

**GRUP TEKNOLOJİSİ ESASLI İMALAT SİSTEMLERİNİN
MODELLENMESİ VE ANALİZİ**

ALİ İHSAN SULAK

133458

**DOKTORA TEZİ
(MAKİNA EĞİTİMİ)**

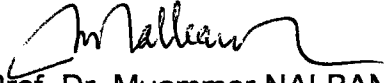
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Nisan 2003
ANKARA**

133458

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Ali İhsan SULAK tarafından hazırlanan "GRUP TEKNOLOJİSİ ESASLI İMALAT SİSTEMLERİNİN MODELLENMESİ VE ANALİZİ" adlı bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarız.


Prof. Dr. Muammer NALBANT

Tez Yöneticisi


Yrd. Doç. Dr. Zafer TEKİNER

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Makine Eğitimi Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR

Üye : Prof. Dr. Muammer NALBANT

Üye : Prof. Dr. Kürşad DÜNDAR

Üye : Prof. Dr. Faruk MENDİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cevdet GÖLOĞLU

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	5
3. GRUP TEKNOLOJİSİ TEMEL PRENSİPLERİ	16
3.1. Grup Teknolojisi İle İlgili Temel Kavramlar	16
3.2. Grup Teknolojisinin BDT/BDÜ Bütünleşmesindeki Etkisi	16
3.3. Parça Ailesi Oluşturma ve GT Hücresi	18
3.3.1. El ile yapılan gruplama	20
3.3.2. Üretim akış analizi (ÜAA)	20
3.3.3. Sınıflandırma ve kodlama sistemi	22
3.3.4. Kodlama sisteminin yapısı	25
3.3.4.1. Hiyerarşik kodlama	25
3.3.4.2. Zincir kodlama	26
3.3.4.3. Hibrit kodlama	27
3.3.5. Kodlama sisteminin seçimi	28
3.3.6. İşletmenin kendi kodlama sistemini geliştirmesi	30
3.3.7. Kodlama sistemi örnekleri	31
3.3.7.1. OPITZ kodlama sistemi	32
3.3.7.2. MICLASS kodlama sistemi	33
3.3.7.3. CODE kodlama sistemi	34
3.3.7.4. DCLASS kodlama sistemi	35
3.4. Tasarımın rasyonelleştirilmesi	37
3.5. Grup Üretimi	38
3.5.1. Makine grubu (hücresi)	38
3.5.2. Sayısal denetimli parça programlaması	39
3.6. Grup Teknolojisi Üretim Yönetimi	39
3.6.1. Bilgisayar destekli işlem planlama	40
3.6.2. Üretim kontrolü programlama	40
3.7. Grup Teknolojisi ve Otomasyonlu Fabrika Sistemleri	41
4. GRUP TEKNOLOJİSİ İÇİN İŞLEM PLANLAMA	42
4.1. İşlem Planlama Esasları	42
4.1.1. İşlem tasarımı	42
4.1.2. Operasyon tasarımı (İş Tasarımı)	42
4.2. İşlem Planlamasında Temel Yaklaşımlar	43
4.2.1. Değişken yaklaşım	44

4.2.2. Üretken yaklaşım	45
4.3. Grup Teknolojisi İçin İşlem Planlama Modelleri	47
5. DXF VERİ YAPISI	49
5.1. DXF Formatının Yapısı	49
6. UNSUR KAVRAMI	55
6.1. Unsur Tanıma ve Çıkarma	56
6.2. Çizge Tabanlı Teknikler	56
6.3. Dış Bükey Kabuk Ayırıştırma Tekniği	56
6.4. Kural Tabanlı Teknikler	57
6.5. Unsur Tabanlı Tasarım	58
7. KESME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	63
7.1. Talaş Kaldırma Faktörlerinin Optimizasyonu	63
7.2. Kesme Faktörleri Arasındaki İlişkiler	63
7.3. Teknik Açısından Optimum Kesme Faktörleri	66
7.4. Verimlilik (Maksimum Üretim) Açısından Kesme Faktörleri	67
7.5. Minimum Maliyet Açısından Optimum Kesme Faktörleri	69
7.6. Programda Kullanılan Optimizasyon Yöntemi	71
8. GELİŞTİRİLEN PROGRAM	73
8.1. Parça Tanımlama Modülü	75
8.1.1. DXF Dosya Yorumlama modülü	77
8.1.2. Unsur Tabanlı Çizim modülü	81
8.1.3. GT kod tanımlama modülü	90
8.2. Parça İşlemleri Modülü	98
8.2.1. Parça Kartları modülü	99
8.2.2. İşlem planlama modülü	100
8.2.3. CNC Kod Türetme modülü	102
8.2.4. Kesme parametrelerinin optimizasyonu modülü	104
8.3. Gruplandırma Modülü	106
8.3.1. Parça aileleri	107
8.3.2. Hücreler	109
8.4. Veri Tabanları Modülü	110
8.4.1. Kesici Veri tabanı	111
8.4.2. Malzeme veri tabanı	116
8.4.3. Tezgah veri tabanı	120
8.5. Çıkış	120
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR.....	124
EKLER	128
ÖZGEÇMİŞ	154

**GRUP TEKNOLOJİSİ ESASLI İMALAT SİSTEMLERİNİN
MODELLENMESİ VE ANALİZİ
(DOKTORA TEZİ)**

Ali İhsan SULAK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Nisan 2003**

ÖZET

Bu çalışmada silindirik parçaların imalatı için Grup Teknolojisi (GT) esaslı imalat analizlerinin yapılması ve parçaların sınıflandırılması için Delphi 4.0 Programlama Dili kullanılarak bir program geliştirilmiştir. Geliştirilen bu programda öncelikle kesici takım, kesici uç, uç cinsi, malzeme ve tezgah veri tabanları kullanıcı etkileşimli olarak oluşturulmuştur. Sisteme iş parçası verileri üç farklı yöntemle; DXF veri dosyalarından, unsur tabanlı çizilerek veya GT kodu verilerek girilebilmektedir. Girilen veriler program tarafından yorumlanarak parça üzerindeki unsurlar ve boyutlar bulunmaktadır. Her bir unsur için kesici takım, kesici uç ve uç cinsi seçilerek maksimum üretime ve minimum maliyete göre kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmaktadır. Geliştirilen kodlama sistemi ile parçalara grup kodları atanmaktadır. Grup kodları yardımıyla işlem planlaması, parça kartları ve CNC kodları oluşturulmaktadır. Ayrıca sistemde tanımlanan parçalar arasındaki benzerliklerden yararlanılarak malzemeye, tezgaha ve unsurlara göre parça aileleri oluşturulabilmektedir.

Bilim Kodu : 626.12.01

Anahtar Kelimeler : Grup Teknolojisi, Unsur Tanıma, İşlem Planlama.

Sayfa Adedi : 154

**Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Muammer NALBANT,
Yrd. Doç. Dr. Zafer TEKİNER**

MODELLING AND ANALYZING THE GROUP TECHNOLOGY BASED MANUFACTURING SYSTEMS

(Ph. D. Thesis)

Ali İhsan SULAK

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

April 2003

ABSTRACT

In this study, a computer program has been developed using Delphi 4.0 Programming Language. This program is capable of Group Technology (GT) based manufacturing system analysis and part classification. In this developed program, databases for tool holders, cutting tools, cutting tool grades, materials and machine tools were generated as user interactive. Workpiece data can be entered to the program by three different ways; DXF files, feature based drawings and by assigning GT codes. The entered data is evaluated by the program and then the features and dimensions are determined. For each feature, cutting parameters optimisation was carried out according to the maximum production rate and minimum cost by selecting the tool holder, cutting tool and its grade. Group codes are assigned to the parts by the developed coding system. With the help of the coding system, process planning, part data cards and CNC codes were created. In addition, part families based on the workpiece material, machine tool and features can be generated using the similarities between the parts.

Science Code : 626.12.01

**Key Words : Group Technology, Feature Recognition, Process
Planning.**

Pace Number : 154

**Adviser : Prof. Dr. Muammer NALBANT,
Yrd. Doç. Dr. Zafer TEKİNER**

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Prof. Dr. Muammer NALBANT' a, tecrübelerinden yararlandığım Yrd.Doç. Dr. Zafer TEKİNER' e, çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Harun SULAK' a teşekkürü borç bilirim.



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Atelye tipi imalat sisteminde yapılan işlemler yüzdelik zamanı [1] .	2
Şekil 2.1. Temel şekillerin açıklaması ve parametreleri	9
Şekil 2.2. İmalat özelliklerinin tanımlanması	10
Şekil 2.3. Önerilen sistemin bütünleşik yapısı	10
Şekil 3.1. Örnek parça ailelerinde geometri ve şekil olarak benzerlik	18
Şekil 3.2. Örnek parça ailelerinde üretim prosesi (işlem) olarak benzerlik ...	18
Şekil 3.3. Geometrik şekline göre gruplanmış parçalar	19
Şekil 3.4. İmalat işlemine göre gruplanmış parçalar	19
Şekil 3.5. Parça-Tezgah kartı	21
Şekil 3.6. Üretim akış analizi örneği	22
Şekil 3.7. Bir alın dişlisi için hiyerarşik kod yapısı	26
Şekil 3.8. Zincir kod örneği	27
Şekil 3.9. Bir kovan için dokuz rakamlı OPITZ kodu	32
Şekil 3.10. MICLASS kodlama sisteminin yapısı	33
Şekil 3.11. CODE kodlama sistemi	35
Şekil 3.12. Sekiz rakamlı DCLASS kod yapısı	36
Şekil 3.13. Grup teknolojisi yerleşim düzeni	38
Şekil 4.1. İşlem planlamasında bilgi akışı	43
Şekil 6.1. Modelleme programlarının tarihsel gelişimi [25]	55

Şekil 6.2. Alın unsuru tanıma kuralı	57
Şekil 6.3. Kanal unsuru tanıma kuralı	58
Şekil 6.4. Dönel parçalarda alın tornalama unsurları tanımlama kuralları	60
Şekil 6.5. Dönel parçalarda düz kanal unsuru tanımlama kuralı	61
Şekil 6.6. İşleme özelliğine göre silindirik yüzey belirleme kuralı	62
Şekil 7.1 Teknik açıdan optimum kesme hızı [48]	66
Şekil 7.2. Verimlilik (maksimum üretim) açısından optimum kesme hızı	68
Şekil 7.3. Maliyet açısından optimum kesme hızı	70
Şekil 8.1. Programın genel yapısı	73
Şekil 8.2. Giriş diyalog kutusu	74
Şekil 8.3. Silindirik Tasarım diyalog kutusu	74
Şekil 8.4. Parça Tanımlama menüsü	76
Şekil 8.5. DXF dosya yorumlama modülü akış diyagramı	77
Şekil 8.6. DXF dosya yorumlama diyalog kutusu	78
Şekil 8.7. DXF dosya alma diyalog kutusu	79
Şekil 8.8. DXF kodları ve parça şeklinin görüldüğü DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusu	80
Şekil 8.9. DXF kodlarının GT kodlarına dönüştürülmesi	80
Şekil 8.10. Unsur Tabanlı Çizim modülü akış diyagramı	81
Şekil 8.11. Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusu	84
Şekil 8.12. Yeni parça çizim diyalog kutusu	85
Şekil 8.13. Unsur Tabanlı Çizime başlama diyalog kutusu	85
Şekil 8.14. Alın yüzeyi çizim menüsü	86
Şekil 8.15. Vida çizim menüsü	87

Şekil 8.16. Konik yüzey çizim menüsü	87
Şekil 8.17. Silindirik Yüzey çizim menüsü	88
Şekil 8.18. Radüs çizim menüsü	88
Şekil 8.19. Kesme yüzeyi çizim menüsü	89
Şekil 8.20. Düz delik çizim menüsü	89
Şekil 8.21. Unsur tabanlı çizim modülü ile ornek2 adlı parçanın çizimi ve GT kodları	90
Şekil 8.22. GT kod tanımlama modülü akış diyagramı	90
Şekil 8.23. Örnek parça	92
Şekil 8.24. Alın yüzey kod yapısı	92
Şekil 8.25. Vida kod yapısı	92
Şekil 8.26. Konik yüzey kod yapısı	93
Şekil 8.27. Silindirik yüzey kod yapısı	93
Şekil 8.28. Radüs kod yapısı.....	93
Şekil 8.29. Alın yüzey kod yapısı	93
Şekil 8.30. Düz delik kod yapısı	94
Şekil 8.31. GT Kodu ile Parça Tanımlama diyalog kutusu	94
Şekil 8.32. Yeni kod tanımlama diyalog kutusu	95
Şekil 8.33. Düzlem yüzey kodu tanımlama menüsü	95
Şekil 8.34. Düz Delik kodu tanımlama menüsü	96
Şekil 8.35. Radüs kodu tanımlama menüsü	96
Şekil 8.36. Dış Vida kodu tanımlama menüsü	97
Şekil 8.37. İç Vida kodu tanımlama menüsü	97
Şekil 8.38. Örnek parça unsur kodları ve unsur tanımları	98

Şekil 8.39. Parça İşlemleri menüsü	99
Şekil 8.40. Parça Kartları akış diyagramı	99
Şekil 8.41. Parça kartları diyalog kutusu	100
Şekil 8.42. İşlem planlama modülü akış diyagramı	101
Şekil 8.43. İşlem Planlama Verileri diyalog kutusu	102
Şekil 8.44. CNC Kodu Türetme modülü akış diyagramı	102
Şekil 8.45. CNC Kodu Türetme diyalog kutusu	103
Şekil 8.46. Örnek1 adlı parçanın CNC parça programı	104
Şekil 8.47. Optimizasyon modülü akış diyagramı	104
Şekil 8.48. Optimizasyon Verileri diyalog kutusu	105
Şekil 8.49. Gruplandırma modülü akış diyagramı	106
Şekil 8.50. Gruplandırma menüsü	107
Şekil 8.51. Artan unsurlar.....	108
Şekil 8.52. Azalan unsurlar.....	108
Şekil 8.53. Artan ve azalan unsurların kombinasyonundan oluşan parça.....	108
Şekil 8.54. Unsur pozisyonunu belirten koordinat sistemi.....	108
Şekil 8.55. Parça aileleri menüsü	109
Şekil 8.56. Hücreler menüsü	110
Şekil 8.57. Veri Tabanları menüsü	111
Şekil 8.58. Kesici Veri Tabanı menüsü	111
Şekil 8.59. Sağ yan kesiciler veri tabanı	112
Şekil 8.60. Sol yan kesiciler veri tabanı	112
Şekil 8.61. Kanal Kalemleri veri tabanı	113

Şekil 8.62. Keski Kalemleri veri tabanı	113
Şekil 8.63. Delik Kalemleri veri tabanı	113
Şekil 8.64. Matkaplar veri tabanı	114
Şekil 8.65. Kesici uçlar veri tabanı	114
Şekil 8.66. Uç cinsleri veri tabanı	115
Şekil 8.67. Kesici resimleri veri tabanı	115
Şekil 8.68. Kesici uç resimleri veri tabanı	116
Şekil 8.69. Malzeme veri tabanı	117
Şekil 8.70. Veri tabanı güncelleme işlemleri	117
Şekil 8.71. Malzeme Kod Dönüşümleri	118
Şekil 8.72. Tezgah veri tabanı	120

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Parçaların birincil GT kodları	11
Çizelge 2.2. Parçaların ikincil GT kodları	11
Çizelge 2.3. Temel işlem kodları ve ilgili işlem ağırlıkları	12
Çizelge 3.1. Dünya çapında kullanılan sınıflandırma ve kodlama sistemlerinden bazıları [29]	24
Çizelge 4.1. Bazı ticari değişken işlem planlama sistemleri	45
Çizelge 4.2. Üretken işlem planlama sistemleri (45)	46
Çizelge 5.1. DXF grup kodları [20]	51
Çizelge 5.2. DXF değişkenleri [20]	52
Çizelge 8.1. Dönel parçalara ait tanımlanan temel unsurlar	83
Çizelge 8.2. Programda kullanılan geometrik özelliklerin adı, sembolü ve kodları	91
Çizelge 8.3. Malzeme grup listesi	119

KISALTMALAR

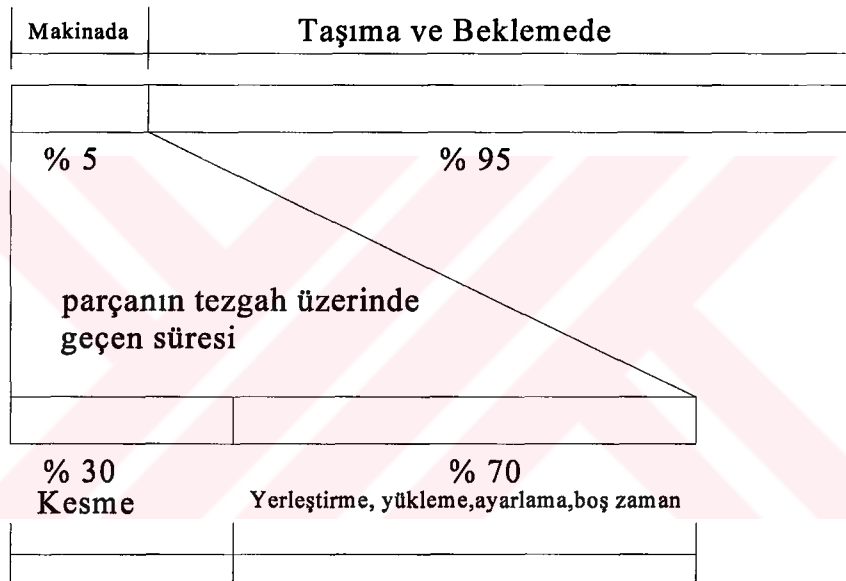
Bu çalışmada kullanılan kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Kısaltmalar	Açıklama
GT	Grup Teknolojisi
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
DNC	Doğrudan Nümerik Kontrol
EÜS	Esnek Üretim Sistemi
BBÜ	Bilgisayar Bütünleşikli Üretim
BDİP	Bilgisayar Destekli İşlem Planlama
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
BSD	Bilgisayarlı Sayısal Denetim
MİP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
ÜAA	Üretim Akış Analizi
UTT	Unsur Tabanlı Tasarım

1. GİRİŞ

Serbest ekonomi toplumunun üstünlüklerinden sayılan seri üretim ve seri tüketim anlayışı son yıllarda değişmiştir. 1980' li yıllar düşük ekonomik büyüme, kaynak tasarrufu ve enerji tasarrufu devri olarak bilinmektedir. Ekonomik durgunluk, enerji krizleri, malzeme kaynaklarının kıtlığı, kirliliğin artması, yetenekli işgücünün eksikliği, ürün tasarımındaki hızlı değişimler, teknolojik yenilikler gibi etkenler imalat firmalarını, kişiye özel ürünlerle karakterize olan pazar değişmelerine kendilerini intibak ettirmek için çok ürünlü ve küçük parti büyüklüğünde (atelye tipi) üretim çeşitlerini adım adım kabullenmeye zorlamıştır. Bu durum pek çok firmanın belirli kısa zaman dilimlerinde üretim yapmalarına ve her bir ürünün üretim hacminin daha düşük olmasına neden olmuştur. Bu tür üretime, çok ürünlü küçük ölçekli (küçük parti) üretim, atelye tipi üretim, değişken üretim veya siparişe göre üretim denmektedir. Çok ürünlü küçük parti büyüklüğünde üretimde, ürün çeşitliliği, üretim sürecinin çeşitliliği, üretim kapasitesinin karmaşıklığı, dış çevre şartlarının belirsizliği, üretimin planlama ve programlanmasının zorluğu üretimde zorluklara sebep olmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için geliştirilen pek çok yaklaşım vardır. Bu yaklaşımlardan birisi dünya çapında gelişen, imalat firmalarının sürekli ilgi gösterdikleri Grup Teknolojisi (GT) yaklaşımıdır. Grup Teknolojisi, tasarım ve üretimde, parça ve işlemlerdeki aynılık ve benzerliklerin tanımlarının kullanılarak benzer tasarım ve/veya üretim süreçlerine sahip değişik parça ve ürünlerin gruplanarak üretilmesiyle üretimde verimliliği artırmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Grup teknolojisinin uygulanmasıyla, seri üretimin avantajlarından sayılan, işlem noktasında akış tipi, zamanı ve maliyeti azaltma, materyal akış ve aktarımında basitlik, tasarımın rasyonelleşmesi ve üretim süreçlerinin standardizasyonu gibi pek çok avantajların elde edileceği belirtilmiştir. Şimdiye kadar dünya çapında değişik ülkeler (kuruluşlar ve endüstriler) tarafından daha yüksek imalat verimliliği için grup teknolojisi uygulamalarına yoğun çaba harcanmıştır.

İmalatta verimliliği artırmada mevcut problemlerin en önemlilerinden birisi tezgahlarda boşa geçen zamanın yüksek olmasıdır. Örneğin, bu durum atelye tipi bir imalat sisteminde toplam zamanın % 5' i gerçekten makine üzerinde gerçekleşirken zamanın % 95'i taşıma ve bekleme olarak geçmektedir. Bu %5' lik zamanında Şekil 1.1' de görüldüğü gibi sadece %30'u materyallerin kesilmesi gibi verimli zaman olarak geçmektedir [1]. Bu yüzden daha yüksek imalat verimliliği için bu durumun geliştirilmesine yoğun çaba harcanmalıdır.



Şekil 1.1. Atelye tipi imalat sisteminde yapılan işlemlerin yüzdeler zamanı [1]

Boşa geçen zamanı en aza indirecek yaklaşımlardan birisi otomasyondur. Otomasyon herhangi bir mekanizmadaki boşa geçen kayıpları azaltacağından makine kullanımını arttıracak, bu da işletmenin veriminin artmasını sağlayacaktır. Bu yüzden, daha yüksek imalat verimliliği için bu durumun geliştirilmesine yoğun çaba harcanmalıdır.

Son zamanlarda, bilgisayarların çok değişik uygulamalarının kullanılmasıyla dünya imalat teknolojisindeki hızlı gelişmeler sonucu, gelişmiş imalat teknolojilerinde yoğun ilgi ve çaba, kontrol, otomasyon ve imalatın optimizasyonu alanlarına yönelmiştir. Şu da unutulmamalıdır ki, yeni şiddetli

ekonomik ve sosyal baskılar imalat endüstrisini, imalat verimlilik, üretim maliyetleri, iş tatmini veya iş zenginleştirilmesi, çevresel faktörler v.b. alanlarında etkilemektedir. Modern imalat endüstrisinde, dikkatle incelenmesi ve ele alınması gereken en önemli olaylardan birisi üretim eğilimlerindeki değişmedir. Tüm bu gelişmeler ileri üretim teknolojilerinin doğuşuna neden olmuştur. Bu teknolojilerin gelişimi ise tasarım/çizim, planlama/programlama, fabrikasyon şeklinde üç ana grupta açıklanabilir.

Fabrikasyon alanında sayısal denetim ile başlayan çalışmalar, bilgisayarlı sayısal denetim ve sistemdeki diğer bilgisayarlarla bağlantılı olarak çalışan doğrudan sayısal denetim ile devam etmiştir. Bilgisayarlar ile desteklenen üretim gerçekleştirilmeye başlanmış ve bilgisayarlı tasarım ve imalat bir sistem haline dönüştürülerek Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim (BDT/BDÜ) sistemleri oluşturulmuştur. Üretim sistemi ile finans, pazarlama, muhasebe gibi diğer işletme sistemleri bütünleştirilmesiyle Bilgisayarla Bütünleşik Üretim (BBÜ) sistemleri ortaya çıkmıştır. Bilgisayarlar, çok karmaşık yapılara sahip sistemlerin birleştirilmesi ve bütünleştirilmesini kolaylaştırmıştır.

Planlama ve programlama alanında grup teknolojisi ile başlayan çalışmalar kodlamanın geliştirilmesi ile Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması (BDİP) ile devam etmiştir. 1970'li yıllarda Malzeme İhtiyacı Planlaması, (MİP) adı altında geliştirilen bilgisayar programı ile üretim planlamacıları son ürünün talebindeki değişime paralel olarak stok ve üretim çizelgelerini uyarlama imkanına kavuşmuştur. MİP, geliştirilerek planlamada kullanılmak üzere daha geniş kapsamlı İmalat Kaynakları Planlaması (IKP) geliştirilmiştir.

İmalat sistemlerindeki bu gelişmeler, sistemde bilgisayar desteğini zorunlu hale getirmiştir. Günümüzde kendini geliştiren imalat sektöründe bilgisayar kullanımının ve kültürünün büyük etkisi olduğu görülmektedir. Günümüzde büyük önem kazanan atelye tipi üretimde, çeşitliliğin fazla, parti büyüklüğünün az olduğu düşünüldüğünde imalat sisteminin esnek olması ve

tamamen bilgisayar ile desteklenmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bütün bu gelişmeler GT yaklaşımını ortaya çıkarmış ve bu yaklaşımda Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim (BDT/BDÜ) anlayışının gelişmesini sağlamıştır.

Bir ürünün tasarımından üretimine kadarki sürecin tamamen bilgisayar destekli olarak gerçekleşmesi ürün gelişimini hem tasarım hem de üretim aşamalarında çok olumlu etkilemiş ve endüstride BDT/BDÜ uygulamalarını vazgeçilmez kılmıştır.

Bir imalat sisteminde, “GT Esaslı Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim” yaklaşımı sayıca değişken ancak yapısal olarak birbirleriyle geometrik uyum isteyen parçaların imalatında kalite, hız ve grup çalışması imkanı sağlar.

Yapılan bu çalışmanın amacı; imalatı düşünölen dönel parçalara ait verilerin, BDT yazılımıyla oluşturulan iki boyutlu izimlerinin DXF veri dosyalarından, geliştirilen program içindeki unsur tabanlı çizim modölü ile oluşturulan çizimlerin veri tabanından veya programda geliştirilen GT kodlama modölünden parçalara ait kod girilmesi suretiyle oluşturulan veri tabanından okunmasını sağlamak, bu veriler dikkate alınarak, işlenecek unsurların tanınmasını gerçekleştirmektedir. Daha sonra GT yaklaşımı ile parça aileleri ve imalat hücrelerinin otomatik olarak oluşturulmasını sağlamaktır. İmalat hücrelerinde kullanılacak tezgahlar belirlenirken, oluşturulan malzeme, kesici, tezgah veri tabanlarındaki veriler dikkate alınarak optimizasyon yapmak ve en uygun kesme parametreleri ve tezgahı belirlemek aynı zamanda otomatik işlem planlamasını gerçekleştirmektedir. Son adım olarak parçaları işlemek için CNC parça programlarını elde etmektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Üretim sistemleri incelendiğinde, Grup Teknolojisi (GT) üretim sistemlerinin verimliliğini artırmakta önemli bir prensip olarak ortaya çıkmıştır. Buna bağlı olarak grup teknolojisi esaslı imalat sistemleri ile ilgili çok farklı yaklaşımlar literatürde yer almıştır.

Grup teknolojinin uygulamasında Burbidge geliştirdiği üretim akış analizleri (ÜAA) yöntemi ile üretilecek tüm parçalar tarafından makinadan-makinaya izlenen rotalar analiz edilerek makine-parça grupları belirlenmiştir [1].

GT problemini çözmek için gruplandırma işleminde benzerlik katsayılarından faydalanma fikrini ilk uygulayanlardan biri Mc AULEY olmuştur. Mc AULEY iki makine arasındaki benzerlik katsayısını hem her iki makineye uğrayan hem de tek bir makineye uğrayan parçaların sayısına ilişkin bir oran olarak tanımlamıştır [2].

Rajagopalan ve Batra, hücreli üretim sisteminin tasarımı için eşik değerinin seçiminde graf teorisi yaklaşımını teklif etmişlerdir. Bu yaklaşımda benzerlik katsayısı için eşik değerinin seçimi belli bir kurala dayanmaz, belli bir yargıya ihtiyaç gösterir [3].

King, gruplandırma matris yaklaşımını kullanan bir algoritma geliştirmiştir. Bu Algoritma Derece Sıralaması (DSA) olarak adlandırılır. DSA makine-parça ilişki matrisinin değerlerini ikili sistemde okuyarak her matris ve sütunu ikili sistemde dikkate alır ve onları ikili değerlere göre sıralar [4].

Kusiak ve Chow, içinde blok diyagonal yapıya sahip problemler için karşılıklı ayrılabilir kümeleri bulunan küme belirtme algoritması belirlemiştir [5].

Küme Belirleme Algoritması istisnai parçaları inceleyen durumlara çözüm getirmediği için, bu algoritma Kusiak tarafından yeniden ele alınıp geliştirilmiştir [6].

Mc Cormick, bağ enerjisi algoritması olarak adlandırılan genel bir gruplandırma analizi tekniği geliştirmiştir. Bu metodu uygulamak için makine-makine matrisi yerine parça-makine matrisinden yararlanılmaktadır [7].

Durmuşoğlu, GT imalatı için bir kümelendirme yöntemi geliştirmiştir. Geliştirilen bu yöntemde, başlangıçta makine tipi sayılarına sınır koymayıp, hiç istisnai eleman oluşturmeyen parça ve makine grupları elde edilmekte, daha sonra hangi imalat sistemine uyacaksa en az istisnai eleman yaratacak şekilde oradaki mevcut makine tipi sayılarına kontrollü olarak inmektedir [8].

Mutshan ve Mayer, prizmatik parçalarının otomatik işlem planlanmasını gerçekleştiren bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu sistemde BDT ortamında modellenen iş parçalarına ait geometrik veriler IGES formatında depolanarak uzman sisteme transfer edilmiş daha sonra tanımlanan bireysel işlemlerin dikkate alınmasıyla optimizasyon ve planlama gerçekleştirilmiştir [9].

Jerry ve Gray, bir üretim atelyesinde kullanılan tezgahların benzerliklerini kullanarak esnek bir algoritma geliştirmişlerdir [10].

Warren ve Cheng, hücresel üretim sistemlerinin tasarımı için bir yakın komşuluk algoritması geliştirmişlerdir. Hücresel üretim sistemini oluşturmada ilk adım tezgah gruplarını ve parça ailelerini tanımlamaktır. Gruplama ve veri organizasyonu algoritmaları ve sıralı seçip ayırma metodları, tezgah ve parça gruplama problemlerini çözmek için önerilen en yaygın metotlardır. Ancak bu yöntemler, bir çözüm matrisi oluşturmak için her zaman kullanılmaz. Çünkü tezgah gruplarının ve parça ailelerinin gözle tanımlanması oldukça zordur. Bu araştırmacıların geliştirdiği yakın komşuluk

algoritması gruplama ve veri organizasyonu metotlarının pek çok problemini ortadan kaldırmıştır. Yapılan bu çalışma ile elde edilen sonuçlar oldukça güvenilir ve etkilidir [11].

Sankaran ve Kasilingam, GT sistemlerinde hücre büyüklüğü ve makine planlanması adlı çalışmasında GT tabanlı esnek üretim sistemlerinde (EÜS-FMS) hücre boyutu, kapasitenin belirlenmesi ve hücre için gerekli elemanların belirlenmesinde eş zamanlı bir program modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde iş parçalarının tanımlanmasında kullanılan programın verimini artırmak için öncelikle sezgisel olarak parçaların gruplandırılması gerekmektedir [12].

Mahmoodi, Ruben ve Mosier, "Atelye hücrelerinde heuristik planlı grup teknolojisinin geniş bir analizi" isimli çalışmalarında geleneksel atelye yerleşim çalışması ile grup teknolojisi karşılaştırılmış ve işletmelerin büyüklüklerine göre verimlilik ve maliyet çalışması yapılmıştır [13].

Logendran, hücresel üretimde, hücre içi ve hücre dışı hareketlerin minimizasyonu için iş yüküne dayanan bir model geliştirmiştir. Bu çalışmaya göre algoritma dört adımdan meydana gelir. Birinci adım, hücre temsil etmektedir. İkinci adım, kümelendirmedir. Üçüncü adım, en kritik iş istasyonlarının belirlenmesidir. Dördüncü adım ise her parça için her hücredeki kümülatif proses zamanını değerlendirmektir [14].

Fields ve Anderson, katı model parça bilgilerinden biçim unsurlarının çıkarılması ile ilgilenmişlerdir. Çalışmalarında BREP grafiği kullanarak unsur çıkarma işlemini gerçekleştirmişlerdir. BREP yapısı tüm yüzeyler için tüm sınır kenarların girilmesinden ibarettir [15].

Gu, unsur tanıma yöntemlerinde bazı teknik bilgilerin (tolerans, yüzey işleme vb.) üzerinde durmuş, mevcut katı modelleme programlarında bu bilgilerin eksikliğini vurgulamıştır. Unsurlara bazı bilgiler tasarım aşamasında

eklenerek bu unsurların işlem planlama aşamasında kullanılması vurgulanmıştır [16].

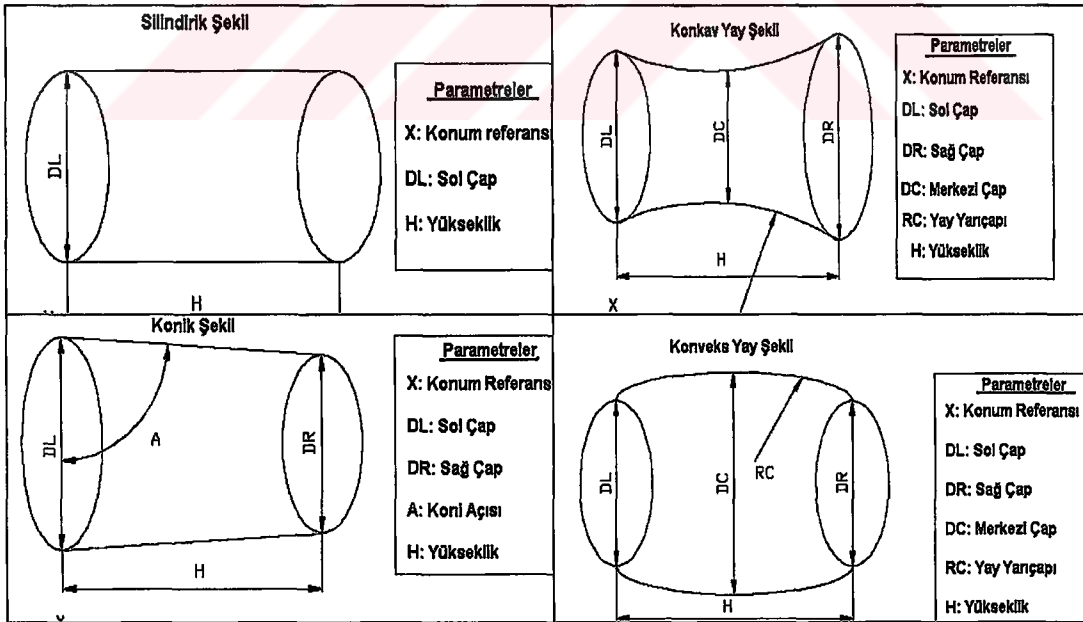
Hanada ve Hoshi, BDT ortamında tasarlanan parçaların işlenmesi için bir unsur tabanlı BDT/BDÜ sistemi geliştirmişlerdir. Prizmatik parçaların işlenmesi için geliştirilen sistemde imalat unsurları kullanılmıştır [17].

Lin ve ark., yaptıkları bir çalışmada unsur tabanlı model üzerinden, unsur tanıma ve unsur tabanlı tasarım yöntemlerini kullanarak imalat unsurlarının otomatik olarak çıkarılması ile ilgilenmişlerdir. Parça modelleri Pro Engineer programında oluşturulmuştur. Veri tabanından çıkarılan unsurlar işlem planlama ve NC kesici takım yolu oluşturma aşamalarında kullanılabilmektedir [18].

Joshi ve ark., BDT etkileşimli bir BDİP sistemi önermişlerdir. Yapay zeka teknikleri kullanılarak tasarım ve işlem planlama arasında bütünleşme amaçlanmıştır. Otomatik unsur tanıma takım yaklaşım yönü ve unsurlar arası öncelik ilişkileri incelenmiştir [19].

Tekiner, "Grup Teknolojisi Tabanlı Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması" adlı çalışmada grup teknolojisi ile ilgili yaklaşımlara yeni bir boyut kazandırmıştır. Yapılan çalışmada tasarımdan üretime kadar geçen süreçte bilgisayar kullanarak işlemlerin otomasyonunu gerçekleştirecek bir yazılım geliştirilmiştir. Delphi programlama dili ile oluşturulan yazılımla Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada prizmatik parçalar dikkate alınarak BDT yazılımı ile iş parçalarının katı modelinin DXF dosyasından bir unsur tanıma metodu geliştirilmiştir. Tanımlanan bu özelliklere göre parçanın üretimi için kesici takım ve uç seçimi, kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmış ve parça kartları oluşturulmuştur. Daha sonra GT yaklaşımıyla parça aileleri oluşturulmuş, her bir parça için işlem planlaması elde edilmiş ve CNC parça programı oluşturulmuştur [20].

Sheu, "Dönel Parçalar İçin Bilgisayar Bütünleşik İmalat Sistemi" adlı çalışmasında BDT/BDÜ/BDİP entegrasyonunu sağlamaya yönelik bir BBÜ sistemini ele almıştır. Çalışma dönel parçaların tasarım ve imalatına yönelik yapılmıştır. Parça modelinin kurulmasında bazı araştırmacılar dönel parçalar için 24 temel şekil kullanmışlardır. Bu sistemde gereksiz şekilleri azaltmak için imalat özelliklerine göre temel şekiller kullanılmaktadır. Temel şekiller silindir, konik, konveks yay ve konkav yay şeklinde belirlenmiştir. Ana temel şekiller ve ilgili parametreler Şekil 2.1'de verilmiştir. Ele alınan sistemde pah (chamfer), kavis (fillet), köşe, kanal ve dış bir şeklin imalat özellikleri olarak belirtilebilmektedir. Ana şekle eklenen imalat özellikleri şeklin geometrisini lokal olarak değiştirmektedir. Ardışık şekillerde boyutların ve topolojik ilişkilerin ele alınmasıyla eklenen imalat özellikleri kolayca tanımlanıp değiştirilebilecektir. İmalat verilerinin kesin ve net olarak belirlenmesi için parametrik tasarım ve özelliğe dayalı katı model kullanılmıştır. Ana şekil özellikleri ve imalat özellikleri kullanılarak BDT modeli oluşturulmaktadır.



Şekil 2.1. Temel şekillerin açıklaması ve parametreleri

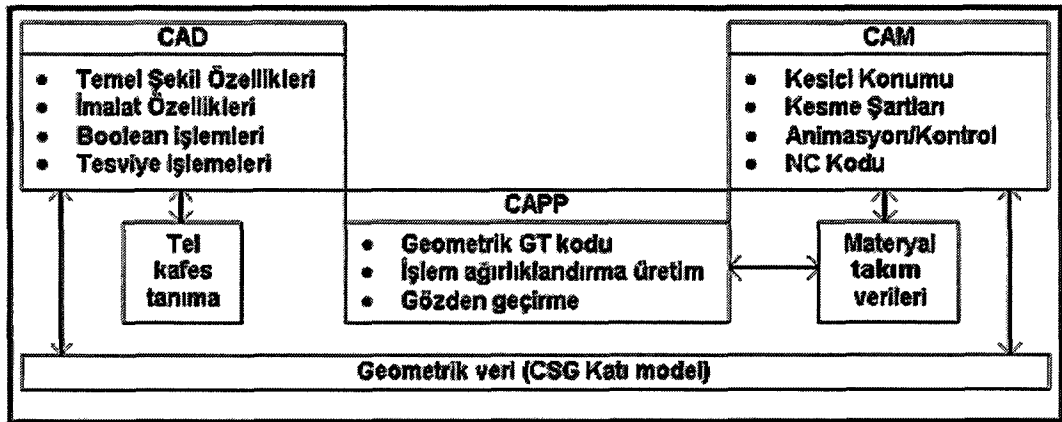
Katı modelin verileri diğer BDT/BDÜ sistemleri ile değiştirilebilmesi için DXF formatında saklanmıştır. Önerilen sistem kişisel bilgisayarlarda Windows

ortamında çalışacak şekilde C programlama dilinde hazırlanmıştır. Bu tür işlemlerin temel geometrik şeklin oluşturulması sırasında veya daha sonra yapılması mümkündür. Temel şekle eklenen imalat özellikleri sadece şekli değiştirmemekte aynı zamanda özel işleme süreçleri için verileri belirlemektedir. İmalat özelliklerinin gösterimi, Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. İmalat özelliklerinin tanımlanması

Şekil 2.3’ de bu entegre sistemin yapısı gösterilmektedir. CSG katı modeldeki parça verileri BDT/BDÜ/BDİP modülleri tarafından doğrudan kullanılmaktadır.



Şekil 2.3. Önerilen sistemin bütünlük yapısı

GT kod sistemi geometrik özellikler ve hammadde verilerinin sınıflandırılması için tasarlanmıştır. Parça geometrisinin GT kodu birincil ve ikincil kod olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. GT koduna eklenen yedek kodlar ise daha detaylı karşılaştırmalar için cisimlerin topolojisini temsil etmektedir.

Çizelge 2.1 birincil kodları, Çizelge 2.2 ikincil kodları göstermektedir. İkinci ve üçüncü basamaklar dış ve iç çaptaki değişimleri açıklamaktadır. Dördüncü basamak düzlem, beşinci basamak şekillendirme kriterlerini belirtmektedir. İkincil kodlar, uzunluk, materyal, ham şekil ve pürüzlülük değerlerini temsil etmektedir.

Çizelge 2.1. Parçaların birincil GT kodları

Kod	1.Basamak	2.Basamak	3.Basamak	4.Basamak	5.Basamak
<u>Kullanım</u>	<u>Boyut</u> <u>S=L/D</u>	<u>Dış Şekil</u>	<u>İç Şekil</u>	<u>Düzlem</u>	<u>Şekillendirme</u>
Detay	0 $S \leq 1$	1 BB	1 BB	0	0 Hiçbiri
	1 $S < 3$	2 BS	2 BS	1	1 Dış
	2 $S \geq 3$	3 SB	3 SB	2	2 pah, kavis, köşe
		4 SBS	4 SBS		
		5 BSB	5 BSB		4

Çizelge 2.2. Parçaların ikincil GT kodları

Kod	6.Basamak	7.Basamak	8.Basamak	9.Basamak
<u>Kullanım</u>	<u>Uzunluk</u> <u>l=L/30</u>	<u>Malzeme</u>	<u>Ana Şekil</u>	<u>Pürüzlülük</u>
Detay	0 $l < 1$	0 yok	0 çubuk	0 yok
	1 $l < 2$	1 alüminyum	1 döküm	1 ▽
	...	2 bakır	2 boru	2 ▽ ▽
	...	3 demir		3 ▽ ▽ ▽
	9 $l \geq 9$	4 Karbon çeliği		4 ▽ ▽ ▽ ▽
		5 Saf çelik		

İşlem planlarının çıkarılması için GT kodlama sistemi ve işlem ağırlıklandırma metodu kullanılmaktadır. İşlem ağırlıklandırma metodunda, işlem planları oluşturulurken bilgiye dayalı sistemler yerine ele alınan işlemlere 1'den 100'e kadar ağırlık verilmekte en sonuncu ilk önceliğe sahip olmaktadır. İşlem ağırlıkları malzemedan malzemeye ve üründen ürüne farklılık göstermektedir.

Çizelge 2.3'te karbonlu çelik için işlem kodları ve işlem ağırlıkları gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 Temel işlem kodları ve ilgili işlem ağırlıkları

Kod	İşlem	Ağırlık	Kod	İşlem	Ağırlık
A	Delme	95	I	Kavis	0
B	İç Sertlik	90	J	Diş	50
C	Diş Sertlik	80	K	Diş Bitirme	82
D	Diş Açma	83	L	Kesme	20
E	İç Tanımlama	88	M	Yüzey Pürüzlülüğü	90
F	Diş Tanımlama	78	N	Yüzey Bitirme	88
G	Pah	0	O	Yüzey Dişi	70
H	Köşe	0	P	İç	85

Yapılan çalışmada işlem planlama basamakları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

- Geometrinin topolojisini analiz et ve parça için GT kodunu oluştur.
- Eğer gözden geçirme metodu kullanılıyorsa işlem indeksini bulmak için kayıtlı sonuçlarla parça GT kodunu karşılaştır. Eğer parça GT kodu bulunursa ilgili işlem planlama verilerini işlem indeksine göre gözden geçir. Aksi halde yeni bir işlem planı yapmaya devam et.
- Parçanın GT kodlarını deneyerek daha önceden belirlenmiş hammaddeden parçayı üretmek için gerekli bütün işlemleri elde et.
- Gerekli işlemleri işlem ağırlık değerleri tablosuna göre sıraya koy.

- Alet verileri ve hammadde verilerine göre işlem parametrelerini belirle.
- İşlem planlama sonuçlarını listele ve NC kodu oluşturma veya işlem değişiklikleri için hazır ol.

Temel cisimlerin veri yapıları, kesim yolunun planlanması ve kesme pozisyonlarının hesaplanması için gerekli topoloji bilgilerini sağlamaktadır. Bu da NC kodlamasını daha kolay hale getirmektedir. Yapılan işlemlere ait bütün NC kodları daha sonra tek bir NC programında birleştirilmektedir. Yapılan çalışmanın sonucunda BDT ve BDÜ sistemleri BDİP köprüsüyle birbirine bağlanarak yeni bir BBÜ sistemi ortaya konmuştur. Temel şekiller ile imalat özellikleri dönel katı cisimlerin daha etkin ve kolay imalatı için birleştirilmiştir.

Unsur tanıma metodu, tel kafes modelinin ilgili katı cisim haline dönüştürülmesinde kullanılmıştır. İşlem planlaması için işlem ağırlıklandırma modeli ve GT kod sistemi ele alınmıştır. Geometrik ve topolojik veriler kesme yolunun planlanması ve kesici konumlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. NC kodlarının oluşturulmasında kesici konumları dikkate alınmıştır.

İşlem planlama ve NC kodu oluşturma otomatik ve doğru olarak yapılabileceği belirtilmiş ve sistemin başarısı örnekle ispatlanmıştır [21].

Younis ve Abdel Wahab, “Dönel Parçalar İçin BDİP Sistemi” adlı çalışmalarında gelişen BDİP sistemlerinin yeni bir yaklaşımını ele almışlardır. Çalışmada asıl konu, talaşlı imalat işlemleri kullanılarak dönel parçaların imalatı ve değişik GT işlem planlaması arasından seçilen üretken işlem planlamasıdır. İşlem planlaması, problem özellikleri ve bilgi karakteristikleri açısından analiz edilmektedir. Bu analiz, problem ve bilgi türlerini farklı sistem tabanlı sınıflara göre sınıflandırmakta kullanılmaktadır. Bu programlama çalışmalarının sonucu basit veri tabanlı bir prototip uzman sistem geliştirilmiş ve modelin yeterliliği doğrulanmıştır [22].

Jiang ve ark., "Doğrudan BDT Çizimlerinden Hızlı İmalat İşlem Planı Oluşturmak İçin Otomatik İşlem Planlaması Sistemi (APSS)" adlı çalışmalarında BDT çizimlerinden direkt işlem planlaması oluşturmak için Otomatik İşlem Planlaması Sistemi (APSS) üzerinde durmuşlardır. Uzman sistem yaklaşımı ile gerçekleştirilen sistemde, tasarım özellikleri, yeni GT kodlama sistemine dayalı özel kodlar aracılığı ile çıkarılmaktadır. Daha sonra parçanın bütün özelliklerini temsil eden bu koda göre optimal işlem planlaması oluşturmak için bilgi tabanlı bir sistem kullanılmaktadır. Sistemin amacı prizmatik parçalar için mümkün olan en kısa zamanda optimal işlem planının belirlenmesinde kullanıcıya yardımcı olmaktır. APSS, yeni kodlama sistemi ile temsil edilen tasarım özelliklerini kullanmakta ve makine kısıtları, takım ve diğer imalat verilerini içeren bilgileri kullanmaktadır. Bu bilgiler ayrıntılı işlem planları geliştirmek için uzman sistem teknolojileri ile bilgi tabanları şeklinde saklanmaktadır. APSS, işlem planlaması için 8 modülden oluşmaktadır. Bu modüller, kodlama, hammadde seçimi, kesici takım seçimi, işlem seçimi, tezgah seçimi, kesme şartları seçimi, işlem sıralaması, işlem dokumanı şeklinde düzenlenmiştir. Bu sistemde uzman sistem metodolojisi kullanılmaktadır. Böylece APSS, mantıksal etkileşimler yapabilmekte ve uygun işlem planları oluşturulabilmektedir. Bu yüzden APSS' nin imalat endüstrisinde otomatik işlem planlaması için kayda değer bir yaklaşım olduğu belirtilmektedir [23].

Literatür incelendiğinde, grup teknolojisi esaslı imalat sistemi modellenmesinde çok farklı yaklaşımların olduğu görülmektedir. Literatürdeki çalışmalar, dönel parçalar için grup teknolojisi esaslı hücre tasarımı konusunda pek çok çalışmayı içermektedir, ancak parçaların imalatında, iki boyutlu BDT modelden yola çıkarak işlem planlamasını da içine alan hücre tasarımına kadar uzanan bir çalışma yoktur. Yapılan çalışmada bir üretim sisteminde parçaların tasarımından üretimine kadar ki süreçte GT esaslı, tamamen bilgisayar destekli, unsur tabanlı bir yaklaşım ortaya konmaktadır.

Ortaya konan yaklaşımda, programa veri girişi;

- BDT yazılımıyla oluşturulan iki boyutlu parça modellerinin DXF dosyalarından,
- Yazılımda oluşturulan unsur tabanlı çizim modülü ile parçaların resmi çizilerek,
- Özel olarak geliştirilen GT kodlarını girmek suretiyle, üç ayrı yöntemle gerçekleştirilmektedir. Programda her üç yöntemi kullanmak mümkündür.

Hazırlanan yazılımın genel çerçevesi şu şekildedir;

- Programa veri girişi, DXF dosyasından, unsur tabanlı çizimden veya GT kodlarıyla gerçekleştirilir,
- Girilen resimden ilgili unsurlar ve boyutlar belirlenir,
- Parça için gerekli GT kodu oluşturulur,
- Kesici takım, kesici uç ve uç cinsi belirlenir,
- Kesme parametreleri her bir özellik için minimum maliyet ve maksimum üretime göre hesaplanır,
- Parça kartları oluşturulur,
- İşlem planlaması gerçekleştirilir,
- Parçalar arasındaki benzerlikler bulunarak gruplandırılır ve parça aileleri oluşturulur,
- Her parça ailesi için tezgah hücreleri oluşturulur,
- Parçaların CNC program kodları oluşturulur,

Bu çalışmanın amacı dönel parçalar için tasarımdan imalata kadar ki sürecin tamamen bilgisayar destekli otomasyonunu gerçekleştirmektir.

3. GRUP TEKNOLOJİSİ TEMEL PRENSİPLERİ

3.1. Grup Teknolojisi İle İlgili Temel Kavramlar

Grup teknolojisi (GT), imalat prosesleri ve parçalardaki benzerliklerin belirlenip ona göre işlenmesini sağlayan bir imalat felsefesidir. Çok ünlü ve küçük parti büyüklüğünde üretim yapan atölye tipi imalatlarda, her bir parça tasarımından imalatına kadar tek parça olarak muamele görmektedir. Halbuki benzer parçaların tasarım olarak ya da proses olarak parça aileleri şeklinde gruplandırılmasıyla verimliliği, daha etkili bir tasarım mantığı, veri geri çağırma, imalat standardizasyon ve rasyonelleşme gibi vasıtalarla araştırmak mümkündür [24].

Grup teknolojisi kavramı dünyada uzun zamandır “iyi mühendislik uygulaması” ve “bilimsel yönetim” in bir parçası olarak uygulanmaktadır. Grup teknolojisi kavramının uygulamaları, mühendislik ve imalat fonksiyonunun değişik şekillerinde değişik isimler altında tanımlanmaktadır. Geleneksel olarak grup teknolojisi uygulamaları eski usul atölye tipi imalat, imalat veya tasarım alanında değişik başarı derecesi ile sadece verimliliği artırmak için sınırlı bir kullanım alanı bulmuştur. Uzun zamandan beri grup teknolojisi hak ettiği yerde bulunmamış ve verimliliğin artırılmasında sistematik bir yaklaşım olarak uygulanmamıştır. Fakat, son yıllarda, Bilgisayar Bütünlüklü Üretimin (BBÜ-BBÜ) gelişmesi ve uygulanması grup teknolojisine yeni bir boyut kazandırmıştır. Çünkü grup teknolojisi Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Üretim (BDT/BDÜ) birleşiminde parça aileleri kavramının uygulanması yolu ile daha yüksek üretim verimliliği için gerekli olan vasıtaları sağlamaktadır.

3.2. Grup Teknolojisinin BDT/BDÜ Bütünleşmesindeki Etkisi

Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemi temelde bir grafik terminalinden oluşur. Tasarlanan parçanın teknik çizimi bilgisayar ekranında görülebilir ve klavye,

tablet gibi araçlarla çizim yapılabilir. Bilgisayar Destekli Tasarım teknolojisinin Bilgisayarla Bütünleşik Üretim ortamındaki önemi, tasarımla ilgili verilerin veri tabanlarında saklanması ve gerektiğinde bu verilerin (örneğin, tasarımda yapılan değişikliğe ilişkin verilerin) bilgisayar aracılığıyla üretim sistemlerine aktarılabilmesini sağlamasından kaynaklanır. Bilgisayar Destekli Tasarım, üretim süreciyle tasarım süreci arasında tümleşik ve sistemik otomasyonu sağlamanın önemli kilit taşlarından biridir.

Bilgisayar Destekli İmalat, genel olarak bir hammaddeyi satışa hazır hale gelmiş ürüne çeviren bilgisayar denetimli üretim teknikleri ve onların ön hazırlık basamaklarının tamamı olarak tanımlanabilir. Başka bir tanımda ise, Bilgisayar Destekli İmalatın, Sayısal Denetimli ve Bilgisayar Sayısal Denetimli tezgahlara, robotlara ve diğer programlanabilir üretim donanımına, program hazırlamakta kullanılan veri işleme desteği olarak düşünülebileceği belirtilmiştir [25].

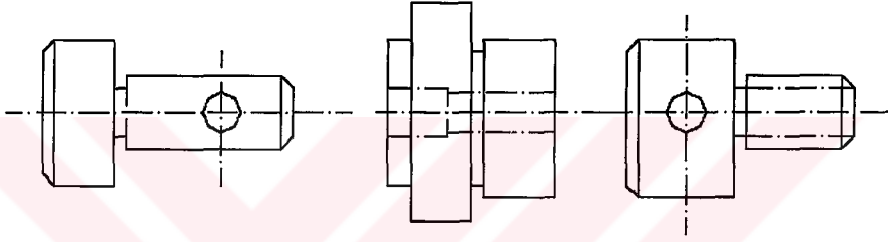
Bilgisayarla Bütünleşik Üretim sistemi, yürütmek zorunda olduğu işlevleri bilgisayar destekli veri akışı ile gerçekleştiren bir sistem olarak düşünülebilir. Sistem, malzeme taşıma, montaj, muayene/test ve malzeme işleme işlevlerinin otomasyonu, ürün ve üretim yöntemlerinin tasarımı, analizi, benzetimi (simulation), dokümantasyonu, işlem-zaman çizelgesi düzenleme, kalite yönetimi ve olanakların planlanması, iş yeri ve malzeme planlama ve denetim elemanlarını içinde barındıran bir bütündür. İdeal bir Bilgisayarla Bütünleşik Üretim sisteminde bu elemanların ortak bir veri tabanı aracılığıyla bağlanmış olması ve dolayısıyla sürekli olarak birbirlerinin durumundan haberdar olmaları beklenir. Bunların yanında finansman sağlama, imalat yönetimi, pazarlama ve stratejik planlama işlevleri de şirketin hedeflerine ulaşmasında önemli rol oynayan yapı taşlarıdır ve Bilgisayar Tümleşik Üretim sisteminin içinde yer almaktadır.

BDT ve BDÜ bütünleşmesinin temel bir yönü, imalat sistemindeki mühendislik, imalat ve diğer tüm bölümlerde kullanılan bilginin

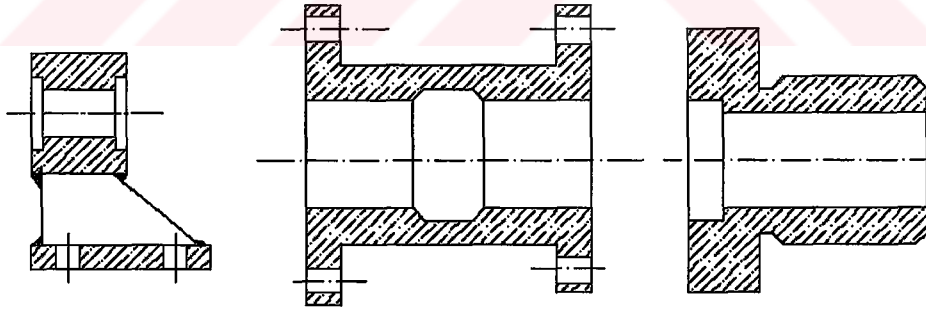
bütünleşmesidir. Grup Teknolojisi, üretilecek parçalar hakkında tasarımından üretimine kadarki süreçte, tasarım ve imalat nitelikleri, işlemler ve imalatla ilgili çok çeşitli bilgilerin bütünleşmesine imkan sağlar.

3.3. Parça Ailesi Oluşturma ve GT Hücresi

Parça ailesi tasarım özellikleri ve üretim prosesleri (işlemleri) açısından bazı hususi benzerlik ve aynilikleri olan parçalar grubudur. Parça ailelerine iki temel örnek Şekil 3.1 ve Şekil 3.2' de görülmektedir.

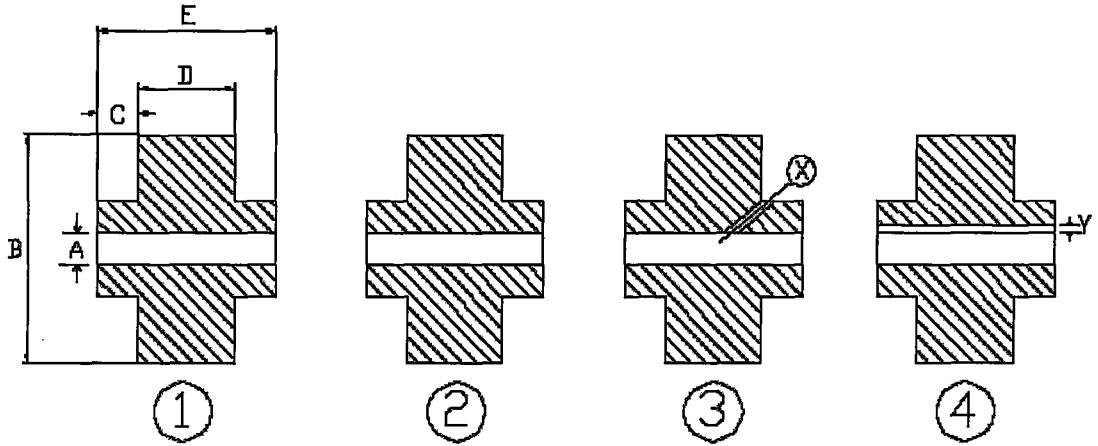


Şekil 3.1. Örnek parça ailelerinde geometri ve şekil olarak benzerlik

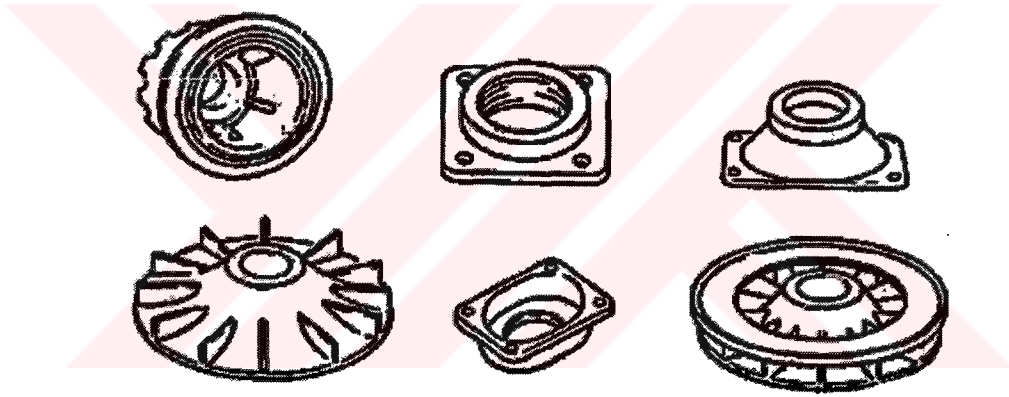


Şekil 3.2. Örnek parça ailelerinde üretim prosesi (işlem) olarak benzerlik

Bir parça ailesi, geometrik şekil, boyut, materyal ve bunlar gibi benzer tasarım özellikleri gösteren parçaların gruplanmasıyla oluşturulabileceği gibi, üretim işlemleri, makineler, işlemler, operasyonlar ve aletler gibi benzer üretim işlemlerine göre de oluşturulabilir. Geometrik şekline göre gruplanmış parçalar Şekil 3.3' de, imalat yöntemine göre gruplanmış parçalar Şekil 3.4' de görülmektedir.



Şekil 3.3. Geometrik şekline göre gruplanmış parçalar



Şekil 3.4. İmalat işlemine göre gruplanmış parçalar

Parça ailelerini oluştururken makine yükleme ve optimum sıralamanın programlamasında parti büyüklüğü, frekans, zaman, yıllık üretim planı benzeri üretim verilerinin göz önüne alınması gerekmektedir. Başarılı bir grup teknolojisi uygulaması için parça aileleri oluşturma önemli bir adımdır. Parça aileleri oluşturma da kullanılan 3 temel metot vardır [25].

- El ile / görsel
- Üretim akış analizleri
- Sınıflandırma ve kodlama sistemleri

3.3.1. El ile yapılan gruplama

El ile yapılan gruplandırma basittir. Fakat çok sayıda parça ile ilgilendiğimizde kullanım alanı çok sınırlı olmaktadır. Bu yüzden ortak görüş, grup teknolojisi uygulamalarında parça ailesi ve makine grupları veya hücreleri oluşturmada üretim akış analizi veya sınıflandırma ve kodlama sistemi kullanmasıdır.

3.3.2. Üretim akış analizi (ÜAA)

Üretim akış analizi; parça aileleri ve makine gruplarının (hücrelerinin), işlem listelerinde makine/ iş istasyonları, işlemler, işlem sıraları, v.b. üretim proses (işlem) verilerinin analizi kullanılarak oluşturulmasını sağlayan bir metottur. Bu metotta, bir sınıflandırma ve kodlama sistemine ihtiyaç yoktur, fakat güvenilir ve iyi belgelenmiş bir işlem listesine ihtiyaç vardır.

Üretim Akış Analizi, Burbidge tarafından geliştirilmiş bir yapılanma tekniğidir. Ortak işlemlerden geçen parçalar, parça aileleri halinde gruplanır. Benzer şekilde, bu ortak işlemleri yapmak için kullanılan tezgahlar, bir hücre olarak gruplanabilir, sonuç olarak bu teknik tertip kolaylığı için kullanılabilir. Başlangıçta tezgah-parça kartı şekillendirilmelidir. Bu, bir $(M \times N)$ matrisidir, burada:

M : tezgah sayısı, adet

N : parça sayısı, adet

X : j parçası, i tezgahında bir işleme tabi tutulursa 1'dir, aksi halde 0'dır.

Tezgah-parça kartı küçülürse, benzer işlemler parçalar, sıra ve sütunları elle tasnif edilerek birlikte gruplanabilir. Bununla birlikte bu işi yapmak için çok cazip bir yöntem, bilgisayar kullanmaktır. Şekil 3.5, parça ailelerini biçimlendirmek için ÜAA' nın kullanımını göstermektedir. Bu tekniğin başarılı olması için her bir parça için doğru ve etkili bir iş tertibi var olmalıdır.

Şirketlerin çoğunda bu iş tertibi mevcut değildir. İş tertibi var ise bakım noksanlığından dolayı bunlar ekseriyetle doğru değildir ve çok uyumsuz olabilir. Sonuncu durum, iş tertipleri kodlama ve sınıflandırma sistemi kullanılmaksızın kurulmuşsa meydana gelir. Kullanılan ÜAA aynı zamanda yargıyı etkiler çünkü bazı parçalar, bir veya daha fazla benzersiz işlem gerektirdiğinde bir aile içinde görülmeyebilir. Bundan başka belirli bir tezgah bir başka grupta ikinci kez yer aldığı ilave analizler gerekli olur.

		Parça Numarası																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tezgah numarası	A		1									1								
	B	1									1						1			
	C			1	1			1	1	1					1					
	D	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1			1	1
	E						1						1							
	F	1	1								1	1								
	G					1							1	1				1		1
	H										1	1							1	
	I			1	1		1						1		1					
	J					1								1						
	K					1								1						

Şekil 3.5. Parça-Tezgah kartı

Örneğin, Şekil 3.6' da D tezgahı, grup 1 ve 2'de yer alır. Bu durumda parçaların hemen hemen tamamının D tezgahına uğramasından dolayı, grupların küçük tutulması iki tekrara neden olur. Aksi takdirde, grup 1 ve 2, birbirine benzemeyen iş tertipli birkaç parçaya sahip bir grup halinde birleştirilmiş olabilir. Keza ne kadar D çeşidi tezgah gerektiği, talep tezgah kapasitesi değerlendirilmeksizin tespit edilemez. Ayrıca ÜAA, parça özellikleri ve fonksiyonel kabiliyetlerini dikkate almaz. Bu sebeple bu teknik, parça ailelerinin tasarım mühendisliği için şekillendirilmesinde kullanılmamalıdır. Kodlama ve sınıflandırmayla mukayese edildiğinde üretim akış analizi

kullanımının bir üstünlüğü, parça ailelerinin daha az bir çabayla şekillendirilebilmesidir [26].

	Parça Numarası																		
	2	11	1	10	13	18	12	6	3	4	7	8	9	14	15	19	5	13	17
Tezgah numarası	H	1	1		1	1													
	D	1	1	1	1	1													
	F	1	1	1	1														
	A	1	1																
	B			1	1	1													
	E	Grup 1					1	1											
	D						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	C			Grup 2					1	1	1	1	1	1					
	I						1	1	1	1				1					
	G						1									1	1	1	1
	J																1	1	
	K														Grup 3		1	1	

Şekil 3.6. Üretim akış analizi örneği

3.3.3. Sınıflandırma ve kodlama sistemi

Kodlama ve sınıflandırma tekniğinde, parçalar incelenir ve kodlar, onların niteliklerine dayalı olarak verilir. Bu kodlar daha sonra sınıflandırılabilir, böylece benzer kodlu parçalar, bir parça ailesi olarak gruplanır. Bu teknikle geliştirilmiş parça aileleri, yargı uyumsuzluklarına izin vermez, çünkü bu kodlar, fazla karar gerektirmeyecek tarzda kararlaştırılır. Kodlama ve sınıflandırma tekniği kullanımının bir mahzuru, belirli bir şirketin ihtiyaçlarını karşılamak için kod geliştirmek ve uydurmak için gerekli olan zamanın çok fazla olmasıdır. Sonra kodlanan parçalar, daha fazla zaman da isteyebilir. Bununla beraber uygun şekilde uygulandığı zaman sonuçlar, diğer tekniklerine göre çok daha iyidir. Sonuç olarak kodlama ve sınıflandırma,

tercih edilen bir yaklaşımdır. Sınıflandırma ve kodlama sistemi, parçanın kullanım yeri ve orijinine bakılmaksızın, sistemdeki özel parametre ve kodlara göre parça ailesi oluşturmada etkin ve geçerli bir yoldur. Hatta iyi tasarlanmış ve uygun şekilde uyarlanmış bir sınıflandırma ve kodlama sistemi, başarılı BBÜ uygulamaları için gerekli olan ortak veri tabanı için etkin bir veri geri çağırma sistemine imkan sağlar.

Grup Teknolojisi bir sınıflandırma ve kodlama sistemi olmadan da uygulanabilir. Fakat sınıflandırma ve kodlama sistemi özellikle BBÜ uygulamalarında grup teknolojisi kavramının başarılı bir şekilde uygulanmasında gerekli ve etkin bir araçtır. Sınıflandırma, terim olarak, parçaları gruplara yerleştirmek, önceden belirlenmiş bazı parametreler yardımı ile parçaları benzerliklerine ve/veya farklılıklarına göre ayırmak demektir. Kod ise veri işlemleri için parçalara tayin edilmiş rakamlar, harfler, rakam ve harflerin kombinasyonu olabilir.

Sınıflandırma ve kodlama sisteminin grup teknolojisi uygulamalarına adaptasyonu ve uyarlanması önemli ve karmaşık bir iştir. Pek çok sistem kullanım için mevcut olmasına rağmen, her bir şirket kendi ihtiyacına göre en uygun sistemi araştırmak ve geliştirmek zorundadır. Grup teknolojisi uygulamaları için iyi tasarlanmış bir sınıflandırma ve kodlama sistemi için önemli gereksinimlerden biri parça ailelerini belirlenmiş parametrelere göre gruplamaktır. Ayrıca sistem, gerekli olan değişik fonksiyonlar için etkin bir veri çağırma kapasitesine sahip olmalıdır.

Dünyada pek çok değişik sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Dünya çapında kullanılan sınıflandırma ve kodlama sisteminden seçilmiş örnekler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Genel amaçlar için farklı sınıflandırma ve kodlama sistemleri geliştirilmiş ve bu sistemler, pek çok hükümet birimleri, hizmet sektörü ve kütüphaneler, müzeler, ofis malzemeleri, mallar, sigorta, kredi kartı, v.b. alanlar tarafından

kullanılmıştır. Sınıflandırma ve kodlama sisteminin seçiminde önemli faktörlerden biri, istenen bilgi miktarı ile bu bilgiyi sağlamak için gerekli satır ve sütun sayıları arasında dengeyi sağlamaktır.

Çizelge 3.1. Dünya çapında kullanılan sınıflandırma ve kodlama sistemlerinden bazıları [25]

OPITZ	Aachean Tech. Univ. (Batı Alm.)
OPITZ's SHEET METAL	Aachean Tech. Univ. (Batı Alm.)
STUTTGART	Univ. Of Stuttgart (Batı Alm.)
PITTLER	Pittler Mach. Tool Co. (Batı Alm.)
GILDEMEISTER	Guilemeister Co. (Batı Alm.)
ZAFO	(Batı Alm.)
SPIES	(Batı Alm.)
PUSCHMAN	(Batı Alm.)
DDR	DDR Standard (Doğu Alm.)
WALTER	(Doğu Alm.)
AUERSWALD	(Doğu Alm.)
MITROFANOV	Rusya
LITMO	Leningrad Inst. For Pre & Optics (Rusya)
NIITMASH	(Rusya)
VPTI	(Rusya)
GUREVICH	(Rusya)
VUOSO	Prague M/T Res. Inst. (Çekoslovakya)
VUSTE	Res. Inst. Eng. Tech. & Econ (Çekoslovakya)
MALEK	(Çekoslovakya)
IAMA	IAMA (Yugoslavya)
PERA	Prod. Engr. Res. Assn. (İngiltere)
SALFORD	(İngiltere)
PGM	PGM, Ltd (İsveç)
KC-1	(Japonya)
KC-2	(Japonya)
KK-1	(Japonya)
KK-2	(Japonya)
KK-3	(Japonya)
SHEET METAL SYSTEM	(Japonya)
CASTING SYSTEM	(Japonya)
HITACHI	Hitachi Co. (Japonya)
TOYODA	Toyoda, Ltd. (Japonya)
TOSHIBA	Toshiba Machine Co., Ltd. (Japonya)
BRISCH	Brisch-Birn, Inc. (İngiltere, Amerika)
MICLASS	TNO (Hollanda Amerika)
CODE	Mfg. Data System, Inc. (Amerika)
PARTS ANALOG	Lovelace, Lawrence & Co., Inc (Amerika)
ALLIS CHALMERS	Allis Chalmers (Amerika)
SAGT	Purdue Univ. (Amerika)
BUCCS	Boeing Co., (Amerika)
ASSEMBLY PART CODE	Univ. Of Massachusetts (Amerika)
HOLE CODE	Purdue Univ. (Amerika)
DTH/DCLASS	Brigham Young Univ. (Amerika)
CINCLASS	Cincinnati Milacron Co. (Amerika)

Grup teknolojisinin yararlarından tam olarak istifade etmede her ne kadar sınıflandırma ve kodlama sistemi anahtar kavram olsa da, sınıflandırma ve kodlama sistemi bir araç olup, uygun bir sistem Grup Teknolojisi uygulamaları için sadece gerekli olan ilk aşamadır. Uygun bir sistemin kurulmasından sonra, sonraki çabalar tasarım işlerinin rasyonelleşmesi, işlem planlarının standardizasyonunu, üretimin rasyonelleştirilmesi, işlem planlarının standardizasyonu, üretim programlamasının (grup çizelgelemesi) optimizasyonu, grup aletlerinin kurumu, envanter ve satın alma gereksinimlerin geliştirilmesi v.b alanlarında yapılmalıdır. Bütün bunlar da etkin bir veri geri çağırma için sınıflandırma ve kodlama sisteminden maksimum fayda sağlamakta mümkün olacaktır.

3.3.4. Kodlama sisteminin yapısı

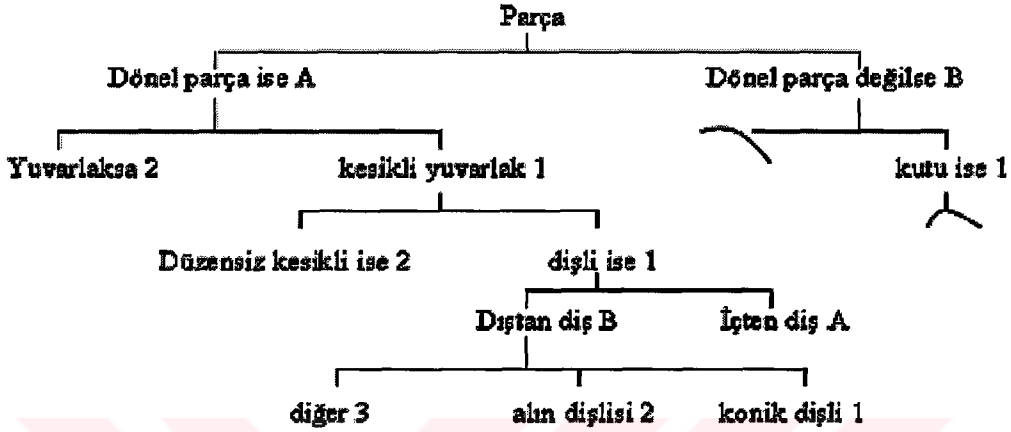
Bir parça kodlama şeması, parçanın tasarım ve/veya imalat özelliklerini belirleyen sembollerin sıralanmasından oluşur. Koddaki semboller bütünüyle nümerik, bütünüyle alfabetik veya her ikisinin karışımından oluşabilir. Ama en yaygın sınıflandırma ve kodlama sistemleri yalnızca rakamlardan oluşmuştur. Grup teknolojisi uygulamaları için 100 den fazla sınıflandırma ve kodlama sistemi geliştirilmiş olmasına karşın bunların hepsi üç temel grupta toplanabilir.

- Hiyerarşik kodlama (monokod)
- Zincir kodlama (polikod)
- Hibrit kodlama (karışık kod)

3.3.4.1. Hiyerarşik kodlama

Bölümün başında da belirtildiği gibi sınıflandırma ve kodlama çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Hiyerarşik kodlama da bunu doğrulayan bir örnektir. Bu sistem biyolojik sınıflandırma için 1700' lerde Linnaeus

tarafından geliştirilmiştir. Bu tür kodlamada her karakterin anlamı bir önceki karakterin anlamına bağlıdır. Bu nedenle her karakter bir öncekinin verdiği bilgiyi güçlendirir. Böyle bir sistem şekil 3.7' de gösterilen ağaç yapısıyla şekillenebilir.



Şekil 3.7. Bir alın dişlisi için hiyerarşik kod yapısı

Bir hiyerarşik kod oldukça az sayıda rakamla büyük miktarda bilgi sağlar. Bu avantaj diğer sistemler incelendiğinde daha iyi gözlenecektir. Hiyerarşik sistemin uygulanması kolay olmasına rağmen her rakamın anlamını tanımlamak zor olabilir. Ağacın en üstünden başlayarak kodlanan parçayla ilgili bir dizi sorunun cevaplandırılması gerekir. Böylece her bir soru cevaplandıkça yapılan seçim kaydedilir ve sonuçta uygun bir kod oluşturulur. Tasarım bölümleri, hiyerarşik kodlama sistemini parça çağırmada sıkça kullanmaktadırlar, çünkü bu tür bir sistem; şekil, malzeme ve boyut özelliklerini kapsamada çok etkindir. Buna karşılık imalat bölümleri, işlem özelliklerine bağlı olan, farklı ihtiyaçlara sahiptir. İşlemlerle ilgili bilgileri çağırarak ve analiz etmek hiyerarşik sistemde zordur.

3.3.4.2. Zincir kodlama

Zincir kodlama, polikod, özellik kodlama, farklılık kodlaması ve uyarlanmış rakam kodlaması olarak da bilinir. Zincir kodlamadaki her karakterin anlamı

diğer karakterlerden bağımsızdır. Böyle bir parçanın her özelliğine özel bir karakter atanabilir. Şekil 3.8' de bir zincir kodlama örneği görülmektedir.

Rakam	Özellik sınıfı	1	2	3	4
1	Dış şekil	Kesksiz silindir	Kesikli silindir	Kutu	
2	İç şekil	hiçbiri	Merkez delik	Merkez delik	
3	Delik sayısı	0	1-2	3-5	
4	Delik çeşidi	Aksiyal	Çapraz	Aksiyal çapraz	
5	Çark dişi	vida	İç alın	Dış alın	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	

Şekil 3.8. Zincir kod örneği

Zincir kodlama işlemi sonucu parça çağırma işlemi, bilgisayar kullanımı ile basit bir iş haline gelir. Sonuç olarak bir zincir kodlama sistemi imalat bölümünde çokça kullanılmaktadır. Çünkü bu sistemle benzer özellikleri olan ve benzer işlemler gerektiren parçaları tanımlamak kolaydır. Zincir kodlamanın bir mahsuru koddaki bir konumun parçaların herhangi bir farklı özelliğine ayrılmış olmasıdır. Bunun sonucunda kodun tamamı çok uzun olabilmektedir.

3.3.7.2. Hibrit kodlama

Uygulamada en çok tercih edilen kodlama sistemi, hibrit kodlamadır. Çünkü bu sistemle diğer iki sistemin avantajları birleştirilmiştir. Örneğin ilk rakam parçanın türünü tanımlamak için kullanılırken, ardından gelen beş karakter, kısa bir zincir kodlama olarak, bu türün özelliklerini gösterebilir.

Hibrit kodlar kısa zincir kodlardan oluşmuşlardır. Bu kısa zincirler içindeki rakamlar bağımsızdır. Ama kodu tamamlamak üzere kullanılan bir veya daha fazla sembol, parça popülasyonunu gruplar halinde sınıflandırmak için atanmış olabilir. Bu tür kodlama sistemi hem tasarım hem de imalatın ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayan metottur.

3.3.5. Kodlama sisteminin seçimi

Daha öncede belirtildiği gibi sınıflandırma ve kodlama üzerine 100 den fazla sistem geliştirilmiştir. Bu nedenle belli bir uygulama için doğru sistemin seçimi zor ve zaman alıcı olmaktadır. Seçim yapılırken Inyong Ham tarafından belirlenen şu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır [27].

Bir sistemin yerleştirilme amacı kullanıcının mühendis, imalatçı yada her ikisi birden olmasına bağlı olarak değişecektir. Mühendislik ile ilgili bazı amaçlar şunlardır;

- Benzer parçalar için verimli bir geri çağırma sistemi sağlamak
- Parça ile ilgili bilgileri standart bir formda sağlamak
- İmalat yeterliliği için verimli bir karar sistemi yaratmak

İmalat ile ilgili amaçlar şöyle sıralanabilir;

- Parça aileleri oluşturmak için gerekli bilgileri sağlamak
- İşlem planlarının verimli biçimde geri çağırılmasını sağlamak
- Parça ailelerine uygun makine grupları veya hücreleri oluşturmak için etkin bir sistem sağlamak.

Seçilen sistem işletme tarafından üretilen veya üretilmesi planlanan tüm parçaları kapsamalıdır. Bunu saptamak için yapılan analiz, planlanan grup teknolojisi uygulamalarının yerleştirilmesini ve gerekli parça özelliklerini kapsayacaktır.

Belirsiz bir zaman periyodu içinde, kodlama sisteminin kapsamı gerekli olan her şeyi tanımlaması olanaksızdır. Bu nedenle kodu genişletebilmek önem kazanır.

Bir sistem tarafından oluşturulan kodlar arasındaki farklılıklar çok çeşitli olabilir. Oldukça uç bir örnek verilirse, bir işletme tarafından imal edilmiş tüm parçalar kodlandığında hepsi tek bir ailenin içinde gruplanabileceği gibi, diğer taraftan kodlanan tüm parçaların her biri ayrı birer aileyi de temsil edebilir. İki durumda da kodlama sistemi farklılıkları yeterli derecede gösteremez.

Bugün kullanılan birçok sınıflandırma ve kodlama sistemi bilgisayar ile uygulanmaktadır. Bu nedenle potansiyel bir sistem değerlendirilirken bu sistemin otomasyonunun sağlanıp sağlanamayacağı detaylı biçimde incelenmelidir. Bu değerlendirme kodlama ve sınıflandırma sistemi ile sınırlı kalmayıp ilgili veri tabanı metodolojisi, geri çağırma ve fonksiyon analizi de dikkate alınmalıdır.

Kodlamanın verimliliği yani tipik bir parça kodlamasında kullanılan rakamların sayısı değerlendirilmelidir. Eğer rakam sayısı az ise bu sayının artırılıp arttırılmayacağı incelenmelidir.

Maliyet oldukça kapsamlı bir kavramdır. Sistemin ana maliyeti, belli bir işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda değiştirilme maliyeti, sistemin varolan bilgisayar sistemiyle bütünleştirilme maliyeti ve işletim maliyeti göz önünde bulundurularak uygun sistem seçilmelidir.

Sistemin seçimi yapılmadan önce yerleşimine ve personelin eğitimine ne kadar zaman ayrılacağı araştırılmalıdır. Ayrıca sistemin yerleştirilmesinden ne kadar sonra yararlarının fark edileceği de önemli bir noktadır.

Sistemin kullanımının kolaylığı da en az diğer faktörler kadar önemlidir. Sistemi kullanacak olan birçok kişi bilgisayara yabancı olabilir. Bu nedenle

kullanımının basit oluşu sistemin kullanıcı tarafından kabul edilebilirliği, eğitim ve kullanım masrafları açısından önemlidir.

3.3.6. İşletmenin kendi kodlama sistemini geliştirmesi

Birçok işletme kendi kodlama sistemini seçmiştir. Takip edilecek adımların sırasını belirlemek kolay olmasa da sistemin kısa bir sürede geliştirilmesi mümkündür. Öncelikle parçalardan bir örneklem grubu oluşturmalıdır. Bu örneklem grubunun içinde dışarıdan satın alınan parçalarda bulunmalıdır (geliştirilecek kodlama sistemi işletmede üretilen parçalar kadar dışarıdan satın alınan parçalara da uygun olmalıdır). Parça sayısı genellikle tüm ürünlerin % 25 i kadardır. Çoğunlukla bir veri tabanından 100 kadar parça örnek olarak alınabilir. Ama veri tabanı genişse bu rakam 1000 e hatta 5000 e kadar yükselmektedir. Sonraki adım örneklemdaki parçaların çizimlerinin bir araya getirilmesidir. Bu çizimler her bir parçanın görsel muayenesi sonucunda ailelere ayrılabilirler ve böylece benzer özellikleri olan ve benzer süreçlere gereksinim duyan parçalar bir arada gruplanmış olurlar. Bu prosedür hangi parça özelliğinin yüksek gözlenme frekansına sahip olduğunu belirler. Bu adım tamamlandıktan sonra parçaları yapmak için gerekli tezgahların tanımlanmasına ve parça ailelerinin fabrikada bulunan makinelerle bağlantılarının kurulmasına sıra gelmiştir. Dışarıdan satın alınan parçaların fabrikada bulunan makinelerle ilişkilendirilmeleri mümkün olmayabilir ama bu parçaların yapımı için gerekli ekipmanın gelecekte alınması olasılığı da göz önünde bulundurulmalı ve dışarıdan satın alınan parçalar da düşünülmelidir.

Parça özellikleri tanımlandıktan sonra bu özelliklerin hiyerarşik bir düzene oturtulması gereklidir. Bu düzen oluşturulurken amaç parçaların kodlanmaları için gerekli sürenin minimize edilmesidir. Kodlama yapılırken belli özellikleri tanımlanmış parçaların diğerlerinden daha kısa sürede kodlandığı görülecektir. Örneğin, eğer bir parça dönel olarak tanımlanmışsa dönel olmayan parçalara özgü tüm özellikler göz ardı edilebilir.

Bu aşamadan sonra yapılacak işlem geliştirilen kodlama sisteminin test edilmesidir. Bu işlem alınacak bir örneklem parça grubunun kodlanması ile yapılabilir. Kodlama tamamlandıktan sonra doğru parça ailelerinde gruplandıklarından emin olmak için sonuçlar analiz edilmelidir. Bu işlem kodlama sistemi tatmin edici hale gelinceye kadar pek çok tekrar gerektirebilir. Kodlama sistemi geliştirme işlemi çok fazla uğraş gerektirdiği için pek çok işletme bir kodlama sistemi program paketi alıp kendi özel ihtiyaçları doğrultusunda program üzerinde değişiklik yapmak yoluna gitmektedir.

3.3.7. Kodlama sistemi örnekleri

Daha öncede belirtildiği gibi dünyada birçok kodlama sistemi geliştirilmiştir. Bunun da pek çok nedeni vardır. Örneğin var olan sistemler önemli olduğu düşünülen bilgileri içermemektedir, kodlamanın oluşturuluş şekli geçerliliğini yitirmiştir yada kullanımı zordur [28].

Uygulandığı yere göre gerekli özellikler değişiklik gösterir. Genelde uygulamaların sayısı arttıkça gerekli özelliklerin sayısı da artar. Sonuçta bir kodlama sisteminin temsil edeceği bilgi miktarı çok önemli bir özellik haline gelebilir.

GT uygulayan işletmeler arasında geniş kullanımı olan 4 kodlama sistemi, yapılan çalışmada kullanılan kodlama sistemine örnek olması ve kıyaslama imkanı oluşturması için aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

- OPITZ Sistemi
- MICLASS Sistemi
- CODE Sistemi
- DCLASS Sistemi

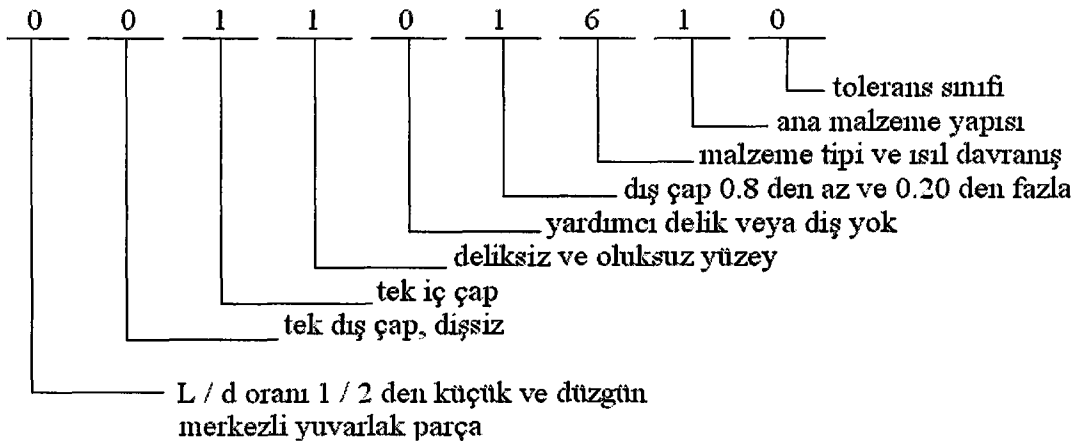
3.3.7.1. OPITZ kodlama sistemi

Bu parça sınıflandırma ve kodlama sistemi, H. Opitz tarafından Batı Almanya'daki Aachen Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. Bu sistem GT alanındaki öncü çalışmalardan birini temsil eder ve belki de bilinen en iyi kodlama sistemidir.

OPITZ kodlama sistemi şu rakam sırasını kullanır.

12345 6789 ABCD

Asıl kod 9 rakamdan oluşmuştur. Bu temel 9 rakam 4 rakam daha eklenerek genişletilebilir. İlk 9 rakam hem tasarım hem de imalat verilerini tanımlamaya yöneliktir. Bu 9 rakamın ilk 5'i (12345) " Form Kodu " olarak adlandırılır ve parçanın ana tasarım özelliklerini tanımlar. Takip eden 4 rakam (6789) " Tanımlayıcı Kod " u oluşturur. Bu kod imalat için gerekli bazı özellikleri belirtir (boyutlar, iş malzemesi, işlenmemiş parçaların şekli, gibi...). Fazladan eklenebilen 4 rakam (ABCD) " İkincil Kod " olarak bilinir ve üretim işleminin tipini ve sırasını belirtmek için kullanılır. İkincil kod işletme tarafından özel ihtiyaçlar doğrultusunda oluşturulabilir. Opitz kodlama sistemi oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Aşağıdaki örnek bir kovan için 9 rakamlı Opitz kodunu göstermektedir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bir kovan için dokuz rakamlı OPITZ kodu

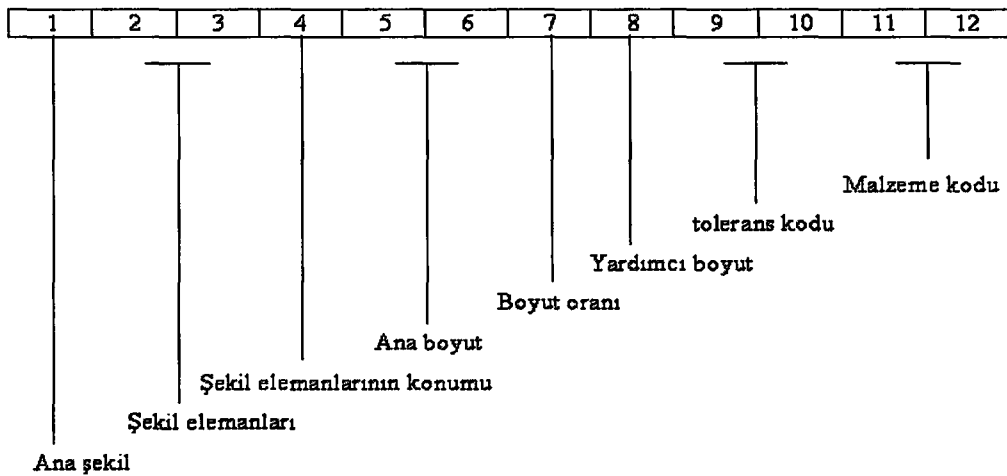
3.3.7.2. MICLASS kodlama sistemi

MICLASS (Metal Institute classification system) Hollanda Uygulamalı Bilimsel Araştırma Kurumu tarafından geliştirilmiştir. MICLASS ticari sistemler içinde en yaygın olanlardan biridir.

MICLASS sistemi birçok tasarım, üretim ve yönetim fonksiyonlarının otomasyonu ve standartlaştırılması için geliştirilmiştir. Bu tür çalışmalara örnekler şu şekilde sıralanabilir.

- Mühendislik çizimlerinin standartlaştırılması
- Sınıflandırmaya göre çizimlerin geri çağırılması
- İşlem rotalarının standartlaştırılması
- Otomatik işlem planlama
- Belli makine gruplarında işlenecek parçaların seçilmesi
- Üretim araçları için yatırım analizi yapılması

MICLASS kodlama sistemi iki ana bölümden oluşur. Birinci bölüm 12 rakamlı bir koddur. Bu rakamlar parçaların mühendislik ve imalat karakterlerini sınıflandırmak üzere kullanılırlar. MICLASS kodlama sisteminin yapısı Şekil 3.10' da verilmiştir.



Şekil 3.10. MICLASS kodlama sisteminin yapısı

MICLASS kodlama sistemini ikinci bölümü tercihe bağlı olarak kullanılır. Bu bölümde 18' e yakın karakter vardır. Bu karakterler işletmenin belli ihtiyaçlarına göre oluşturulur (yığın miktarı, maliyetler, üretim olanakları gibi...).

Tanımlanan ilk 12 rakam evrenseldir ve rakamların tanımları işletmeden işletmeye değişiklik göstermez. Bunun avantajı belli bir işletme veya bölümden alınan parça kodu bilgisini okuyabilmesidir. Dezavantajı ise eğer gerekli bilgi 12 rakam tarafından sağlanmazsa problem çıkmaktadır.

Otuz rakamlık bir MICLASS kodu kullanarak binlerce parçanın kodlanmasının elle yapılması çok zor ve zaman alıcı olacaktır. Ayrıca hata yapma olasılığı da yüksektir. Sonuçta MICLASS sisteminin, kullanıcıya yardımcı olan etkileşimli bir bilgisayar sistemi ile kullanılması daha uygundur.

3.3.7.3. CODE kodlama sistemi

CODE sistemi, Ann Arbor'un Michigan Veri Sistemleri A. Ş. (MDSI) tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemin en yaygın uygulanması parça tasarım verilerinin çağrılması konusunda yapılmaktadır. Ama sistem aynı zamanda imalat süreç planlama, satın alma, takım tasarımı ve envanter kontrolü gibi alanlarda da uygulanmaktadır. Kod numarasının 8 rakamı vardır. Her bir rakam için olası 16 değer bulunur (0 dan 9 a ve A dan F ye kadar). Bu değerler parçanın tasarım ve imalat özelliklerini tanımlamak için kullanılır. İlk rakam parçanın geometrisini belirtir ve CODE sisteminin "Ana Bölümü" olarak adlandırılır. Bu rakam şeklin silindirik mi, düz parça mı, blok mu yoksa diğer türden mi olduğunu belirlemek üzere kullanılır. Geri kalan ilk 7 rakamın anlamı ilk rakamın değerine bağlıdır ve kendi içlerinde zincir kod yapısı oluştururlar. Böylece tüm kod sistemi hibrit bir yapı gösterir. İkinci ve üçüncü rakamlar parçanın temel geometrisi ve ana imalat işlemlerini içeren ek bilgi sağlarlar, 4., 5., ve 6. rakamlar parça üzerinde yapılacak ikincil işlemleri tanımlarlar

(oluklar, dişler ve delikler gibi...). 7. ve 8. rakamlar ise çap, tornalanacak parçanın uzunluğu gibi bütün boyutları göstermek için kullanılırlar. Parçalar ana ve yan boyutlar açısından 16 boyut grubundan birisine atanırlar. Şekil 3.11' de, temelde silindirik geometriye sahip olduğu belirlenmiş bir parçanın 2 den 8 e kadar rakamlarının tanımı kısmi olarak görülmektedir.

ANA BÖLÜM							
			1				
	İKİNCİ	ÜÇÜNCÜ	DÖRDÜNCÜ	BEŞİNCİ	ALTINCI	YEDİNCİ	SEKİZİNCİ
Tanım	Dış çap	Mer. delik	Diğer delikler	Oluk, diş	farklılıklar	Max.D.Ç.	Max. Top.boy
0	diğer	Diğer	Diğer veya hiçbir	Diğer veya hiçbir	Diğer veya hiçbir	> < hiçbir	> < hiçbir
1	Silindir (tek)	Hiçbiri	Uzunlamasına	Dış oluk	Konsantrik değişimler	.10 2.54	1.00 25.40
2	Silindir konkav	Tek (içten)	Radyal yuvarlak	İç oluk	Çıkıntı ana şekilde	.10 .16	1.0 1.60
3	Silindir konveks	Tek (kör)	1 ve 2	1 ve 2	1 ve 2	.16 .27	1.6
4	Silindir konik	Tek (iç dişli)	Radyal yuv. Değil	Oluk altında	Delik (ler)	.27	
5	Silindir değişken	Tek kör dişli	1 ve 2				
6	Koni (tek)	Çok iç çap	2				
7	Koni konkav	Çok iç çap (kör)					

Şekil 3.11. CODE kodlama sistemi

3.3.7.4. DCLASS kodlama sistemi

DCLASS (Design and Classification Infomation System) kodlama sistemi Brigham Young Üniversitesi' nde geliştirilmiştir. Bu sistemin ilk kullanımı üniversite çevresinde oluşmuşsa da daha sonra bazı işletmeler prototip geliştirme çalışmalarında DCLASS' ı kullanmışlardır.

Bu sistemin geliştirilmesine yönelik pek çok gerekçe ortaya konmuştur.

- Bir parça en iyi temel şekli ve genelde en görünür özelliği ile tanımlanabilir.
- Her temel şekil, delikler, dişler ve oluklar gibi yan özelliklere sahip olabilir.

- Bir parçanın tamamı temel şekli ile, özellikleri ile, boyutları ile, malzeme tipiyle, formuyla ve işleme koşullarıyla tanımlanabilir.
- İnsanlar tarafından anlaşılan ve insan kullanımına uygun bir parça sınıfı ve kodu oluşturmak üzere pek çok kısa kod bölümü birbirine bağlanabilir.
- Bu kısa kod bölümlerinin her biri parça hakkında daha detaylı bilgi sağlayabilir.

Uzun yıllar süren uğraşlardan sonra 8 rakamlı bir hibrit kod geliştirilebilmiştir. Bu 8 rakam 5 kod bölümüne aşağıda görüldüğü gibi ayrılmıştır.



Şekil 3.12. Sekiz rakamlı DCLASS kod yapısı

Üç rakamdan oluşan temel bölüm, şekli tanımlamak için kullanılır. Yapı özellikleri tek rakamdan oluşan bir sonraki bölümde gösterilir. Parçanın karmaşıklığını ifade etmek için kullanılan bölüm, özellikleri (delik, kanal, diş gibi), ısıt işlemleri ve özel yüzey bitirme işlemlerini ihtiva eder. Parçanın karmaşıklığına, özel niteliklerinin sayısına göre karar verilir. Bir rakamlık boyut kodu DCLASS' ın 3. Bölümünü oluşturur. Bu kodun değerinden, parçanın genel çevresel boyutu anlaşılmalıdır. Dördüncü bölüm bir takım tanımlayıcı bilgiler içerir. Son iki rakam ise 5. Bölümü oluşturur ve malzeme ile ilgili özellikleri tanımlamak için kullanılır. Genelde parçalar etkileşimli bir bilgisayar programından elde edilen soruların yanıtlanması ile kodlanacaktır. Bu durumda koda atanacak değerlerin karşılaştırılması için şekil, boyut, malzeme ve diğer özellikler hakkında yeterli bilgi bulunmalıdır.

Brigham Young Üniversitesi'nde Dell Allen isimli bir araştırmacı süreç sınıflandırma ve karar verme mantığına yönelik bir bilgisayar sistemi geliştirmiştir. Bu sistem birçok bilgisayar (mikro, mini ya da main frame) için

kullanılabilir niteliktedir. Pek çok ticari amaçlı kodlama sistemi DCLASS sisteminin mantığına benzer şekilde geliştirilmiştir. Bu sistemlerin bazılarının kullanımı uygun kodun ne olacağına karar verilmesi için daha çok uğraş gerektirmesi nedeniyle zordur.

Kodlama sistemlerinin herhangi biri ile parçaların kodlanması GT çalışmalarının tamamlanması için yeterli değildir. Bu parçaların üretiminde kullanılacak olan ekipmanın uygun şekilde yerleşimi, üretimin verimliliği ve GT'nin etkinliği açısından en önemli noktadır.

3.4.Tasarımın Rasyonelleştirilmesi

Başarılı bir Grup Teknolojisi uygulamasının ve bilhassa iyi tasarlanmış bir sınıflandırma ve kodlama sistemi kullanımının en önemli ve uygulamadaki faydalarından birisi, veri geri çağırmanın tasarımı ve tasarımın rasyonelleştirilmesidir. Parça ailelerine ait bir sistemin ve veri dosyasının olması ve istenen parça ailelerine ait tasarım verilerinin geri çağırılabilmesi ile tasarım sürecinin (proses,işlem) önerilen tasarımın mevcut tasarımlarla karşılaştırmalı analizleri sonucu rasyonelleştirilmesi mümkün olmaktadır.

Tasarıma karar vermede üç seçenek vardır.

- Kullanılan eski tasarımın aynen kullanılması
- Benzer bir tasarım için kullanılan tasarımın değiştirilerek kullanılması
- Hiç parça ailesi olmadığı zaman yeni parçanın tasarımı

Grup teknolojisi kullanılarak yapılan tasarımın rasyonelleştirilmesi aşağıdaki özelliklere imkan sağlar

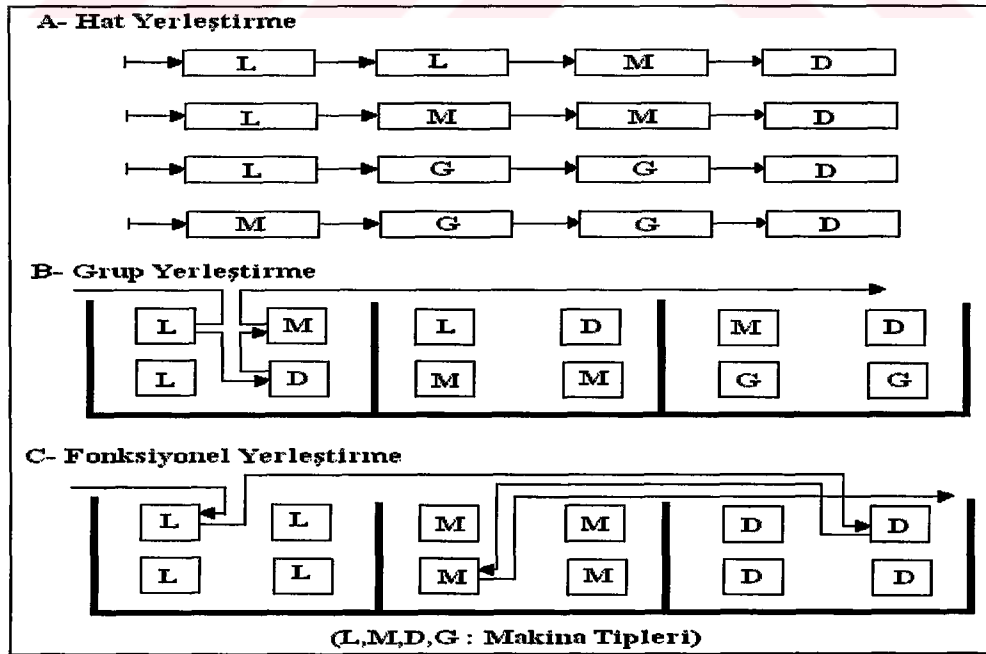
- Etkin parça ailesi oluşturma (gruplama)
- Etkili tasarım bilgi/veri geri çağırma

- Standardizasyon ve basitleştirme
- Daha az maliyetle imalat için optimum tasarım
- Çifte tasarımların yok edilmesi /azaltılması
- BDT/BDÜ bütünleştirilmesi için ortak veri tabanı

3.5. Grup Üretimi

3.5.1. Makine grubu (hücre)

Grup teknolojisinin üretim uygulamalarından bir veya birden çok parça ailesi için bir makine grubu, benzer veya aynı makine işlemi gerektiren parçaları işlemede kullanılabilir. Makineler grup/hücre olarak yerleştirildikleri için parçalar yarı akışkan bir sırada taşıma ve bekleme sürelerini ve böylece toplam işlem zamanını azaltacak şekilde işlem görürler [29]. Grup teknolojisinde makine yerleşim planına bir örnek Şekil 3.13' de görülmektedir.



Şekil 3.13. Grup teknolojisi yerleşim düzeni

Son yıllarda modern makine merkezleri kullanılmaya başladı ve bunlar geleneksel makine grup hücrelerinde yaptığı aynı işlevi görmektedir. Bu tür makine merkezi gruplarına bazen imalat hücreleri, çok istasyonlu imalat sistemleri veya esnek imalat sistemleri de denmektedir.

3.5.2. Sayısal denetimli parça programlaması

Grup teknolojisi yaklaşımı parça ailesi programlaması olarak bilinen sayısal denetim mekanizmasının yazılım gelişmelerine uyarlanmıştır. Parça ailesi programlama aletleri gruplama metodunun bir benzeri olup parça aileleri için benzer ve ortak öğelerin yerleştirilmesini sağlayan bir ana bilgisayar programı kullanan NC (Nümerik Kontrol) Programlama metodudur. Bundan dolayı, parça ailesi programlama uygulamaları, programlama zamanı, işgücü gibi faktörlerin azaltılmasıyla NC işlem maliyetlerini azaltmaktadır.

3.6. Grup Teknolojisi Üretim Yönetimi

Atelye tipi imalatla daha yüksek verimlilik ve etkinlik elde etmek için, Grup Teknolojisinin operasyonlardan (işlemlerden) yönetime kadar bütün imalat aktivitelerine uygulanması mutlak olarak gereklidir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, Grup Teknolojisi yaklaşımının, imalat aktivitelerini sınıflandırma, kodlama sistemleri, tasarımın rasyonelleştirilmesi, GT hücre tasarım vb. teknolojik yönü üzerine olmuştur.

Son zamanlarda, bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasıyla BDT/BDÜ sistemlerine yoğun ilgi olmuş ve GT uygulamalarının BBÜ için önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır. Bu bakış açısından grup teknolojisi uygulamalarının üretim yönetimi ile ilişkisi bilgisayar destekli işlem planlama ve bilgisayarlı grup programlama gibi alanlarda yoğun ilgi toplamaktadır.

3.6.1. Bilgisayar destekli işlem planlama

Başarılı bir BBÜ uygulaması için temel gereksinimlerden birisi bilgisayar destekli işlem planlamasıdır.

Otomatik işlem planlama tekniği BBÜ sisteminde imalat verimliliğini arttırmak için rasyonel ve akılcı yaklaşımlar için temeldir. Grup Teknolojisi, parça ailesi yaklaşımına dayanan bilgisayar otomasyonlu işlem planlamanın programlanmasında önemli bir rol oynar. İşlem planlama konusu 4. bölümde detaylı olarak açıklanacaktır.

3.6.2. Üretim kontrolü programlama

Genel üretim programlama problemlerinin optimizasyonu karmaşık ve zordur. Programlamada parça ailesi gruplamasına dayanan grup teknolojisi yaklaşımı problemleri parça ailelerinin makine grup/ hücreleri boyunca işlenip işlenmediğine bakmaksızın, kolaylaştırmaktadır. Grup teknolojisine dayanan üretim programlamasına grup programlama denmektedir. Grup programlamasının uygun şekilde uygulanması toplam işlem zamanını önemli ölçüde azaltmakta bu da işlenen envanterin azalmasını gerektirecektir.

Grup programlama problemlerinin çözümü için, pek çok algoritma ve matematiksel model geliştirilmiş ve parça ailelerinde işlerin programlanması için ilgili bilgisayar programları da geliştirilmiştir. Bu algoritma ve modellerin temel amacı makine yükleme ve işlem sıralama gibi aktivitelerin optimizasyonudur. Şu da unutulmamalıdır ki, grup programlama üretim planlama ve kontrol aktiviteleriyle iyi koordine edilmedikçe tek başına etkili olamaz. Bu iki aktivitenin (üretim planlama ve kontrol) başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için grup programlama ve malzeme gereksinim planının (MRP) birlikte uygulanması zorunludur.

3.7. Grup Teknolojisi ve Otomasyonlu Fabrika Sistemleri

Otomasyonlu fabrika sistemlerinde mevcut eğilim DNC, CNC makine merkezleri, endüstriyel robotlar, mikroişlemciler v.b. kullanımının artması yönünde ve daha çok BBÜ sistemlerine doğru kaymaktadır. Son zamanlarda dünya çapında kurulan otomasyonlu imalat hücre sistemleri, hiyerarşik bilgisayar kontrol sistemlerine dayanmaktadır. Yani, böyle bir sistem için temel anlayış, verilen parça ailelerinin üretimiyle alakalı olarak grup teknolojisi hücrelerinin kullanımı esasına dayanmaktadır.



4. GRUP TEKNOLOJİSİ İÇİN İŞLEM PLANLAMA

4.1. İşlem Planlama Esasları

İşlem planlama, hammaddelerden bir seri operasyonla ürün tasarımı kullanılarak planlanan ürünlere kadar geçen aşamalardaki karar verme işlemidir. Bu planlama, ürün tasarımı fonksiyonu tarafından belirlenen ürünlerin teknik özellikleri hakkındaki bilgi proses (işlem) planlamasının önemli bir girdisidir. Yerleşim planlamasında, işlem planlamasından çıkarılan ve her bir parça veya ürünün üretimi için gerekli işlem sırasına ait bilgilere ihtiyaç vardır. Genel olarak, işlem planlama aşağıdaki karar verme problemlerini içine alır.

4.1.1. İşlem tasarımı

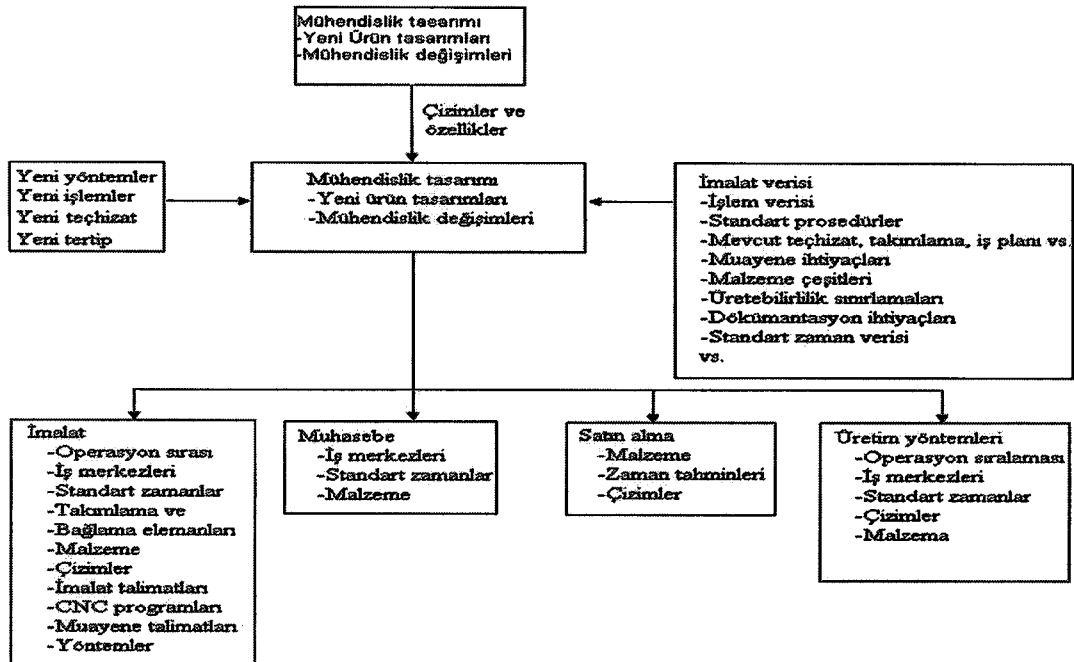
İşlem tasarımı makro kapsamlı bir karar verme süreci olup hammaddelerin ürün haline gelmesine kadar geçen bütün rotaların belirlenmesini ele alır. Bu da akış sırası analizleri (iş akış analizi) ve belirlenen iş akışındaki her bir işlem için iş istasyonunun seçimini kapsar. Bir ürün için iş akışı genellikle işlem haritası yardımı ile belirlenir. Bu iş haritası çok aşamalı imalatı oluşturan işlemlerin sıralarının belirlenmesinde kullanılır. Daha sonra belirlenen iş akışının içerdiği işlemler için uygun iş istasyonlarının kombinasyonu, mümkün olan üretim imkanları ve operatör insan gücünün teknolojik olarak mümkün olan pek çok kombinasyonlarının içinden seçilmektedir.

4.1.2. Operasyon tasarımı (İş tasarımı)

Operasyon (iş) tasarımı mikro kapsamlı bir karar verme aşaması olup üretim aşamasında ele alınmaktadır. Bu tasarım, işlem tasarımı tarafından belirlenen iş akışındaki her bir operasyonun içeriğini belirler ve bu operasyonların yerine getirilmesi için metoda karar verir.

4.2. İşlem Planlamasında Temel Yaklaşımlar

Bir ürünün tamamlanmasında iş rotası, her biri için hangi tür makinenin kullanılacağına dair pek çok alternatif olan pek çok işlem ve aşamalardan meydana gelir. Bunun yanında pek çok işlemler; pek çok işlemi sadece kesicilerin değiştirilmesiyle yerine getiren tek bir makinede de yapılabilir. Genel olarak, bir parça hammaddeden ürünün üretilmesini içeren pek çok alternatif işlem rotası vardır. İşlem planlaması açısından bakıldığında, mevcut alternatif rotalar içerisinde, en düşük işlem zamanı, en düşük maliyet en yüksek verimlilik ve en yüksek kar gibi belirli kriterler göz önünde tutularak en iyi işlem rotasının (iş akışının) seçilmesi bir ürünün tamamlanmasında en önemli husustur. İşlem planlama, işletmelerin çoğunda el ile yapılmaktaydı. El ile yapılan işlem planlamasında, imalatla ilgili bütün bilgileri bilen, tecrübeli bir kişiye ihtiyaç vardır. İşlem planlarına kişisel tercihlerin çok fazla etkili olduğu gözlenmiştir. El ile planlamada oluşan mahsurları ortadan kaldırmak için bilgi akışının geliştirilmesiyle Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması geliştirmek için değişken ve üretken olmak üzere iki yaklaşım ortaya çıkmıştır. İşlem planlamada bilgi akışı Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İşlem planlamasında bilgi akışı

4.2.1. Değişken yaklaşım

Değişken işlem planlama yaklaşımı, kaynak olarak grup teknolojisini ve parçaları sınıflandırma ve kodlamayı kullanan bir yaklaşımdır. Bu sistemde üretilen parça bilgileri dışardan operatörler tarafından girilir. Değişken yaklaşım basit olmasına rağmen çok fazla insan müdahalesi gerektirir. Değişken BDİP bilgisayarın hızlı depolama ve geri getirme kabiliyetlerini kullanmak, planlayıcı ile bilgisayar arasında etkileşimli bir ortam oluşturmak için geliştirilmiştir. Veriler planlayıcıya iletilerek girdilerin düzenlenmesi sağlanır. Planlamada hatalar tespit edilirse kullanıcıya hatalı girişi düzeltmesi iletilir. Değişken İşlem Planlama yaklaşımı, standart işlem planlarını içeren bir veri tabanı gerektirir. Parça ailesi için standart bir işlem planı, bu ailedeki bir parçanın işlem planında bulunan tüm talimatlardan oluşur. Başlangıçta grup teknolojisi yaklaşımı parça aileleri oluşturmak için uygulanır. Oluşturulan her aile için standart işlem planı oluşturulur ve bilgisayarda saklanır. Yeni parçalar için işlem planlaması, grup teknolojisi yaklaşımı ile parçaların sınıflandırılıp kodlanması ve parça ailesi içine yerleştirilmesiyle başlar. Bu aile için gerekli işlem planı veri tabanından çağrılır. Bu plan, ailedeki tüm parçalar için talimatlar içerdiğinden bazı parçalar için düzeltmeler gerekebilir. Bu sebeple değişken işlem planlama, düzeltmelere imkan sağlayan düzeltme programları sağlar.

Planlanan parça, mevcut parça ailelerinden biri içinde sınıflandırılmazsa planlayıcı etkileşimli bilgisayar programları kullanarak yeni bir işlem planı geliştirir. Bu noktada değişken BDİP sistemi, benzer işlem planlarını depolamak ve geri getirmek için planlayıcı için iş ortamı oluşturur. Etkileşimli programlar gerekli düzeltmeleri yapabilmek için kullanılır. Bu yaklaşımda en önemli problem parça bilgilerinin BDT veri tabanından okuyabilme kabiliyetidir. Geliştirilen ilk değişken BDİP sistemlerinden biri CAM-I APP işlem planlamasıdır [30]. Çizelge 4.1' de kullanılan değişken BDİP sistemlerinden bazıları verilmiştir.

Çizelge 4.1.Bazı ticari değişken işlem planlama sistemleri [31]

Sistem Adı	Şirket	Parça Veri Girdi Formu	Karar Mantığı	Planlama Fonksiyonları
CUTPLAN	METCUT	Kod	Standart Planlar ve Karar Ağacı	İşlem sırası Malzemeler Makinalar Takımlar Bağlama Kalıpları İlerleme Hızları
CAPP	CAM-I	Kod	Standart Planlar	İşlem Sırası
COMCAPPV	MDSI	Kod	Standart Planlar	İşlem Sırası
DCLASS	CAM LAB	Parça Tanımlama	Karar Ağacı	İşlem Sırası
MYCAPP	MAYNORD	Parça Tanımlama	Karar Ağacı	İşlem Sırası

4.2.2. Üretken yaklaşım

Üretken BDİP sistemi, tamamen bitmiş bir parçanın teknik özelliklerinden işlem planını otomatik olarak üretir. Parçanın teknik özellikleri grafik özelliklerini akla getirir, ancak malzeme özellikleri, özel işlem detayları, özel muayene detayları gibi metin bilgilerini de bu özelliklere ilave etmek gerekir. İşlem planlarındaki fazla detaylar ve parçaların karmaşıklığı tam olarak üretken bir sistem geliştirilmesinde engeldir. Ancak üretken işlem planlama sistemleri, sınırlı geometrik unsurlu parçalar ve özel bazı parçalar için geliştirilmiştir. Yeni bir parça için üretken işlem planlama yapılırken ilk adım teknik özelliklerin sisteme girilmesidir. Bu özelliklerin BDT veri tabanından okunması en uygun olanıdır. Bunu gerçekleştirmek için sistemin, bir parçanın delik, kanal, dış profili, pah gibi unsurları tanıması gerekir. Bir veri tabanında depolanmış parçaya ait unsurların tanımlanması için basit bir kodlama sistemi kullanılır. Bu işlem basit parçalar için kullanılabilirse de tam olarak başarılı değildir. Bu kodlama bütün geometrik unsurları ve yerleşimleri, toleransları ve büyüklükleri tanımlamalıdır. Ayrıca parçadan kaldırılacak talaş miktarını bilmek için, parçanın işlenmemiş halini de tanımlamalıdır. Üretken sistemin ikinci önemli parçası, kodlanmış verileri ve detaylı metin bilgisini, detaylı işlem planına dönüştürebilen bir dizi programdır. Parça için

İşlem planı yapılırken operasyonların en iyi şekilde sıralanması gerekir. Her bir işlem için, tezgahlar, takımlama, bağlama kalıpları, masterlar, pensler, ilerlemeler, hızlar, hazırlık ve işlem zamanları tanımlanmalıdır. Bilgisayarda bunların yapılabilmesi için geniş bir veri tabanına ve çok karışık algoritmalara ihtiyaç vardır. Bunun için genel amaçlı üretken bir işlem planlama sistemi geliştirmede çok zorlukların olduğu görülmektedir. Bu zamana kadar tercih edilen yöntem problemi basite indirgeyerek özel parçalar için sistem geliştirilmesi olmuştur. Mevcut üretken işlem planlama sistemleri konusunda bir araştırma yapan Lee, bu sistemlerin girdi ihtiyaçlarını ve kabiliyetlerini ortaya koymuştur. Sonuçlar Çizelge 4.2' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Üretken işlem planlama sistemleri [31]

Yazar	Sistemin Adı	Parça Veri Girişi	Karar Mantığı	Planla ma Fonks.	Parça Şekli	Ticari veya Deneysel
Wysk	APPAS	G	Karar Ağacı	1,4	H	E
Evershiem, Fuchs ve Zons	AUTAP	D	Karar Cetveli	1,4	R	C
BYU	BYUPLAN	G	Karar Ağacı	1,4	B	E
Chang	CADAM	D	Karar Cetveli	1,4	H	E
Sack	CMPP	D	Karar Modeli	1,2,3,4	R	C
Kung	GAPPS	D	Karar Modeli	1,4	R	E
Kung	FREXPP	D	YZ	1,4	N	E
Descotte ve Latombe	GARI	D	YZ	1,4	N	E
Tulkoff	GENPLAN	G	Karar Modeli	1,2,3,4	B	C
Darbyshire ve Davies	EXCAP	D	YZ	1,4	R	E
Logan	LOCAM	D	Karar Modeli	1,2,3,4	B	C
MGS	OPTA-PLAN	D	Karar Modeli	1,2,3,4	R	C
Phillips	PROPLAN	D	YZ	1,4	R	E
Choi	STOPP	D	Karar Modeli	1,4	H	E
Chang	TIPPS	D	YZ	1,4	N	E
Sack	XPS-1	D	Karar Modeli	1,4	R	E

Açıklamalar
G= Grup Teknolojisi
H=Delik
B=Dönel/Dönel olmayan
4=İşlem plan çıktısı
1=Operasyon sırası
N=Dönel olmayan
D=Parça tanımlama yaklaşımı
C=Ticari
2=Tolerans kontrol operasyonları
R=Dönel
3=Referans yüzey seçimi
E=Deneysel

4.3.Grup Teknolojisi İçin İşlem Planlama Modelleri

Grup teknolojisi yaklaşımı işlem planlamasına uygulandığında, alternatif iş yolları pek çok parçanın aynı parça ailesinde gruplanıp aynı makine sırasında işlendiği grup imalatını da içine almaktadır. Bu yüzden grup teknolojisi uygulamaları için yapılan işlem planlaması geleneksel imalattakine ek olarak grup imalatı için alternatif iş rotalarının araştırılmasıdır. Grup teknolojisi uygulamaları için işlem planlamasında iki durum vardır.

- Tek Parça İçin İşlem Planlama
- Çok Sayıda Parça İçin İşlem Planlama

Tek parça, her bir parça için ayrı işlem rotasının belirlendiği parça ailesinin bir üyesidir. Bu tür geleneksel alternatif iş rotasının belirlenmesine ek olarak grup imalatı başka alternatif yolları da olabilir. Bu ilave iş yollarının belirlenmesi, geleneksel iş rotasının network gösterimine ilave yolların eklenmesiyle basit bir şekilde hesaplanabilir.

Grup teknolojisi uygulamalarında çok sayıda parçanın işlem planlaması pek çok parça için grup imalatı olasılığının göz önünde tutulmasını gerektirir. Buradan göz önüne alınacak alternatif iş yolları da olacak şekilde grup imalat için iş yollarını kapsamaktadır. Bu tür işlem planlama problemi de bir kombinasyon problemi olup, optimal çözüm mümkün olan sayılı alternatif iş yollarını kapsamaktadır. Bu problem, mümkün olan bütün işlem yollarının her bir parça için tek tek nasıl hesaplanacağı ile ilgilidir. Mümkün olan bütün yolların tamamen göstermenin bir şekli, bu yolların ağ şeklinde göstermektedir.

Grup Teknolojisi için geliştirilen değişken işlem planlama sistemi bilgisayarın bilgileri saklama ve geri çağırma özelliklerini kullanmak için tasarlanmıştır. İşlem planlama ile ilgili olarak buraya kadar anlatılan hususlar, 8. Bölümde

anlatılan “Grup Teknolojisi Esaslı İmalat Sistemlerinin Modellenmesi ve Analizi” isimli çalışmanın değerlendirilmesinin yapılmasını sağlamaktır. Yapılan çalışmada işlem planı çıkarılırken parça ile ilgili veriler iki boyutlu BDT çizimlerinden, unsur tabanlı çizim menüsünden veya özel olarak geliştirilen kod sistemiyle girilerek kullanıcı etkileşimi en aza indirgenmektedir.



5. DXF VERİ YAPISI

Bir imalat sisteminde, ürünün tasarım aşamasından, üretim aşamasına kadar geçirdiği süreçte ürüne ait tasarım ve üretim bilgileri standart bir veri yapısında tutulması gerekir. BDT/BDÜ sistemleri arasındaki veri aktarımı veri tabanında depolanmış ürün tanımının tamamını kapsamalıdır. Bu tanımlamayı dört tip modelleme verisi yapar. Bunlar biçim, biçim dışı, tasarım ve üretim bilgileridir.

Parçanın biçim verisi; parça veya biçim özelliklerinin (unsurlarının) yanısıra geometrik ve topolojik bilgilerden meydana gelir. Biçim dışı bilgiler; gölgeli resimler ve veritabanının ölçme birimleri gibi verileri içerir. Tasarım bilgileri; tasarımcının geometrik modelden ürettiği bilgilerdir. Kütle özelliği, moment, sonlu elemanlar ağ bilgisi bu çeşit verilerdir. İmalat verisi; tezgahlar, kesiciler, kesici yolu, toleranslar, işlenecek malzeme, yüzey pürüzlülüğü, kesme parametreleri gibi bilgileri içerir. BDT/BDÜ sistemleri arasında ürün verisi iletmek için tasarlanan veri biçimleri bu dört tip veriyi ifade etmeli ve değişim yapabilmelidir. Bu bilgilerin tamamını veya bir kısmını bünyesinde bulunduran değişik standart veri yapıları geliştirilmiştir. Sistemler arasında veri değişiminde sıklıkla kullanılan veri yapıları IGES, SET, DIN, TAB, VDA/FS, XBF, ESP, DXF ve PDES' tir. Özellikle otomatik işlem planlamada en çok kullanılan veri yapılarından biri DXF' dir. Bundan dolayı bu çalışmada AutoCAD DXF veri formatı kullanılmıştır.

5.1. DXF Formatının Yapısı

DXF, ASCII kodunda oluşturulan bir çizim değiştirme dosyasıdır. DXF dosyası her biri, dosyada iki satırı kapsayan grupların birleşiminden oluşur. Grubun ilk satırı pozitif sıfırdan farklı tam sayı olan grup kodudur. Grubun ikinci satırı grup değeridir ve grup koduyla belirlenen grup tipine bağımlı olan formattadır. Grup kodu olarak bilinen kodlar, izleyen değer tipini işaret eder. Her grup kodu ve değeri, DXF dosyasındaki kendi satırındadır. Her bir bölüm

“0” grup kodu ve onu izleyen “SECTION” terimi ile başlar. Bunu “2” grup kodu ve bölümün adını belirten bir terim takip eder. Her bölüm “0” grup kodu ve onu izleyen “ENDSEC” terimi ile sona erer. DXF kodları Çizelge 5.1 ‘ de gösterilmiştir.

DXF dosya formatı, beş genel bölümden meydana gelmiştir.

- **HEADER (Başlık) Kısmı;** Çizim hakkındaki genel bilgi DXF dosyasının bu bölümünde bulunur. Her parametrenin bir değişken ismi ve değeri vardır.
- **TABLES (Tablolar) Kısmı;** Bu bölüm isimlendirilmiş elemanların tanımlarını içerir. Aşağıdaki sembol tabloları tablo bölümü içinde yer alır.

APPID (Uygulama Tanımlama Tablosu)

BLOCK_RECORD (Blok Referans Tablosu)

DIMSTYLE (Ölçülendirme Stili Tablosu)

LAYER (Katman Tablosu)

LTYPE (Çizgi Tipi Tablosu)

STYLE (Text Stili Tablosu)

UCS (Kullanıcı Koordinat Sistemi Tablosu)

VIEW (Görünüş/Bakış Tablosu)

VPORT (Bakış Noktası Konfigürasyon Tablosu)

- **BLOCKS (Blokler) Kısmı;** Bu bölüm çizimdeki her bloğu oluşturan şekilleri açıklayan blok tanımı birimlerini içerir. Modellemede kullanılan tüm bloklar bu kısımda yer alır.
- **ENTITIES (Öğeler) Kısmı;** Bu bölüm blok referanslarıyla birlikte çizim birimlerini içerir. Özellikle modelin geometrik elemanları, koordinatlarının ve değişkenlerinin tanımlandığı yer bu kısımdır.

- OBJECTS (Objeler) Kısmı; Çizimdeki grafiksel olmayan nesneleri ihtiva eder. Çizgi stillerini ve gruplarını ihtiva eden sözcükler bu kısımda yer alan örneklerdir.

DXF formatında nesnelerin tanımı öğelerden farklıdır. Öğeler grafik gösterime sahipken, nesneler grafik gösterime sahip değildir. Örneğin sözcükler nesnedir öğe değildir. Nesneler, grafiksel olmayan nesnelere atıf yaparken öğeler aynı zamanda grafiksel nesnelere de atıf yapar. Bir DXF dosyasında bulunan değişken isimlerinin tipi kullanıldığı yer ve açıklamaları yer almaktadır.

Çizelge 5.1. DXF grup kodları [20]

Grup Kodu	Değer Tipi
0	Bir öğenin, tablo verisinin veya dosya ayırıcısının başlangıcını gösterir. Bunu izleyen yazı değeri, bunlardan hangisinin olduğunu belirler.
1	Bir öğenin birincil yazı değeri
2	Bir ad; nitelik etiketi, blok adı vs.
3-4	Diğer yazı veya ad değerleri.
5	On altı tabanlı bir dizgi olarak ifade edilen öğe tutamaları.
6	Çizgi tipi, adı (sabit).
7	Yazı stili adı (sabit).
8	Katman adı (sabit).
9	Değişken adı kimliği (DXF dosyasının sadece HEADER kısmında kullanılır).
10	Birincil X koordinatı (bir çizgi veya yazı öğesinin başlama noktası, bir çemberin merkezi vs.)
11-18	Diğer X koordinatları.
20	Birincil Y koordinatı. 2n değeri. Her zaman 1n değerine karşılık gelir ve dosyada bunların hemen ardından gelir.
21-28	Diğer Y koordinatları.
30	Birincil Z koordinatı. 3n değerleri, her zaman 1n ve 2n değerlerine karşılık gelir ve dosyada bunların hemen ardından gelir.
31-37	Diğer Z koordinatları.
38	Eğer bu öğenin yüksekliği sıfırdan farklı ise belirir (sabit).
39	Eğer bu öğenin kalınlığı sıfırdan farklı ise belirir (sabit).
40-48	Kayar-nokta değeri (yazı yüksekliği, ölçek katsayısı vs.).
49	Tekrarlanan değer-çoğul 49 grupları, bir öğede değişken uzunluk tablolarında görünebilir (LTYPE tablosundaki kesik çizgi uzunluğu gibi).
50-58	Açılar.
62	Renk numarası (sabit).
66	"İzleyen öğeler" bayrağı (sabit).
70-78	Tekrar saymalar, bayrak bitleri veya modlar gibi tamsayılar.
210,220, 230	Kalınlaşma yönünün X, Y ve Z bileşenleri.
999	Yorumlar

Çizelge 5.2. DXF değişkenleri [20]

\$ACADVER	1	AutoCAD çizim veri tabanı versiyon numarası
\$ANGBASE	50	0 8sıfır) açısının yönü
\$ANGDIR	70	1=saat yönünde açılar, 1=açık, 0=kapalı
\$ATTDIA	70	Nitelik giriş diyalogları
\$ATTMODE	70	Nitelik görünürlüğü, 0=hiçbiri, 1=normal, 2=hepsi
\$ATTREQ	70	INSERT sırasında nitelik iletisi yönetilmesi, 1=açık, 0=kapalı
\$AUNITS	70	Açılar için UNITS (Birim) formatı
\$AUPREC	70	Açılar için UNITS (Birim) hassasiyeti
\$AXISMODE	70	Sıfırdan farklı ise cetvel açık
\$AXISUNIT	10,20	X ve Y eksenleri çentik aralığı
\$BILIPMODE	70	Sıfırdan farklı ise işaret modu açık
\$CECOLOR	62	Öge renk numarası; 0=BYBLOCK, 256=BYLAYER
\$CELTYPE	6	Öge çizgi tipi adı, BYBLOCK veya BYLAYER
\$CHAMFERA	40	Birinci pah uzaklığı
\$CHAMFERB	40	İkinci pah uzaklığı
\$CLAYER	8	Güncel katman adı
\$COORDS	70	0=Statik koordinat görüntüsü, 1=sürekli yenileme, 2="d<a" formatı
\$DIMALT	70	Sıfırdan farklıysa alternatif birim ölçülendirmesi uygulanır
\$DIMALTD	70	Alternatif birim ondalık haneleri
\$DIMALTF	40	Alternatif birim ölçek faktörü
\$DIMAPOST	1	Alternatif ölçülendirme son eki
\$DIMASO	70	1=İlişkili ölçülendirme yaratır, 0=Bağımsız öğelerle ölçülendirme yapar
\$DIMASZ	40	Ölçü oku büyüklüğü
\$DIMBLK	2	Ok bloğu adı
\$DIMBLK1	1	Birinci ok bloğu adı
\$DIMBLK2	1	İkinci ok bloğu adı
\$DIMCEN	40	Merkez işaret çizgilerinin büyüklüğü
\$DIMDLE	40	Ölçü çizgisi uzantısı
\$DIMDLI	40	Ölçü çizgisi arttırımı
\$DIMEXE	40	Uzatma çizgisi uzantısı
\$DIMEXO	40	Uzatma çizgisi ötelemesi
\$DIMLFAC	40	Doğrusal ölçümler ölçek katsayısı
\$DIMLIM	70	Sıfırdan farklıysa ölçü sınırları türetilir
\$DIMPOST	1	Genel ölçülendirme son eki
\$DIMRND	40	Ölçü uzaklıkları için yuvarlama değeri
\$DIMSAH	70	Sıfırdan farklı ise ayrı ok blokları kullanılır
\$DIMSCALE	40	Genel ölçülendirme ölçek katsayısı
\$DIMSE1	70	Sıfırdan farklıysa birinci uzatma çizgisi çizilmez

Çizelge 5.2. Devamı

\$DIMSE2	70	Sıfırdan farklıysa ikinci uzatma çizgisi çizilmez
\$DIMSHO	70	1=Sürükleme sırasında ölçüler yeniden hesaplanır, 0=Sadece orijinal şekil sürüklenir
\$DIMSOXD	70	Sıfırdan farklı ise dış uzatma ölçü çizgileri çizilmez
\$DIMITAD	70	Sıfırdan farklı ise yazı, ölçü çizgisinin üstüne yazılır
\$DIMITIH	70	Sıfırdan farklı ise uzatma çizgileri içindeki yazı yatay yazılır
\$DIMITIX	70	Sıfırdan farklı ise yazı, uzatma çizgileri arasına yerleştirilir
\$DIMITM	40	Eksi tolerans
\$DIMTOFL	70	Sıfırdan farklı olduğunda uzatma çizgilerinin dışındaki yazı uzatma çizgilerinin içine yerleştirilir
\$DIMTOH	70	Sıfırdan farklı ise uzatma çizgileri dışındaki yazı yatay yazılır
\$DIMITOL	70	Sıfırdan farklı ise ölçü toleransları türetilir
\$DIMITP	40	Artı tolerans
\$DIMITSZ	40	Ölçülendirme çentik büyüklüğü, 0=çentiksiz
\$DIMITVP	40	Yazı düşey konumda yazılır
\$DIMITXT	40	Ölçülendirme yazı yüksekliği
\$DIMZIN	70	"Feet ve Inch" ölçülendirmesinde düzenleme yapılmaz
\$DRAGMODE	70	Sürükleme değişkeni, 0=kapalı, 1=açık, 2=otomatik
\$ELEVATION	40	ELEV komutunun belirlediği güncel yükseklik
\$EXTMAX	10,20, 30	XY çizim kapsamının sağ üst köşesi (WCS)
\$EXTMIN	10,20, 30	XY çizim kapsamının sol alt köşesi (WCS)
\$FILLETRAD	40	Öteleme yarıçapı
\$FILLMODE	70	Sıfırdan farklı ise doldur (fill) modu açık
\$HANDLING	70	Sıfırdan farklı ise öge tutamakları işler
\$HANDSEED	5	Elde edilecek bir sonraki öge tutamağı
\$INSBASE	10,20, 30	BASE komutunun ayarladığı yerleştirme temel noktası (WCS)
\$LIMCHECK	70	Sınır kontrolü açıksa sıfırdan farklıdır.
\$LIMMAX	10,20	XY çizim kapsamı sağ üst köşesi (WCS)
\$LIMMIN	10,20	XY çizim kapsamı sol alt köşesi
\$LTSCALE	40	Genel çizgi tipi ölçeği
\$LUNITS	70	Koordinatlar ve uzaklıklar için UNITS formatı
\$LUPREC	70	Koordinatlar ve uzaklıklar için UNITS hassasiyeti
\$MENU	1	Menü dosyasının adı

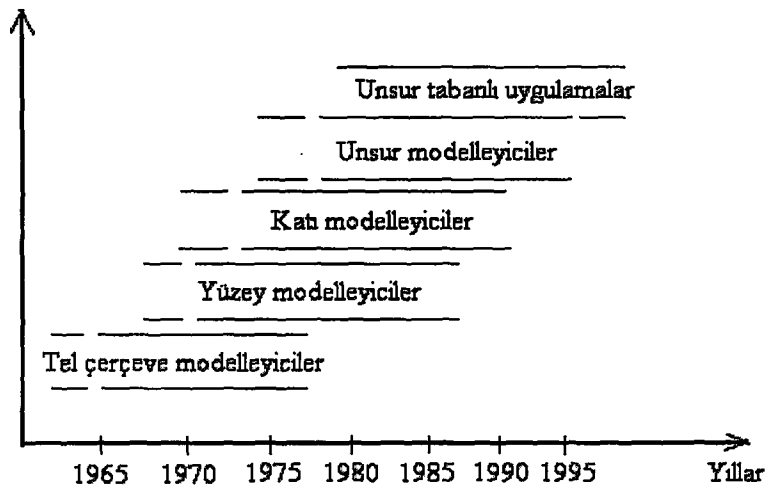
Çizelge 5.2. Devamı

\$MIRRTEXT	70	Sıfırdan farklı ise yazı yansıtılır
\$ORTHOMODE	70	Sıfırdan farklı ise dikey (ortho) modu açık
\$OSMODE	70	Çalışan nesne kenetleme modları
\$PDMODE	70	Nokta görüntü modu
\$PDSIZE	40	Nokta görüntü büyüklüğü
\$PLINEWID	40	Bileşik çizgi genişliği
\$QTEXTMODE	70	Sıfırdan farklı ise hızlı yazı (qtext) modu açık
\$REGENMODE	70	Sıfırdan farklı ise otomatik yeniden türetme modu açık
\$SKETCHING	40	Eskiz çizimi kayıt artırımı
\$SKPOLY	70	0=Eskiz çizgileri, 1=Eskiz çoklu çizgileri
\$SPLFRAME	70	Spline parçası başına düşen doğru parçalarının sayısı
\$SPLINESEGS	70	Spline parçası başına düşen doğru parçalarının sayısı
\$SPLINETYPE	70	"PEDIT Spline" için spline eğri tipi
\$SURFTAB1	17	Birinci yönde göze tekrarlama sayısı
\$SURFTAB2	70	İkinci yönde göze tekrarlama sayısı
\$SURFTYPE	70	"PEDIT Smooth" için yüzey tipi
\$SURFU	70	M yönünde yüzey yoğunluğu
\$SURFV	70	N yönünde yüzey yoğunluğu
\$TDCREATE	40	Çizim tarihi
\$TDINDWG	40	Çizim için toplam düzenleme zamanı
\$TDUPDATE	40	Çizimin son yenilediği tarih
\$TDUSRTIMER	40	Kullanıcı tanımlı zaman göstergesi
\$TEXTSIZE	40	Yazı yüksekliği
\$TEXTSTYLE	7	Güncel yazı stili adı
\$THICKNESS	40	ELEV komutunun belirlediği güncel kalınlık
\$TRACEWID	40	İz genişliği
\$UCSNAME	1	Güncel UCS' nin adı
\$UCSORG	10,20,30	Güncel UCS' nin merkezi (WCS' de)
\$UCSXDIR	10,20,30	Güncel UCS' nin X ekseninin yönü (yer koordinatlarında)
\$UCSYDIR	10,20,30	Güncel UCS' nin Y ekseninin yönü (yer koordinatlarında)
\$USERI1-5	70	Üçüncü parti geliştiricilerin kullanımı için hazırlanmış beş tamsayı değişkeni
\$USERR1-5	40	Üçüncü parti geliştiricilerin kullanımı için hazırlanmış beş gerçel sayı değişkeni
\$USRTIMER	70	0=zaman göstergesi kapalı, 1=zaman göstergesi açık
\$WORLDWIEW	70	1=DVIEW/VPOROT sırasında UCS' yi WCS' ye ayarlar, 0=UCS' yi değiştirme

6. UNSUR KAVRAMI

Bir parçanın hem geometrik hem de geometrik olmayan fonksiyonel bilgilerini içeren elemanlara unsur adı verilir [32].

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/BDÜ 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 [33]. Modelleme programlarının tarihsel gelişimi Şekil 6.1' de görülmektedir.



Şekil 6.1. Modelleme programlarının tarihsel gelişimi [33]

Ancak unsurların gruplanması konusunda kabul gören yaklaşıma göre, unsurlar genel olarak tasarım veya biçim unsurları (form features) ve imalat unsurları (manufacturing features) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Biçim unsurları ekleme ve çıkarma olabileceği gibi, imalat unsurları sadece çıkarma olarak tanımlanırlar. Biçim unsurları tasarımın fonksiyonel bilgilerini ihtiva ederken, imalat unsurları imalat ile ilgili bilgileri bulundurlar.

6.1. Unsur Tanıma ve Çıkarma

İş parçası BDT modeli üzerinde bir bilgisayar programı ile geometrik verilerin analiz edilip, belli unsur prototip yapıları ile karşılaştırılmak suretiyle unsur elde edilmesine unsur tanıma veya çıkarma adı verilir. Unsur tabanlı modellemenin mümkün olmadığı yıllarda ihtiyaç duyulan bu yöntem ile CSG veya BREP formatında oluşturulan parça geometrik verileri analiz edilerek unsurlar elde edilir. Araştırmacılar değişik unsur tanıma algoritmaları geliştirmişlerdir. Bunlardan bazıları, çizge (graph) tabanlı teknikler, dış bükey kabuk (convex hull) teknikleri ve kural tabanlı (rule-based) tekniklerdir [34]. Ayrıca CSG ağacından unsur tanıma, hücre tabanlı teknikler, sinir ağları kullanarak unsur tanıma yöntemleri de mevcuttur.

6.2.Çizge Tabanlı Teknikler

Çizge (graph) tabanlı teknikler ile unsur tanımda, parçanın topolojik biçimi bir çizge olarak temsil edilmektedir. Genellikle bu çizgenin düğümleri parça yüzeylerini, kenarları ise parça kenarlarını temsil etmektedir. Daha sonra bu çizgede yapılacak arama işlemi ile, çizge ile temsil edilen parçaya ait unsurlar belirlenir.

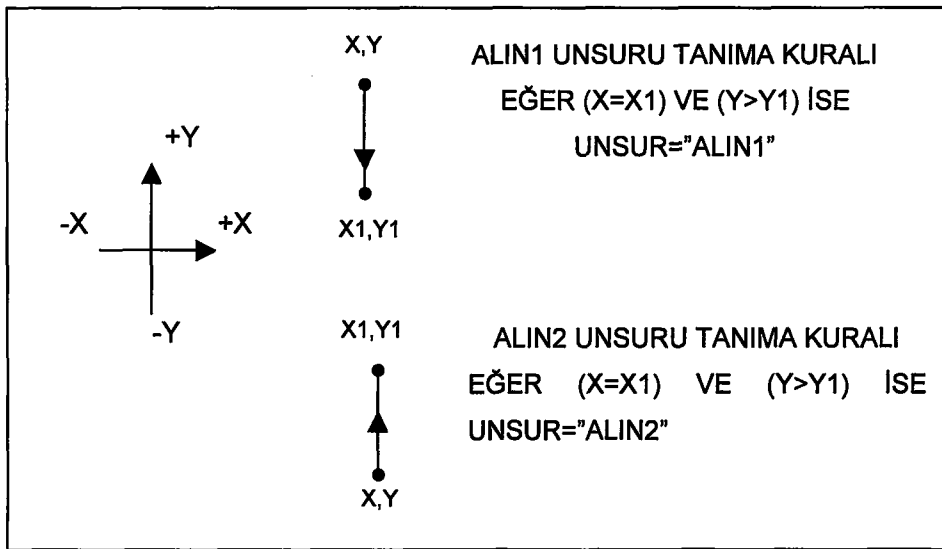
6.3. Dış Bükey Kabuk Ayırıştırma Tekniği

Bu yöntemde katı modeldeki unsurları tanımak için hacimsel özellikler kullanılır. Bu teknik, bir parçayı ham malzemeden imal edebilmek için talaş

kaldırılacak malzemeleri belirleme fikrine dayanmaktadır. Dış bükey kabuk algoritması ve Boolean işlemleri kullanılır. Parça, hacim ekleme veya çıkarma şeklinde bir dizi dış bükey hacimle ifade edilebilir.

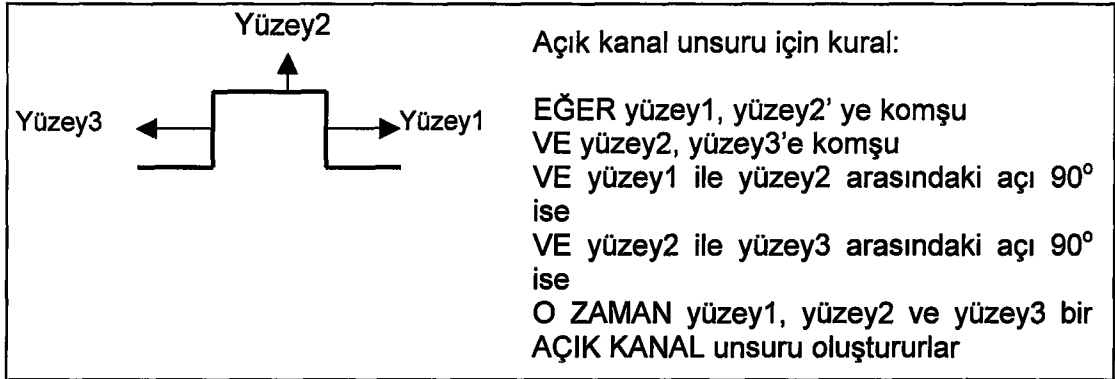
6.4. Kural Tabanlı Teknikler

Unsurların geometrik özelliklerinden faydalanılarak oluşturulan kurallar ile, parça geometrisinin sorgulanması sonucu unsurlar tanınır. Yapılan çalışmada kural tabanlı teknik kullanılarak unsurların tanınması gerçekleştirilmiştir. Unsur tanıma işleminde öncelikle iş parçasının iki boyutlu çizimine ait DXF dosyasından iş parçasına ait köşe noktaları (vertex) bulunur. Komşu kenarların bulunması için, bulunan bu noktalar sağdan sola doğru sıraya konur. Bu işlemden sonra sağdan sola doğru her iki köşe noktası birleştirilerek, kenarlar ve boyutlar bulunur. Komşu kenarların ve boyutların kontrol edilmesi ile aralarındaki ilişkilerin belirlenmesiyle unsur konusunda son kararın verilmesi sağlanır. Şekil 6.2' de alın1 ve alın2 unsurları tanıma kuralları verilmiştir. Çalışmada ele alınan diğer unsurlar aşağıda verilen kurallar esas alınarak belirlenmektedir.



Şekil 6.2. Alın unsuru tanıma kuralı

Kanal unsurunu tanımak için kural Şekil 6.3' de verilmiştir.



Şekil 6.3. Kanal unsuru tanıma kuralı

6.5. Unsur Tabanlı Tasarım

1992 yılından bu yana ticari BDT sistemlerinde ilişkiye dayalı modelleme tekniklerinin kullanılması ile, bir tasarım aracı olan katı modellemenin gücü oldukça artmıştır. Katı modelleme tasarımlarının, 3B geometrik tanımlarını tam ve eksiksiz temsil etmekle birlikte, üretim aşamasında bu şekli ile yetersiz kalmaktadır. Katı model veritabanında teknolojik bilgilerin bulunmaması da bir diğer olumsuzluktur. Böylece katı modele dayalı BDÜ uygulamalarında insan katkısı kaçınılmaz olmaktadır [32].

Parça tasarımı sırasında daha önceden tanımlanmış unsurların kullanılması ile yapılan tasarıma Unsur Tabanlı Tasarım - UTT (Feature Based Design) denir. Tasarımcının fikrinin daha iyi ifade edilebildiği bu yaklaşımda, ön tanımlı parametrik hacimler unsur kütüphanesinden seçilmekte ve bunlara boolean (kesme-çıkarma-ekleme) operasyonları uygulanarak parça modellenmektedir. Bu yaklaşım ile tasarım hızlandırılmakta ve tasarım sürecinde oluşan bilgilerin sonraki uygulamalara aktarılmasına izin verilmektedir. UTT yaklaşımı ile yeniden tasarım süreci de oldukça hızlandırılmıştır. Tasarım esnasında unsurların kullanımı ve parçanın

parametrik tasarımı ile parça tasarım fonksiyonelliği ve verimliliği artmıştır. Tasarımda kullanılan unsur teknolojisi hala deneysel safhada ve gelişme süreci içindedir. Ticari BDT programlarındaki mevcut unsurlar, üretim bilgisi ekleme işlemlerine izin vermemektedirler. Malzeme özellikleri, teknolojik parametreler ve imalat hassasiyeti gibi bir unsurun sahip olabileceği yüksek düzeyli bilgiden farklı olarak bu BDT sistemlerindeki unsurlar, sadece geometrik biçim tanımlarını içermektedir. Bu ise, yüksek düzeyli bilgi gereksinimlerinden daha çok geometrik hesaplamalar için uygundur. Bu yüzden tasarım unsurları imalat unsurlarına çevrilerek bu problem ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

UTT' nın dezavantajları, tasarımcıya sınırlama getirmesi, tasarım unsurlarının imalat unsurlarına dönüştürülmesi gerekliliği, fazla sayıda unsur içeren unsur kütüphanesi oluşturma problemi olarak sayılabilir.

Tasarım ile imalat arasındaki bütünleşmenin sağlanması için anahtar eleman unsur kullanımıdır. Daha önceden sadece tasarım için kullanılan unsurların imalat unsurlarına dönüştürülmesi ile işlem planlama aşamalarında bütünleşme sağlanması yoluna gidilmiştir. Böylece tasarım aşamasında imalatında düşünülmesi gerçekleştirilmiş ve ortaya çıkabilecek problemlerin tasarım sırasında fark edilmesi sağlanmıştır. Ancak bu bütünleşme henüz yeterli değildir.

Bir iş parçasının tasarımından üretimine kadarki süreci bilgisayar destekli gerçekleştirilebilmek için iş parçaları ile ilgili dört ana özelliğin dikkate alınması gerekir. Bu özellikler tasarım özellikleri, üretim özellikleri, boyut ve toleranslar, geometrik özellikler olarak sıralanabilir [20].

Geometrik özellikler, yüzeyler, kenarlar, eğriler gibi geometrik öğelerin toplamıdır. Geometrik özellik ile üretim yöntemini belirleyen üretim özellikleri arasında farklı bir ilişki vardır. Örneğin iş parçası üzerindeki geometrik özellik bir delik ise, bu delik, delinecek, raybalanacak veya delik büyütme işlemine tabi tutulacak olabilir. Unsurun delik olarak belirlenmesi ve işlenmesi üretim özelliğini belirlemek için yeterli değildir. Her bir unsura ait kaldırılacak talaş

miktarı, o geometrik özelliğe ait işleme yöntemini belirler. İşleme yöntemleri belirlenirken mevcut işletme şartlarından ziyade optimum talaş kaldırma prensipleri dikkate alınmıştır.

Hazırlanan programda alın yüzeyle ilgili unsur tanıma kuralları Şekil 6.4' de verilmektedir. Bu unsurların iki farklı şekilde tanımlanması, unsurların iş parçaları üzerinde farklı konumlarda bulunmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin iş parçasının altında bulunan bir unsur alın tornalama olarak tanımlanırken, sol tarafında bulunan unsur kesme olarak tanımlanabilmektedir. Ayrıca farklı unsurların birleşimi ile yeni unsurlar tanımlanabilmektedir. Bundan dolayı unsurun yönü önem arz etmektedir.

```

IF (X^ [DONGU] = X1^ [DONGU]) AND (Y^ [DONGU]< Y1^ [DONGU])
THEN
    BEGIN
        ISLEM^[DONGU]:='ALINTOR';
    END
IF (X^ [DONGU] = X1^ [DONGU]) AND (Y^ [DONGU]> Y1^ [DONGU])
THEN
    BEGIN
        ISLEM^[DONGU]:='ALINTOR1';
    END

```

Şekil 6.4. Dönel parçalarda alın tornalama unsurları tanımlama kuralları

İş parçasının üzerindeki bir düz kanalın tanımlanmasında kullanılan, komşu özelliklerin bileşiminin dikkate alındığı kural Şekil 6.5'de verilmiştir.

```

IF (ISLEM [DONGU] = 'ALINTOR1') AND (ISLEM [DONGU+1]='SILTOR'
AND (ISLEM [DONGU+2]='ALINTOR') THEN BEGIN
ISLEM [DONGU1]:='DUZKANAL;

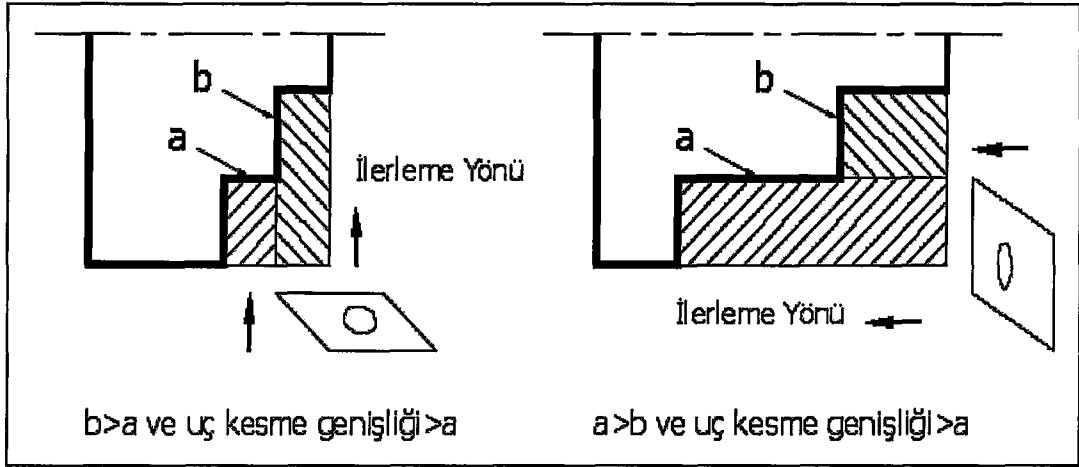
```

Şekil 6.5. Dönel parçalarda düz kanal unsuru tanımlama kuralı

Düz kanal, birden fazla unsurun birleşimi ile oluşmaktadır. Bundan dolayı, düz kanal diğer komşu unsurların kontrol edilmesi ile bulunmaktadır. Ayrıca unsurun iş parçası yüzeyindeki durum ve boyutuna göre özelliği belirlenmektedir.

Bir kanalın boyutu, kanalın tanımlanması için önemlidir. Kanalın derinliği ve boyu dikkate alınarak kesici takım seçilir ve işleme özelliği kesici takıma göre yapılır. Dolayısıyla unsurlar belirlenirken boyutlarının da kontrol edilmesi gerekmektedir. Boyut olarak geniş bir kanal, yan kalemlerle işlenirken daha dar bir kanal, kanal kalem ile işlenebilmektedir. Bundan dolayı bu iki unsurun birbirinden ayrılması gerekmekte, sadece unsurun tanımlanması yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda, o unsurun komşu unsurlar ile olan ilişkilerine ve boyutuna da dikkat etmek gerekmektedir. Örneğin kısa boylu silindirik bir yüzey, dalma tornalama ile işlenebilirken, daha uzun silindirik bir yüzey, boyuna tornalama yöntemi ile işlenmesi gerekmektedir. Bu işlemin tanımlanması, bu unsur ile komşu unsurların çap farklarını kontrol etmekle yapılır.

Unsur tanıma, işleme özelliklerine göre de farklılıklar gösterir. İşleme özelliklerinin geniş ve farklı olması unsur tanıma işleminin de geniş olmasını gerektirir. Bir işlem için alın tornalama, silindirik tornalama, kanal tornalama vb. döngülerinden hangisinin kullanılacağı işleme özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi ile mümkündür. Örneğin alın tornalama döngüsü ile işlenebilen yüzeyler aynı zamanda silindirik tornalama döngüsüyle de işlenebilir. Bu iki unsur arasındaki farkı bulmak için komşu unsurlar ile bu unsurlar arasındaki çap farklarını kontrol edebilen bir unsur tanıma kuralı gereklidir. Şekil 6.6'da iki unsur arasındaki işleme özellik farkları görülmektedir.



Şekil 6.6. İşleme özelliğine göre silindirik yüzey belirleme kuralı [35]

Bu çalışmada, unsur tanıma işlemine temel teşkil eden işleme özelliklerine önem verilmiştir. İşleme özelliklerinin belirlenmesi aynı zamanda işlem sırasının da belirlenmesini sağlamaktadır. Döngü gerektirmeyen dış unsurların işlenmesinde en küçük çaptan en büyük çapa doğru bir işlem sırası izlenmiştir. Bu işlem sırası, üretim zamanı açısından en uygun işleme tipidir. İç unsurların işlenmesinde ise önce delme işlemi, daha sonra büyük çaptan küçük çapa doğru bir işlem sırası izlenmiştir. Bu da üretim zamanını kısaltmak açısından önemlidir.

7. KESME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Yapılan çalışmada, dönel iş parçalarına ait unsurlar bulunduktan sonra, bu unsurlara göre seçilen kesicilere ve talaş derinliğine göre kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Optimizasyon yapılırken Akkurt ve Mestci' nin yaptıkları çalışmadaki formülasyon modeli programa adapte edilmiştir [36]. Yapılan çalışmadaki optimizasyon modeli aşağıda açıklanmıştır.

7.1. Talaş Kaldırma Faktörlerinin Optimizasyonu

Talaş kaldırma faktörlerinin optimizasyonu, ortaya çıkan çeşitli sınırlamalar ve talaş kaldırma işleminin karmaşık bir olay olmasından dolayı kompleks bir işlemdir. Yapılan çalışmada optimum kesme faktörlerinin büyük bir yaklaşıklıkla elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Talaş kaldırma şartlarını belirleyen kesme faktörleri; kesme hızı (V), takım ömrü (T), talaş derinliği (a) ve ilerleme (s)' dir. Kesme hızı, takım ömrüne bağlı olarak V_{60} ve V_{240} biçiminde ifade edilirse kesme hızı, paso kalınlığı, ve ilerleme olmak üzere üç temel faktör kalır. Bunlara takım-parça malzemesi çiftini de eklemek gerekir. Belirtilen bu faktörlerden herhangi biri diğer faktörlere bağlı olarak belirlenebilir. Bu işlem gerçekleştirilirken teknik ve ekonomik şartlar göz önünde bulundurulmalıdır.

7.2. Kesme Faktörleri Arasındaki İlişkiler

Kesici takımın iki bileme arasındaki etkin çalışma zamanına takım ömrü denir. Takım ömrü direkt aşınmaya bağlı olduğundan, aşınmada etkili olan parça-takım malzeme çifti, takım geometrisi, talaş geometrisi, kesme hızı ve kesme sıvısı gibi faktörler takım ömrünü etkiler. Bu faktörlerden en önemlisi ve takım ömrünü en çok etkileyen kesme hızıdır. Takım ömrü (T) ile kesme

hızı (V) arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi yazılabilir. Bu bağıntı Taylor bağıntısı olarak da ifade edilir [37].

$$V \cdot T^n = C \quad (7.1)$$

Burada;

V : Kesme hızı,

T : Takım ömrü,

n : Takım malzemesine bağlı olarak, iş parçası malzemesinden, kesme şartlarından etkilenen katsayı,

C : İlerleme başta olmak üzere tüm girdi parametrelerine bağlı sabittir.

Takım ömrünün ilerleme ve paso kalınlığına göre değişimi de, diğer koşullar sabit olduğunda genişletilmiş Taylor bağıntısı, tüm kesme faktörlerini kapsayacak şekilde aşağıdaki gibi ifade edilir [46].

$$T = \frac{C}{V^k \cdot s^m \cdot a^p} \quad (7.2)$$

Burada;

T : Takım ömrü

V : Kesme hızı

s : İlerleme

a : Talaş derinliğini ifade etmektedir.

Bu bağıntıdaki C , k , m , p , katsayılarının değerleri değişik araştırmacılar tarafından değişik kesme şartları için deneysel olarak ortaya konmuştur. Ancak bu değerler arasında oldukça büyük farklılıklar göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmalarda $k > m > p$ ilişkisi ortaya çıkmaktadır. Bu ilişkide gösterir

ki takım ömrü üzerine en büyük etki kesme hızı (V), sonra ilerleme (s) ve en az etkiyi talaş derinliği (a) yapmaktadır [48].

Kronenberg, (7.2) bağıntısını, talaş kesiti $A_s=s.a$ ve talaş kalınlığı-ilerleme oranı $G=a/s$ cinsinden ifade ederek aşağıdaki bağıntıyı elde etmiştir (46).

$$T = 60 \left(\frac{C_{vm} (G/5)^g}{A_s^z V} \right)^{1/n} \quad (7.3)$$

Burada;

T : Takım ömrü

C_{vm} : Malzeme katsayısı

G : Talaş kalınlığı-ilerleme oranı

A_s : Talaş kesiti

V : Kesme hızını ifade etmektedir.

Değişik araştırmacıların yaptıkları çalışmalar analiz edilerek birçok malzeme çeşidi için C_{vm} katsayısı ve g , z , n , üslerinin değerleri bulunmuştur. Ancak pratikte kesme faktörleri, talaş kesiti ve talaş derinliği-ilerleme oranından çok, kesme hızı, ilerleme, talaş derinliği gibi ayrı ayrı ele alınmaktadır. Bu nedenle (7.2) denklemini takım ömrü bağıntısı olarak daha uygundur. Bununla beraber Kronenberg tarafından elde edilen değerler (7.2) ve (7.3) bağıntılarındaki katsayı ve üslerin aşağıda gösterilen eşitlikler yardımıyla birbirine dönüştürülmesiyle kullanılabilir.

$$C = 60 \left(\frac{C_{vm}}{5^g} \right)^{1/n} \quad (7.4)$$

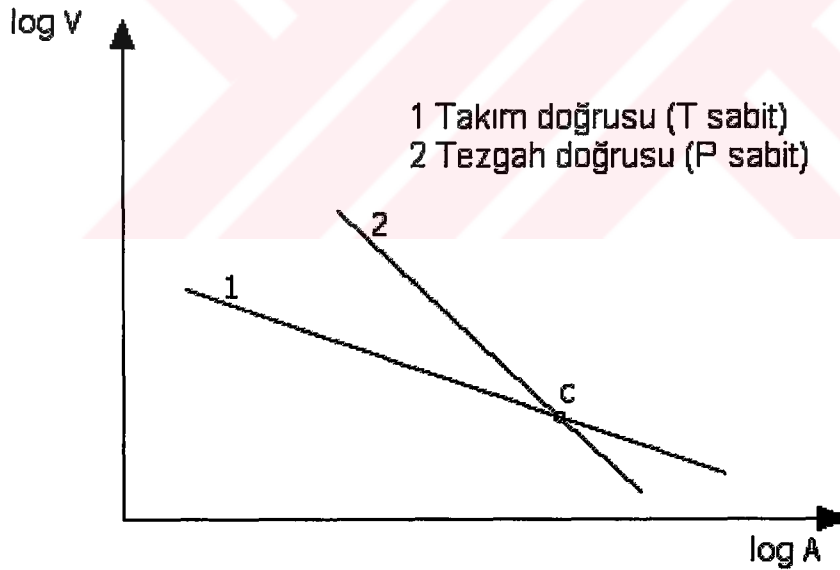
$$k = \frac{1}{n} \quad (7.5)$$

$$m = \frac{z + g}{n} \quad (7.6)$$

$$p = \frac{z - g}{n} \quad (7.7)$$

7.3. Teknik Açidan Optimum Kesme Faktörleri

Kesme faktörleri arasındaki (7.2) bağıntısından yararlanılarak talaş kesiti $A_s = a \cdot s$ olduğu dikkate alınır, belirli bir kesici takım-parça malzeme çifti, sabit bir takım ömrü (T) ve belli bir a/s oranı için kesme hızı (V) ile talaş kesiti A_s arasında bir bağıntı elde etmek mümkündür. Logaritmik koordinat sisteminde bu bağıntı bir doğrudur (Şekil 7.1' deki 1 doğrusu). Bu doğruya V- A_s veya takım doğrusu denir.



Şekil 7.1 Teknik açıdan optimum kesme hızı [48]

Kesme faktörleri cinsinden motor gücü ise aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir [46].

$$P_m = \frac{k_s \cdot A_s \cdot v}{\eta_m} \quad (7.8)$$

Burada ;

P_m : Motor gücü,

K_s : Özgül kesme kuvveti,

A_s : Talaş kesiti,

V : Kesme hızı,

η_m : Tezgahın verimini ifade etmektedir.

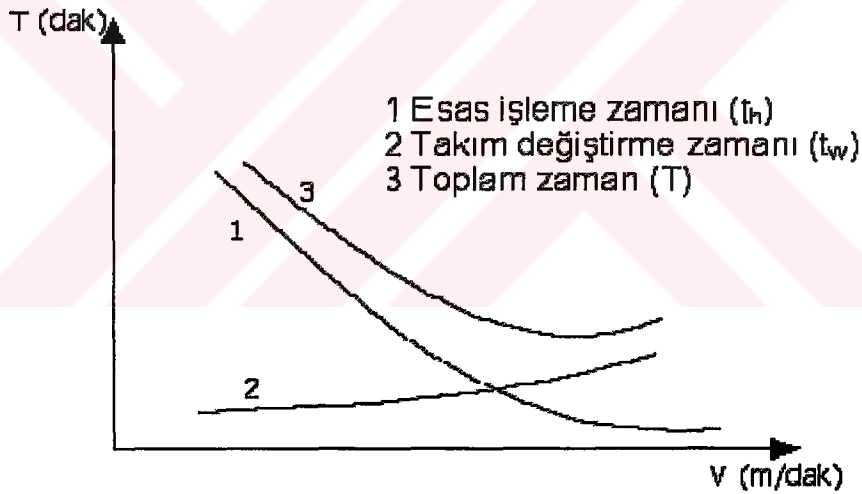
Belirli bir tezgah ve parça-takım malzeme çifti için P_m , η_m ve k_s ' nin sabit olduğu düşünülürse (7.8) bağıntısına göre V ile A_s arasında bir bağıntı kurulabilir. Bu bağıntı çift logaritmik koordinat sisteminde, tezgah doğrusu adını taşıyan bir doğru ile temsil edilir (Şekil 7.1' deki 2 doğrusu). Güç sınırını temsil eden bu diyagramdan, talaş kesimine bağlı olarak kesme hızının seçimi, tezgah gücünün tüm kapasitesinin kullanıldığı anlamı çıkar.

Takım ve tezgah doğruları bir diyagram üzerinde Şekil 7.1' de olduğu gibi gösterilirse doğruların kesiştiği C noktası, teknik açıdan optimum çalışma konumunu belirler. Bu noktayı belirleyen kesme faktörleri seçildiği zaman takım ömrü ve tezgah gücü tam olarak kullanılmış olur. Bu nedenle kaba talaş kaldırma işleminin "C" ile gösterilen çalışma konumunda gerçekleştirilmesi çok iyi sonuçlar vermektedir.

7.4. Verimlilik (Maksimum Üretim) Açısından Kesme Faktörleri

İmalatta toplam işleme zamanı, hazırlık ve parça zamanı olmak üzere ikiye ayrılır. Hazırlık zamanı parça sayısına bağlı olmayan, resimlerin ve teknolojik verilerin incelenmesi, iş yerinin hazırlanması, tezgah ve takımların ayarlanması gibi tüm hazırlıkla ilgili zamanların toplamıdır. Parça zamanı ise parça sayısına bağlı olan ve parçayı işlemek için harcanan zamanların toplamıdır.

Optimizasyon açısından, toplam işlem zamanını, hazırlık zamanı (t), esas işleme zamanı (t_h) ve takım değiştirme zamanı (t_w) olmak üzere üç kısımda ele almak daha uygundur. Bu zamanların kesme hızına göre durumu ele alınırsa, hazırlık zamanının kesme hızına bağlı olmadığı, kesme hızının artması ile esas işleme zamanının azaldığı görülür. Aynı şekilde kesme hızının büyümesi ile, kesici takımın daha çabuk körlendiği ve bilenmesi için belirli bir zaman içinde daha çok değiştirileceği düşünülürse, kesme hızının artması ile kesici takım değiştirme zamanının artacağı söylenebilir. Bu zamanlar kesme hızına bağlı olarak bir grafik üzerinde gösterilirse toplam işleme zamanının kesme hızının bir değeri (V_{zopt}) için minimum bir değer aldığı görülür (Şekil 7.2).



Şekil 7.2. Verimlilik (maksimum üretim) açısından optimum kesme hızı [48]

Analitik bakımdan optimum takım ömrünü tayin etmek için toplam zaman ifadesi yazılıp kesme hızına göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse veya birim zamanda işlenen parça sayısı ifadesinin takım ömrüne göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse verimlilik açısından optimum ömür,

$$T_{zopt} = (k-1) \cdot t_w \quad (7.9)$$

bağıntısı ile bulunur.

Burada;

T_{zopt} : Optimum takım ömrü (maksimum üretim açısından)

k : Kullanılan uç sayısı

t_w : Takım değiştirme zamanını ifade etmektedir.

7.5. Minimum Maliyet Açısından Optimum Kesme Faktörleri

Parça maliyetinin sınıflandırılması değişik kriterlere göre yapılabilmektedir.

Bunlardan en çok kullanılanına göre bir parçanın imalat maliyeti

$K_F = K_U + K_{ML} + K_{WT}$, bağıntısı ile ifade edilir.

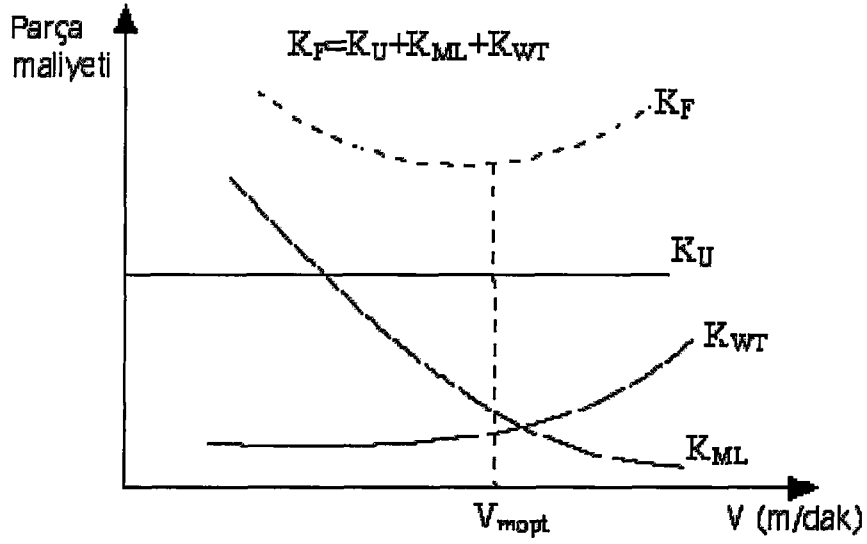
Burada ;

K_U : Malzeme, bağlama araçları ve tesisatların maliyeti,

K_{ML} : Tezgah masrafları, işçilik giderleri ve genel giderleri kapsayan, tezgah ve işçilik maliyeti,

K_{WT} : Takım maliyetidir.

Malzeme ve tesisat maliyeti kesme hızına bağlı değildir. Ancak kesme hızının büyümesi ile tezgah ve işçilik maliyeti azalır ve takım maliyeti büyük ölçüde aşınmaya bağlı olduğundan büyür. Bu bağıntılar tek bir grafik üzerinde temsil edilirse, eğrilerin toplamı maliyet-kesme hızı bağıntısını verir (Şekil 7.3). Burada da kesme hızının belli bir değerinde parça maliyeti minimum olur. Maliyetin minimum değerine karşılık gelen hıza maliyet bakımından optimum kesme hızı (V_{mopt}) denir.



Şekil 7.3. Maliyet açısından optimum kesme hızı

Parça maliyeti kesme faktörleri cinsinden ifade edilip takım ömrü T' ye göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse minimum maliyet açısından takım ömrü,

$$T_{mopt} = (k-1) \cdot \left(t_w + \frac{60 \cdot K_{WT}}{K_{ML}} \right) \quad (7.10)$$

bağıntısı ile bulunur.

Burada;

T_{mopt} : Optimum takım ömrü (minimum maliyet açısından),

k : Kullanılan uç sayısı,

t_w : Takım değiştirme zamanı,

K_{WT} : Takım maliyeti,

K_{ML} : Tezgah ve işçilik maliyetini ifade etmektedir.

7.6. Programda Kullanılan Optimizasyon Yöntemi

Kullanılan optimizasyon yönteminin esası genişletilmiş Taylor bağıntısına (7.2) dayanmaktadır. Hesaplama işleminde kullanılan metot iteratif bir yöntemdir. Yöntemde kaldırılacak toplam talaş derinliği a_{top} öncelikle uygun sayıdaki kaba talaş derinliği ve en son yüzey kalitesine göre bazen bir ince talaş derinliğine ayrılmaktadır. Daha sonra seçilen amaç fonksiyonuna göre (maksimum üretim veya minimum maliyet) optimum kesici takım ömrü hesaplanıp, (7.2) bağıntısı yardımı ile sınırlayıcı şartları sağlayan kesme hızı-ilerleme çiftleri elde edilmekte ve bunlar arasından amaç fonksiyonuna göre en iyi sonucu veren çift, optimum kesme faktörleri olarak alınmaktadır.

Optimizasyon işlemi aşağıdaki sırada yapılmaktadır.

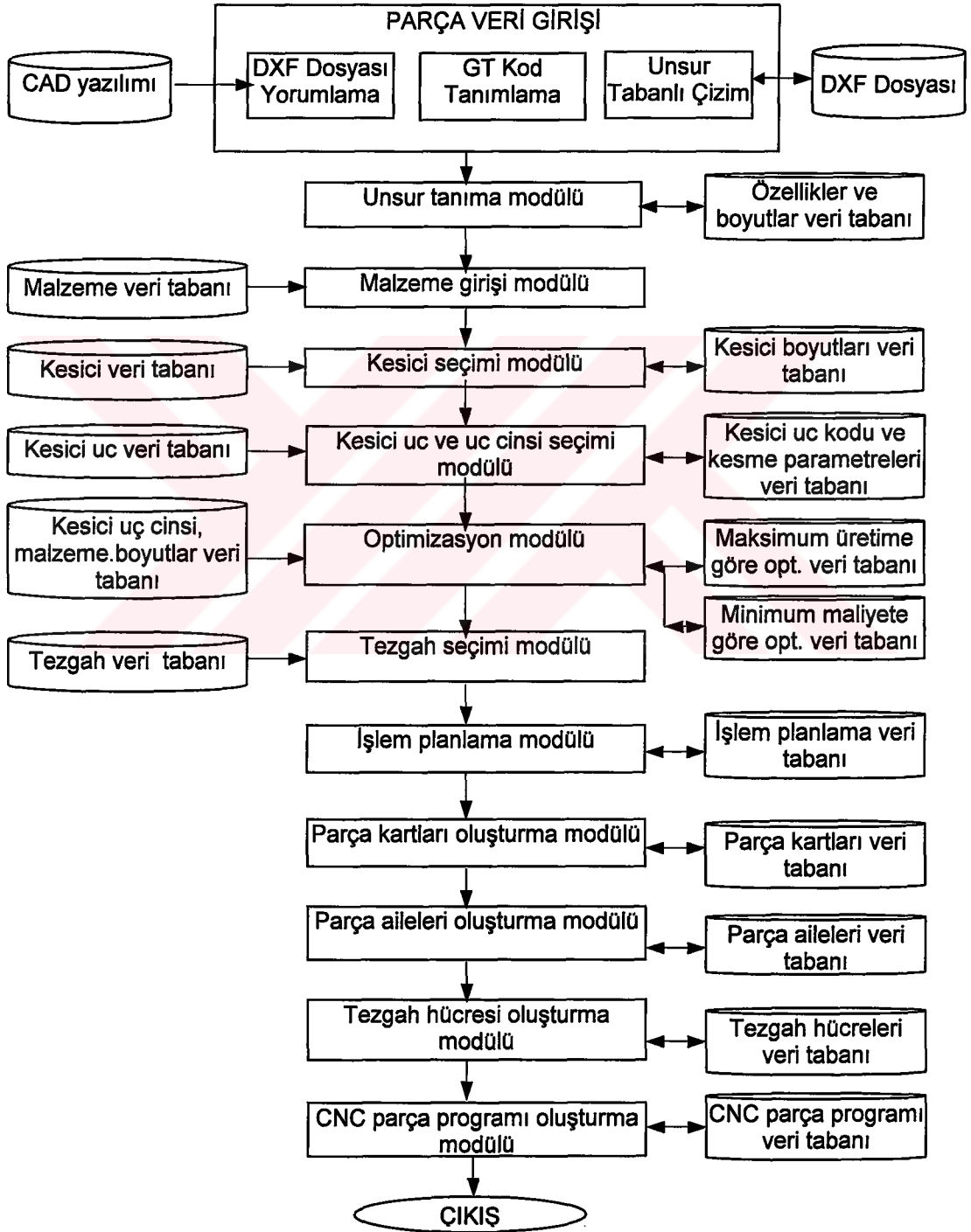
- Unsur tanıma modülünde belirlenen unsurun boyut ve konumuna göre kullanılacak kesici takım ve bu takımda kullanılacak kesici ucun özelliğine göre maksimum talaş derinliği (a_{max}) belirlenir. Daha sonra kesici uç ve malzeme cinsine göre seçilen kesme hızı aralığında genişletilmiş Taylor bağıntısına göre kesme hızı aralıkları ve ilerleme değerleri hesaplanır.
- Maksimum üretime göre kesme hızı ve ilerleme aralıklarının en büyük değerleri (7.8) nolu tezgah gücü bağıntısında yerine konur. Bulunan değerler (7.8) nolu bağıntıyı sağlamıyorsa, kesme hızı ve ilerleme değerleri minimuma doğru azaltılarak tezgah gücü hesaplanır. Hesaplanan tezgah gücü kullanılacak tezgah gücünden fazla ise a_{max} değeri 0.5 mm azaltılarak tekrar birinci adıma geri dönülerek maksimumdan minimuma doğru tarama yapılır. Tezgah gücünü sağlayan talaş derinliği, kesme hızı ve ilerleme değerleri optimum kesme parametreleri olarak alınır.
- Minimum maliyete göre optimizasyon işleminde ise minimum kesme hızı ve ilerleme değerleri (7.8) nolu tezgah gücü bağıntısında yerine konur.

Bulunan değerler (7.8) nolu bağıntıyı sağlamıyorsa, kesme hızı ve ilerleme değerleri maksimuma doğru artırılarak tezgah gücü hesaplanır. Hesaplanan tezgah gücü kullanılacak tezgah gücünden fazla ise a_{max} değeri 0.5 mm azaltılarak tekrar birinci adıma geri dönülerek minimumdan maksimuma doğru tarama yapılır. Tezgah gücünü sağlayan talaş derinliği, kesme hızı ve ilerleme değerleri optimum kesme parametreleri olarak alınır.

- Optimizasyon sadece kaba talaş işlemi için yapılmıştır. İnce talaş için optimizasyon yapılmamıştır. İnce talaş işlemi için kesme parametreleri, en büyük kesme hızına ve istenen yüzey pürüzlülüğüne göre hesaplanarak bulunmuştur.
- Optimizasyon işlemi; parça veri tabanı, malzeme veri tabanı ve takım veri tabanı kullanılarak kristal tarama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

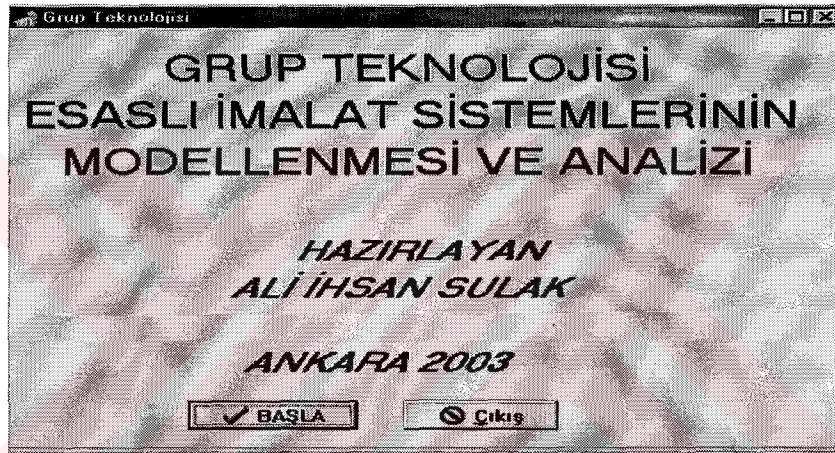
8. GELİŞTİRİLEN PROGRAM

Geliştirilen program, Windows İşletim Sistemi tabanlı bir programdır. Programın genel yapısı Şekil 8.1'de görülmektedir.



Şekil 8.1. Programın genel yapısı

Programın çalıştırılabilmesi için en az 32 MB Ram ve Pentium veya eşdeğeri işlemciye, sabit diske yüklenebilmesi için de en az 60 MB boş alana ihtiyaç vardır. Program, Delphi 4.0 programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır. Veri tabanları Delphi 4.0 programlama dilinin kullandığı Database Desktop ile hazırlandığı için Database Desktop programının sabit diskte kurulu olması gerekmektedir. Programda bütün işlemler menüler ve diyalog kutuları ile gerçekleştirilmektedir. Program çalıştırıldığında Şekil 8.2' de görülen Grup Teknolojisi isimli giriş diyalog kutusu ekrana gelmektedir.



Şekil 8.2. Giriş diyalog kutusu

Giriş diyalog kutusundaki Başla düğmesine tıklandığında Şekil 8.3'de görülen Silindirik Tasarım isimli ana diyalog kutusu ekrana gelmektedir.



Şekil 8.3. Silindirik Tasarım diyalog kutusu

Programın ana menüleri; Parça Tanımlama, Parça İşlemleri, Gruplandırma, Veri Tabanları ve Çıkış olmak üzere beş ana başlık altında, Silindirik Tasarım diyalog kutusuna yerleştirilmiştir. Programı oluşturan ana menüler ve bu menülere bağlı alt menüler, ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

8.1. Parça Tanımlama Modülü

Bir iş parçasının tasarımından üretimine kadar olan süreci bilgisayar destekli gerçekleştirilebilmek için iş parçaları ile ilgili dört temel özelliğin dikkate alınması gerekir. Bu özellikler tasarım özellikleri, üretim özellikleri, boyutlar ve geometrik özellikler olarak sıralanabilir [20]. Geometrik özellikler, yüzeyler, kenarlar, eğriler gibi geometrik öğelerin toplamıdır. Geometrik özellik ile üretim yöntemini belirleyen üretim özellikleri arasında farklı bir ilişki vardır. Örneğin iş parçası üzerindeki geometrik özellik bir delik ise, bu delik, delinecek, raybalanacak veya delik büyütme işlemine tabi tutulacak olabilir. Unsurun delik olarak belirlenmesi ve işlenmesi üretim özelliğini belirlemek için yeterli değildir. Her bir unsura ait kaldırılacak talaş miktarı, o geometrik özelliğe ait işleme yöntemini belirler. Parça Tanımlama Modülü; parçanın, tasarım bilgilerinin yanında üretim özelliklerinin de tanımlanabilmesi için tasarlanmıştır. Üretim yöntemleri belirlenirken mevcut işyeri şartlarından ziyade optimum talaş kaldırma prensipleri dikkate alınmıştır.

Programa veri girişi, Parça Tanımlama menüsü kullanılarak üç farklı yöntemle yapılabilmektedir.

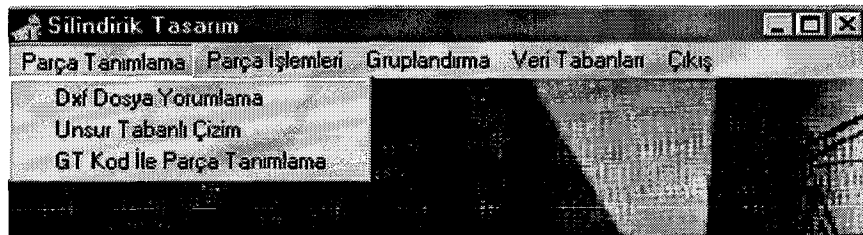
- Birinci yöntemde; parçaya ait veriler CAD yazılımı ile oluşturulmuş iki boyutlu çizimin DXF dosyasından okunarak işlemler bu verilere göre yapılmaktadır.
- İkinci yöntemde; program çalıştırıldıktan sonra Unsur Tabanlı Çizim modülünde parça resimleri çizilmektedir. Belli kurallara bağlı kalınarak çizilen bu çizimlere programda geliştirilen kod sistemine göre kod

atanmakta ve bu kodlardan parçanın boyut ve özellikleri yorumlanmaktadır.

- Üçüncü yöntemde; program çalıştırıldıktan sonra GT Kod İle Parça Tanımlama modülünde, parçanın boyut ve özelliklerini temsil eden ve programda geliştirilen unsur kodlarının dışardan girilerek parçanın tanımlanması ve yorumlanması gerçekleştirilmektedir.

Parçalar üzerindeki farklı unsurların tek bir yöntemle tanımlanması zor olduğundan birbiriyle etkileşimli üç farklı yöntem kullanılmıştır. Örnek olarak parçaların iki boyutlu çizimlerine ait DXF dosyasında vida tanımlanırken bu vidanın nasıl bir vida olduğunu yorumlamada problem yaşanmaktadır ancak unsur tanımlama ve GT kod tanımlama modülleri kullanılarak vida ile ilgili boyut ve özellikler unsur olarak veya GT kodu olarak tanımlanıp yorumlanabilmektedir.

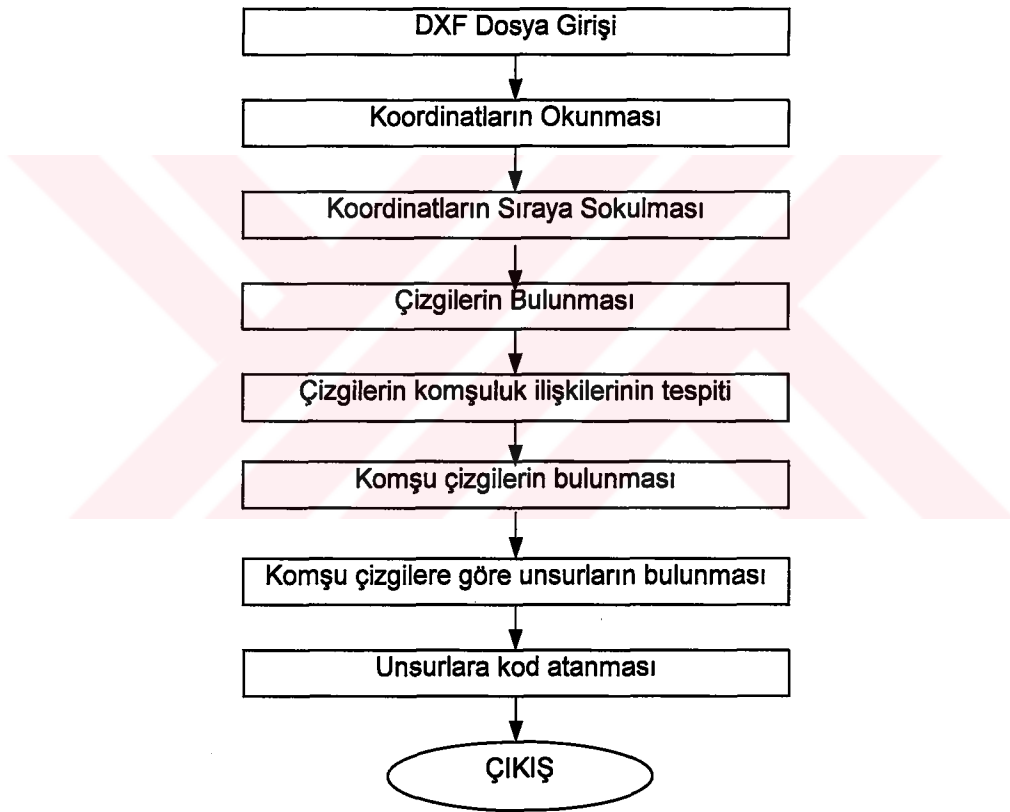
Parça tanımlama ile ilgili yöntemler detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır. Parça tanımlama modülü programın en önemli bölümüdür. Çünkü, Parça İşlemleri, Gruplandırma ve Veri Tabanları menülerindeki işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle iş parçasına ait verilerin girilip programda kullanılacak gerekli veri tabanlarının oluşturulması gerekir. Parça Tanımlama menüsünün altındaki alt menüler kullanılarak iş parçalarına ait veri tabanları oluşturulmaktadır. Parça Tanımlama menüsünün altında; DXF Dosya Yorumlama, Unsur Tabanlı Çizim, GT Kod İle Parça Tanımlama menüleri yer almaktadır. Şekil 8.4' de Parça Tanımlama menüsü ve alt menüleri görülmektedir.



Şekil 8.4. Parça Tanımlama menüsü

8.1.1. DXF Dosya Yorumlama modülü

Programda, CAD ortamında çizilmiş iki boyutlu dönel iş parçasının DXF veri dosyasından iş parçası ile ilgili verileri okuyup, yorumlayabilen DXF Dosya Yorumlama modülü oluşturulmuştur. Yorumlanan bu veriler, işlem planlama, kesme parametrelerinin optimizasyonu, parça aileleri, tezgah hücreleri ve CNC parça programlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Modülün akış diyagramı Şekil 8.5' de verilmiştir.

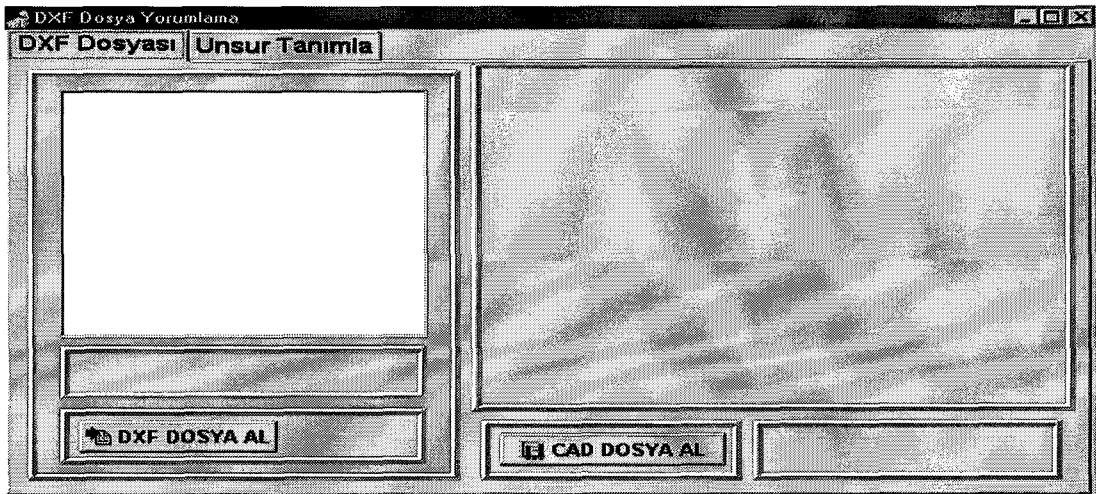


Şekil 8.5. DXF dosya yorumlama modülü akış diyagramı

DXF Dosya Yorumlama modülünde, iş parçasına ait DXF veri dosyasından koordinatlar okunarak sıraya sokulur. Sıraya sokulan koordinatlardan çizgiler belirlenir. Çizgilerin komşuluk ilişkileri tespit edilerek komşu çizgiler bulunur. Komşu çizgilerin birbiriyle ilişkilerine göre unsurlar belirlenir. Belirlenen unsurlara kod atanarak parçaya ait yorumlanmış bilgiler özellikler ve boyutlar veri tabanında saklanır.

Dönel iş parçaları bir eksen boyunca simetrik olduklarından, iki boyutlu modelleme yapılırken simetri ekseninin bir tarafının dikkate alınması yeterli olmaktadır. Unsur tanıma işlemi gerçekleştirilirken simetri ekseninin altında kalan kısım dikkate alınmıştır. Bundan dolayı sistemde kullanılacak çizimlerin eksenin altında çizilmesi gerekmektedir. Bir iş parçası üzerindeki unsurlar çok farklı şekillerde karşımıza çıkabilir. Yapılan çalışmada dikkate alınan unsurlar geniş tutulmuş olmasına rağmen belli sınırlamalar da getirilmek zorunda kalmıştır. Programın tanıyabildiği temel unsurlar, alın yüzey, silindirik yüzey, konik yüzey, radüs, vida ve düz delik olarak belirlenmiştir. Bu unsurlarda kendi arasında gruplandırılmıştır. Parça üzerinde olabilecek olan kanal, kademe gibi unsurlar yukarıda belirtilen temel unsurlar dikkate alınarak belirlenmektedir. Örnek olarak iş parçası üzerindeki bir düz kanalın, alın ve silindirik yüzeylerden meydana geldiği kabul edilerek tanımlanmaktadır.

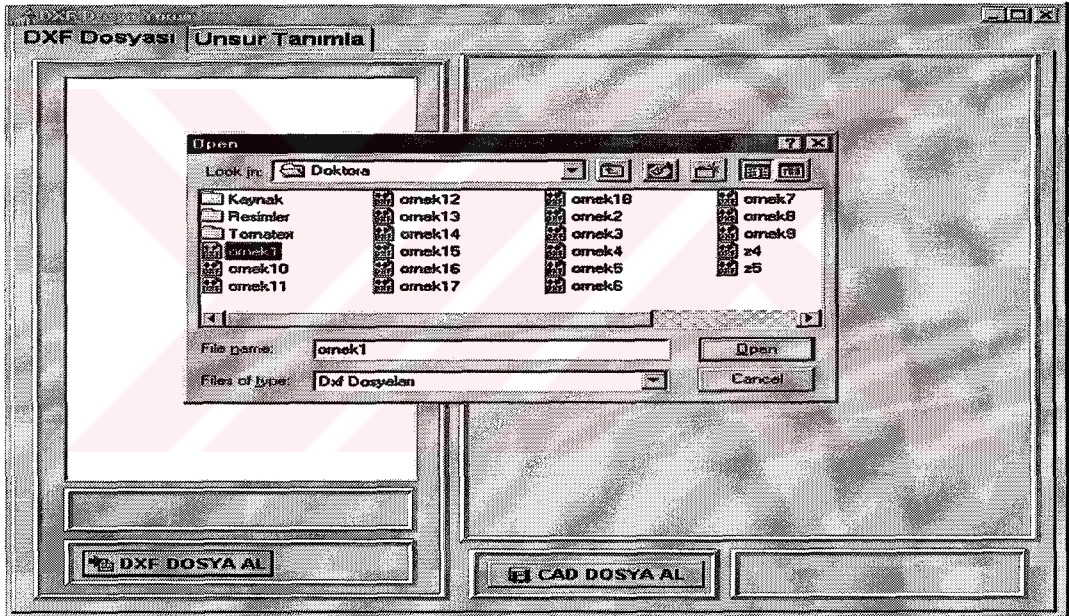
CAD ortamında iki boyutlu olarak çizilen parçaların DXF dosyasından, parça ile ilgili verilerin okunarak yorumlanması, DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusu kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Verilerin yorumlanması sonucu, parçaya ait unsurlar ve özellikler belirlenmektedir. Parça Tanımlama menüsünden, DXF Dosya Yorumlama alt menüsü seçildiğinde Şekil 8.6' da görülen DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusu ekrana gelir.



Şekil 8.6. DXF dosya yorumlama diyalog kutusu

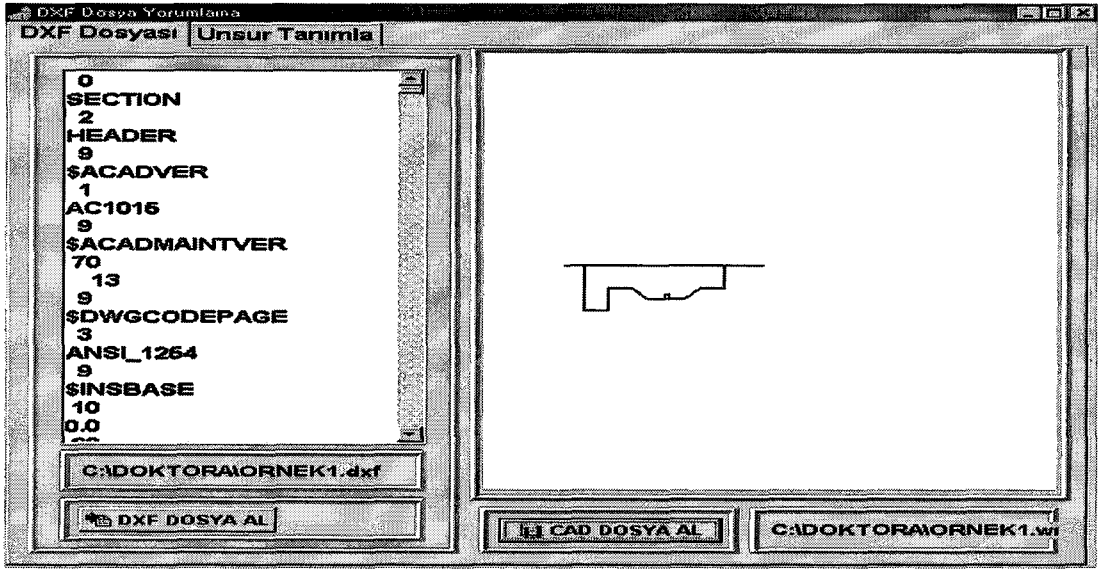
DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusunda, DXF Dosyası ve Unsur Tanımla olmak üzere iki sekme bulunmaktadır. DXF Dosyası sekmesi, DXF dosyasının okunmasını, Unsur Tanımla sekmesi ise okunan DXF dosyasının yorumlanmasını sağlamaktadır.

DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusundan DXF Dosyası sekmesi seçilip, DXF Dosya Al düğmesine tıklandığında Şekil 8.7' de görülen dosya alma diyalog kutusu ekrana gelir. Açılan bu diyalog kutusu İşletim Sisteminin tanımladığı dosya alma diyalog kutusudur.



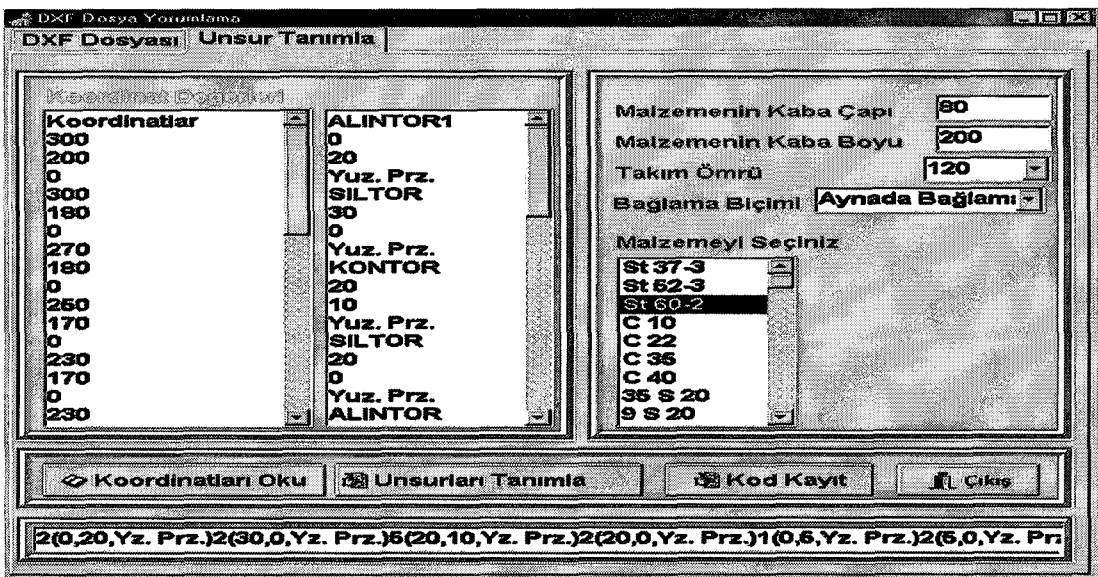
Şekil 8.7. DXF dosya alma diyalog kutusu

DXF Dosya Alma diyalog kutusundan, daha önce CAD ortamında iki boyutlu çizilip, DXF olarak kaydedilmiş iş parçasına ait dosyaların bulunduğu sürücü, dizin ve dosya adı seçilerek, Aç veya Open düğmesi tıklandığında Şekil 8.8' de görüldüğü gibi DXF kodları, kod penceresinde ekrana gelir. DXF Dosya Alma diyalog kutusunun sağ tarafında ise kodları ekrana getirilen iş parçasının CAD çizimi, çizim penceresi içinde görülebilmektedir. Parçanın şeklinin çizim penceresinde görüntülenebilmesi için çizimin metafile (.wmf) dosyası olarak kayıtlı olması gerekir.



Şekil 8.8. DXF kodları ve parça şeklinin görüldüğü DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusu

DXF kodları ekrana getirildikten sonra, DXF Dosya Yorumlama diyalog kutusundan, Unsur Tanımla sekmesi tıklandığında okutulan DXF kodlarının, koordinatlarını ve unsurlarını belirleyen ayrıca DXF kodlarının, geliştirilen GT kodlara dönüştürülmesine imkan sağlayan Şekil 8.9' da görülen diyalog kutusu ekrana gelir.

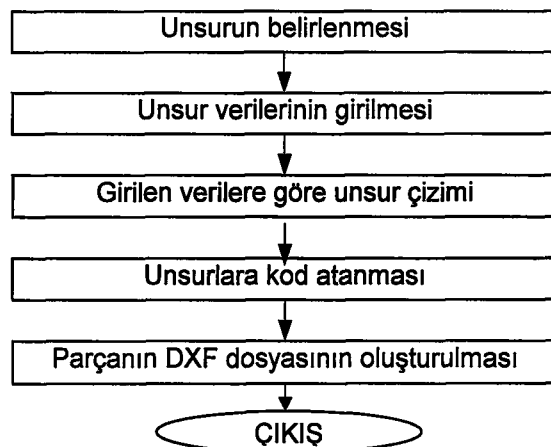


Şekil 8.9. DXF kodlarının GT kodlarına dönüştürülmesi

DXF dosyasında tanımlanamayan malzeme, kaba boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, bağlama biçimi ve ortalama takım ömrü verilerinin bu diyalog kutusundan girilerek kodlama işleminin tamamlanması sağlanmaktadır. Malzeme, kaba boyutlar, bağlama biçimi ve takım ömrü, diyalog kutusunda açılan pencerelerden, her yüzeye ait yüzey pürüzlülüğü ise diyalog kutusunun altındaki kod satırında klavyeden girilmesi gerekmektedir. Eksik veri girişi halinde ileri safhalarda işlemlerin tamamlanması mümkün olmamaktadır. Kod satırındaki parantezin önündeki kod, yüzeyin geometrik konumunu, parantezin içindeki kodlar ise boyutları ve yüzey pürüzlülüğünü ifade etmektedir. Bu kodların açıklamaları GT kod tanımlama modülünde verilmiştir (Bölüm 8.1.3). Malzeme seçimi, kaba boyutların girilmesi, takım ömrü, bağlama biçimi ve her bir yüzey için yüzey pürüzlülük değerinin girilmesinden sonra Kod Kayıt, düğmesine basılarak bu kodların, DXF dosyası ile aynı adla farklı uzantıda (.kod), veri tabanında saklanması sağlanır. Daha sonra bu veriler, kesme parametrelerinin belirlenmesinde ve optimizasyonunda kullanılmaktadır.

8.1.2. Unsur Tabanlı Çizim modülü

Unsur Tabanlı Çizim modülü, iş parçalarına ait çizimlerin program içinde gerçekleştirilmesini ve yorumlanmasını sağlamaktadır. Modülünün akış diyagramı Şekil 8.10' da verilmiştir.



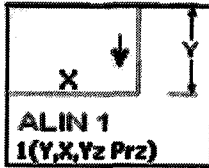
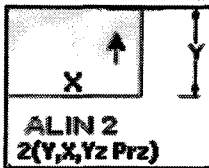
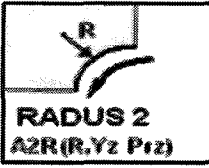
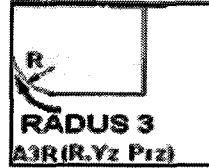
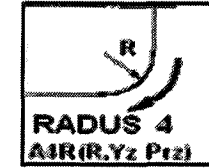
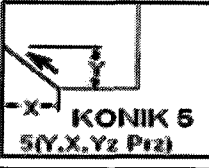
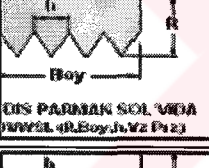
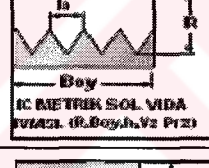
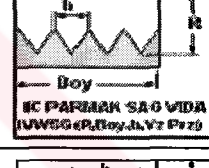
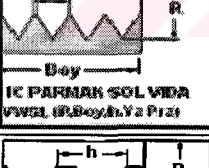
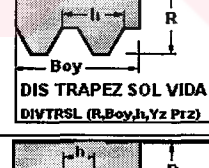
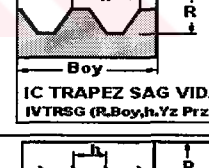
Şekil 8.10. Unsur Tabanlı Çizim modülü akış diyagramı

Parçaların CAD ortamında iki boyutlu tasarımı yapılırken, parçaya ait vida, yüzey pürüzlülüğü, malzeme, kaba boyutlar, bağlama biçimi gibi özelliklerin tanımlanması problem oluşturmaktadır. Unsur tabanlı olarak tasarlanan çizim modülü parçanın imalatında gerekli olan tasarım ve üretim özelliklerinin kolayca tanımlanmasını sağlamaktadır.

Unsur tabanlı çizim modülünde öncelikle parçanın çizimi yapılacak unsurları belirlenir. Belirlenen unsura ait veriler girilerek çizim gerçekleştirilir. Çizim işlemi tamamlanınca unsurlara kod ataması otomatik olarak program tarafından yapılmaktadır. Son işlem olarak parça bilgileri, veri tabanına kaydedilir.

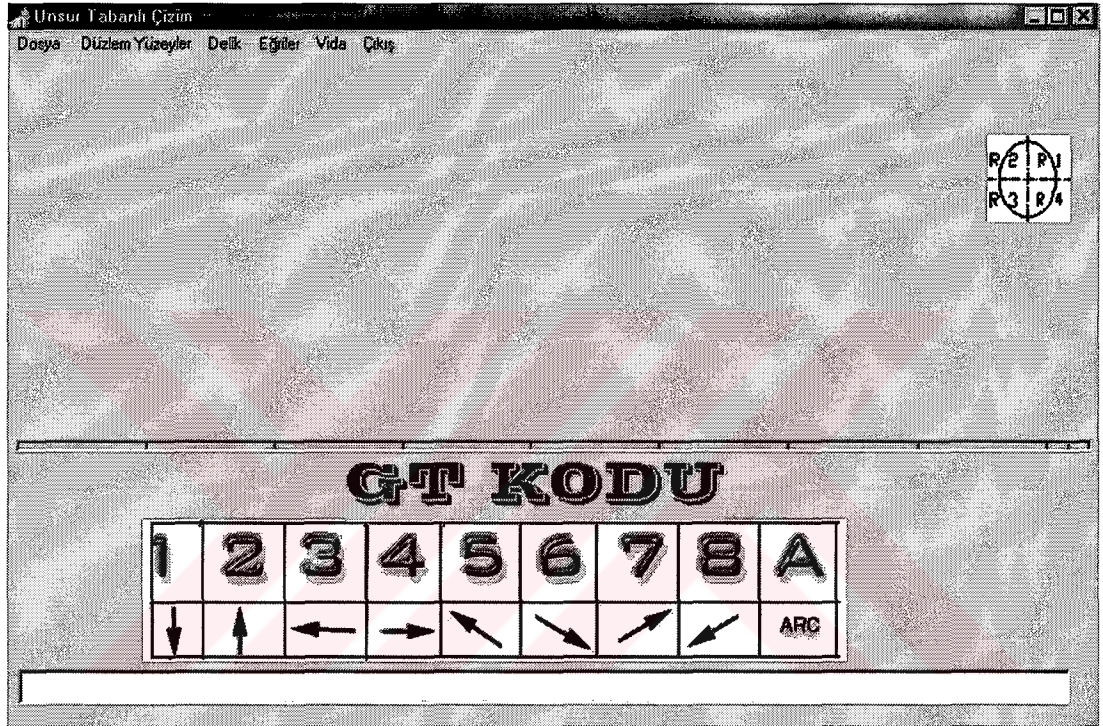
Yapılan çalışmada 29 farklı unsur tanımlanarak bu unsurlarla ilgili kurallar önceden belirlenmiş ve iş parçası üzerindeki unsurlar bu kurallara bağlı kalınarak yorumlanmıştır. Tanımlanan unsurlarda, geometrik özellikler, boyutlar ve işleme özellikleri ifade edilmektedir. Geometrik özellikler ifade edilirken alın yüzeyler 1 ve 2 ile, silindirik yüzeyler 3 ve 4 ile, konik yüzeyler 5,6,7,8 ile kodlanmaktadır. Geometrik konumuna göre dört farklı radüs tanımlanmıştır. Radüs tanımlamasında "A1R" biçimi kullanılmıştır. Burada "A" radüsü, "1R" ise radüsün konumunu ifade etmektedir. Düz delikler ise "DD" ile kodlanmıştır. Programda sekiz adet dış vida, sekiz adet iç vida olmak üzere onaltı adet vida unsuru tanımlanmıştır. Programın tanıyabildiği unsurlar ve GT kod yapısı Çizelge 8.1' de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Dönel parçalara ait tanımlanan temel unsurlar

 ALIN 1 1(Y,X,Yz Prz)	 ALIN 2 2(Y,X,Yz Prz)	 SİLİNDİRİK 3 3(Y,X,Yz Prz)	 SİLİNDİRİK 4 4(Y,X,Yz Prz)
 RADUS 1 A1R(R,Yz Prz)	 RADUS 2 A2R(R,Yz Prz)	 RADUS 3 A3R(R,Yz Prz)	 RADUS 4 A4R(R,Yz Prz)
 KONİK 5 5(Y,X,Yz Prz)	 KONİK 6 6(Y,X,Yz Prz)	 KONİK 7 7(Y,X,Yz Prz)	 KONİK 8 8(Y,X,Yz Prz)
 DUZ DELIK DD(R,Boy,Yz Prz)	 DIS METRİK SAG VIDA DVMSG(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS METRİK SOL VIDA DVMSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS PARMAN SAG VIDA DVMSG(R,Boy,h,Yz Prz)
 DIS PARMAN SOL VIDA DVMSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 IC METRİK SAG VIDA VMSG(R,Boy,h,Yz Prz)	 IC METRİK SOL VIDA VMSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 IC PARMAN SAG VIDA VMSG(R,Boy,h,Yz Prz)
 IC PARMAN SOL VIDA VMSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS TRAPEZ SAG VIDA DIVTRSG(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS TRAPEZ SOL VIDA DIVTRSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 IC TRAPEZ SAG VIDA IVTRSG(R,Boy,h,Yz Prz)
 IC TRAPEZ SOL VIDA IVTRSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS TESTERE SAG VIDA DIVTSG(R,Boy,h,Yz Prz)	 DIS TESTERE SOL VIDA DIVTSL(R,Boy,h,Yz Prz)	 IC TESTERE SAG VIDA IVTSG(R,Boy,h,Yz Prz)
 IC TESTERE SOL VIDA IVTSL(R,Boy,h,Yz Prz)			

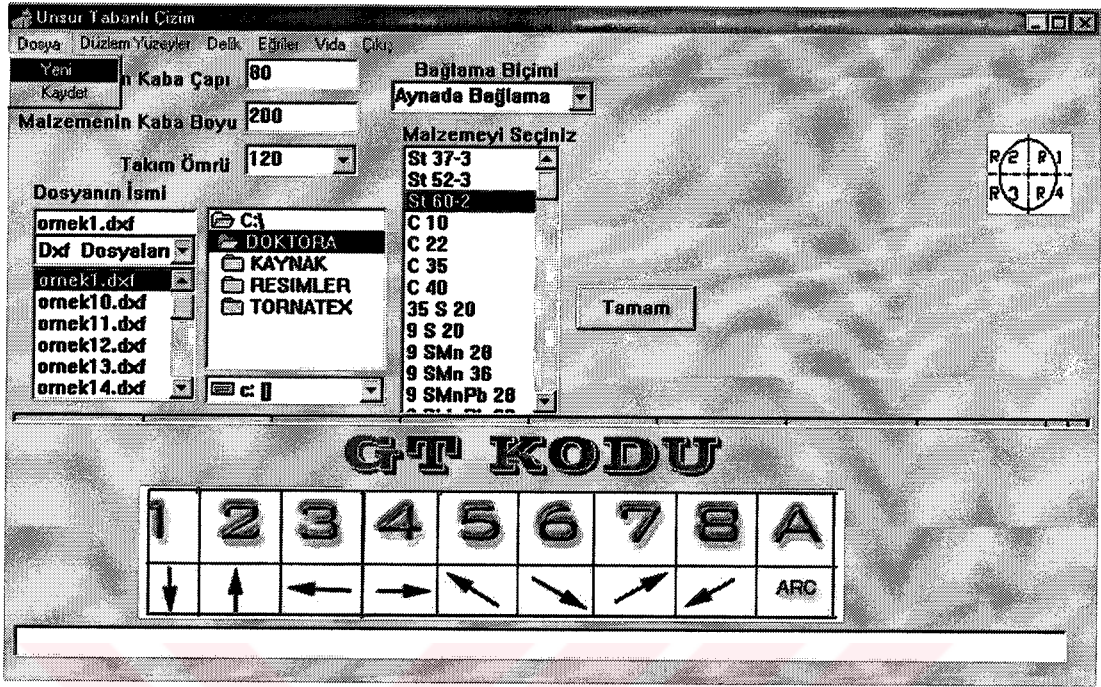
Parça Tanımlama menüsünden Unsur Tabanlı Çizim seçeneği seçildiğinde Şekil 8.11'de görülen Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusu ekrana gelmektedir. Bu diyalog kutusunda iş parçasının çizimi yapılabilmekte ve özellikleri tanımlanabilmektedir. Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusunda,

parçanın çizimi, parçaya ait temel unsurlar diyalog kutusunun üst tarafında yer alan menülerden seçilmek suretiyle gerçekleştirilmektedir. Yapılan çizimin GT kodları diyalog kutusunun altında, altıncı bölümde açıklanan genel kurallara ve Bölüm 8.1.3' de açıklanan programda kullanılan kurallara göre otomatik olarak verilmektedir.



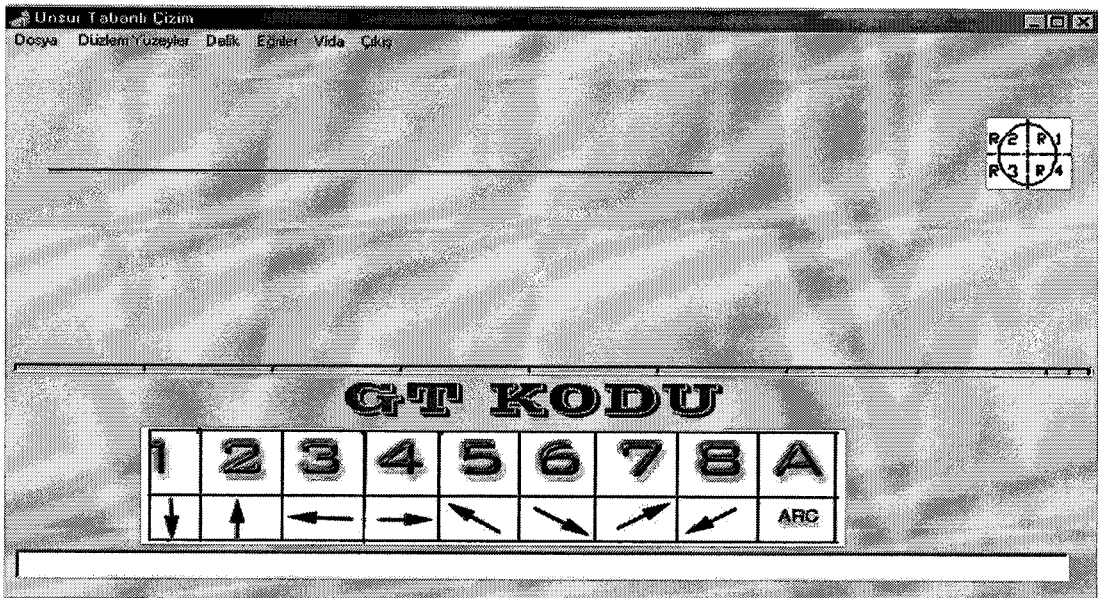
Şekil 8.11. Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusu

Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusu; Dosya, Düzlem Yüzeyler, Delik, Eğriler, Vida ve Çıkış olmak üzere altı menüden oluşmaktadır. Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusundaki menüler kullanılmak suretiyle yeni bir parça şekli çizilip DXF formatında diske kaydedilebilmektedir. Unsur Tabanlı Çizim modülünde oluşturulan ve DXF olarak kaydedilen çizim dosyası CAD yazılımlarında açılabilen ve üzerinde işlem yapılabilir. Unsur Tabanlı Çizim diyalog kutusunun, Dosya menüsünden, Yeni seçeneği seçildiğinde Şekil 8.12' deki diyalog kutusu ekrana gelmektedir.



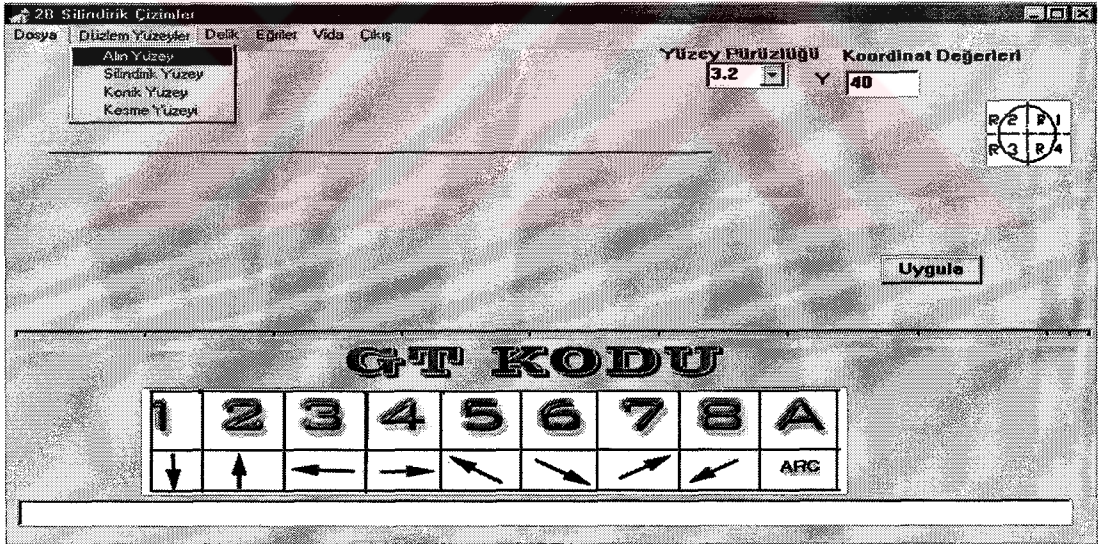
Şekil 8.12. Yeni parça çizim diyalog kutusu

Ekrana gelen diyalog kutusundan dosya ismi, dosyanın kaydedileceği yer, parçanın kaba boyutları ve malzeme seçimi yapıp Tamam düğmesine tıklanınca diyalog kutusu çizim yapmaya hazır hale gelir (Şekil 8.13).



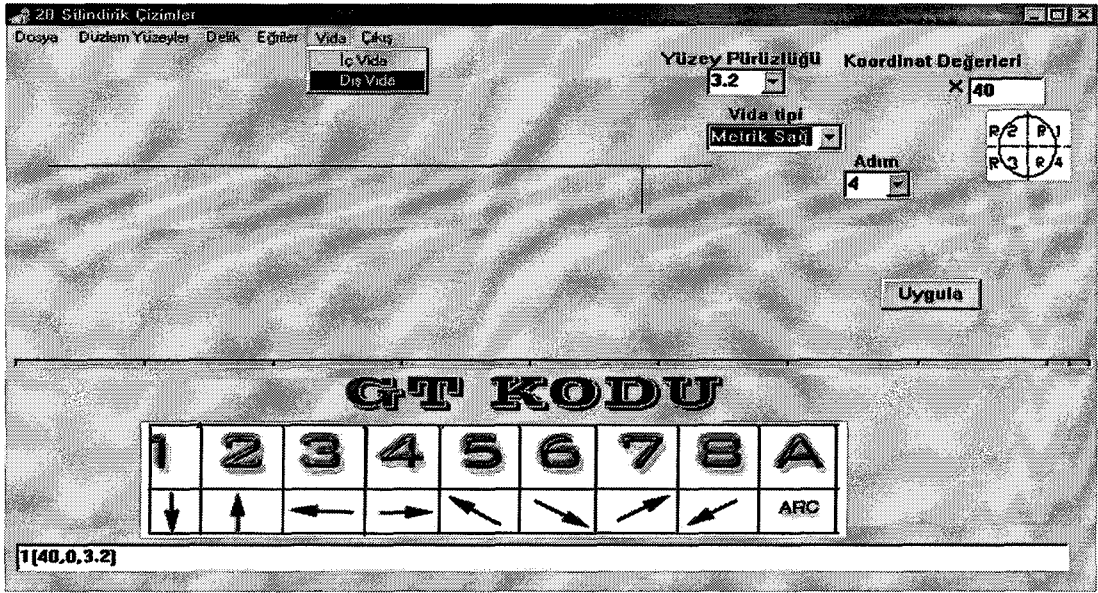
Şekil 8.13. Unsur Tabanlı Çizime başlama diyalog kutusu

Parçanın çizimi, ekrana gelen bu diyalog kutusunda simetri eksenini esas alınarak yapılır. Çizilecek parçanın geometrik özellikleri menülerden seçilmek suretiyle, boyutlar ise diyalog kutusunda açılan pencerelerden girilerek gerçekleştirilmektedir. Unsur tabanlı çiziminin kolay anlaşılması için Şekil 8.22' de görülen ornek2 adlı, örnek parçanın, Unsur Tabanlı Çizim menüsü kullanılarak adım adım çizimi aşağıda verilen şekillerle açıklanmıştır. Parçanın alın yüzeyinin çizimi için Şekil 8.14' de görülen diyalog kutusundan Düzlem Yüzeyler menüsündeki Alın Yüzey seçeneği seçilince, parçanın alın çizimi için yarıçap ve yüzey pürüzlülük değerinin girilmesi için pencereler ekrana gelir. Bu pencerelerden parçanın alın yüzeyi ile ilgili veriler girilip Uygula düğmesine basıldığında Şekil 8.15' de görüldüğü gibi alın unsuru çizilmekte ve en altta yer alan kod satırında bu unsura ait kod otomatik olarak oluşmaktadır.



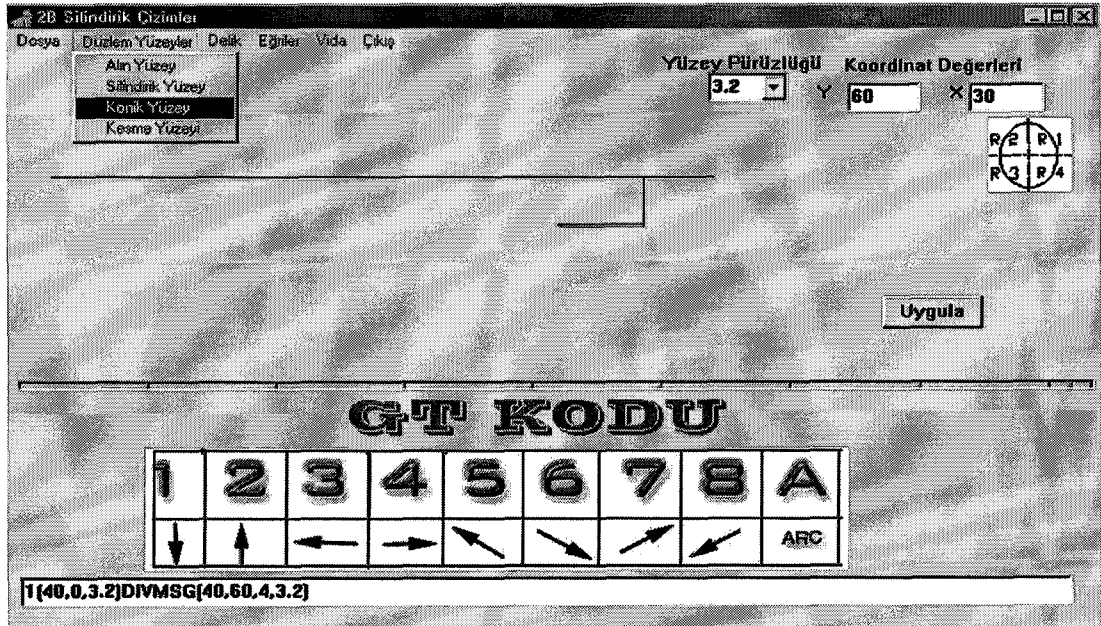
Şekil 8.14. Alın yüzeyi çizim menüsü

Parça üzerindeki vidanın çizilmesi için Şekil 8.15' de görüldüğü gibi Vida menüsünden Dış Vida seçeneği seçilir ve diyalog kutusu üzerinde açılan pencerelerden vidaya ait değerler girildikten sonra Uygula düğmesine basıldığında Şekil 8.16' da görüldüğü gibi vida unsurunun koduyla birlikte çizimi tamamlanır.



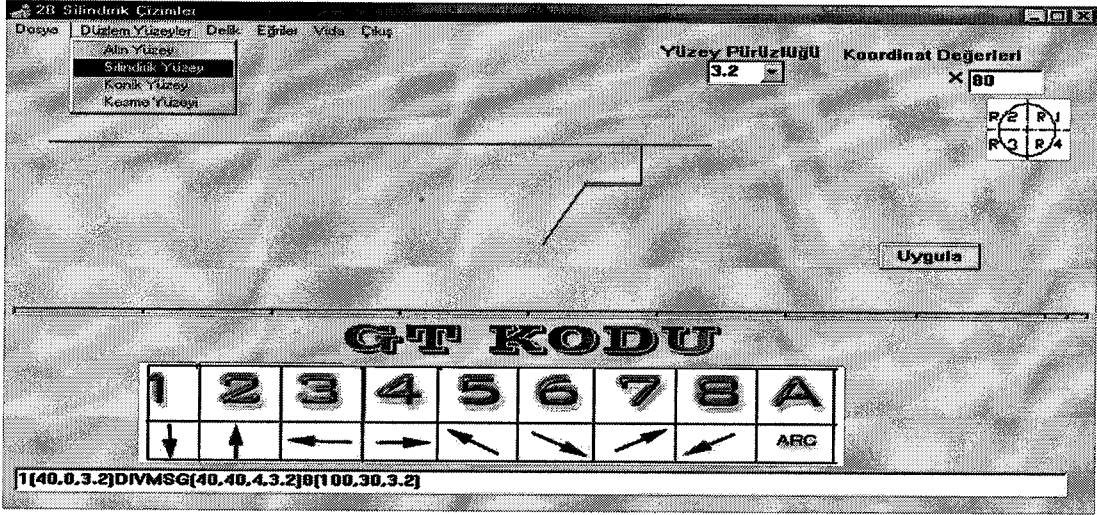
Şekil 8.15. Vida çizim menüsü

Şekil 8.16' de parçanın konik yüzeyinin çizimi için menü seçimi ve boyutların girilmesi için pencereler görülmektedir. Değerler girilip Uygula düğmesine basıldığında Şekil 8.17' de görüldüğü gibi konik yüzeyin çizimi koduyla beraber tamamlanır.



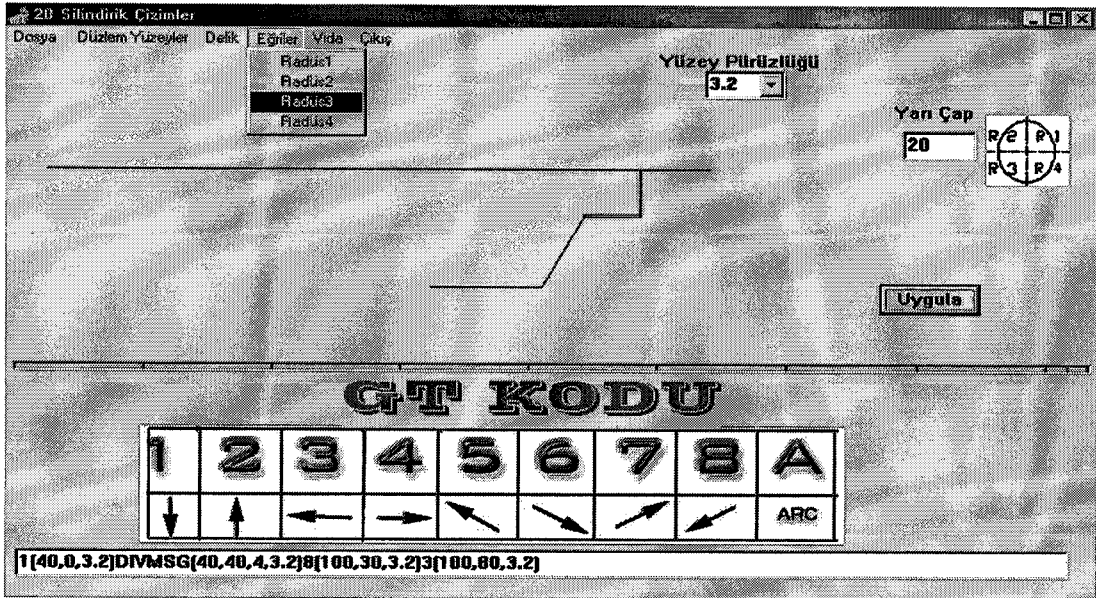
Şekil 8.16. Konik yüzey çizim menüsü

Parçanın silindirik yüzeyini çizmek için Şekil 8.17' deki menü kullanılmaktadır.



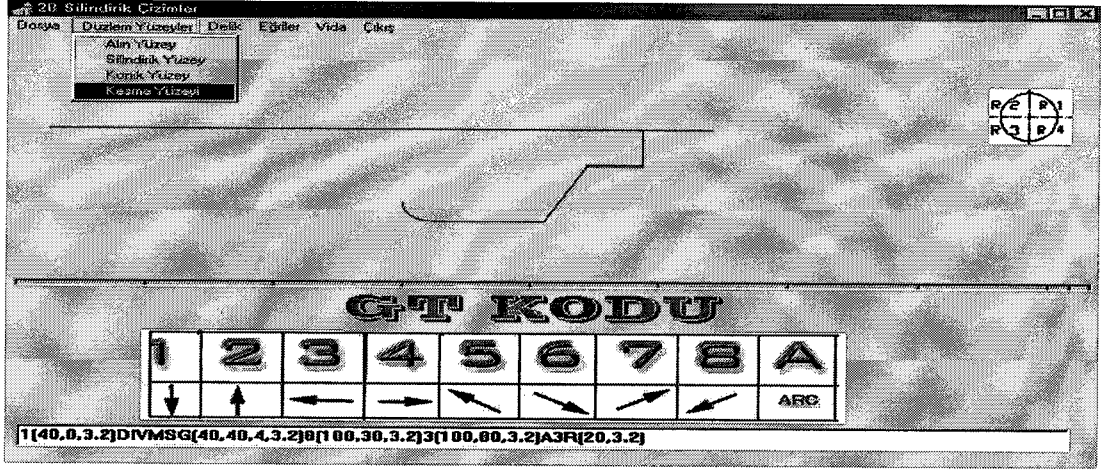
Şekil 8.17. Silindirik Yüzey çizim menüsü

Parçanın köşesindeki kavisi çizmek için eğriler menüsünden Radüs3 seçilmektedir (Şekil 8.18). Radüs3, kavisin geometrik konumunu ifade etmektedir. Radüs değeri ve yüzey pürüzlülüğü girilip Uygula düğmesine basıldığında radüs çizimi koduyla birlikte gerçekleştirilir (Şekil 8.19).



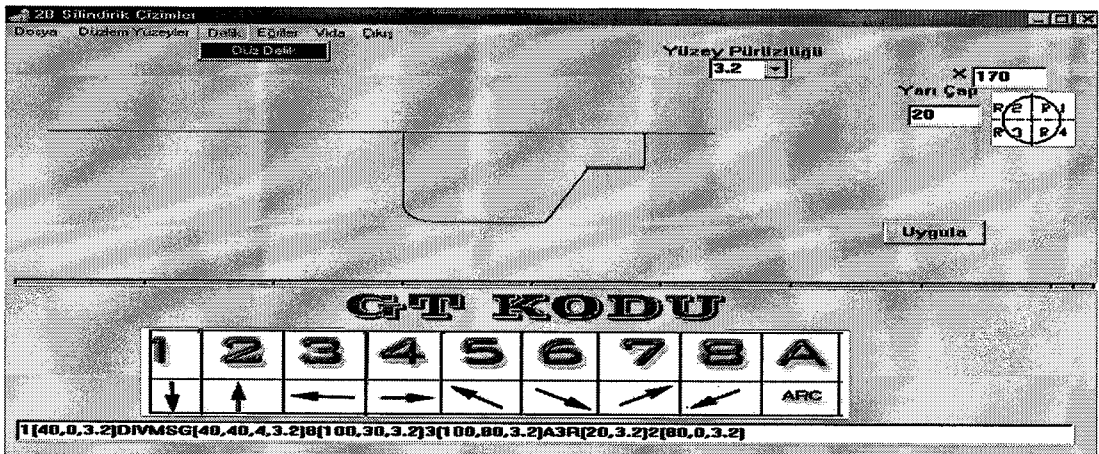
Şekil 8.18. Radüs çizim menüsü

Parçanın başlangıçtaki alınının tersindeki alın yüzeyini eksenle birleştirmek için kesme yüzeyi menüsü kullanılır (Şekil 8.19).



Şekil 8.19. Kesme yüzeyi çizim menüsü

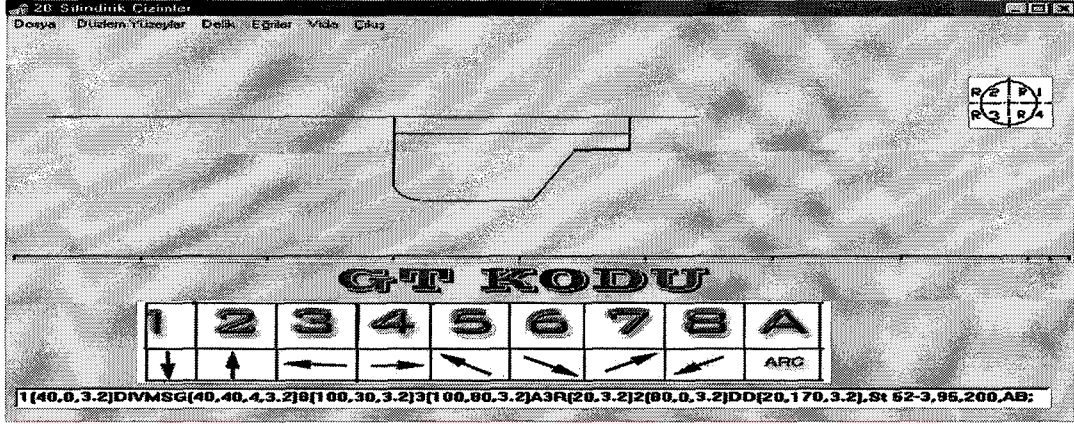
Parçanın üzerindeki boydan boya deliği çizmek için Şekil 8.20' de görülen menü kullanılır. Delik yarıçapı, boyu ve yüzey pürüzlülüğü değerleri girilip Uygula düğmesine basıldığında, parçaya ait çizim tamamlanmış olur (Şekil 8.21).



Şekil 8.20. Düz delik çizim menüsü

Parçanın çizim işlemi bittikten sonra Dosya menüsünden kaydet seçilince unsur kodlarına, malzeme, kaba boyutlar ve bağlama biçimi kodları otomatik

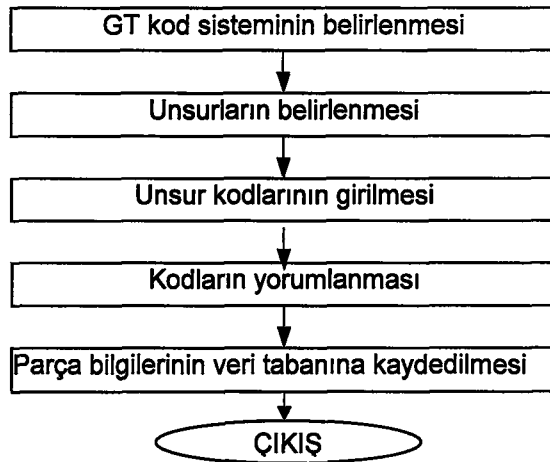
olarak ilave edilerek parçanın çizimi ve kodlaması tamamlanmış olur. Şekil 8.21'de örnek parçanın tamamlanmış çizimi ve alt satırda kodları görülmektedir.



Şekil 8.21. Unsur tabanlı çizim modülü ile ornek2 adlı parçanın çizimi ve GT kodları

8.1.3. GT kod tanımlama modülü

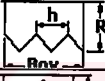
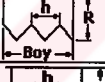
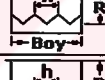
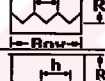
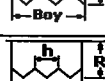
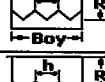
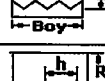
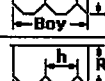
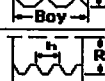
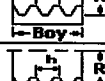
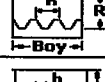
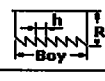
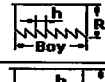
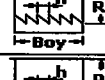
Bu modül ile program çalıştırıldığında iş parçasına ait boyut ve özellikler, özel olarak geliştirilen kod sistemi yardımıyla belirlenmektedir. Modülün akış diyagramı Şekil 8.22' de verilmiştir.



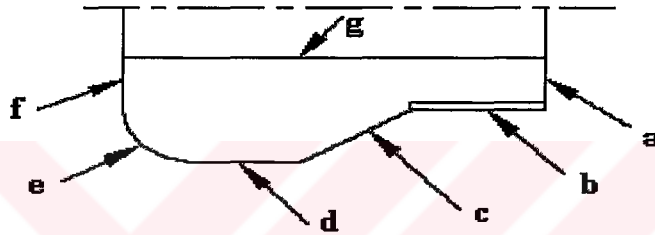
Şekil 8.22. GT kod tanımlama modülü akış diyagramı

GT kod tanımlama modülü; parçaları, kodlar ile tanımlamak için geliştirilmiştir. Tanımlanacak parçanın öncelikle unsurları belirlenerek bu unsurlara ait veriler girilir. Girilen verilere göre unsurların tanımlanması ve kodlanması gerçekleştirilir. Daha sonra parçaya ait bilgiler veri tabanına kaydedilir. Geliştirilen kod sisteminde geometrik özellikler ve karşılığı olan kodlar Çizelge 8.2' de verilmiştir.

Çizelge 8.2. Programda kullanılan geometrik özelliklerin adı, sembolü ve kodları

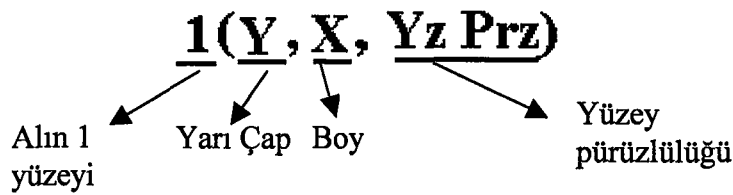
UNSUR ADI	SEM BOL	KOD	UNSUR ADI	SEMBOL	KOD
ALIN 1		1(Y,X,Yz Prz)	DIŞ METRİK SAĞ VIDA		DIVMSG(R,Boy,h,Yz Prz)
ALIN 2		2(Y,X,Yz Prz)	DIŞ METRİK SOL VIDA		DIVMSL(R,Boy,h,Yz Prz)
SİLİNDİRİK 3		3(Y,X,Yz Prz)	İÇ METRİK SAĞ VIDA		IVMSG(R,Boy,h,Yz Prz)
SİLİNDİRİK 4		4(Y,X,Yz Prz)	İÇ METRİK SOL VIDA		IVMSL(R,Boy,h,Yz Prz)
KONİK 5		5(Y,X,Yz Prz)	DIŞ PARMAK SAĞ VIDA		DIVWSG(R,Boy,h,Yz Prz)
KONİK 6		6(Y,X,Yz Prz)	DIŞ PARMAK SOL VIDA		DIVWSL(R,Boy,h,Yz Prz)
KONİK 7		7(Y,X,Yz Prz)	İÇ PARMAK SAĞ VIDA		IVWSG(R,Boy,h,Yz Prz)
KONİK 8		8(Y,X,Yz Prz)	İÇ PARMAK SOL VIDA		IVWSL(R,Boy,h,Yz Prz)
RADÜS 1		A1R(R,Yz Prz)	DIŞ TRAPEZ SAĞ VIDA		DIVTRSG(R,Boy,h,Yz Prz)
RADÜS 2		A2R(R,Yz Prz)	DIŞ TRAPEZ SOL VIDA		DIVTRSL(R,Boy,h,Yz Prz)
RADÜS 3		A3R(R,Yz Prz)	İÇ TRAPEZ SAĞ VIDA		IVTRSG(R,Boy,h,Yz Prz)
RADÜS 4		A4R(R,Yz Prz)	İÇ TRAPEZ SOL VIDA		IVTRSL(R,Boy,h,Yz Prz)
DÜZ DELİK		DD(R,Boy,Yz Prz)	DIŞ TESTERE SAĞ VIDA		DIVTSG(R,Boy,h,Yz Prz)
			DIŞ TESTERE SOL VIDA		DIVTSL(R,Boy,h,Yz Prz)
			İÇ TESTERE SAĞ VIDA		IVTSG(R,Boy,h,Yz Prz)
			İÇ TESTERE SOL VIDA		IVTSL(R,Boy,h,Yz Prz)

Hazırlanan programda 29 farklı geometrik unsur kodu tanımlanmıştır. Geometrik özellikler; düzlem yüzeyler, düz delik, eğriler (radüs), dış vida ve iç vida olmak üzere 5 grup altında toplanmıştır. Bir parçanın her bir yüzeyine ait kodlar, geometrik özellik, boyut ve yüzey pürüzlülüğü kodu olmak üzere 3 gruba ayrılır. Bu kodlara ilave olarak parçanın bütün yüzeylerinin kodları girildikten sonra, malzeme, kaba boyutlar ve bağlama biçimi kodu otomatik olarak atanmaktadır. Kodlama sisteminin yapısı Şekil 8.23' de verilen örnek parçaya göre açıklanmıştır.



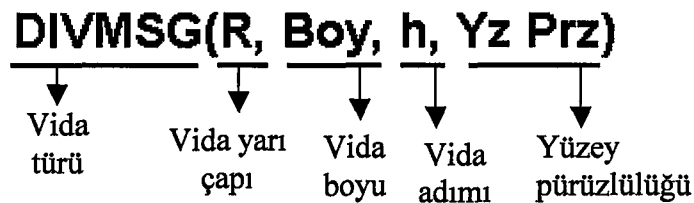
Şekil 8.23. Örnek parça

Örnek parçanın yüzeyleri harfler ile işaretlenerek her yüzeye ait kod yapısı, yüzeyin işaretlendiği harf belirtilerek açıklanmıştır. Parçanın a ile gösterilen alın yüzeyine ait kod yapısı Şekil 8.24' de verilmiştir.



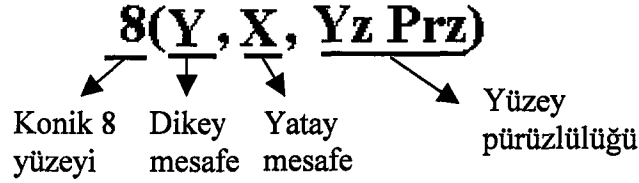
Şekil 8.24. Alın yüzey kod yapısı

Parçadaki b ile gösterilen vidaya ait kod yapısı Şekil 8.25' de görülmektedir.



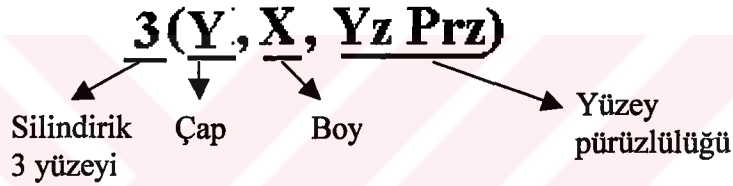
Şekil 8.25. Vida kod yapısı

Parçadaki c ile gösterilen konik yüzeye ait kod yapısı Şekil 8.26' da görülmektedir.



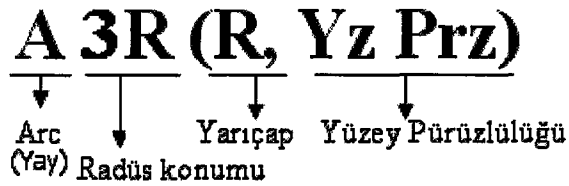
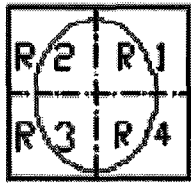
Şekil 8.26. Konik yüzey kod yapısı

Parçadaki d ile gösterilen silindirik yüzeye ait kod yapısı Şekil 8.27' de görülmektedir.



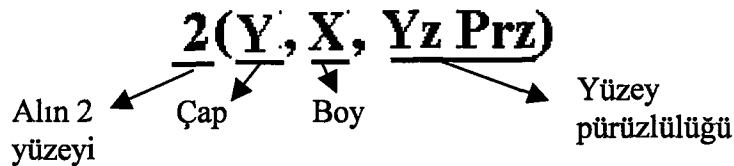
Şekil 8.27. Silindirik yüzey kod yapısı

Parçadaki e ile gösterilen radüse ait kod yapısı Şekil 8.28' de görülmektedir.



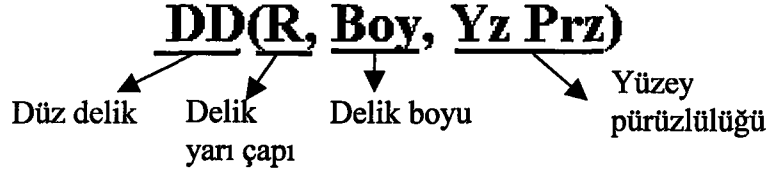
Şekil 8.28. Radüs kod yapısı

Parçadaki f ile gösterilen kesme yüzeyine ait kod yapısı Şekil 8.29' da görülmektedir.



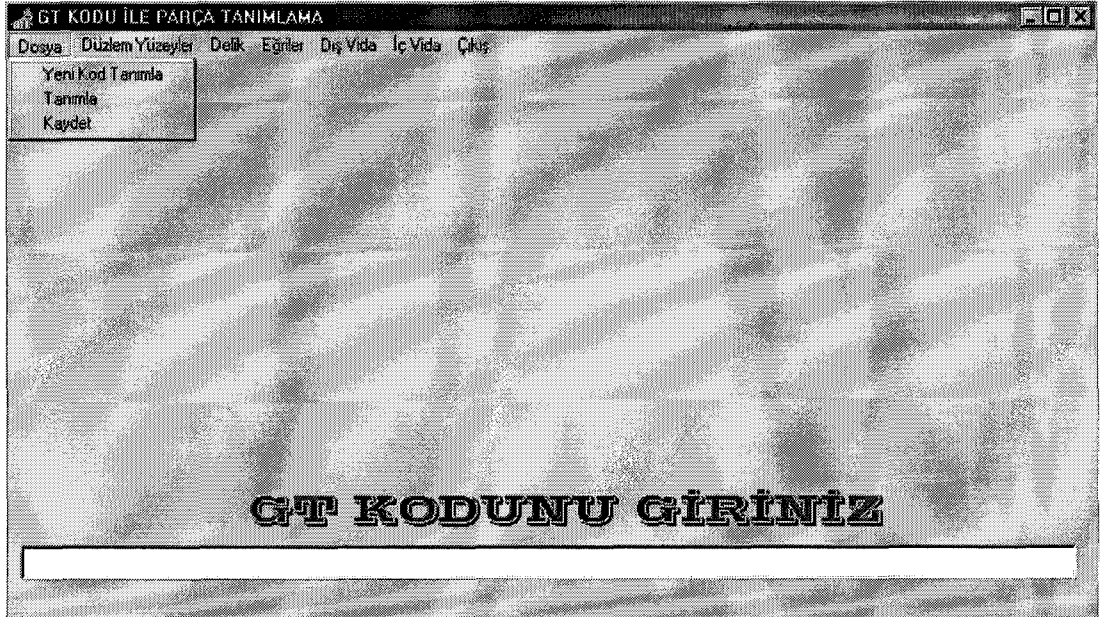
Şekil 8.29. Alın yüzey kod yapısı

Parçadaki g ile gösterilen düz deliğe ait kod yapısı Şekil 8.30' da görülmektedir.



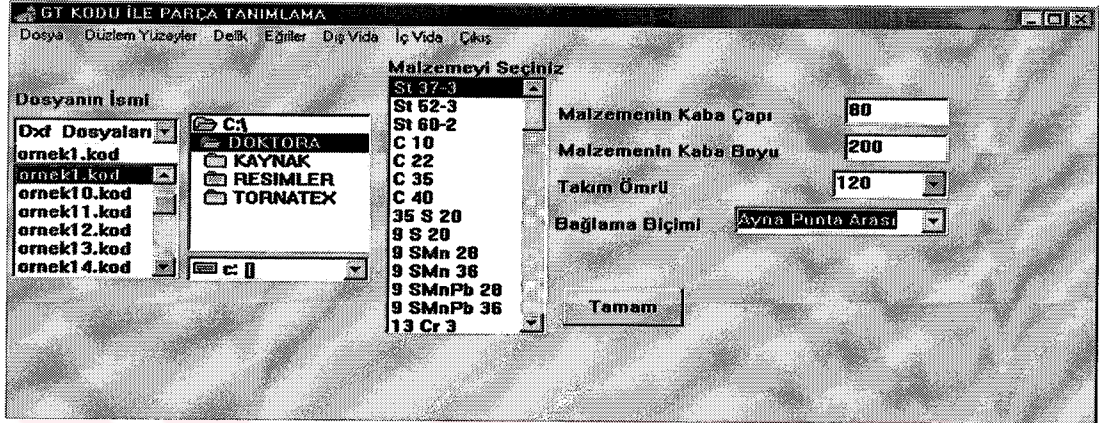
Şekil 8.30. Düz delik kod yapısı

Parça Tanımlama menüsünden GT Kod İle Parça Tanımlama alt menüsü seçildiğinde ekrana Şekil 8.31' de görülen diyalog kutusu gelmektedir. GT Kodu İle Parça Tanımlama diyalog kutusunda menüler, Dosya, Düzlem Yüzeyler, Delik, Eğriler (radüs), Dış Vida, İç Vida ve Çıkış şeklinde gruplandırılmıştır. Parçaya ait unsurların GT kodu, kodu girilecek parça üzerindeki geometrik özellik, menülerden seçildiğinde ekrana gelen geometrik özelliklere ait resimler takip edilerek kod satırından girilir, yada menülere girilerek o unsura ait kodun temel yapısı kod satırına yazdırılıp, üzerinde değişiklik yapılarak kod tamamlanabilir.



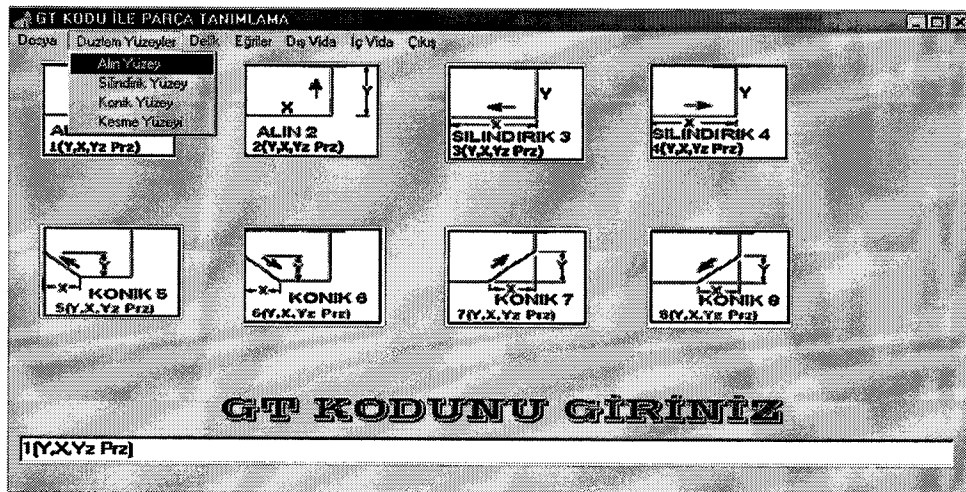
Şekil 8.31. GT Kodu İle Parça Tanımlama diyalog kutusu

Ekrana gelen diyalog kutusunda, kodu girilecek parça için Dosya menüsünden Yeni Kod Tanımla seçeneği seçilir. Bu seçimden sonra Şekil 8.32' de görülen diyalog kutusu ekrana gelir.



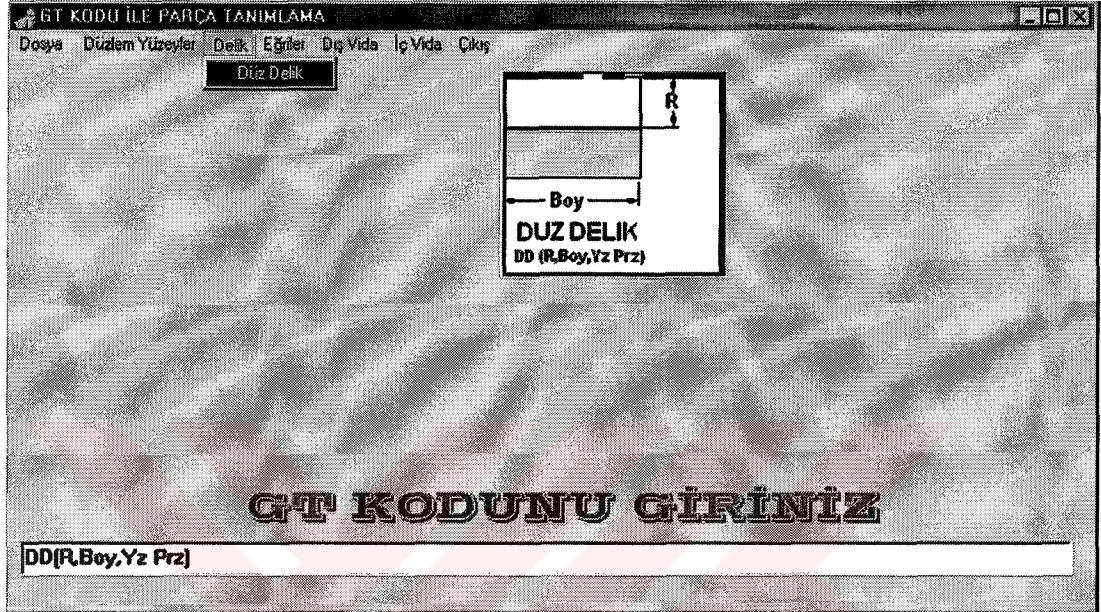
Şekil 8.32. Yeni kod tanımlama diyalog kutusu

Yeni kod tanımlama diyalog kutusunda açılan pencerelerden, parça kodlarının kaydedileceği kod dosyasının adı, malzeme, kaba boyutlar, takım ömrü ve bağlama biçimi seçilerek Tamam düğmesine basıldıktan sonra Şekil 8.33' de görüldüğü gibi kodu girilecek parçanın geometrik özellikleri menülerden seçilerek yüzeylere ait kodlar, diyalog kutusunun altındaki kod satırından girilir.

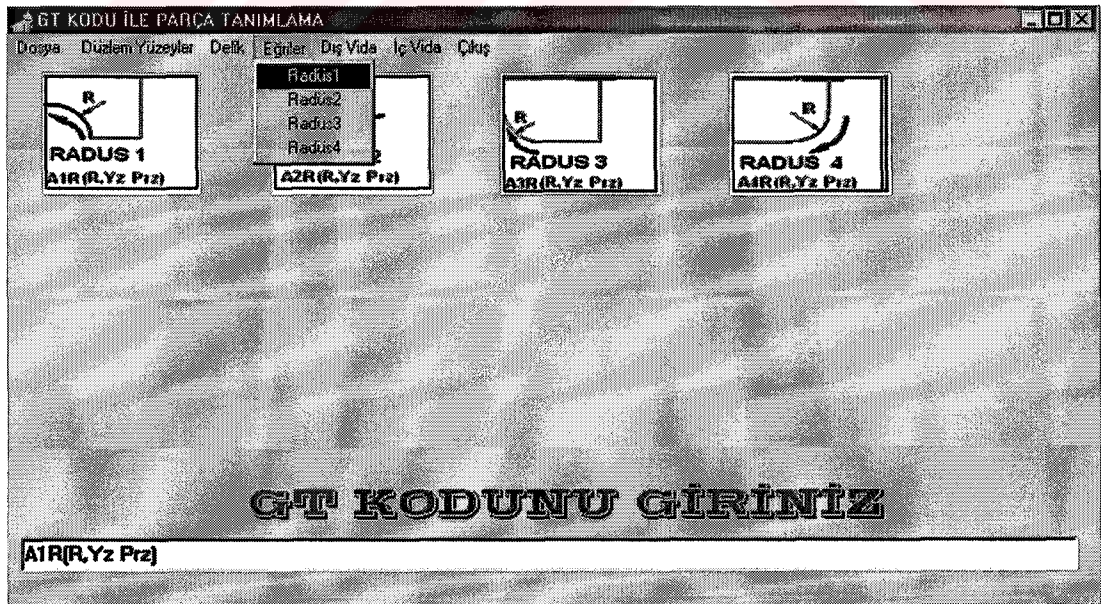


Şekil 8.33. Düzlem yüzey kodu tanımlama menüsü

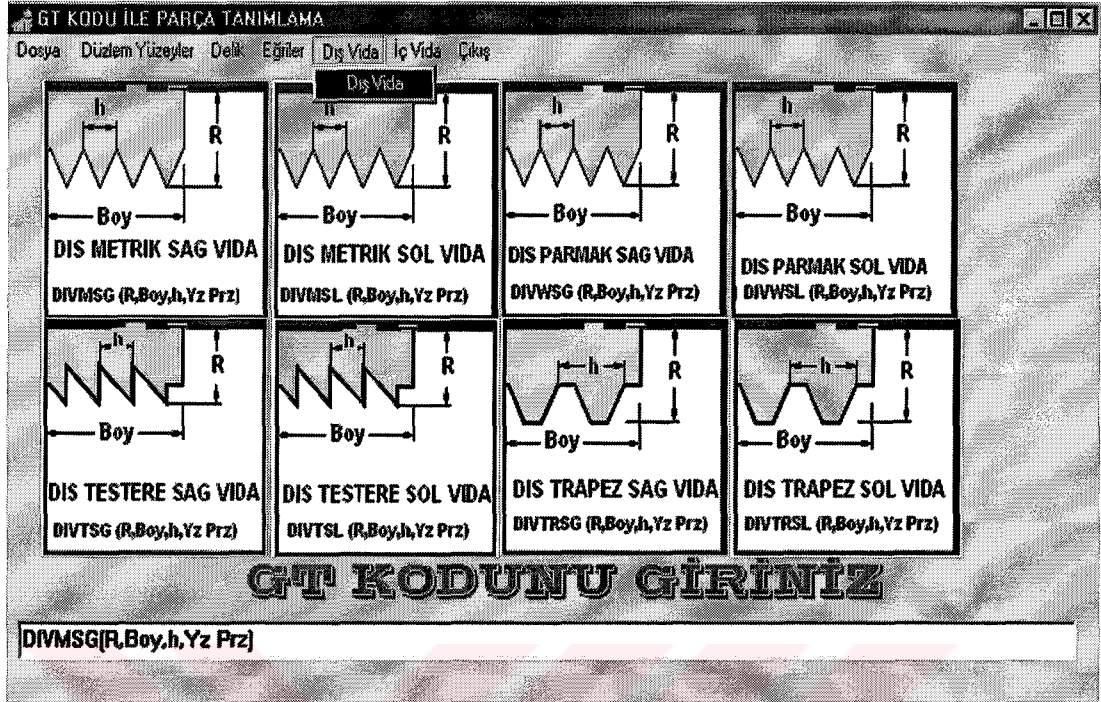
Şekil 8.34 delik kodu, Şekil 8.35 eğri yüzeylere (radüs) ait kod, Şekil 8.36 dış vida, Şekil 8.37 iç vidalara ait unsur kodlarını girmek için menüleri göstermektedir.



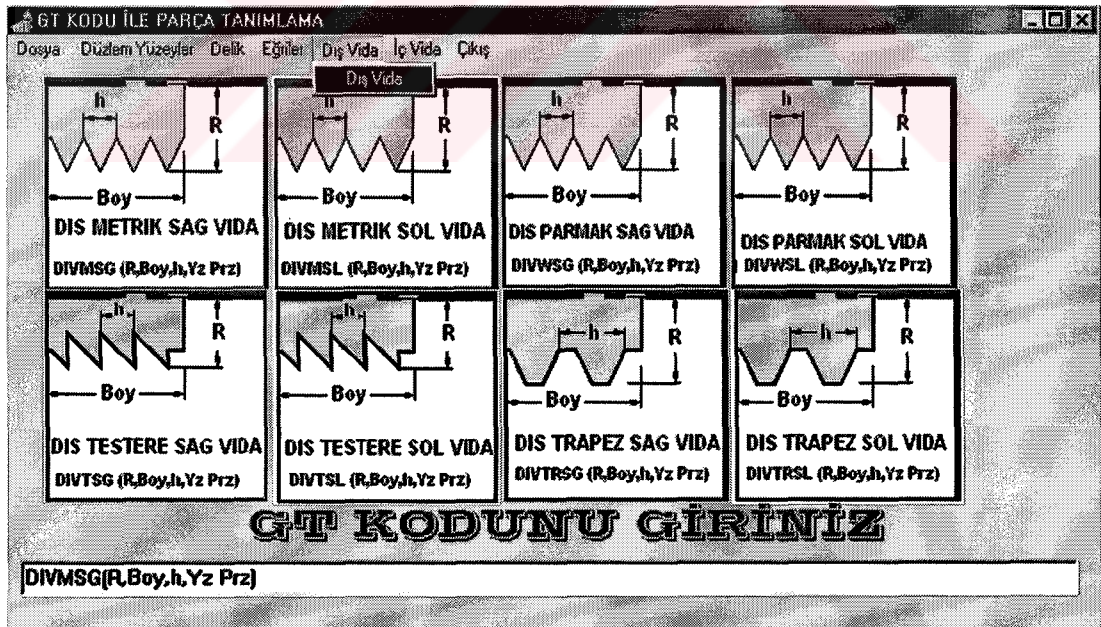
Şekil 8.34. Düz Delik kodu tanımlama menüsü



Şekil 8.35. Radüs kodu tanımlama menüsü



Şekil 8.36. Dış Vida kodu tanımlama menüsü



Şekil 8.37. İç Vida kodu tanımlama menüsü

Şekil 8.38' de ornek2 adlı parçanın (Şekil 8.23) unsur kodları ve unsurları görülmektedir.

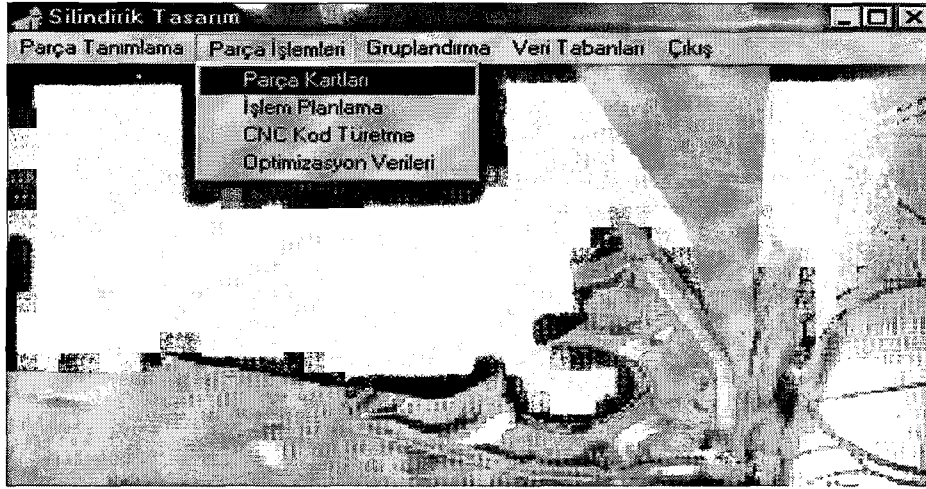


Şekil 8.38. Örnek parça unsur kodları ve unsur tanımları

Şekil 8.30' daki menüden, kodu girilecek parça bilgilerinin kaydedileceği kod dosyasının adı, malzeme, kaba boyutlar, bağlama biçimi, takım ömrü verileri girilip, parçanın geometrik özelliklerine ve boyutlarına göre kodlar kod satırından girildikten sonra Dosya menüsünden Kaydet seçildiğinde, kod satırına kullanıcının girdiği kodlara ilaveten malzeme, kaba boyutlar ve bağlama biçimi kodları otomatik olarak eklenir. Bu işlemten sonra Tanımla seçeneği ile parçaya ait unsur tanımları menünün sağında görülebilir.

8.2. Parça İşlemleri Modülü

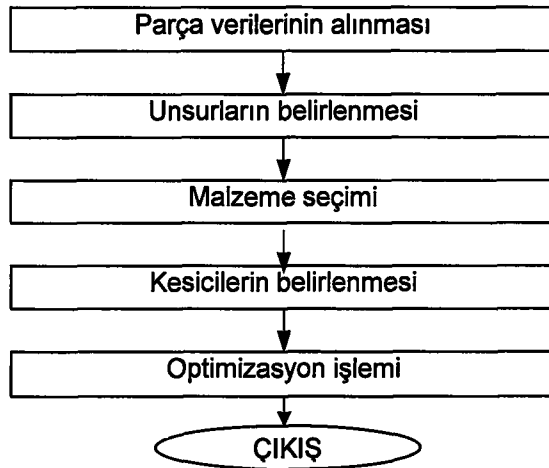
Parça işlemleri modülünde, Parça Kartları, İşlem Planlama, CNC Kod Türetme ve Optimizasyon Verileri alt modülleri yer almaktadır. Parça Tanımlama Modülünden, parçalarla ilgili veriler girildikten sonra parçanın imalat verilerinin belirlenmesi Parça İşlemleri modülünde gerçekleştirilmektedir. Şekil 8.39' da programın Parça İşlemleri menüsü ve alt menüleri görülmektedir.



Şekil 8.39. Parça İşlemleri menüsü

8.2.1. Parça Kartları modülü

Parça kartları modülünde, iş parçasının malzemesi, kaba boyutları, iş parçasının her bir yüzeyine ait koordinatlar, yüzey pürüzlülüğü, bu yüzey üzerindeki işlemler, bu işlemlerin yapılabilmesi için gerekli kesici çeşitleri, uç çeşitleri, kesme parametreleri, maksimum üretim ve minimum maliyete göre kesme hızı değerleri yer almaktadır. Parça kartları tamamen program tarafından çıkarılmaktadır, kullanıcı müdahalesi engellenmiştir. Parça Kartları modülünün akış diyagramı Şekil 8.40' da verilmiştir.



Şekil 8.40. Parça Kartları akış diyagramı

Parça İşlemleri menüsünden Parça Kartları alt menüsü seçildiğinde ekrana Şekil 8.41' de görülen Parça Kartları diyalog kutusu gelir.

Parça Tanımlama Kartı			
Parçanın Adı	ornek1.prc		
Parça Malzemesi	S1 S2-3		
Kaba Çap	90 mm		
Kaba Boy	175 mm		
Bağlama Biçimi	Ayna Punta Arası		
Kesici Uç Cinsi	IC250		
Kesici Uç Cinsi	ICS20M		
Kesici Uç Cinsi	IC450		
Parçanın İşlemleri	ALIN	SİLİNDİRİK3	KONİK3
Yan Çap	20.00	20.00	30.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yatay Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	450	420	400
Y Başlangıç Noktası	120	120	130
X Bitiş Noktası	450.00	420.00	400.00
Y Bitiş Noktası	120.00	120.00	130.00
Kesici Takımı	PTGNRA2525M16	PQUNRA 2020M09	SDMGN 1212F11
Kesici Ucu	TTN 322	TCX 322	TDC3-IP
Max. Üst Kesme Hızı m/dk	201.00	201.00	201.00
Berileme mm	1.55	1.55	1.55

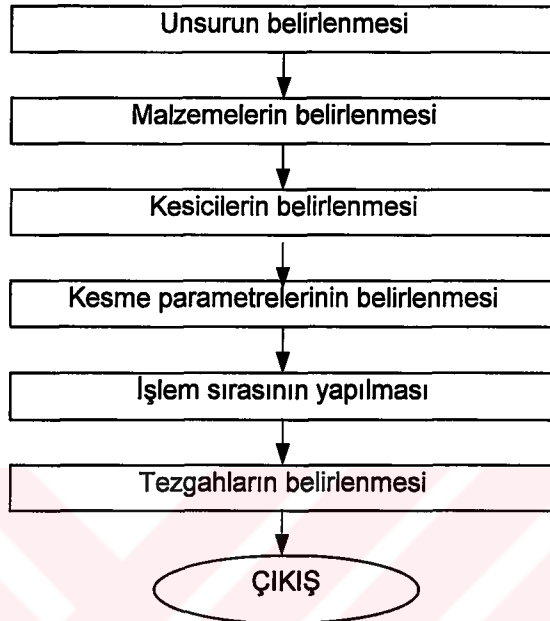
Şekil 8.41. Parça kartları diyalog kutusu

Ekrana gelen diyalog kutusundaki Dosya Adı penceresinden .prc uzantılı dosya ismi seçildiğinde seçilen iş parçasına ait veriler diyalog kutusundaki Parça Tanımlama Kartı penceresinde görüntülenir. Daha önce CAD ortamında iki boyutlu çizilip DXF olarak kaydedilmiş ornek1 adlı parçaya ait parça kartı bilgileri Şekil 8.41' de görülmektedir. Parça kartındaki bilgiler, istendiği zaman diyalog kutusu üzerindeki Yazdır düğmesi kullanılarak yazıcı çıktısı olarak alınabilir.

8.2.2. İşlem planlama modülü

İşlem planlama modülü, iş parçasının üretilmesi için gerekli işlemlerin sıralamasını yapar. Bu modül ile bir iş parçasındaki işlemler ve bu işlemlerin hangi sıra ile yapılması, hangi kesicilerin ve kesici uçların, uç cinslerinin hangi tezgahların ve kesme parametrelerinin kullanılması gerektiği, işlem

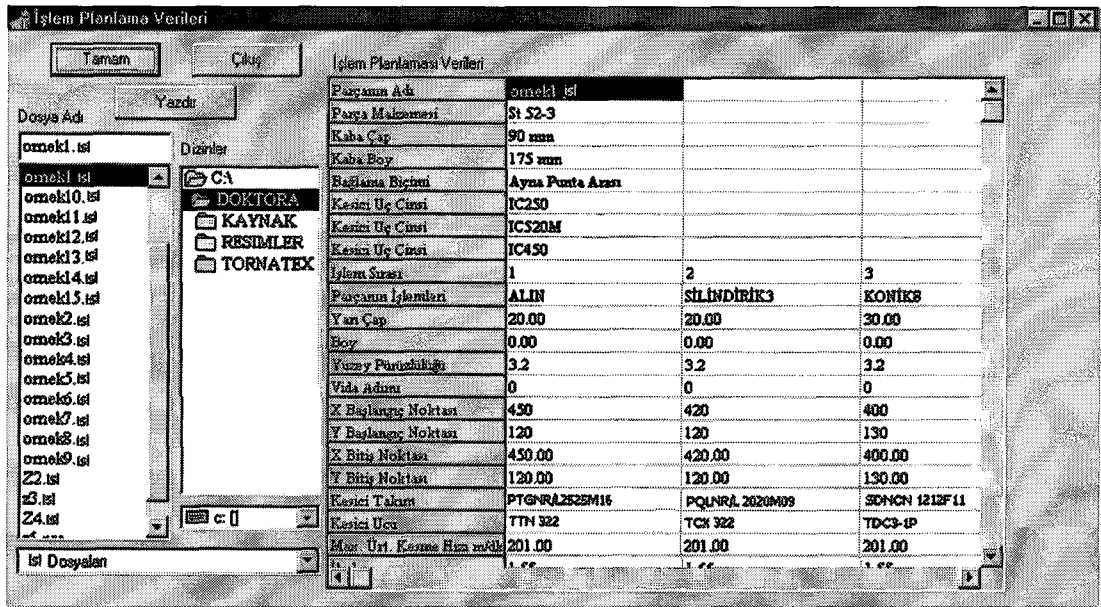
sırası ve bağlama biçimi belirlenir. Şekil 8.42' de İşlem Planlama Modülünün akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 8.42. İşlem planlama modülü akış diyagramı

İşlem Planlama modülünde, parça verilerinden unsurlar belirlendikten sonra malzeme, kesici ve kesme parametreleri belirlenir. Daha sonra işlem sırası yapılarak tezgah belirlemesi gerçekleştirilir.

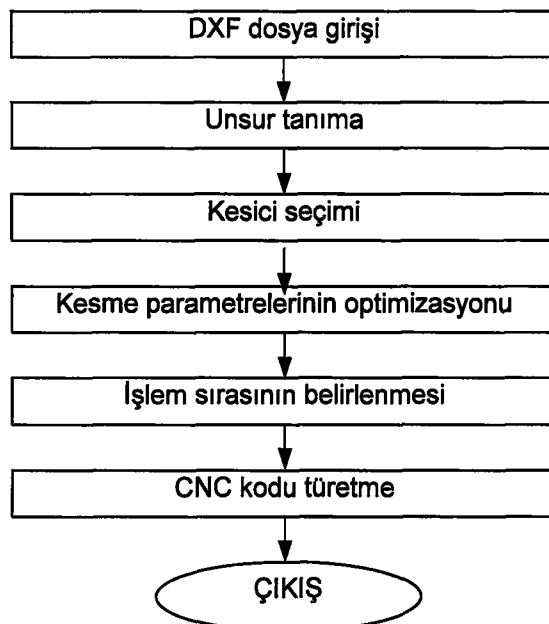
Silindirik Tasarım diyalog kutusundaki Parça İşlemleri menüsünden İşlem Planlama seçeneği seçildiğinde Şekil 8.43' de görülen İşlem Planlama diyalog kutusu ekrana gelir. Ekrana gelen diyalog kutusunda iş parçasının ismi ve uzantısı .isl olan dosyalar bulunur. İş parçasına ait dosya, Dosya Adı penceresinde seçildiğinde, o parçaya ait işlem planlaması verileri diyalog kutusunun sağındaki pencerede görüntülenir. İşlem planlaması verileri, diyalog kutusu üzerindeki Yazdır düğmesi tıklanmak suretiyle, yazıcı çıktısı olarak alınabilir.



Şekil 8.43. İşlem Planlama Verileri diyalog kutusu

8.2.3. CNC Kod Türetme modülü

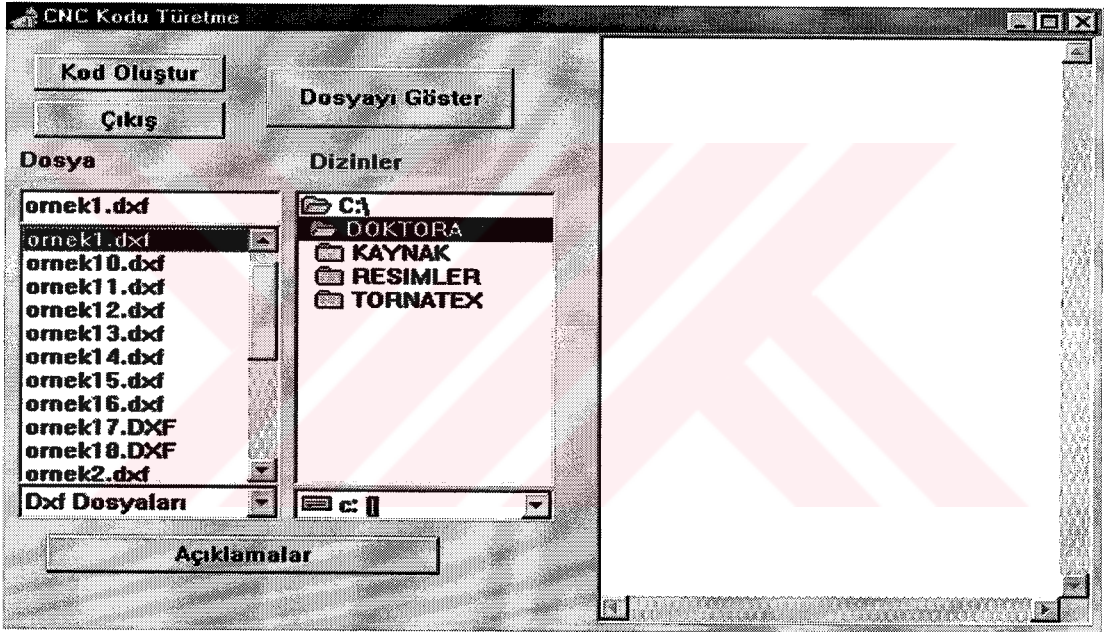
CNC Kod Türetme modülü, iş parçalarına ait CNC parça programlarını oluşturmak için tasarlanmıştır. Şekil 8.44' de CNC Kod Türetme modülünün akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 8.44. CNC Kodu Türetme modülü akış diyagramı

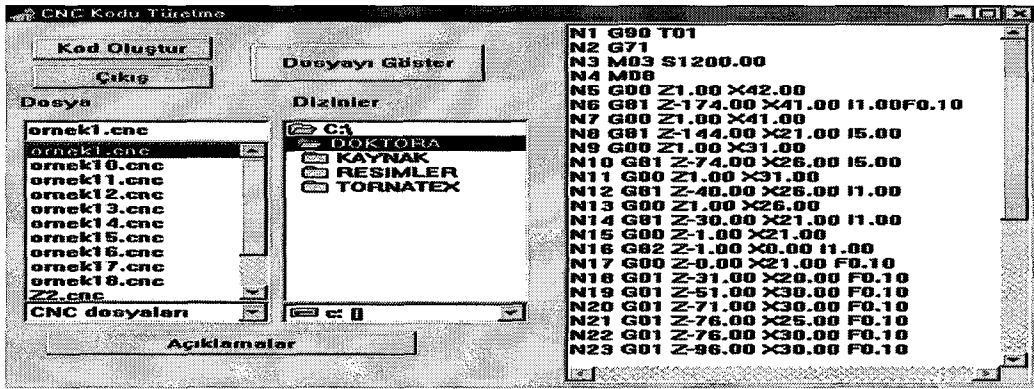
CNC Kod Türetme modülünde, parçanın iki boyutlu çizimine ait DXF veri dosyalarından veri girişi yapıldıktan sonra unsur tanıma işlemi gerçekleştirilir. Tanımlanan unsurlara göre kesici seçimi ve kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılarak işlem sırası belirlenir. Daha sonra CNC kodu türetilerek veri tabanında saklanır.

Parça İşlemleri menüsünden CNC Kod Türetme seçeneği seçildiğinde ekrana Şekil 8.45' de görülen diyalog kutusu gelir.



Şekil 8.45. CNC Kodu Türetme diyalog kutusu

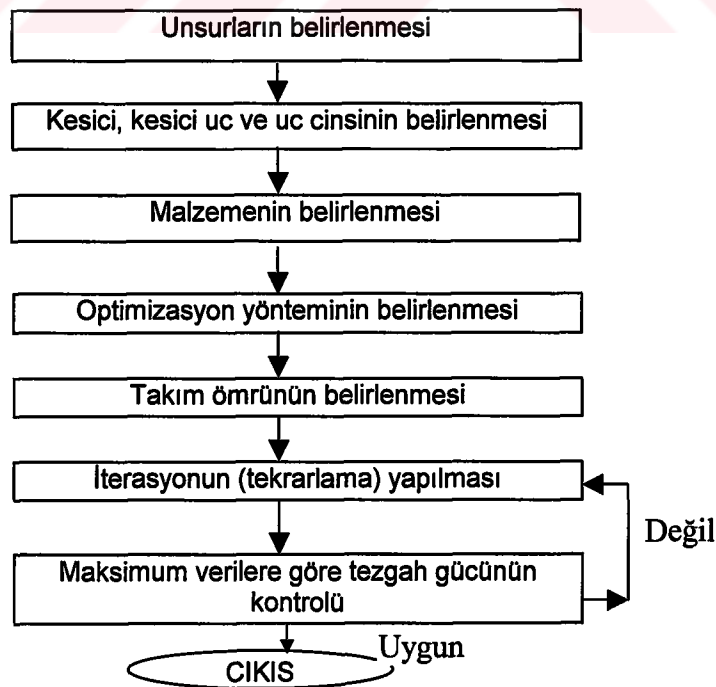
CNC Kodu Türetme diyalog kutusundan, iş parçasının DXF dosyası seçilip Kod Oluştur düğmesine basılınca seçilen parçaya ait CNC kodları oluşur. Diyalog kutusunun altında bulunan dosya biçimleri belirleme penceresinden CNC dosyaları seçilerek istenen parçaya ait CNC kodları diyalog kutusunun sağındaki kod penceresinde görülebilir. Şekil 8.46' de Ornek1 adlı parça için türetilmiş CNC parça programı görülmektedir.



Şekil 8.46. Ornek1 adlı parçanın CNC parça programı

8.2.4. Kesme parametrelerinin optimizasyonu modülü

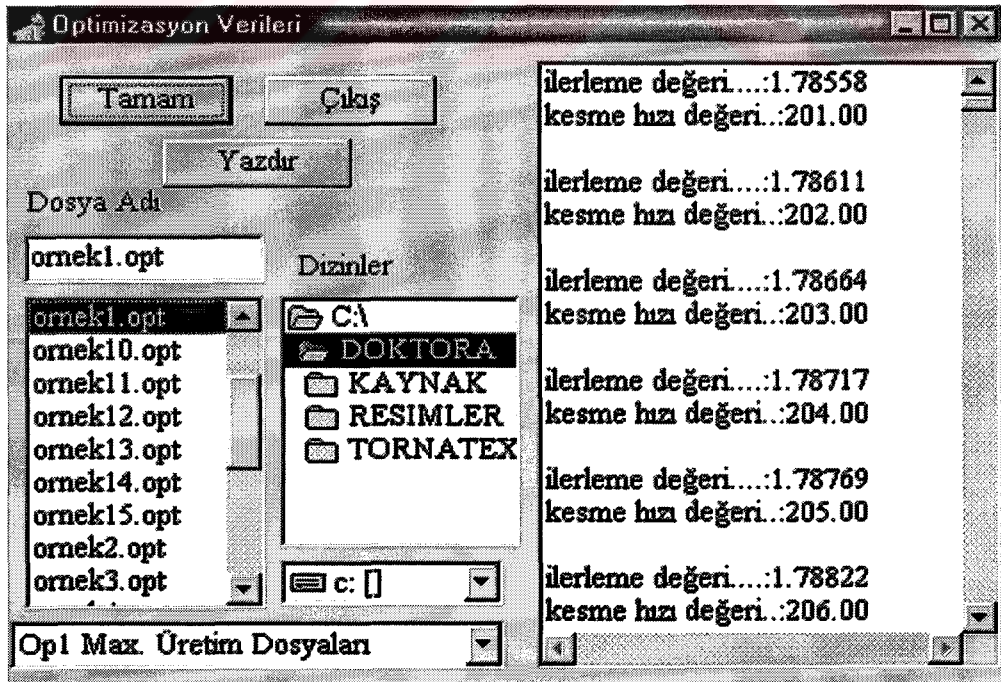
İmalat sistemlerinde, Grup Teknolojisi yaklaşımının temel ilkesi maksimum üretim ve minimum maliyettir. Bir imalat sisteminde verimlilik ele alınınca kesme parametrelerinin belirlenmesi için optimizasyon yapılması gerekir. Kesme parametrelerinin optimizasyonu modülü, en uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi için hazırlanmıştır. Optimizasyon modülünün akış diyagramı Şekil 8.47' de görülmektedir.



Şekil 8.47. Optimizasyon modülü akış diyagramı

İş parçası üzerindeki her bir işlem için 7. Bölüm’ de açıklanan yöntem kullanılarak, kesme parametrelerinin maksimum üretim ve minimum maliyete göre optimizasyonu gerçekleştirilmektedir. Parça tanımlama modülünde parça bilgileri girildikten sonra (DXF Dosya Yorumlama modülünden, Unsur Tabanlı Çizim modülünden, GT Kod ile Parça Tanımlama modülünden), parçalara ait unsurlar (boyutlar, özellikler, malzeme) belirlenir. Bu unsurlara göre kesici, kesici uc, uc cinsi, kesme hızı, kesici kesme genişliği seçimi yapılır. Belirlenen bu değerlere göre optimizasyon işlemi gerçekleştirilir. Optimizasyon işleminde tezgah gücü, ele alınan değerlere göre uygun olmadığı takdirde talaş derinliği azaltılarak optimum değerler bulunur. Optimizasyon işlemi sırasında bulunan asıl kesme parametreleri bu modül sayesinde görülebilir.

Silindirik Tasarım diyalog kutusundaki Parça İşlemleri menüsünden (Şekil 8.37) Optimizasyon Verileri seçeneği seçildiğinde Şekil 8.48’ de görülen diyalog kutusu ekrana gelir.



Şekil 8.48. Optimizasyon Verileri diyalog kutusu

Optimizasyon Verileri diyalog kutusunda iş parçasının ismi ve uzantısı .opt ve .op1 olan dosyalar bulunur. Bu dosyalardan .op1 uzantılı olanlar maksimum üretime göre optimizasyon verilerini, .opt uzantılı olanlar ise minimum maliyete göre optimizasyon verilerini içermektedir. Diyalog kutusunun altında bulunan dosya türü belirleme penceresinden opt ve op1 uzantılı dosyalar ayrı ayrı ekrana getirilebilir. Bir parçaya ait dosya seçilip Tamam düğmesine basıldığında diyalog kutusunun sağındaki pencerede optimizasyon işlemi sonucunda elde edilen değerler görüntülenir. Seçilen parçaya ait her işlemin optimizasyon verilerinin tamamı kaydırma çubukları ile kaydırılarak görülebilir. Optimizasyonda, önce tekrara dayanan ara değerler, en sonda ise sonuç değerleri (ilerleme, kesme hızı, talaş derinliği, tezgah gücü) yer alır.

8.3. Gruplandırma Modülü

Gruplandırma modülü, parça aileleri ve imalat hücrelerini oluşturmak için tasarlanmıştır. Şekil 8.49' da Gruplandırma modülünün akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 8.49. Gruplandırma modülü akış diyagramı

Gruplandırma işleminin uygulanabilmesi için bütün parçalara ait verilerin, Parça Tanımlama menüsü kullanılarak girilmesi gerekir. Parça verileri girildikten sonra, parça aileleri ve imalat hücreleri oluşturma işlemleri

gerçekleştirilebilir. Şekil 8.50' de görülen Gruplandırma menüsü Parça Aileleri Oluşturma ve Hücreler olmak üzere iki alt menüden oluşmaktadır.



Şekil 8.50. Gruplandırma menüsü

8.3.1. Parça aileleri

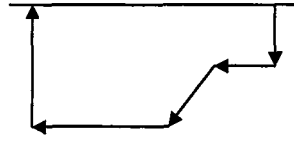
Parça aileleri, iş parçalarının birbiriyle olan benzerliklerden yola çıkılarak oluşturulmaktadır. Yapılan çalışmada parça aileleri, iş parçalarının tezgah, malzeme ve unsur özelliklerine göre meydana getirilmektedir.

Malzemeye göre parça aileleri oluşturulurken Çizelge 8.3 esas alınmıştır. Çizelgede malzemeler işlenebilirlik özelliklerine göre 8 gruba ayrılmıştır. Parça veri girişi modülünden iş parçası verileri girilirken malzeme türü de girilmektedir. Parçalar malzemelerine göre ailelere ayrılması istendiğinde parça veri tabanından parça malzemesi belirlenmekte ve Çizelge 8.3' e göre hangi grupta yer alacağı tespit edilmektedir. Malzemeleri aynı olan veya aynı grupta olan parçalar bir parça ailesi olarak belirlenmektedir.

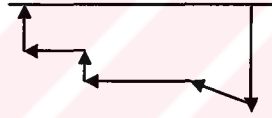
Tezgahlara göre parça aileleri oluşturulurken, parça kaba boyutları ve gerekli tezgah gücü bakımından aynı olan veya birbirine benzeyen parçalar, parça ailesi olarak belirlenmektedir.

Unsurlara göre parça aileleri oluşturulurken, parçalar üzerindeki unsurların konumları ve birbiriyle ilişkileri dikkate alınmıştır. Unsurlar simetri eksenine göre azalan ve artan unsurlar olarak belirlenmiştir. Aileler, azalan ve artan

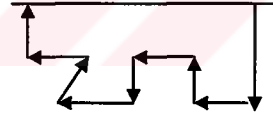
unsurlara veya bu unsurların kombinasyonuna göre oluşturulmaktadır. Artan unsurlara ait örnek Şekil 8.51' de, azalan unsurlara ait örnek Şekil 8.52' de hem azalan hem de artan unsurların bulunduğu örnek Şekil 8.53' de verilmiştir.



Şekil 8.51. Artan unsurlar

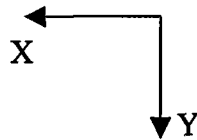


Şekil 8.52. Azalan unsurlar



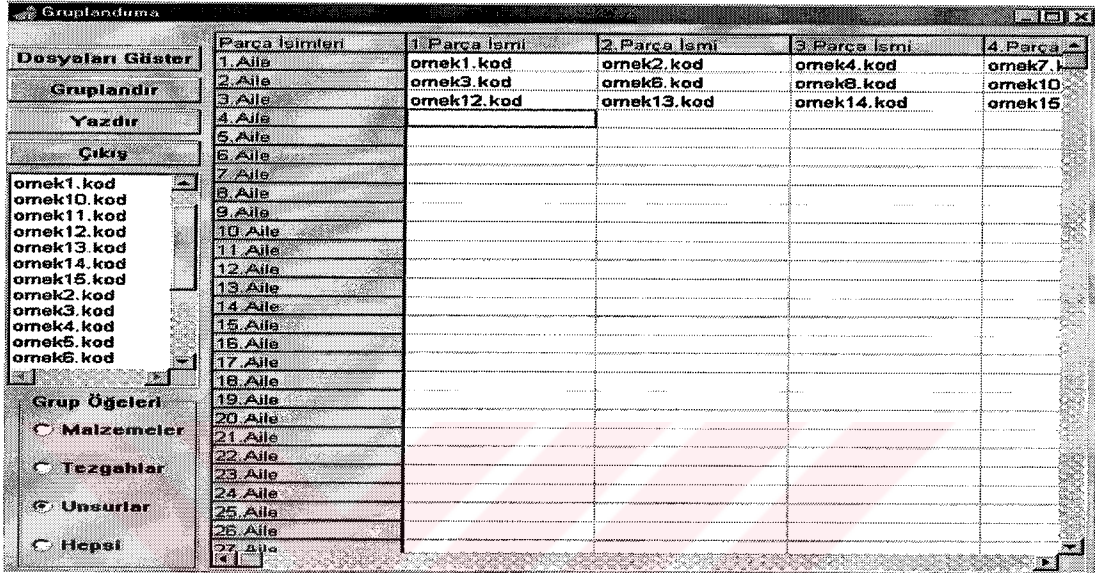
Şekil 8.53. Artan ve azalan unsurların kombinasyonundan oluşan parça

Bir parça üzerindeki unsurların koordinat sistemine göre artan yada azalan unsur olarak değerlendirilmesi sonucu ortak özelliği olan parçalar bir grupta toplanmaktadır. Unsurların artan yada azalan olarak belirlenmesi Şekil 8.54' deki koordinat sistemine göre değerlendirilmektedir.



Şekil 8.54. Unsur pozisyonunu belirten koordinat sistemi

Parça aileleri oluşturulurken program kaynak dizindeki bütün kod dosyalarını tarayarak birbirlerine benzer olanları aynı aile içerisinde toplamaktadır. Parça aileleri oluşturmak için Şekil 8.55' de görülen diyalog kutusu kullanılmaktadır.

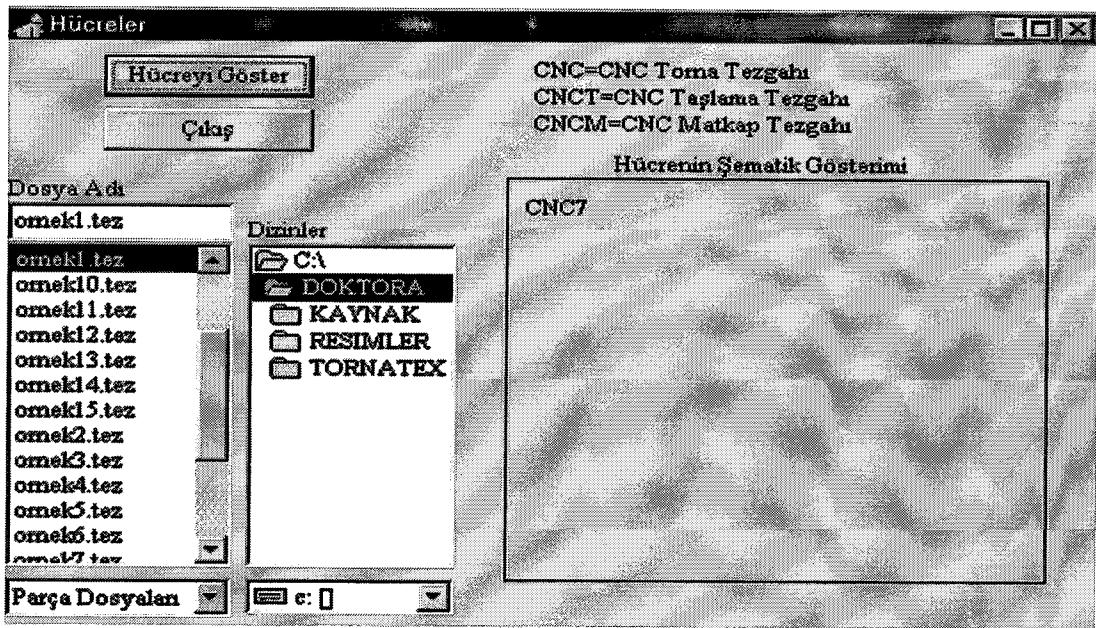


Şekil 8.55. Parça aileleri menüsü

Parça aileleri oluşturulurken menüdeki gruplandırma öğeleri düğmelerinden birini seçerek Gruplandır düğmesine basıldığında ekranın sağındaki pencerede gruplanmış parça aileleri görüntülenir. Oluşturulan parça aileleri istendiği zaman Yazdır düğmesi kullanılarak yazıcıdan çıktı olarak alınabilir.

8.3.2. Hücreler

Hücreler modülü ile iş parçasının üretilebilmesi için gereken tezgahlar belirlenerek bu tezgahların işlemlere göre sıralanması yapılmaktadır. Şekil 8.56' de imalat hücreleri oluşturmak için Hücreler diyalog kutusu görülmektedir. Hücreler diyalog kutusunda herhangi bir parçanın veya parça ailesinin hücrelerini görmek mümkündür.



Şekil 8.56. Hücreler menüsü

İş parçalarının veya parça ailelerinin imalat hücrelerini görebilmek için dosya özelliği seçme penceresinden Parçalara Dosyalarını veya Gruplandırılmış Aileleri seçmek gerekir. Bu işlemden sonra Hücreyi Göster tuşuna basılırsa parçanın veya parça ailesinin tezgahları pencerenin sağında şematik olarak görülebilir.

8.4. Veri Tabanları Modülü

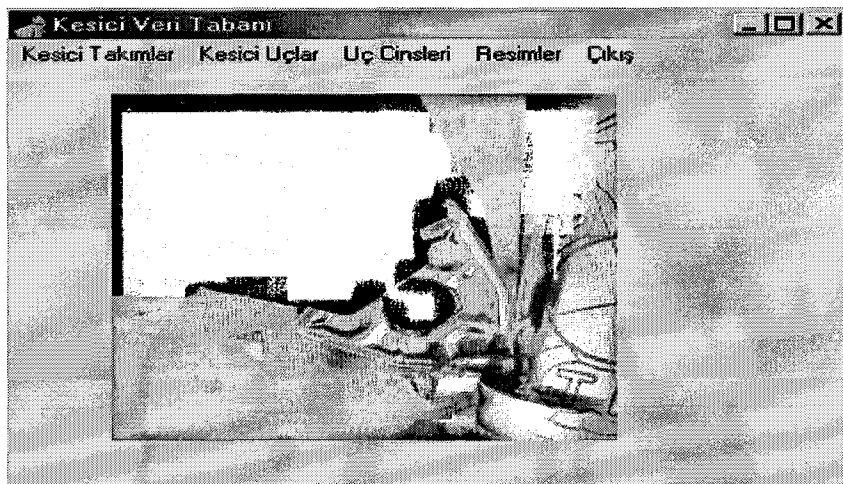
Veri Tabanları modülü, kesici, malzeme ve tezgah veri tabanlarından oluşmaktadır. Veri tabanları oluşturulurken ISCAR, MTE, MKEK, SANDVIK, COROMANT firmalarının katalog değerleri kullanılmıştır. Veri Tabanları menüsü, Kesici Veri Tabanı, Malzeme Veri Tabanı, Tezgah Veri Tabanı olmak üzere üç alt menüden oluşmaktadır. Bu menülerde kendi içinde alt menülere dallanmaktadır. Şekil 8.57' de Veri Tabanları menüsü verilmiştir.



Şekil 8.57. Veri Tabanları menüsü

8.4.1. Kesici Veri tabanı

İş parçası üzerindeki talaş kaldırma işlemlerine göre standart kesicilerin seçimini yapabilmek için kesiciler veri tabanı tasarlanmıştır. Bu veri tabanı oluşturulurken Iscar firmasının katalogları kullanılmıştır. Veri tabanının yeni kesici girişi veya kullanıcının uygun bulduğu kesiciler ile değiştirilerek geliştirilmesi için esnek bir yapı vardır. Beş alt menüden oluşan Kesici Veri tabanı menüsü Şekil 8.58'de görülmektedir.



Şekil 8.58. Kesici Veri Tabanı menüsü

Silindirik parçaların işlenmesinde kullanılan kesiciler, kesici takımlar menüsünün altında, sağ yan kalem, sol yan kalem, kanal kalem, keski kalem, delik kalem, matkaplar olmak üzere altı sınıfta gruplandırılmıştır. Bu menüler yapısal olarak aynıdır ancak kesicinin cinsine göre veri tabanında bulunan değişkenlerde farklılık arz etmektedir. Şekil 8.59' sağ yan kalem, Şekil 8.60 sol yan kalem, Şekil 8.61 kanal kalem, Şekil 8.62 keski kalem, Şekil 8.63 delik kalem, Şekil 8.64 matkaplara ait veri tabanını göstermektedir.

Sağ yan kesiciler

Kesici Kodu: **MWLN 1616H-0**

Uc Cinsi: **WNMG 06T308-G**

Kesici genişliği: **16**

Kesme Genişliği: **-10**

Çıkış

KOD	UCCINS	GEN	KESGEN
MTJNR-W	TNMG	20	-
MWLN 1616H-06SW	WNMG 06T308-GN	20	-
▶ MWLN 1616H-06SW	WNMG 06T308-GN	16	-10
PCLNR	CNMG	25	-
PTGNR	TNMG	25	-

Şekil 8.59. Sağ yan kesiciler veri tabanı

Sol Yan Kesiciler

Kesici Kodu: **CSSPR/L**

Uc Cinsi: **SPMR**

Kesici genişliği: **16**

Kesme genişliği: **-**

Çıkış

KOD	UCCINS	GEN	KESGEN
▶ CSSPR/L	SPMR	16	-
PCLNL	CNMG	25	-
PSDNN	SNMG	25	-
PTFNL	TNMG	25	-
SRGCL	RCMT	20	-

Şekil 8.60. Sol yan kesiciler veri tabanı

Kanal Kalemleri

Kesici Kodu: GHDR

Uc Cinsi: GIP-GIF....

Kesici genişliği: 3

Kesme Boyu: 8

Çıkış

KOD	UCCINS	GEN	KESBOY
GHDR	GIP-GIF....	3	8
GHMR	GIP-GIF...	4	4.8
GHMPR	GIP/GIF	4.8	4.8
DGTR	DGN	2.2	50
SGTFR	GFN	1.8	28

Şekil 8.61. Kanal Kalemleri veri tabanı

Keski Kalemleri

Kesici Kodu: TGDR 1616-3M

Uc Cinsi: TGMF-302

Kesici genişliği: 4

Min. Çap: 25

Max. Çap: 50

Çıkış

KOD	UCCINS	GEN	MINCAP	MAX
TGDR 1616-3M	TGMF-302	4	25	50
ITL-GHDR	GIP-GIF...	2.8	8	43
DGTR	DGN	2.2	-	32
SGTFR	GFN	1.8	-	28

Şekil 8.62. Keski Kalemleri veri tabanı

Delme Kalemleri

Kesici Kodu: DS-FH

Uc Cinsi: WOLH06T304-GF

Kesici Boyu: 114

Kesme Genişliği: 8

Çap: 38

Çıkış

KOD	UCCINS	KESBOY	MINCAP	KESGEN
DS-FH	WOLH06T304-GF	114	38	8
DS-FX	WOLH06304-GF	114	38	8
DS	WOMX-060308-GF	114	38	6
DZ	WOLH05T304-GF	52	23	8

Şekil 8.63. Delik Kalemleri veri tabanı

Matkaplar

Kesici Kodu: DZ023-052-32-05

Uc Cinsi: WOLH 05T304-G

Kesici Boyu: 52

Çap: 23

Çıkış

KOD	UCCINS	CAP	BOY
DZ023-052-32-05	WOLH 05T304-GF	23	52
DR020-040-25-06	XOMT 060204-GF	20	40

Şekil 8.64. Matkaplar veri tabanı

Programda seçilen kesicilere uygun kesici uçları seçebilmek için kesici uçlar veri tabanı oluşturulmuştur (Şekil 8.65).

Uc Tipleri

Uc Kodu: CNMG190612-GN

Max. Kesme Gen.: 6.35

Uc Radiusü: 1.2

Uc Tipi 1: IC635

Uc Tipi 2: IC8025

Uc Tipi 3: -

Çıkış

KOD	UCTIPI	UCTIPI1
CNMG160612-NG	IC635	IC8025
CNMG190612-GN	IC635	IC8025
CNMM120408-NM	IC635	IC8025
CNMZ120404-RF	-	-

Şekil 8.65. Kesici uçlar veri tabanı

Kesicilere göre kesici uçlar seçildikten sonra o kesici uc' un iş parçasına uygun uç cinsi olup olmadığı kontrol edilir. İş parçasına uygun uç cinsi uç cinsleri veri tabanından seçilmektedir. Program üç unsuru dikkate alarak

kesici uç seçebilmektedir. Bunlar; malzeme, kesici uç ve malzemeye göre uç cinsidir. Uç cinsleri veri tabanı Şekil 8.66' de görülmektedir.

KOD	MAXHIZ	MINHIZ
IC328	100	50
IC328	100	50
IC328	100	50
IC328	100	50

Şekil 8.66. Uç cinsleri veri tabanı

Kesiciler veri tabanında, kesicilere ve kesici uçlara ait resim veri tabanı oluşturulmuştur. İstendiğinde seçilen kesicilere ve kesici uçlara ait resimler bu veri tabanlarından görülebilir (Şekil 8.67, Şekil 8.68).

Şekil 8.67. Kesici resimleri veri tabanı



Şekil 8.68. Kesici uç resimleri veri tabanı

8.4.2. Malzeme veri tabanı

Malzeme veri tabanı, malzemelerle ilgili verilerin (kesme hızı, ilerleme, kopma direnci vb.) program tarafından kullanılmasına imkan sağlar. Bu veri tabanında, malzemenin adı, değişik ülkelerdeki standart numarası, kesme parametrelerinin optimizasyonunda kullanılan kopma dayanımı, kesme direnci gibi değerler bulunur. Malzeme Veri Tabanı menüsü Şekil 8.69' da görülmektedir.

Malzeme Veri Tabanı

Malzeme Adı: **Yapılı Çelik < 800 N/mm2**

Standart Kodu (DIN): **St 37-3** DIN Numarası: **1.0116**

B. Serik Değeri HB: **110 - 130** BS (İngiliz): **Fe 360 D1 FF**

Kopma Dayanımı N/mm2: **370 - 450** AISI/SAE/ASTM (USA): **A 284**

Özg. Kesme Dir.: **155** GOST (Rusya): **St3kp**

(r) Değeri: **0.3** (p) Değeri: **0.17** UNE(Spain): **AE 235 D**

(m) Değeri: **0.2** (c) Değeri: **150** JIS (Japon):

(k) değeri: **0.3** SS(İsveç): **1312**

Kesici Uç. Cinsi 1: **IC328** Kesici Uç. Cinsi 4: **IC450**

Kesici Uç. Cinsi 2: **IC250** Kesici Uç. Cinsi 5: **IC835**

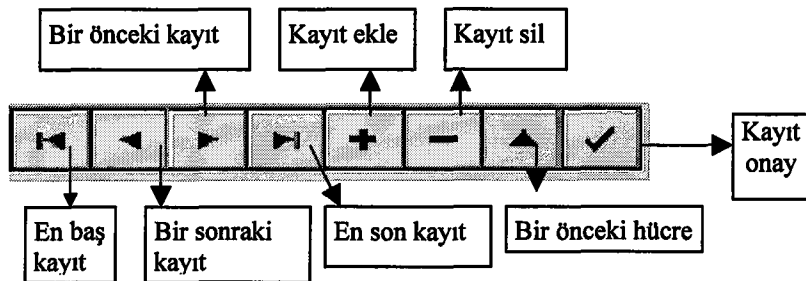
Kesici Uç. Cinsi 3: **IC520M** ANFOR (Fransa): **E 24-3**

Malzeme Kodları: **Çıkış**

MALADI	DIN	DINNIR	KOPMADA
Yapılı Çelik < 800 N/mm2	St 37-3	1.0116	370 - 450
Yapılı Çelik < 800 N/mm2	St 52-3	1.0570	450 - 680
Yapılı Çelik < 800 N/mm2	St 60-2	1.0060	600 - 720
Karbon Çeligi < 800 N/mm2	C 10	1.0301	490 - 780

Şekil 8.69. Malzeme veri tabanı

Veri tabanında 200 adet malzeme ile ilgili veri girilmiştir. Kullanıcı, veri tabanında ekleme, çıkarma yapabilmektedir. Veri tabanının güncellenmesi için Malzeme Veri Tabanında yer alan Şekil 8.70' de görülen sistem kullanılmaktadır. Kullanılan sembollerin açıklamaları şekil üzerinde oklar ile verilmiştir.



Şekil 8.70. Veri tabanı güncelleme işlemleri

Malzeme Veri Tabanı diyalog kutusundaki Malzeme Kodları düğmesi, malzeme kodlarının değişik ülkelerdeki kod karşılıklarını görebilmek için tasarlanmıştır (Şekil 8.71).

Malzeme Kod Dönüşümleri									
Çıkış									
D/N	BS	EN	SS	AISAE	AFNOR	NBN	UNI	UNF	TI
C60	080A62	43D	-	1060	CC55	C60-1	C60	-	-
9SMn28	230M07	-	1912	1213	S250	-	CF9SMn28	11SMn28	SC
9SMnPb28	-	-	1914	12L13	S250Pb	-	CF9SMnPb28	11SMnPb28	SC
10SPb20	-	-	-	-	10Pb12	-	CF10PB20	10SPb20	-
3SS20	212M36	8M	1957	1140	35MF4	-	-	F.210.G	-
9SMn36	240M07	1B	-	1215	S300	-	CF9SMn36	12SMn35	-
9SMnPb36	-	-	1926	12L14	S300Pb	-	CF9SMnPb36	12SMnP35	-
5SSi7	250A53	45	2085	9255	5SS7	5SSi7	5SSi8	56Si7	-
60SiCr7	-	-	-	9262	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	60SiCr8	-
Ck15	080M15	32C	1370	1015	XC12	C16-2	C16	C15K	S1
40Mn4	150M36	15	-	1039	35M5	-	-	-	-
Ck25	-	-	-	1025	-	C25-2	-	-	S2
36Mn5	-	-	2120	1335	40M5	-	-	36Mn5	SL
28Mn6	150M28	14A	-	1330	20M5	28Mn6	C28Mn	-	SC
Cf35	060A35	-	1572	1035	XC38TS	C36	C36	-	S3
Ck45	080M46	-	1672	1045	XC42	C45-2	C45	C45K	S4
Ck55	070M55	-	-	1055	XC55	C55-2	C50	C55K	S5
Cf53	060A52	-	1674	1050	XC48TS	C53	C53	-	S5
Ck60	080A62	43D	16788	1060	XC60	C60-2	C60	-	S5
Ck101	060A96	-	1870	1095	-	-	-	-	SL
G-X120Mn12	Z120M12	-	-	-	Z120M12	-	XG120Mn12	X120MN12	SC
100Cr6	S34A99	31	2258	52100	100C6	-	100Cr6	F.131	SL
15Mo3	1501-240	-	2912	ASTMA204C	15D3	16Mo3	16Mo3KW	16Mo3	-

Şekil 8.71. Malzeme kod dönüşümleri

Malzeme veri tabanındaki malzemeler, işlenebilirlik özelliklerine göre 8 gruba ayrılmıştır. Oluşturulan bu grupta malzemeye göre parça aileleri oluşturulurken esas alınmaktadır (Çizelge 8.3).

Çizelge 8.3. Malzeme grup listesi

I. GRUP	II. GRUP	III. GRUP	IV. GRUP
St 37-3 St 52-3 St 60-2 13 CR 3 16 MnCr 15 Cr 3 16 MnCr 5 34 Cr 4 35 CrNiMo 6 40 Mn 4 42 CrMo 4 C 45 C 55 C 60	C 10 C 22 C 35 C 40 35 S 20 9 S 20 9 SMn 28 9 SMn 36 9 SMnPb 28 9 SMnPb 36	14 NiCr 14 17 CrNiMo 6 25 CrMo 4 30 CrNiMo 8 32 CrMo 12 40 Mn 4 35 CrNiMo 6 GX 8 CrNi 18 9 X 10 Cr 13 X 15 Cr 15 X 2 CrNi 18-9 X 20 Cr 13 X 22 CrNi 17 X 30 Cr 13 X 2 CrNi 18-9 X 2 CrNiMo 18 6 X2 CrNiMoN 22-5-3 X 4 CrNiMoN 27-5-2 X 5 CrNiMo 17-1 X 6 CrNb 17 X6 CrNiNb 18-10 X 6 CrTi 12 X 6 CrTi 17	GG 15 GG 20 GG 25 GG 30 GG 35 GG 40 GGG 40 GGG 50 GGG 60 GGG 70 GTS 55-05 GTW 35-04
V. GRUP	VI. GRUP	VII. GRUP	VIII. GRUP
Al 99 Al 99.9 Al 99.9 R G-AlSi 12 G-AlSi5Mg G-AlSi6Cu G-AlSi7Mg G-AlSi9Mg AlMg1 AlMg1SiCu AlMg3 AlMg5 AlMnCu G-AlMg5	CuSn 6 Zn 6 SF-Cu CuZn 37 G-CuSn 6ZnNi G-CuSn 5 ZnPb CuZn 39 Pb 2 CuZn 40MnPb CuZn 44 Pb 2	Hastelloy C4 Inconel 718	CFK

8.4.3. Tezgah veri tabanı

İmalat sisteminde kullanılacak tezgahların girildiği veri tabanıdır. Geliştirilen programda CNC torna tezgahları ile imalat yapılacağı varsayımı ile hareket edilmiştir. Kesme parametrelerinin optimizasyonunda ve tezgah hücresi oluşturmada bu veri tabanındaki bilgiler esas alınır. Veriler, veri tabanına girilirken tezgah kodları CNC1, CNC2 şeklinde tanımlanmıştır. Kullanıcı veri tabanına ekleme ve çıkarmalar yapabilir. Şekil 8.72 Tezgah Veri Tabanı diyalog kutusunu göstermektedir.

The dialog box 'Tezgah Veri Tabanı' has the following fields:

- Tezgah Kodu: CNC1
- Tezgah Tipi: CNC TORNA
- Tezgah Gücü (KW): 3
- Min. Devir (dev/dk): 20
- Max. Devir (dev/dk): 3500
- Tezgah X Boyu (mm): 850
- Tezgah Z Kursu (mm): 600
- Magazin Sayısı: 20

Below the fields is a 'Çıkış' (Exit) button and a set of navigation controls. At the bottom is a table with the following data:

TEZGAH_KOD	TEZGAH_TIP	TEZGAH_GUC	MIN_DEVIR	MAX_DI
CNC1	CNC TORNA	3	20	3500
CNC2	CNC TORNA	4	20	3500

Şekil 8.72. Tezgah veri tabanı

8.5. Çıkış

Programdan çıkmak için kullanılan bir komuttur. Her modülün çıkış komutu kendi penceresi üzerine yerleştirilmiştir. Ana menüdeki çıkış komutu seçildiğinde programdan tamamen çıkılır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada tasarım ile üretim arasındaki bütünleşmeyi sağlamak için değişken üretim (atelye tipi , çok ürünlü küçük parti büyüklüğünde üretim) sistemlerini geliştirmeye yönelik Grup Teknolojisi esaslı bir yaklaşım ortaya konmuştur. Bu yaklaşımda konunun çok geniş olması belirli sınırlamalar içerisinde değerlendirme yapmak zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bundan dolayı çalışmada sadece dönel parçaların tasarım ve üretimi ile ilgili konular incelenmiştir. Dönel parçaların, tasarım ve üretiminin bütünleşmesi ve otomasyonunu sağlamaya yönelik program, Delphi 4.0 programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir.

İş parçasının geometrik model bilgilerinin (yüzeylerin geometrik konumu, boyutlar) üretim için yeterli olmadığı, bunun yanında malzeme, yüzey kalitesi, bağlama biçimi gibi unsurların da imalatla çok önemli unsurlar olduğu görülmüştür. Çalışmada bir sonuca gidebilmek için geometrik özelliklere bağlı unsur sayısı 29 ile sınırlandırılmıştır. Tanımlanan unsurlar: alın, silindir, konik, radüs, delik ve vida olmak üzere altı grupta toplanmıştır. Bu unsurlara ilaveten üretim özellik unsurları da (malzeme, kaba boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, bağlama biçimi) dikkate alınmıştır. Programda, iş parçasına ait veriler sisteme üç farklı yöntemle girilebilmektedir. Bu yöntemler şu şekilde özetlenebilir;

- Birinci yöntemde; parçanın tasarım ve üretim bilgileri CAD yazılımıyla oluşturulmuş iki boyutlu çiziminin DXF veri dosyasından okunur. Okunan verilerden parçanın tasarım ve üretim özelliklerini belirlemeye yarayan kural tabanlı unsur tanıma modülü geliştirilmiştir. Burada her unsurun yönü ve boyu bulunur. Tanımlanan unsurlar (geometrik konum ve boyutları) ve DXF dosyasında bulunmayan malzeme, kaba boyutlar, yüzey pürüzlülüğü ve bağlama biçimi özellikleri geliştirilen GT kod sistemiyle kodlanarak veri tabanına text (metin) formatında kaydedilir.

- İkinci yöntemde; parça bilgileri (geometrik özellikler ve üretim özellikleri) unsur tabanlı çizim modülü kullanılarak girilebilmektedir. Parçanın çizimi yapılırken boyutları ve özellikleri tanımlanmaktadır. Çizim yoluyla tanımlanan unsurlar geliştirilen kod sistemiyle otomatik olarak kodlanmaktadır. Parça bilgileri text (metin) formatında veri tabanına kaydedilmektedir.
- Üçüncü yöntemde; geliştirilen GT kod sistemi ile parçanın unsurları, boyutları ve özellikleri kod girilerek tanımlanmaktadır. GT kodu ile tanımlanan parçaya ait bilgiler text (metin) formatında veri tabanına kaydedilmektedir.

Sisteme parça ile ilgili veriler girildikten sonra bu veriler dikkate alınarak parçanın üretilmesi için belli işlemler gerçekleştirilir. Programın gerçekleştirdiği işlemleri şu şekilde özetlemek mümkündür;

- Parça tanımlama işleminden sonra parça üzerindeki her bir unsur için kesici takım, kesici uc ve malzemeye göre uc cinsi seçilir,
- Kesme parametreleri belirlenerek maksimum üretim ve minimum maliyete göre optimizasyonu yapılır,
- Kesme parametreleri ve kaba boyutlara göre tezgah seçimi yapılır ve her bir işlem için maksimum talaş derinliği ve paso sayısı bulunur,
- Her bir işlem için işleme zamanı bulunur,
- Parça işlemlerini ve özelliklerini gösteren parça kartları oluşturulur,
- İşlem planlaması yapılır,
- Malzemeye, unsurlara ve tezgaha göre parça aileleri oluşturulur,
- Parçaya ve parça ailelerine göre imalat hücresi oluşturularak şematik gösterimi yapılır,
- CNC parça programı oluşturulur,
- Kesici takım, kesici uc ve uc cinsi seçimi için geliştirilebilir özellikte veri tabanları oluşturulmuştur.

- Geliştirilebilir özellikte ve on farklı ülkedeki standart karşılığı belirlenmiş geniş bir malzeme tabanı oluşturulmuştur,
- Geliştirilebilir tezgah veri tabanı oluşturulmuştur.

Geliştirilen program, en az girdi ile parçanın tasarım ve üretim aşamalarının bütünleştirilmesini bilgisayar destekli olarak gerçekleştirebilmektedir ve kolay bir kullanımı vardır. Programın veri tabanlarında yapılabilecek değişiklikler ile gerçek bir üretim ortamına kolayca adapte edilebilir. Hazırlanan program dönel parçalar dışındaki prizmatik parçalar için hazırlanmış programlar ile birleştirilebilir özelliktedir.

Bu çalışmada üzerinde durulması gereken problemler ve çözüm önerileri şunlar olabilir,

- Sisteme dışardan veri girişi CAD ortamında iki boyutlu çizilmiş DXF veri dosyasından mümkün olmaktadır, farklı veri dosyalarından da veri alma ve yorumlama modülü eklenebilir,
- Sistemde tanımlanan dönel parça unsurları 29 ile sınırlandırılmıştır, unsur kütüphanesine tanımlanmayan unsurlar (özel vidalar, simetri ekseninde olmayan delikler, belirsiz eğriler vb.) ilave edilebilir,
- CNC parça programını direk makinaya gönderen doğrudan sayısal denetim modülü ilave edilebilir,
- Program görsel olarak zenginleştirilebilir ve verilerin daha kolay girilmesine imkan sağlayan değişikliklerin yapılması sağlanabilir,

KAYNAKLAR

1. Burbidge , J.L., 1971, Production Flow Analysis, **The Production Engineer**, April, 139-152.
2. Mcaulay, J., 1972, Machine Grouping for Efficient Production, **Production Engineer**, vol.32. no.2,pp.237-397.
3. Rajagopalan, R., BATRA, J. L., 1975, Design of Cellular Production System, a Graph- Theoretics Approach, , **International Journal of Production Research**, vol.13, no.6, pp.567-579.
4. King, J. R., 1980, Machine-Component Group Formation in Group Technology, **Omega**, vol.8, no.2 , pp. 193-199.
5. Kusiak, A., CHOW, W., 1987, Efficient Solving Of the Group Technology roblem, **International Journal of Manufacturing Sstems**, vol.6. no.2,pp.117-124.
6. Kusiak , A., 1990, Intelligent Manufacturing System, **Prentice Hall International Series in Industrial and System Engineering**, New Jersey.
7. Mc Cormick, W.T., SCHWEITZER, P. J. And WHITE T. W., 1972, Problem Decompozition and Data Reorganisation by a clustering Technigue, **Operations Research**, vol. 28,no.2,pp.993-1009.
8. Durmuşoğlu, B., 1986, Grup Teknolojisi İmalat Sistemi ve Bu Sistemin Tasarımına Yönelik Yeni Bir Metot, **İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, İstanbul, Türkiye.
9. Muthsam, H., Mayer C., 1990, An Expert System for Process Planning of Prismatic Workpieces, **1st Conference of Artificial Intelligence and Expert System in Manufacturing**, March, p.221-220.
10. Jerry, C., W., Gray, M., K., 1989, Commonality Analysis: A Linear Gell Clustering Algorithm For Group Technology, **Int. J. Prod. Res.**, Vol.27, No.12, p.2035-2062.
11. Warren, J. B., C. H. Cheng., A, 1991, Close Neighbour Algorithm for Designing Cellular Manufacturing Systems, **Int. J. Prod. Res.**, Vol.29, No.10, p.2097-2116.
12. Sankaran S., Kasilingam R. G., 1993, On Cell Size and Machine Requirements Planning in Group Technology System, **Europen Journal of Operational Research**, vol. 69, North Holland.

13. Mahmoodi, F., MOSIER C. T. and RUBEN R. A., 1993, A Comprehensive analysis Of Group Scheduling Heuristics in a Job Shop Cell, **Int. J. Prod. Res**, Vol. 31, No. 6, pp. 1343-1369, Taylor & Francis Ltd.
14. Logendran, R., 1992, A Model for Duplication Bottleneck Machines In The Presence Of Budgetary Limitations In Cellular Manufacturing, **International Journal of Production Research**, vol.30. no. 3,pp. 683-694.
15. Fields, M.C., D.C. ANDERSON, 1994, Fast Feature Extraction for Machining Applications, **Computer Aided Design**, 26(11): 803-813.
16. Gu, P., 1994, A Feature Representation Scheme for Supporting Integrated Manufacturing, **Computers Ind. Engineering**, 26(1):55-71.
17. Hanada, T., T. HOSHI, 1992, Block-Like Component CAD/CAM System for Fully Automated CAM Processing, **Annals of the CIRP**, 41(1): 551-556.
18. Lin, A.C., S.-Y. LIN, S.-B. CHENG, 1997, Extraction of Manufacturing Features From a Feature-Based Model. **International Journal of Production Research**, 35(12): 3249-3288.
19. Joshi, S., N.N. VISSA, T.C. CHANG., 1988, Expert Process Planning System with Solid Model Interface, **International Journal of Production Research**, 26(5): 863-885.
20. Tekiner, Z., 1998, Grup Teknolojisi Tabanlı Bilgisayar Destekli İşlem Planlaması, **Doktora Tezi**, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,Türkiye.
21. Sheu, J.J., 1998, A Computer Integrated Manufacturing System for Rotational Parts, **Int. J. Computer Integrated Manufacturing**, vol. 11, no. 6, pp. 534-547.
22. Younis, M. A. and Wahab M.A.A., 1997, A Capp Expert System for Rotational Components, **Computers Ind. Engng.**, vol 33, no. 3-4, pp 509-512.
23. Jiang, B, Lau, H., Chan , F., Chan and Jiang, H., 1999, An Automatic Process Planning System for The Quick Generation of Manufacturing Process Plans Directly from CAD Drawings, **Journal of Materials Processing Technology**, vol. 87, pp 97-106.

24. Aydın, N., 1998, Gurup Teknolojisinin İmalat Sistemleri Tasarım İçin Bir Metodoloji ve Metodolojinin Endüstri'de Uygulanması, **Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü**, İstanbul,Türkiye.
25. Nalbant, M., 1997, Bilgisayarla Bütünleşik Tasarım ve İmalat , **Beta Yayın Evi**, İstanbul, Türkiye.
26. Durmuşoğlu, B.,1986, Grup Teknolojisi İmalat Sistemi ve Bu Sistemin Tasarımına Yönelik Yeni Bir Metot, **Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü**, İstanbul,Türkiye.
27. Ham, I., Hitami, K., Yosida, T., 1985, Group Technology, **Kluwer Academic Publishers Group**, Boston, U.S.A.
28. Aydeniz, N., 1991, Hücre Tipi Üretim Sistemlerinde Grup Teknolojisi Biçiminde Yerleşim Düzenlemesi ve Türkiye Elektromekanik Sanayi (EMSA) Dyarbakır Fabrikasında Bir Uygulama, **Doktora Tezi, S.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Konya, Türkiye.
29. Yaralıoğlu, T.,1994, Grup Teknolojisi ve Grup Teknolojisinde Makine Gruplarının Belirlenmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım, **Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü**, İzmir,Türkiye.
30. Lau, H. and Jiang, B., 1998, A Generic Integrated System from CAD to CAPP: A Natural File-Cum-GT approach, **Computer Integrated Manufacturing Systems**, vol. 11, no. 1-2, pp. 67-75.
31. Lee, H., GARCIA-DIAZ,A., 1993, A Network Approach to Solve Clustering Problems in Group Technology, **International Journal of Production Research**, vol.31. no. 3,pp. 603-612.
32. Kaya, N., 1999, Kurgu Planlama ve Modüler Aparat Tasarımında Unsur Kullanımı, **Doktora Tezi, U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, Türkiye.
33. Ahluwalia, R. S. and SUH H.,1995, Feature Modificarion in Incremental Feature Generation, **Computer-Aided Design**, Vol.27, No. 8, pp. 627-635, Great Britain.
34. Kim, Y. S. and WACO D. L., 1994, Geometric Reasoning For Machining Features Using Convex Decomposition, **Computer-Aided Design**, Vol.26, No. 6, pp. 477-489, Butterworth-Heinemann Ltd.
35. Tekiner, Z., Korkut, I., 2000, İges Veri Yapısı Kullanılarak Dönel Parçalarda Süreç Planlama, **Makine Tasarım ve İmalat Dergisi**, 3, 5, 232-241, ODTÜ, Ankara, Türkiye

36. Akkurt, M., Mestci, A., 1992, Bilgisayar Yardımıyla Tornalama İşleminde Talaş Kaldırma Faktörlerinin Optimizasyonu, **5. Ulusal Makine Tasarım ve İmalat Kongresi**, ODTÜ, Ankara, Türkiye.
37. Tekiner, Z., Güllü, A., 2001, Frezeleme İşlemlerinde Kesme Parametrelerinin Optimizasyonu, **Makine Tasarım ve İmalat Dergisi**, 4, 1, 3-10, ODTÜ, Ankara, Türkiye.



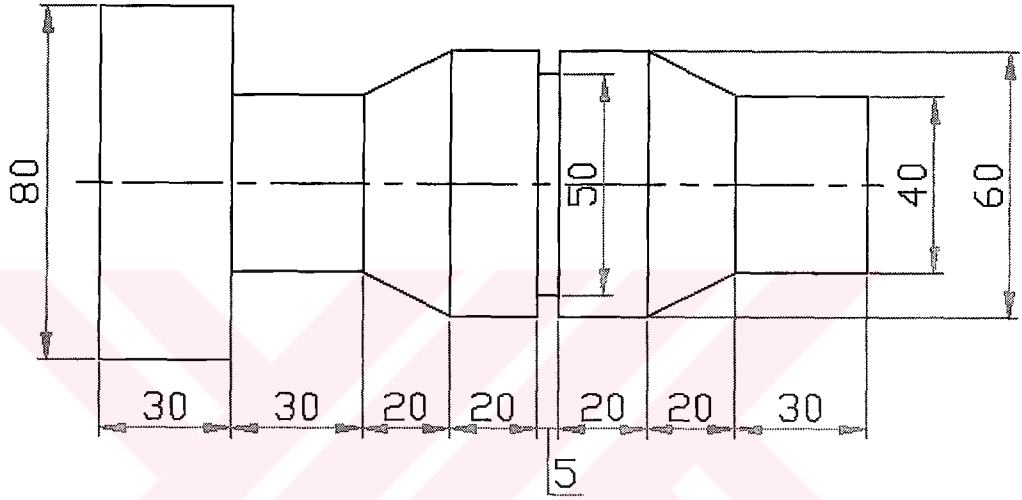
EKLER



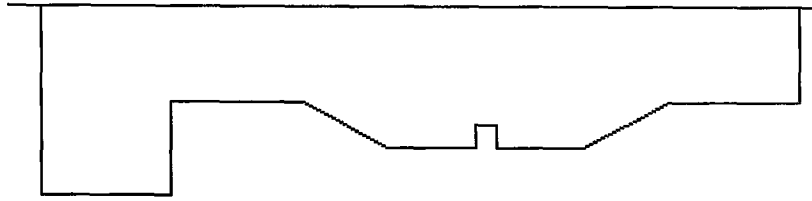
EK-1

Örnek uygulama

Şekil 1' de resmi görülen **ornek1** adlı parça CAD ortamında iki boyutlu olarak simetri ekseninin altında kalan kısmı çizilerek **ornek1.dxf** adıyla diske kaydedilmiştir (Şekil2).



Şekil 1. ornek1 adlı parçanın resmi



Şekil 2. ornek1 adlı parçanın programda kullanmaya uygun CAD çizimi

Örnek parçanın simetri ekseninin altında kalan kısmı CAD ortamında çizildikten sonra **ornek1.dxf** adıyla diske kaydedilmiştir. Örnek parçaya ait veriler 8. Bölümde anlatıldığı şekilde DXF Dosya Yorumlama modülü kullanılarak okunmuş ve işlenmiştir. Parçaya ait verilerin işlenmesi sonucu ekte verilen bilgiler elde edilmiştir.

Ornek1 Adlı Parçanın DXF Kodları

0	\$DRAGMODE	\$DIMEXE	\$DIMSHO	\$DIMCLRE	\$SCHAMFERA
SECTION	70	40	70	70	40
2	2	0.18	1	0	0.0
HEADER	9	9	9	9	9
9	\$LTSCALE	\$DIMTP	\$DIMPOST	\$DIMCLRT	\$SCHAMFERB
\$ACADVER	40	40	1	70	40
1	1.0	0.0		0	0.0
AC1009	9	9	9	9	9
9	\$OSMODE	\$DIMTM	\$DIMAPOST	\$DIMTFAC	\$SKPOLY
\$INSBASE	70	40	1	40	70
10	0	0.0		1.0	0
0.0	9	9	9	9	9
20	\$ATTMODE	\$DIMTXT	\$DIMALT	\$DIMGAP	\$TDCREATE
0.0	70	40	70	40	40
30	1	0.18	0	0.09	2450213.477942014
0.0	9	9	9	9	9
9	\$TEXTSIZE	\$DIMCEN	\$DIMALTD	\$LUNITS	\$TDUPDATE
\$EXTMIN	40	40	70	70	40
10	0.2	0.09	2	2	2450213.477942014
100.392879	9	9	9	9	9
20	\$TRACEWID	\$DIMTSZ	\$DIMALTf	\$LUPREC	\$TDINDWG
160.0	40	40	40	70	40
30	0.05	0.0	25.4	4	0.0000000000
0.0	9	9	9	9	9
9	\$TEXTSTYLE	\$DIMTOL	\$DIMLFAC	\$SKETCHINC	\$TDUSRTIMER
\$EXTMAX	7	70	40	40	40
10	STANDARD	0	1.0	0.1	0.0000000000
349.254102	9	9	9	9	9
20	\$CLAYER	\$DIMLIM	\$DIMTOFL	\$FILLETRAD	\$USRTIMER
200.181159	8	70	70	40	70
30	0	0	0	0.0	1
0.0	9	9	9	9	9
9	\$CELTYPE	\$DIMTIH	\$DIMTVP	\$AUNITS	\$ANGBASE
\$LIMMIN	6	70	40	70	50
10	BYLAYER	1	0.0	0	0.0
0.0	9	9	9	9	9
20	\$CECOLOR	\$DIMTOH	\$DIMTIX	\$AUPREC	\$ANGDIR
0.0	62	70	70	70	70
9	256	1	0	0	0
\$LIMMAX	9	9	9	9	9
10	\$DIMSCALE	\$DIMSE1	\$DIMSOXD	\$MENU	\$PDMODE
420.0	40	70	70	1	70
20	1.0	0	0	acad	0
390.0	9	9	9	9	9
9	\$DIMASZ	\$DIMSE2	\$DIMSAH	\$ELEVATION	\$PDSize
\$ORTHOMODE	40	70	70	40	40
70	0.18	0	0	0.0	0.0
1	9	9	9	9	9
9	\$DIMEXO	\$DIMTAD	\$DIMBLK1	\$PELEVATION	\$PLINEWID
\$REGENMODE	40	70	1	40	40
70	0.0625	0		0.0	0.0
1	9	9	9	9	9
9	\$DIMDLI	\$DIMZIN	\$DIMBLK2	\$THICKNESS	\$COORDS
\$FILLMODE	40	70	1	40	70
70	0.38	0		0.0	1
1	9	9	9	9	9
9	\$DIMRND	\$DIMBLK	\$DIMSTYLE	\$LIMCHECK	\$SPLFRAME
\$QTEXTMODE	40	1	2	70	70
70	0.0		*UNNAMED	0	0
0	9	9	9	9	9
9	\$DIMDLE	\$DIMASO	\$DIMCLRD	\$BLIPMODE	\$SPLINETYPE
\$MIRRTEXT	40	70	70	70	70
70	0.0	1	0	1	6
1	9	9	9	9	9

\$SPLINESEGS	\$PUCSNAME	\$WORLDVIEW	\$PLINEGEN	0.0	62
70	2	70	70	40	7
8		1	0	390.0	6
9	9	9	9	41	CONTINUOUS
\$ATTDIA	\$PUCSORG	\$SHADEDGE	\$PSLTSCALE	1.380145	0
70	10	70	70	42	ENDTAB
0	0.0	3	1	50.0	0
9	20	9	9	43	TABLE
\$ATTREQ	0.0	\$SHADEDIF	\$TREEDEPTH	0.0	2
70	30	70	70	44	STYLE
1	0.0	70	3020	0.0	70
9	9	9	9	50	1
\$HANDLING	\$PUCSXDIR	\$TILEMODE	\$DWGCODEPAGE	0.0	0
70	10	70	3	51	STYLE
0	1.0	1	ascii	0.0	2
9	20	9	0	71	STANDARD
\$HANDSEED	0.0	\$MAXACTVP	ENDSEC	0	70
5	30	70	0	72	0
0	0.0	16	SECTION	100	40
9	9	9	2	73	0.0
\$SURFTAB1	\$PUCSYDIR	\$PINSBASE	TABLES	1	41
70	10	10	0	74	1.0
6	0.0	0.0	TABLE	1	50
9	20	20	2	75	0.0
\$SURFTAB2	1.0	0.0	VPORT	0	71
70	30	30	70	76	0
6	0.0	0.0	2	0	42
9	9	9	0	77	0.2
\$SURFTYPE	\$USER11	\$PLIMCHECK	VPORT	0	3
70	70	70	2	78	txt
6	0	0	*ACTIVE	0	4
9	9	9	70	0	
\$SURFU	\$USER12	\$PEXTMIN	0	ENDTAB	0
70	70	10	10	0	ENDTAB
6	0	1.000000E+20	0.0	TABLE	0
9	9	20	20	2	TABLE
\$SURFV	\$USER13	1.000000E+20	0.0	LTYPE	2
70	70	30	11	70	VIEW
6	0	1.000000E+20	1.0	1	70
9	9	9	21	0	0
\$UCSNAME	\$USER14	\$PEXTMAX	1.0	LTYPE	0
2	70	10	12	2	ENDTAB
9	0	-1.000000E+20	269.128329	CONTINUOUS	0
\$UCSORG	\$USER15	-1.000000E+20	195.0	70	TABLE
10	70	30	13	64	2
0.0	0	-1.000000E+20	0.0	3	UCS
20	9	9	23	Solid line	70
0.0	\$USERR1	\$PLIMMIN	0.0	72	0
30	40	10	14	65	0
0.0	0.0	0.0	1.0	73	ENDTAB
9	9	20	24	0	0
\$UCSXDIR	\$USERR2	0.0	1.0	40	TABLE
10	40	9	15	0.0	2
1.0	0.0	\$PLIMMAX	0.0	0	APPID
20	9	10	25	ENDTAB	70
0.0	\$USERR3	12.0	0.0	0	1
30	40	20	16	TABLE	0
0.0	0.0	9.0	0.0	2	APPID
9	9	9	26	LAYER	2
\$UCSYDIR	\$USERR4	\$UNITMODE	0.0	70	ACAD
10	40	70	36	1	70
0.0	0.0	0	1.0	0	64
20	9	9	17	LAYER	0
1.0	\$USERR5	\$VISRETAIN	0.0	2	ENDTAB
30	40	70	27	0	0
0.0	0.0	0	0.0	70	TABLE
9	9	9	37	0	2

DIMSTYLE	250.0	VERTEX
70	20	8
0	170.0	0
0	30	10
ENDTAB	0.0	155.0
0	0	20
ENDSEC	VERTEX	180.0
0	8	30
SECTION	0	0.0
2	10	0
BLOCKS	230.0	VERTEX
0	20	8
ENDSEC	170.0	0
0	30	10
SECTION	0.0	155.0
2	0	20
ENTITIES	VERTEX	160.0
0	8	30
POLYLINE	0	0.0
8	10	0
0	230.0	VERTEX
66	20	8
1	175.0	0
10	30	10
0.0	0.0	125.0
20	0	20
0.0	VERTEX	160.0
30	8	30
0.0	0	0.0
0	10	0
VERTEX	225.0	VERTEX
8	20	8
0	175.0	0
10	30	10
300.0	0.0	125.0
20	0	20
200.0	VERTEX	200.0
30	8	30
0.0	0	0.0
0	10	0
VERTEX	225.0	SEQEND
8	20	8
0	170.0	0
10	30	0
300.0	0.0	LINE
20	0	8
180.0	VERTEX	0
30	8	10
0.0	0	100.392879
0	10	20
VERTEX	205.0	200.181159
8	20	30
0	170.0	0.0
10	30	11
270.0	0.0	349.254102
20	0	21
180.0	VERTEX	200.181159
30	8	31
0.0	0	0.0
0	10	0
VERTEX	185.0	ENDSEC
8	20	0
0	180.0	EOF
10	30	
	0.0	
	0	

Ornek1 Adlı Parçanın Koordinatları (Vertex (Köşe) Noktaları)

300
200
0
300
180
0
270
180
0
250
170
0
230
170
0
230
175
0
225
175
0
225
170
0
205
170
0
185
180
0
155
180
0
155
160
0
125
160
0
125
200
0

Ornek1 Adlı Parçanın Unsurları ve Boyutları

ALINTOR1	ALINTOR1
0	0
20	20
3.2	3.2
SILTOR3	SILTOR3
30	30
0	0
3.2	3.2
KONTOR8	ALINTOR2
20	0
10	40
3.2	3.2
SILTOR3	
20	
0	
3.2	
ALINTOR2	
0	
5	
3.2	
SILTOR3	
5	
0	
3.2	
ALINTOR1	
0	
5	
3.2	
SILTOR3	
20	
0	
3.2	
KONTOR5	
20	
10	
3.2	
SILTOR3	
30	
0	
3.2	

Ornek1 Adlı Parçanın GT Kodları

1(20,0,3.2)3(20,30,3.2)8(30,20,3.2)3(30,20,3.2)2(5,0,3.2)3(25,5,3.2)1(30,0,3.2) 3(30,20,3.2)5(0,20,3.2)3(20,30,3.2)1(40,0,3.2)3(40,30,3.2)2(0,0,3.2),St 52-3,50,180,AB;



Ornek1 Adlı Parçanın Parça Kartları

Parçanın Adı	ornek1.prc		
Parça Malzemesi	St 52-3		
Kaba Çap	95		
Kaba Boy	200		
Bağlama Biçimi	Ayna Punta		
Kesici Uc Cinsi	IC250		
Kesici Uc Cinsi	IC520M		
Kesici Uc Cinsi	IC450		
Parçanın İşlemleri	ALIN1	KONIK8	ALIN2
Yarıçap	20.00	30.00	25.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	450	400	380
Y Başlangıç Noktası	120	130	125
X Bitiş Noktası	450.00	400.00	380.00
Y Bitiş Noktası	120.00	130.00	125.00
Kesici Takım	PTG NR/L 2525M16	SDNCN 1212F-11	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	TTN 322	TDC 3-1P.	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	3200	2133	2560
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	3503	2335	2802
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350
Parçanın İşlemleri	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3
Yarıçap	20.00	30.00	25.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	420	380	375
Y Başlangıç Noktası	120	130	125
X Bitiş Noktası	420.00	380.00	375.00
Y Bitiş Noktası	120.00	130.00	125.00
Kesici Takım	PQLNR/L 2020K09	PQLNR/L2020K09	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	TCX 322	TCX 322	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	3200	2133	2560
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	3503	2335	2802
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350

Parçanın İşlemleri	ALIN1	KONIK5	ALIN1
Yarıçap	30.00	20.00	40.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	375	335	305
Y Başlangıç Noktası	130	120	140
X Bitiş Noktası	375.00	335.00	305.00
Y Bitiş Noktası	130.00	120.00	140.00
Kesici Takım	GHDR/L 25-3	MVJNR/L 2020K-16	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	GIPY	VNM 1604	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	2133	3200	1600
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	2335	3503	1751
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350
Parçanın İşlemleri	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3
Yarıçap	30.00	20.00	40.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	355	305	275
Y Başlangıç Noktası	130	120	140
X Bitiş Noktası	355.00	305.00	275.00
Y Bitiş Noktası	130.00	120.00	140.00
Kesici Takım	PQLNR/L 2020KO9	MVJNR/L 2020K-16	PQLNR/L 2020KO9
Kesici Ucu	TCX 322	VNM 1604	TCX 322
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	2133	3200	1600
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	2335	3503	1751
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350

Parçanın İşlemleri	KESME		
Yarıçap	40.00		
Boy	0.00		
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2		
Vida Adımı	0		
X Başlangıç Noktası	275		
Y Başlangıç Noktası	140		
X Bitiş Noktası	275.00		
Y Bitiş Noktası	140.00		
Kesici Takım	GHDR/L 25-3		
Kesici Ucu	GIPY		
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00		
İlerleme	1.55		
Devir dev/dk	1600		
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00		
İlerleme mm	1.76		
Devir dev/dk	1751		
Tezgah Kodu	CNC7		
Tezgah Gücü	9		
Max. X Boy	210		
Max Y Boy	350		

Ornek1 Adlı Parçanın İşlem Planlaması Verileri

Parçanın Adı	ornek1.prc		
Parça Malzemesi	St 52-3		
Kaba Çap	95		
Kaba Boy	200		
Bağlama Biçimi	Ayna Punta		
Kesici Uc Cinsi	IC250		
Kesici Uc Cinsi	IC520M		
Kesici Uc Cinsi	IC450		
İşlem Sırası	1	3	5
Parçanın İşlemleri	ALIN1	KONIK8	ALIN2
Yarıçap	20.00	30.00	25.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	450	400	380
Y Başlangıç Noktası	120	130	125
X Bitiş Noktası	450.00	400.00	380.00
Y Bitiş Noktası	120.00	130.00	125.00
Kesici Takım	PTG NR/L 2525M16	SDNCN 1212F-11	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	TTN 322	TDC 3-1P.	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	3200	2133	2560
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	3503	2335	2802
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350
İşlem Sırası	2	4	5
Parçanın İşlemleri	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3
Yarıçap	20.00	30.00	25.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	420	380	375
Y Başlangıç Noktası	120	130	125
X Bitiş Noktası	420.00	380.00	375.00
Y Bitiş Noktası	120.00	130.00	125.00
Kesici Takım	PQLNR/L 2020K09	PQLNR/L2020K09	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	TCX 322	TCX 322	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	3200	2133	2560
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	3503	2335	2802
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350

İşlem Sırası	5	7	9
Parçanın İşlemleri	ALIN1	KONIK5	ALIN1
Yarıçap	30.00	20.00	40.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	375	335	305
Y Başlangıç Noktası	130	120	140
X Bitiş Noktası	375.00	335.00	305.00
Y Bitiş Noktası	130.00	120.00	140.00
Kesici Takım	GHDR/L 25-3	MVJNR/L 2020K-16	GHDR/L 25-3
Kesici Ucu	GIPY	VNM 1604	GIPY
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	2133	3200	1600
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	2335	3503	1751
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350
	6	8	10
Parçanın İşlemleri	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3	SİLİNDİRİK3
Yarıçap	30.00	20.00	40.00
Boy	0.00	0.00	0.00
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2	3.2	3.2
Vida Adımı	0	0	0
X Başlangıç Noktası	355	305	275
Y Başlangıç Noktası	130	120	140
X Bitiş Noktası	355.00	305.00	275.00
Y Bitiş Noktası	130.00	120.00	140.00
Kesici Takım	PQLNR/L 2020KO9	MVJNR/L 2020K-16	PQLNR/L 2020KO9
Kesici Ucu	TCX 322	VNM 1604	TCX 322
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00	201.00	201.00
İlerleme	1.55	1.55	1.55
Devir dev/dk	2133	3200	1600
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00	220.00	220.00
İlerleme mm	1.76	1.76	1.76
Devir dev/dk	2335	3503	1751
Tezgah Kodu	CNC7	CNC7	CNC7
Tezgah Gücü	9	9	9
Max. X Boy	210	210	210
Max Y Boy	350	350	350

İşlem Sırası	11		
Parçanın İşlemleri	KESME		
Yarıçap	40.00		
Boy	0.00		
Yüzey Pürüzlülüğü	3.2		
Vida Adımı	0		
X Başlangıç Noktası	275		
Y Başlangıç Noktası	140		
X Bitiş Noktası	275.00		
Y Bitiş Noktası	140.00		
Kesici Takım	GHDR/L 25-3		
Kesici Ucu	GIPY		
Max. Ürt.Göre Kesme	201.00		
İlerleme	1.55		
Devir dev/dk	1600		
Min.Ürt. Kesme Hızı	220.00		
İlerleme mm	1.76		
Devir dev/dk	1751		
Tezgah Kodu	CNC7		
Tezgah Gücü	9		
Max. X Boy	210		
Max Y Boy	350		

ilerleme değeri.....1.78590 kesme hızı değeri...:214.00	ilerleme değeri.....1.78025 kesme hızı değeri...:217.00	ilerleme değeri.....1.77364 kesme hızı değeri...:220.00
ilerleme değeri.....1.78640 kesme hızı değeri...:215.00	ilerleme değeri.....1.78074 kesme hızı değeri...:218.00	ilerleme değeri.....1.75484 kesme hızı değeri...:201.00
ilerleme değeri.....1.78690 kesme hızı değeri...:216.00	ilerleme değeri.....1.78123 kesme hızı değeri...:219.00	ilerleme değeri.....1.75536 kesme hızı değeri...:202.00
ilerleme değeri.....1.78739 kesme hızı değeri...:217.00	ilerleme değeri.....1.78172 kesme hızı değeri...:220.00	ilerleme değeri.....1.75588 kesme hızı değeri...:203.00
ilerleme değeri.....1.78789 kesme hızı değeri...:218.00	ilerleme değeri.....1.76406 kesme hızı değeri...:201.00	ilerleme değeri.....1.75640 kesme hızı değeri...:204.00
ilerleme değeri.....1.78838 kesme hızı değeri...:219.00	ilerleme değeri.....1.76458 kesme hızı değeri...:202.00	ilerleme değeri.....1.75691 kesme hızı değeri...:205.00
ilerleme değeri.....1.78887 kesme hızı değeri...:220.00	ilerleme değeri.....1.76511 kesme hızı değeri...:203.00	ilerleme değeri.....1.75743 kesme hızı değeri...:206.00
ilerleme değeri.....1.77209 kesme hızı değeri...:201.00	ilerleme değeri.....1.76563 kesme hızı değeri...:204.00	ilerleme değeri.....1.75794 kesme hızı değeri...:207.00
ilerleme değeri.....1.77261 kesme hızı değeri...:202.00	ilerleme değeri.....1.76615 kesme hızı değeri...:205.00	ilerleme değeri.....1.75845 kesme hızı değeri...:208.00
ilerleme değeri.....1.77314 kesme hızı değeri...:203.00	ilerleme değeri.....1.76666 kesme hızı değeri...:206.00	ilerleme değeri.....1.75895 kesme hızı değeri...:209.00
ilerleme değeri.....1.77366 kesme hızı değeri...:204.00	ilerleme değeri.....1.76717 kesme hızı değeri...:207.00	ilerleme değeri.....1.75946 kesme hızı değeri...:210.00
ilerleme değeri.....1.77418 kesme hızı değeri...:205.00	ilerleme değeri.....1.76769 kesme hızı değeri...:208.00	ilerleme değeri.....1.75996 kesme hızı değeri...:211.00
ilerleme değeri.....1.77470 kesme hızı değeri...:206.00	ilerleme değeri.....1.76819 kesme hızı değeri...:209.00	ilerleme değeri.....1.76046 kesme hızı değeri...:212.00
ilerleme değeri.....1.77522 kesme hızı değeri...:207.00	ilerleme değeri.....1.76870 kesme hızı değeri...:210.00	ilerleme değeri.....1.76095 kesme hızı değeri...:213.00
ilerleme değeri.....1.77573 kesme hızı değeri...:208.00	ilerleme değeri.....1.76921 kesme hızı değeri...:211.00	ilerleme değeri.....1.76145 kesme hızı değeri...:214.00
ilerleme değeri.....1.77624 kesme hızı değeri...:209.00	ilerleme değeri.....1.76971 kesme hızı değeri...:212.00	ilerleme değeri.....1.76194 kesme hızı değeri...:215.00
ilerleme değeri.....1.77675 kesme hızı değeri...:210.00	ilerleme değeri.....1.77021 kesme hızı değeri...:213.00	ilerleme değeri.....1.76243 kesme hızı değeri...:216.00
ilerleme değeri.....1.77726 kesme hızı değeri...:211.00	ilerleme değeri.....1.77070 kesme hızı değeri...:214.00	ilerleme değeri.....1.76292 kesme hızı değeri...:217.00
ilerleme değeri.....1.77776 kesme hızı değeri...:212.00	ilerleme değeri.....1.77120 kesme hızı değeri...:215.00	ilerleme değeri.....1.76341 kesme hızı değeri...:218.00
ilerleme değeri.....1.77826 kesme hızı değeri...:213.00	ilerleme değeri.....1.77169 kesme hızı değeri...:216.00	ilerleme değeri.....1.76389 kesme hızı değeri...:219.00
ilerleme değeri.....1.77876 kesme hızı değeri...:214.00	ilerleme değeri.....1.77218 kesme hızı değeri...:217.00	ilerleme değeri.....1.76437 kesme hızı değeri...:220.00
ilerleme değeri.....1.77926 kesme hızı değeri...:215.00	ilerleme değeri.....1.77267 kesme hızı değeri...:218.00	ilerleme değeri.....1.76 mm/dk kullanılacak devir.:875 dev/dk kesme hızı değeri...:220.00
ilerleme değeri.....1.77976 kesme hızı değeri...:216.00	ilerleme değeri.....1.77316 kesme hızı değeri...:219.00	

[illegible]

Parça aileleri

1. Aile ORNEK2.kod ORNEK4.kod ornek.kod ORNEK17.kod ORNEK8.kod
2. Aile ORNEK3.kod ORNEK13.kod ORNEK7.kod ORNEK12.kod ornek2.kod

Ornek1 Adlı Parçanın CNC Parça Programı

N1 G90 T01
 N2 G71
 N3 M03 S1200.00
 N4 M08
 N5 G00 Z1.00 X42.00
 N6 G81 Z-174.00 X41.00 I1.00F0.10
 N7 G00 Z1.00 X41.00
 N8 G81 Z-144.00 X21.00 I5.00
 N9 G00 Z1.00 X31.00
 N10 G81 Z-74.00 X26.00 I5.00
 N11 G00 Z1.00 X31.00
 N12 G81 Z-40.00 X26.00 I1.00
 N13 G00 Z1.00 X26.00
 N14 G81 Z-30.00 X21.00 I1.00
 N15 G00 Z-1.00 X21.00
 N16 G82 Z-1.00 X0.00 I1.00
 N17 G00 Z-0.00 X21.00 F0.10
 N18 G01 Z-31.00 X20.00 F0.10
 N19 G01 Z-51.00 X30.00 F0.10
 N20 G01 Z-71.00 X30.00 F0.10
 N21 G01 Z-76.00 X25.00 F0.10
 N22 G01 Z-76.00 X30.00 F0.10
 N23 G01 Z-96.00 X30.00 F0.10
 N24 G01 Z-146.00 X20.00 F0.10
 N25 G01 Z-146.00 X40.00 F0.10
 N26 G01 Z-176.00 X40.00 F0.10
 N27 G00 Z20.00 X20.00
 N28 MOO
 N29 M06 T03
 N30 G00 Z179.00 X41.00
 N31 G01 Z179 X0
 N32 M05
 N33 M30

ÖZGEÇMİŞ

Ali İhsan SULAK, 1962 yılında Konya' nın Ereğli İlçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini burada tamamladı.1982 yılında Ankara Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Makine Bölümünden mezun oldu ve aynı yıl Kütahya-Tavşanlı Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesinde öğretmenliğe başladı. Buradaki görevini 1987 yılına kadar sürdürdü. 1987-1989 yılları arasında Konya 100. Yıl Çıraklık Eğitim Merkezinde öğretmen olarak çalıştı. 1989 yılında Selçuk Üniversitesi Ereğli Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı ve halen bu görevi sürdürmektedir. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmasını, 1993 yılında tamamladıktan sonra 1994 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalında Doktora çalışmasına başladı. Doktora çalışmasını tamamlaması için Ocak 2003' de Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde geçici olarak görevlendirildi. Halen bu görevi devam etmektedir.

Evli ve iki çocuk babasıdır.