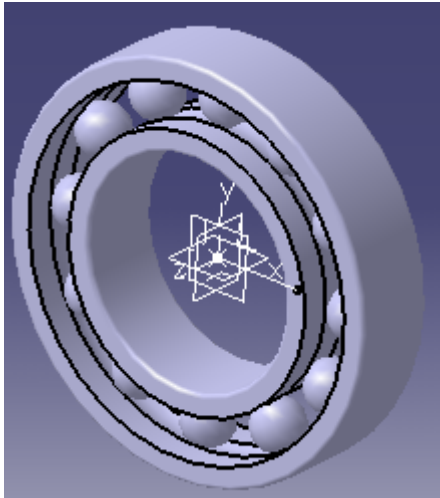
Tanımlanan Parametreler

- İç Çap=50 mm

Seçilen otomatik parametreler

- Dış Çap=90 mm,
- Genişlik=20 mm,
- Yarıçap=1.2 mm

Uygulama Sonucu



Şekil 4.5. Vba otomatik parametre ile oluşturulan sabit bilyeli rulman modeli

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama 4

Rulman Tipi

- Eğik Bilyeli Rulman

Parametre Seçimi

- Kullanıcı Girişli Parametre

Girdiler

- Düzlem 1-> YZ Düzlemi
- Düzlem 2-> ZX Düzlemi
- Merkez nokta-> X=100, Y=50, Z=-100
- Doğru yönü-> Y yönü

Girilen Parametreler

- Dış Çap=100 mm
- İç Çap=55 mm
- Genişlik=33.2 mm
- İç Radyüs=2.5 mm
- Dış Radyüs=2.5 mm

Eğik Bilyeli Yatak

Girdiler

Seçilen Düzlem :

 Düzlem1 Seçimi

Seçilen Nokta :

 Nokta Seçimi

Seçilen Düzlem :

 Düzlem2 Seçimi

Seçilen Doğru :

 Doğru Seçimi

Parametreler

☒ Kullanıcı Girişli Parametre
☐ Otomatik Parametre

Dış Çap (D) mm

İç radyüs (r1)

Genişlik (B) mm

Dış radyüs (r) mm

İç Çap (d) mm

Seçim Girdileri

Parametre Ölçüleri

Standartlar

UYGULAYIN Çıkış

Şekil 4.6. Seçilen vba eğik bilyeli rulman penceresi

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 4.7. Vba ile oluşturulan eğik bilyeli rulman modeli

Uygulama 5

Rulman Tipi

- Eğik Bilyeli Rulman

Girdiler

- Düzlem 1-> YZ Düzlemi
- Düzlem 2-> ZX Düzlemi
- Merkez nokta-> X=100, Y=50, Z=100
- Doğru yönü-> Y yönü

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

Girilen Parametreler

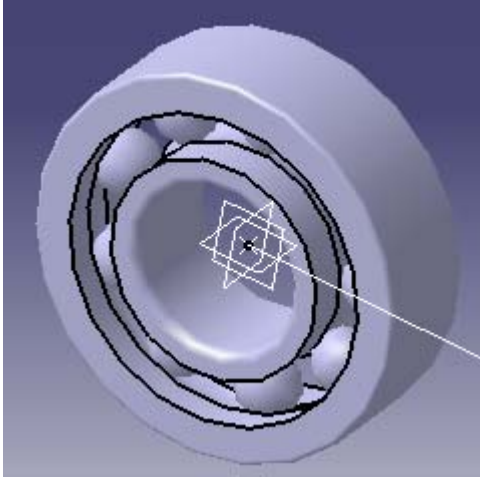
- İç Çap=15 mm

Seçilen otomatik 1 numaralı

parametreler (Dış Çap=35 mm, Genişlik=11 mm, İç Radyüs=1 mm, Dış Radyüs=1.5 mm)

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 4.8. Vba otomatik parametre ile oluşturulan eğik bilyeli rulman modeli

Uygulama 6

Rulman Tipi

- Eksenel Bilyeli Rulman

Girdiler

- Düzlem 1-> XZ Düzlemi
- Düzlem 2-> YZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=100, Y=50, Z=-100
- Doğru yönü-> -X yönü

Parametre Seçimi

- Kullanıcı Girişli Parametre

Girilen Parametreler

- Dış Çap=28 mm
- İç Çap=11 mm
- Genişlik=11 mm
- Radyüs=1 mm

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Eksenel Sabit Bilyeli Yatak

Girdiler

Seçilen Düzlem : Seçilen Nokta :

Seçilen Düzlem : Seçilen Doğru :

Parametreler

☒ Kullanıcı Girişli Parametre ☐ Otomatik Parametre

Dış Çap(D) : Genişlik (H) :

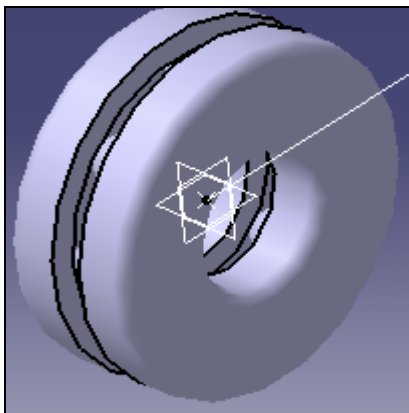
Dış Radyüs (r) : İç Çap (D1) :

Seçim Girdileri

Parametre Ölçüleri

Şekil 4.9. Seçilen vba eksenel bilyeli rulman penceresi

Uygulama Sonucu



Şekil 4.10. Vba ile oluşturulan eksenel bilyeli rulman modeli

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama 7

Rulman Tipi

- Silindirik Makaralı Rulman

Girdiler

- Düzlem 1-> YZ Düzlemi
- Düzlem 2-> XZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=100, Y=50, Z=-100
- Doğru yönü-> Y yönü

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

Girilen Parametreler

- İç Çap=45 mm

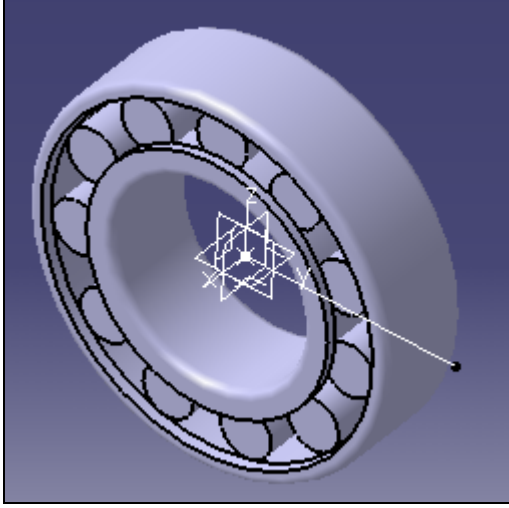
Seçilen otomatik 7 numaralı

parametreler (Dış Çap=85 mm, Genişlik=23 mm, İç Radyüs=, Dış Radyüs=2 mm)

Şekil 4.11. Seçilen vba silindirik makaralı rulman penceresi

EK-4 (Devam) VBA rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 4.12. Vba otomatik parametre ile oluşturulan silindirik makaralı rulman

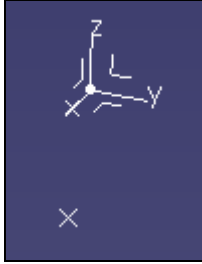
EK-5 Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları

Uygulama 1

Knowledge ile örnek bir Eksenel Bilyeli Rulman oluşturmak için; *File->New* komutu ile yeni bir CATPart dosyası açılır.

Reference Elements araç çubuğundan *Point* komutuna girilir. Eksenel Bilyeli Rulmanın merkezi grafik ekran üzerinde sayfa sıfırında oluşturulabildiği gibi kullanıcının girdiği istenilen nokta koordinatlarında da oluşturulabilir.

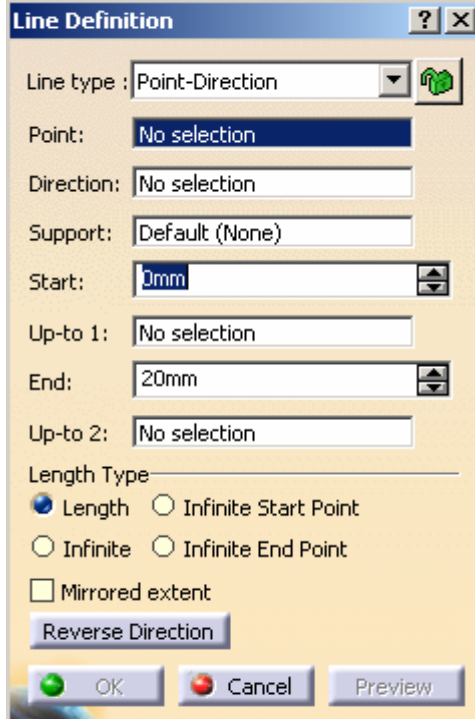
Koordinatlar $X=45$, $Y=15$, $Z=-6$ olarak tanımlanarak nokta oluşturulur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Oluşturulan nokta 2

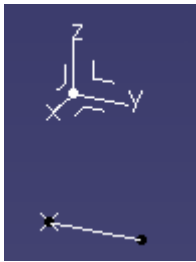
Reference Elements araç çubuğundan *Line* komutuna girilir (Şekil 12.33). *Line Type->Point-Direction* olarak seçilir.

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



Şekil 5.1. Catia çizgi oluşturma penceresi

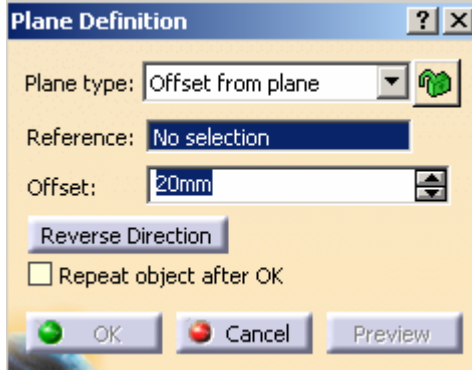
Point olarak önceden oluşturulan nokta, *Direction* olarak Rulman dik olarak konumlandırmasında kullanılan eksen seçilir (Y Axis) (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Oluşturulan çizgi

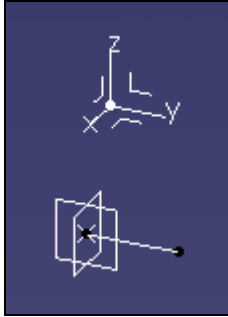
Reference Elements araç çubuğundan *Plane* komutuna girilir (Şekil 5.3).

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



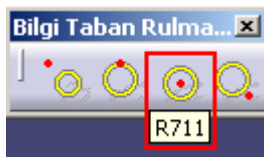
Şekil 5.3 Catia düzlem oluşturma penceresi

Plane Type olarak “*Parallel Through*” seçilir. *Reference* olarak daha önceden oluşturulan ve doğruya dik düzlem eksenini seçilir (XZ Düzlemi), *Point* olarak ise çizilen nokta seçilir, daha sonra oluşturulan düzleme dik ve çizgiye teğet diğer düzlem tanımlanır (YZ Düzlemi). Burada dikkat edilecek husus; nokta, çizgi ve düzlemler tanımlanan nokta ile bütünleşik olmalıdır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Oluşturulan düzlemler

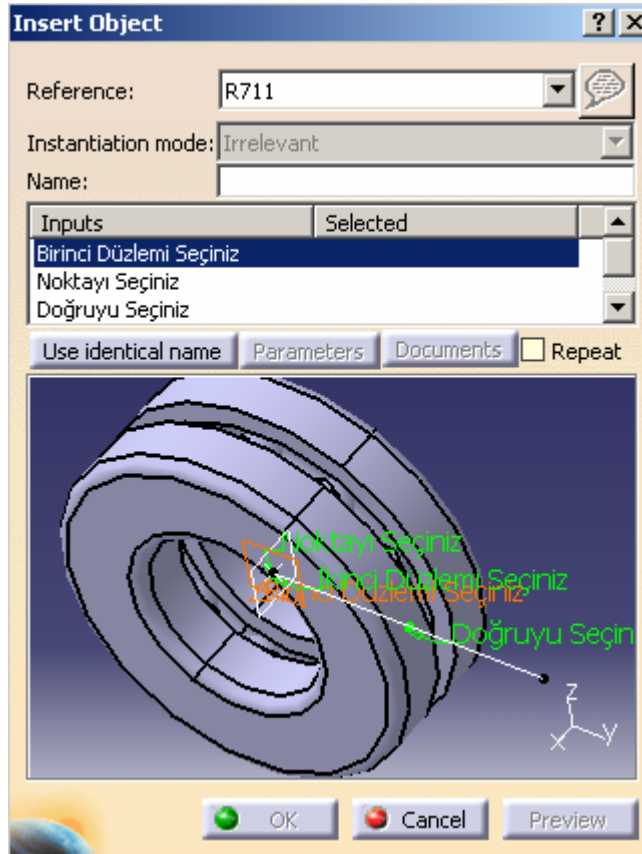
Bilgi Tabanlı Rulman Komutlarından R711 ikonu seçilir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Seçilen bilgi tabanlı rulman komutu

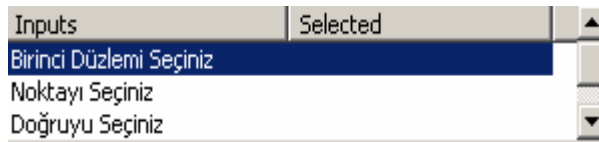
EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları

Komut seçiminden sonra girdilerin yapılacağı Şekil 5.6'daki pencere gelir.

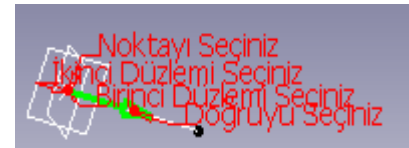


Şekil 5.6. Bilgi tabanlı rulman girdi penceresi

Bu pencere yardımıyla istenilen girdiler grafik ekran üzerinde yapılır (Şekil 5.7).



a)

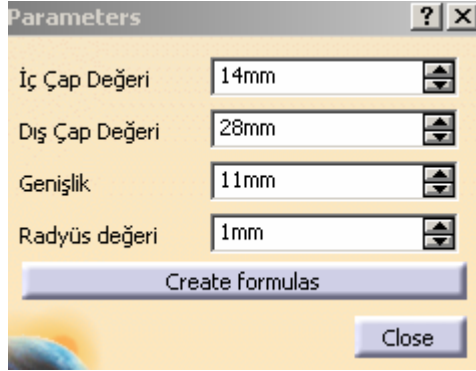


b)

Şekil 5.7. Seçim elemanları

Pencere üzerindeki Parametrers özelliği kullanılarak Eksenel Bilyeli Rulmanın parametre değerleri tanımlanır (Şekil 5.8).

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



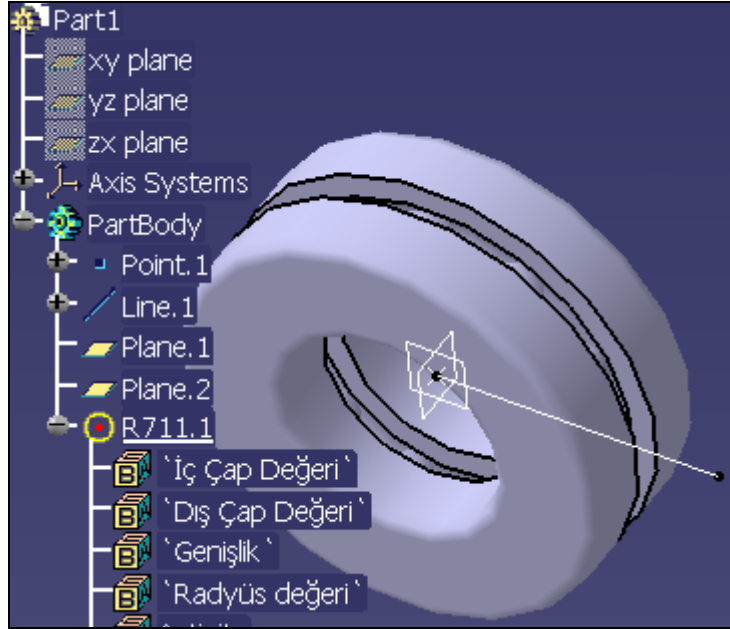
Şekil 5.8. Seçilen bilgi tabanlı r711 parametre penceresi

Parameters

- İç Çap=15 mm
- Dış Çap=30 mm
- Genişlik=12 mm
- Radyüs=1 mm

“Close” butonu ile pencereden çıkılarak Preview özelliği ile modelin ekran üzerindeki durumu incelenir ve işlem onaylanır (Şekil 5.9).

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



Şekil 5.9. Bilgi tabanı ile oluşturulan r711 modeli

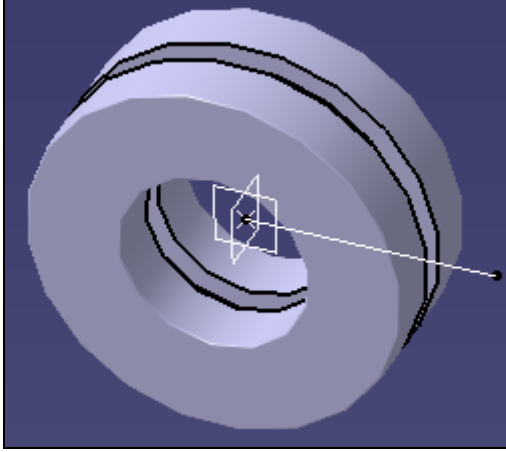
Model üzerinde değişiklik yapılmak istendiğinde CATIA ürün ağacında rulman elemanı için oluşturulan R711 altındaki ilgili parametrede değişiklik yapmak için “Radyüs Değeri” çift tıklanır (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. R711 parametrelerinin tekrar değiştirilmesi

Ekrana gelen pencereden Radyüs değeri=0.2 olarak girildiğinde modeldeki değişiklik Şekil 5.11’deki gibi olacaktır.

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



Şekil 5.11. Parametreleri değiştirilen model

Uygulama 2

Rulman Tipi

- Sabit Bilyeli Rulman (R625)

Girdiler

- Birinci Düzlem-> YZ Düzlemi ya da Axis XZ Plane
- İkinci Düzlem-> XZ Düzlemi ya da Axis YZ Plane
- Rulman Merkezi-> X=100, Y=50, Z=-100 ya da Axis Origin
- Rulman Yönü-> Y yönü ya da Axis Y

Girilen Parametreler

- Dış Çap=47 mm
- İç Çap=20 mm
- Genişlik=14 mm
- Radyüs=1 mm

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



Şekil 5.12. Seçilen bilgi tabanlı r625 parametre penceresi

Uygulama Sonucu



Şekil 5.13. Bilgi tabanı ile oluşturulan r625 modeli

Uygulama 3

Rulman Tipi

- Eğik Bilyeli Rulman (R628)

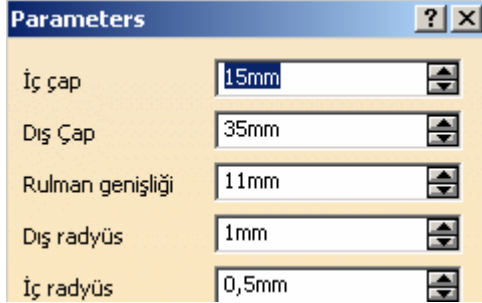
Girdiler

- Birinci Düzlem-> YZ Düzlemi ya da Axis XZ Plane
- İkinci Düzlem-> XZ /Axis YZ Plane
- Rulman Merkezi-> X=100, Y=50, Z=-100 ya da Axis Origin
- Rulman Yönü-> Y yönü ya da Axis Y

Girilen Parametreler

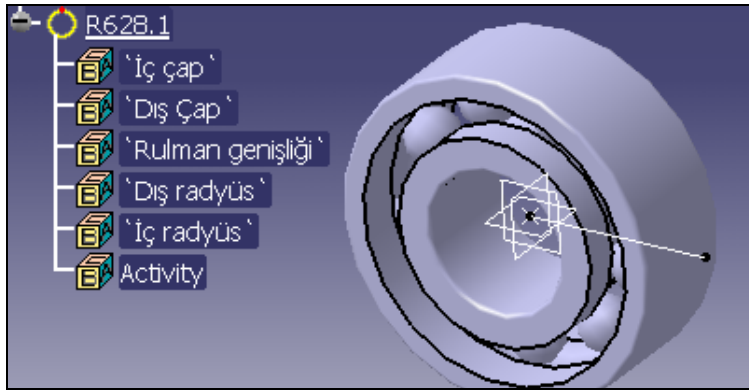
- İç Çap=15 mm
- Dış Çap=35 mm
- Genişlik=13 mm
- Dış Radyüs=0.5 mm
- İç Radyüs=0.5 mm

EK-5 (Devam) Knowledge Based Engineering ile rulman uygulamaları



Şekil 5.14. Seçilen bilgi tabanlı r628 parametre penceresi

Uygulama Sonucu



Şekil 5.15. Bilgi tabanı ile oluşturulan r628 modeli

EK-6 Katalog sistemi rulman uygulamaları

Uygulama 4

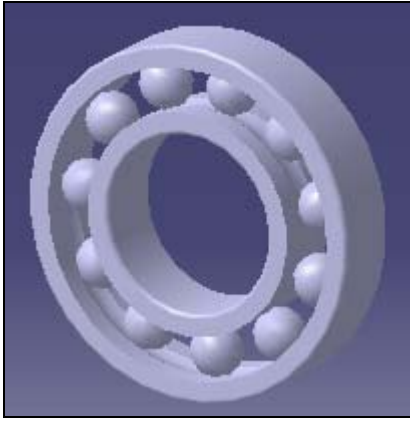
Rulman Tipi

- Sabit Bilyeli Rulman (R625)

Seçilen Rulman Numarası

- SBY6208

Uygulama Sonucu



Şekil 6.1. Katalog ile oluşturulan r625 modeli

Uygulama 5

Rulman Tipi

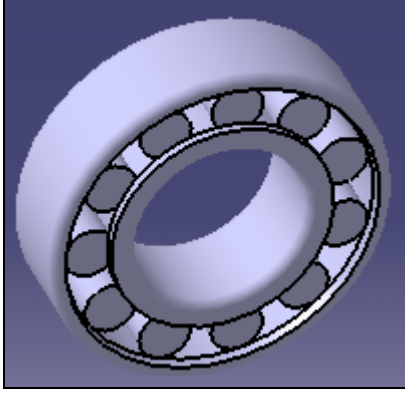
- Rulman5412

Seçilen Rulman Numarası

- SMY2208

EK-6 (Devam) Katalog sistemi rulman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 6.2. Katalog ile oluşturulan r5412 modeli

EK-7 VBA segman uygulamaları

Uygulama 1

Segman Tipi

- Segman Normal Tipi

Girdiler

- Düzlem -> YZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=75, Y=-3, Z=-25
- Doğru yönü-> Y yönü

Parametre Seçimi

- Kullanıcı Girişli Parametre

Girilen Parametreler

- Dış Çap=13 mm
- Segman Ağız Genişliği=3.8 mm
- İç Çap=16.2 mm
- Segman Yuvası Çapı=1.7 mm
- Radyal Kalınlık=2.3 mm
- Segman Kalınlığı=1 mm

The screenshot shows the 'Segman 471' software window. It has a title bar with the text 'Segman 471' and a close button. The window is divided into several sections:

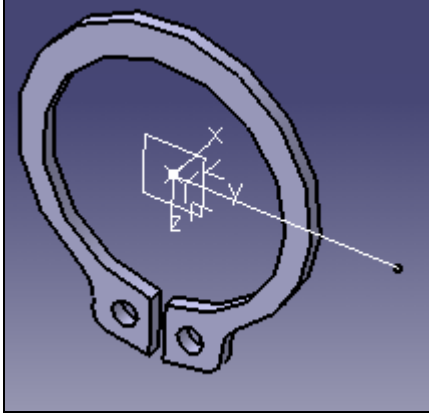
- Girdiler (Inputs):**
 - Seçilen Düzlem :** A text box with 'Düzlem1 Seçimi' button below it.
 - Seçilen Nokta :** A text box with 'Nokta Seçimi' button below it.
 - Seçilen Doğru :** A text box with 'Doğru Seçimi' button below it.
- Parametreler (Parameters):**
 - Kullanıcı Girişli Parametre (User Input Parameter):** Selected with a radio button.
 - Otomatik Parametre (Automatic Parameter):** Unselected with a radio button.
 - Dış Çap(d4) mm:** Text box with value '10'.
 - Segman Yuvası Çapı(d5):** Text box with value '1,5'.
 - Segman Ağız Genişliği(a):** Text box with value '3,3'.
 - Radyal Kalınlık (b)mm:** Text box with value '1,8'.
 - İç Çap(d2) mm:** Text box with value '12.9'.
 - Segman kalınlığı (s) mm:** Text box with value '1'.
- Seçim Girdileri (Selection Inputs):** A 3D model of a segment with a central square and a crosshair.
- Parametre Ölçüleri (Parameter Dimensions):** A 2D diagram of a segment with dimensions labeled: 'd4/2', 'b', 'd5', 'a', and 's'.

At the bottom, there are three buttons: 'UYGULAYIN' (Apply), 'STANDARTLAR' (Standards), and 'Çıkış' (Exit).

Şekil 7.1. Seçilen vba segman penceresi

EK-7 (Devam) VBA segman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 7.2 Vba ile oluşturulan segman modeli

EK-8 Knowledge Based Engineering ile segman uygulamaları

Uygulama 1

Segman Tipi

- N.Segman

Girdiler

Düzlem -> XY Düzlemi ya da Axis XY
Plane

- Merkez nokta-> X=0, Y=0, Z=0 ya da Axis
Origin
- Doğru yönü-> X yönü ya da Axis X

Girilen Parametreler

- Dış Çap=20 mm
- İç Çap=19 mm
- Segman Yuvası Çapı=2 mm
- Radyal Kalınlık=2.6 mm
- Segman Ağız Genişliği=4 mm
- Segman Kalınlığı=1 mm

The image shows a software window titled "Parameters" with a yellow background. It contains six input fields, each with a label and a value: "Dış Çap (d4) değeri" with "20mm", "İç Çap (d2) değeri" with "19mm", "Segman Yuvası Çap (d5) değeri" with "2mm", "Radyal Kalınlık (b) değeri" with "2,6mm", "Segman Ağız Genişliği (a)" with "4mm", and "Segman Kalınlığı (s)" with "1,2mm". Each field has a small up/down arrow icon to its right. At the bottom of the window, there are two buttons: "Create formulas" and "Close".

Şekil 8.1. Seçilen bilgi tabanlı segman parametre penceresi

EK-8 (Devam) Knowledge Based Engineering ile segman uygulamaları

Uygulama Sonucu

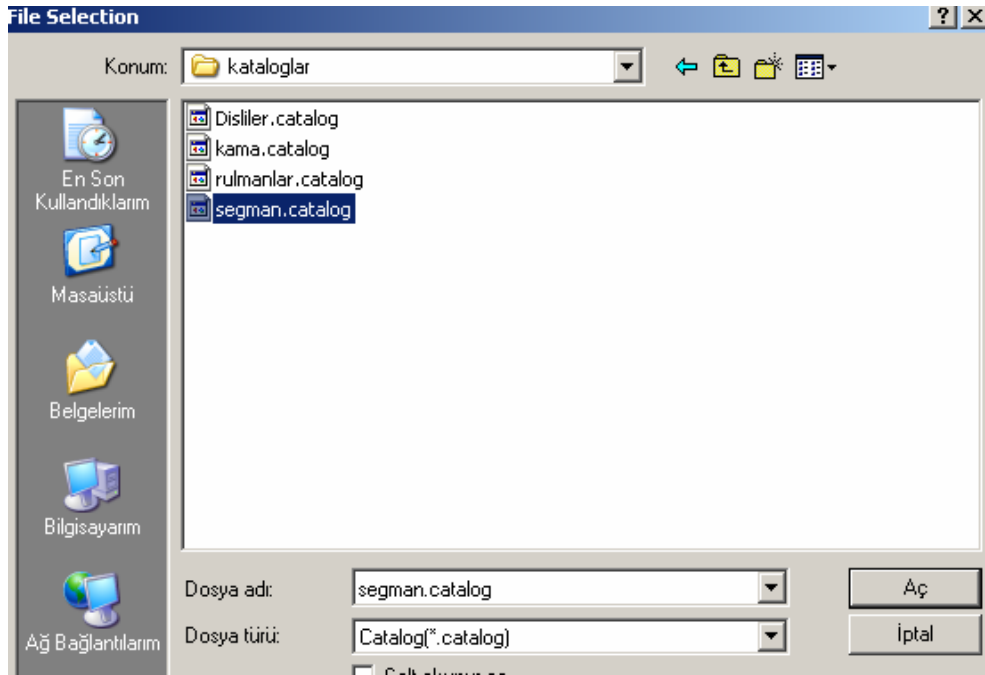


Şekil 8.2 Bilgi tabanı ile oluşturulan segman modeli

EK-9 Catolog (CATProduct) segman uygulamaları

Uygulama 1

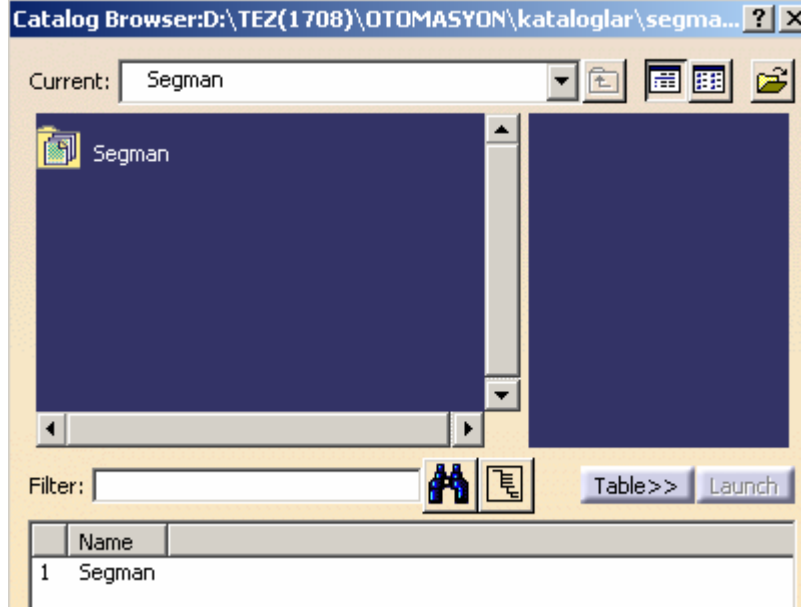
CATIA ana menüsünden; *File->New* komutu ile yeni bir CATProduct çalışma ortamı açılır. Ekranı gelen CATProduct sayfasından; *Tools->Catalog Browser* komutu seçildiğinde ekrana *Catalog Browser* penceresi gelir. Bu pencere üzerinde bulunan “Browse another catalog” butonu ile kullanılacak segman katalog dosyaları gösterilir (Şekil 9.1).



Şekil 9.1. Seçilen segman kataloğu

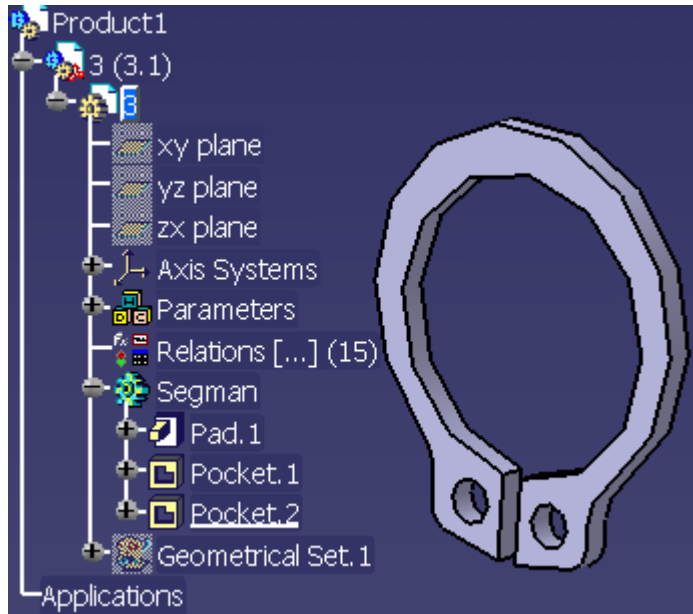
Seçilen dosyaya çift tıklanır. Ekranı; segmanların boyutlandırılmasına göre sıralandırılmış segman adları gelir (Şekil 9.2).

EK-9 (Devam) Catolog (CATProduct) segman uygulamaları



Şekil 9.2. Seçilen segman sınıf penceresi

Buradan segman adına çift tıklandığında Standart segman ölçüleri ekrana gelir ve devamında; segmanın ekranda modeli oluşur (Şekil 9.3).



Şekil 9.3. Katalog ile oluşturulan segman modeli

EK-10 VBA segman uygulamaları

Uygulama 1

Kama Tipi

- A Biçimli Kama

Parametre Seçimi

- Otomatik Parametre

Girdiler

- Düzlem -> YZ Düzlemi
- Merkez nokta-> X=0, Y=20, Z=0
- Doğru yönü-> X yönü

Girilen Parametreler

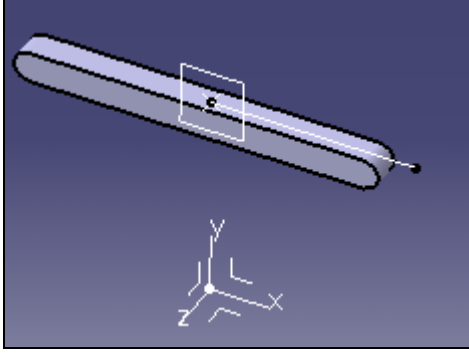
- Kama Yüksekliği=3 mm

Seçilen otomatik 2 numaralı parametreler (Kama Genişliği=3 mm, Kama Boyu=36 mm)

Şekil 10.1. Seçilen vba kama penceresi

EK-10 (Devam) VBA segman uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 10.2. Vba ile oluşturulan kama modeli

EK-11 Knowledge Based Engineering ile kama uygulamaları

Uygulama 1

Kama Tipi

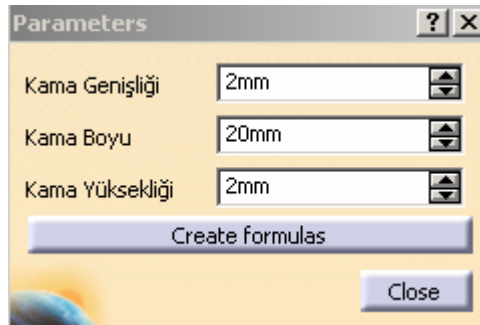
- A Biçimli Kama

Girilen Parametreler

- Kama Yüksekliği=5 mm
- Kama Boyu=30 mm
- Kama Genişliği=5 mm

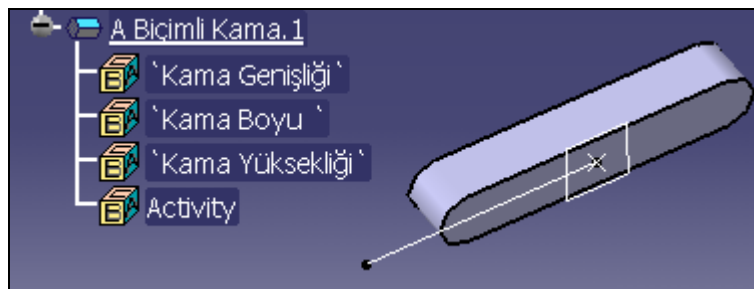
Girdiler

- Düzlem -> YZ Düzlemi ya da Axis YZ Plane
- Merkez nokta-> X=75, Y=-30, Z=-25 ya da Axis Origin
- Doğru yönü-> Y yönü ya da Axis Y



Şekil 11.1. Seçilen bilgi tabanlı kama parametre penceresi

Uygulama Sonucu



Şekil 11.2 Bilgi tabanı ile oluşturulan kama modeli

EK-12 Katalog sistemi kama uygulamaları

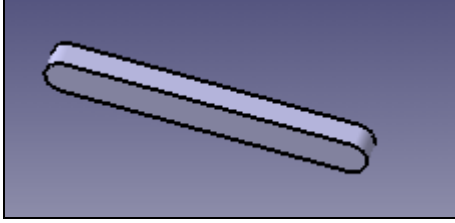
Uygulama 1

Kama

Seçilen Rulman Numarası

- 2x2x20

Uygulama Sonucu



Şekil 12.1. Katalog ile oluşturulan kama modeli

EK-13 Knowledge Based Engineering ile kanal uygulamaları

Uygulama 1

Kanal Tipi

- Segman Kanalı

Girdiler

- Düzlem -> XY Düzlemi ya da Axis XY Plane
- Kanal dönüş yönü-> X yönü ya da Axis X
- Kanal başlangıç ölçü yüzeyi-> Face

Girilen Parametreler

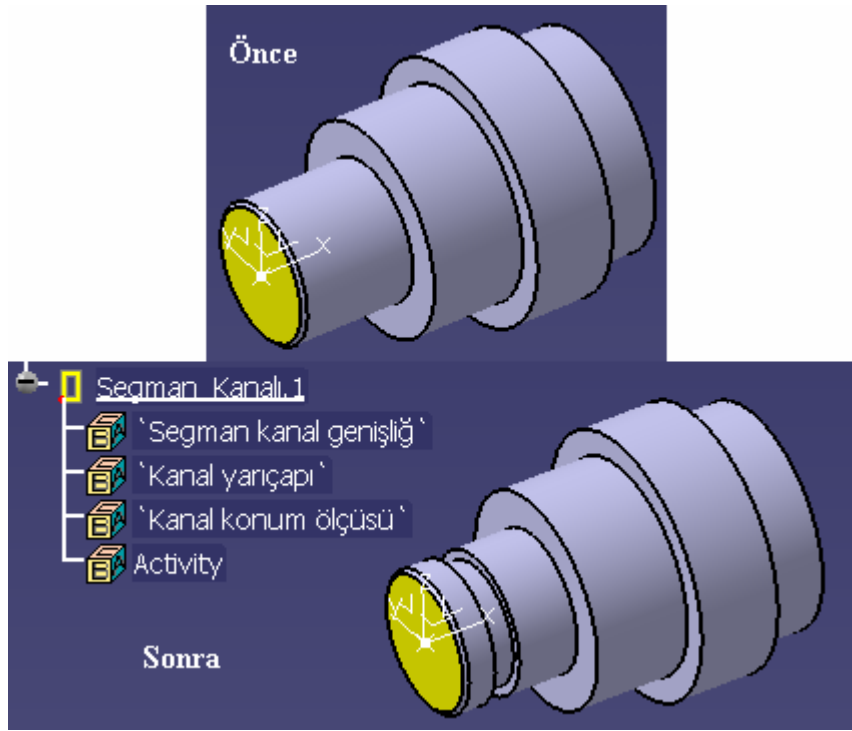
- Segman Kanal Genişliği=12 mm
- Kanal Yarıçapı=28 mm
- Kanal Konum Ölçüsü=15 mm



Şekil 13.1. Seçilen bilgi tabanlı segman kanalı parametre penceresi

EK-13 (Devam) Knowledge Based Engineering ile kanal uygulamaları

Uygulama Sonucu



Şekil 13.2 Bilgi tabanı ile oluşturulan segman kanalı

Uygulama 2

Kanal Tipi

- Kama Kanalı

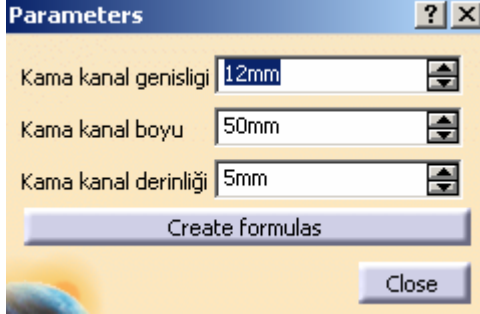
Girdiler

- Düzlem -> XY Düzlemi ya da Axis
XY Plane
- Kanal yönü-> X Yönü
- Merkez nokta-> X=90, Y=0, Z=49

■Girilen Parametreler

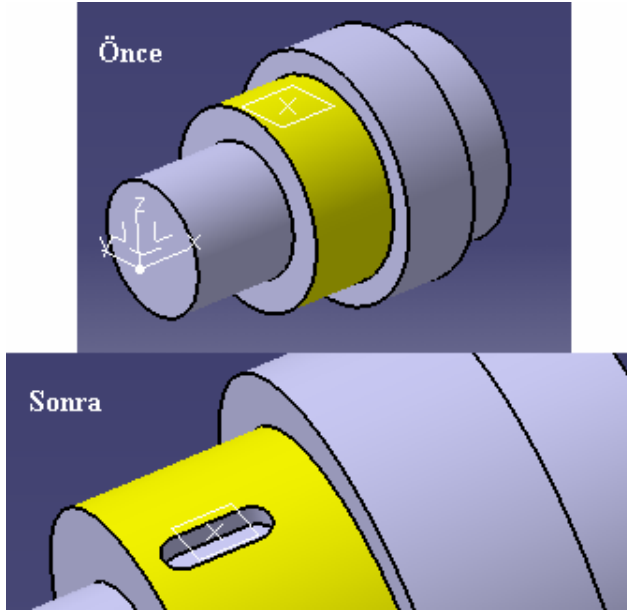
- Kama Kanal Genişliği=8 mm
- Kama Kanal Boyu=25 mm
- Kama Kanal Derinliği=5 mm

EK-13 (Devam) Knowledge Based Engineering ile kanal uygulamaları



Şekil 13.3. Seçilen bilgi tabanlı kama kanalı parametre penceresi

Uygulama Sonucu

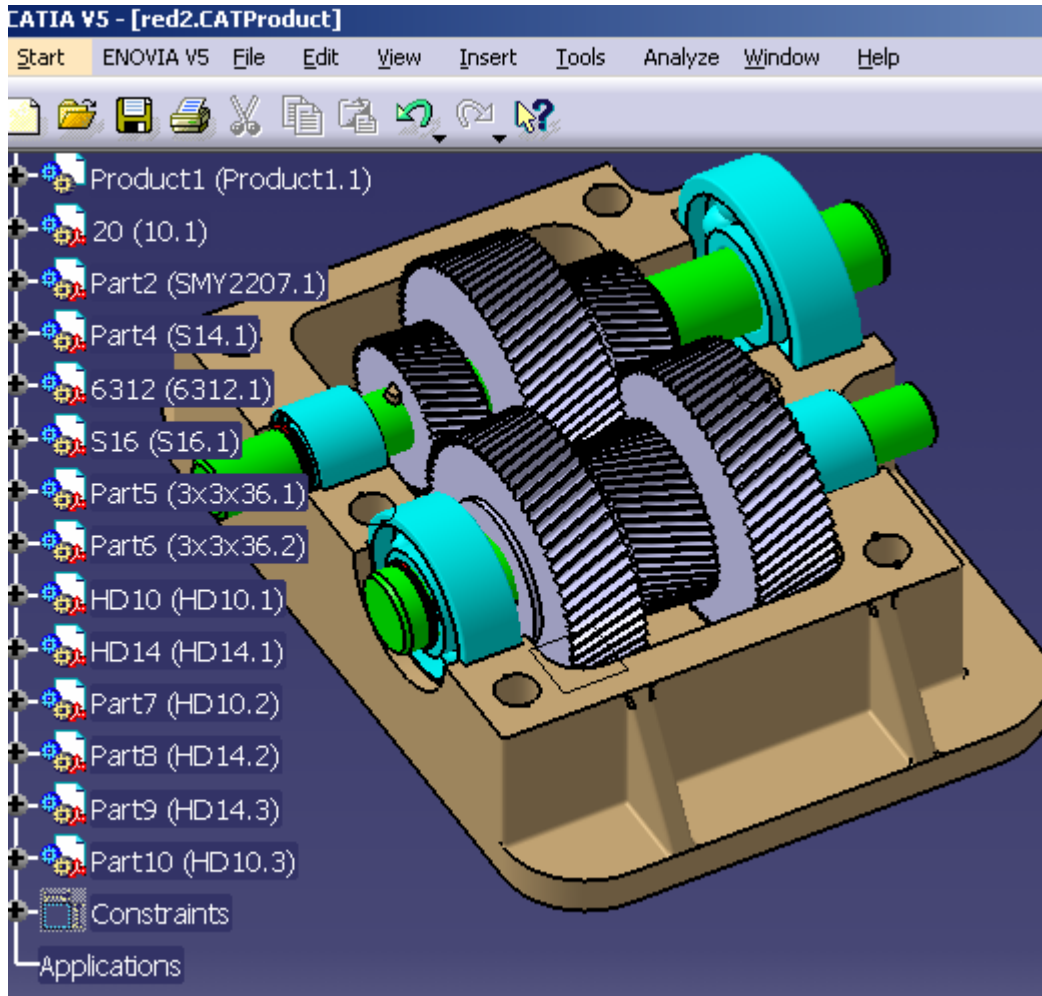


Şekil 13.4. Bilgi tabanı ile oluşturulan kama kanal

EK-14 Otomasyon sistem uygulaması

Uygulama 1

Bu uygulamada kullanılan makine elemanları yukarıda anlatılan uygulamalarla oluşturulmuştur. Elde edilen makine elemanları montaj ortamında bir araya getirilmiştir (Şekil 14.1.). Modeli oluşturan elemanların parametreleri ürün ağacından çift tıklayarak değişiklik yapılabilir.



Şekil 14.1 Sistemi oluşturan elemanların bir model üzerinde uygulanması

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : UTANIR, İbrahim
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1980 Bursa
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (224) 342 01 38
 Faks :
 e-mail : ibrahimutanir@yahoo.com.

Eğitim Derece

Eğitim Birimi

Mezuniyet tarihi

Lisans

Gazi Üniversitesi Talaşlı
Üretim Öğretmenliği Bölümü

2003

Lise

Tophane E.M.L

1997

İş Deneyimi Yıl

Yer

Görev

2005-2007

BİLTİM Bilgisayar Destekli
Tasarım ve Üretim San. Tic.
Ltd. Şti.

CAD/CAE/CAM
Danışmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Gülesin, M., Güllü, A., Utanır, İ., 2003,“Unigraphics NX İle Modelleme”, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
2. Utanır, İ., 2005,“Unigraphics NX 2 Mekanik Modelleme ve Montaj”, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.

Hobiler

Basketbol, Yüzmek.