

58558



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÖNEL İŞ PARÇALARI İÇİN
BİLGİSAYAR DESTEKLİ SÜREÇ PLANLAMA
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Ali ORAL

58558

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Balıkesir, Nisan - 1997



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÖNEL İŞ PARÇALARI İÇİN
BİLGİSAYAR DESTEKLİ SÜREÇ PLANLAMA
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

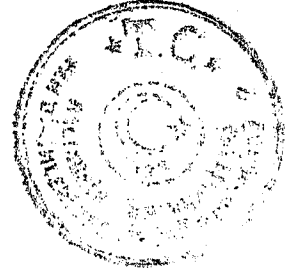
ALİ ORAL

Tez Danışmanı : Doç. Dr. M. Cemal ÇAKIR

Sınav Tarihi : 16.04.1997

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK (ÜÜ)
Doç. Dr. M.Cemal ÇAKIR (Danışman) (ÜÜ)
Y. Doç. Dr. M.Nedim GERGER (BAÜ)

Balıkesir, Nisan 1997



ÖZ

**DÖNEL İŞ PARÇALARI İÇİN
BİLGİSAYAR DESTEKLİ SÜREÇ PLANLAMA
SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Ali ORAL

**Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

(Ph.D. Tezi / Tez Danışmanı: Doç.Dr. M.Cemal ÇAKIR)

Balıkesir, 1997

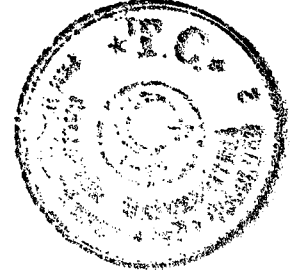
Dönel iş parçalarının imalatı için geliştirilen üretken süreç planlama sistemi ile deneyimli süreç planlamacılarına olan gereksinimin azaltılması ve tasarım bilgilerinin imalat bilgilerine dönüştürülmesinde güvenilir sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Geliştirilen sistem, iş parçası geometrisi ve teknolojik gereksinimler gözönüne alınarak, işlenebilirlik verilerinin seçimi, takım tezgahı seçimi, iş parçasının bağlama yöntemi seçimi, kesici takım seçimi, işlem ve takım sırası optimizasyonu, işlem planlama ve süreç planlama alt modüllerinden oluşturulmuştur. Süreç planlama sisteminde, imalat işleminde verilecek bütün kararlar, önceden tanımlanmış kurallardan yararlanarak yazılım tarafından otomatik olarak verilmektedir.

Bu çalışmada ROC yöntemi esas alınarak minimum takım değişikliği ve parça üzerindeki unsurlara erişim için, takım sırası ve işlem sırasının belirlenmesi amacıyla yeni bir optimizasyon yöntemi geliştirilmiştir.

Borland Pascal 7.0 ile geliştirilen yazılım (DİP-BDSP), dönel iş parçaları için süreç planını, işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi işlemi dışındaki diğer tüm işlemleri insan müdahalesi olmaksızın çok kısa sürede gerçekleştirebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: İşlenebilirlik verileri/ kesici takım seçimi/ işlem sırası/ işlem planlama/ bilgisayar destekli süreç planlama



ABSTRACT

COMPUTER AIDED PROCESS PLANNING SYSTEM DEVELOPMENT FOR ROTATIONAL WORKPIECE

Ali ORAL

**Balıkesir University, Institute of Science, Department of Mechanical
Engineering**

Ph.D. Thesis / Supervisor : Assoc. Prof.Dr. M. Cemal ÇAKIR

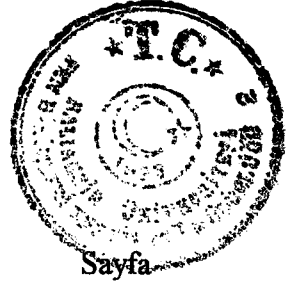
The aim of to procedure reliable results for generative process planing from acquiring manufacturing knowledge of rotational workpieces without an expert process planer interaction during their manufacturing. This has been achieved by converting from design knowledge into manufacturing knowledge.

The proposed system has been consist of machinability data selection, machine tool selection, work holder method selection, cutting tool selection, operation and cutting tool sequence optimisation, operation and process planning modules. The proced process planning system is using previously described rules during the manufacturing of rotational work pieces.

The study has been based on ROC. With this study, these have been achieved; minimum tool changing and using a database about on the features of workpieces and decision making for operation sequence with on its optimisation.

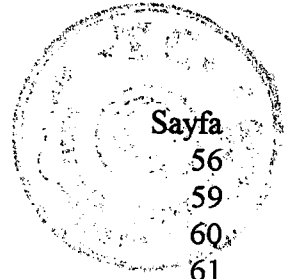
Pascal programming language has been used for development of application program (DIP-BDSP). Apart from the determination of machinability data, all other processes are carried out and completed in a short time, without having any human interaction.

Key Words: Machinability data / selection of cutting tool / operation sequence / computer aided procees planning / CAPP

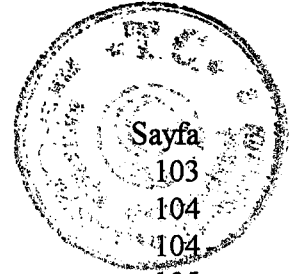


İÇİNDEKİLER

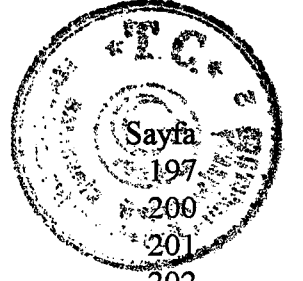
ÖZ, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEYWORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOL LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖNSÖZ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Bilgisayar Tümlleşik Üretim ve Elemanları	3
1.1.1 Bilgisayar Destekli Tasarım	3
1.1.2 Bilgisayar Destekli Üretim	4
1.2 Süreç Planlama	4
1.2.1 Geleneksel Yöntemle Süreç Planlama	7
1.2.2 Bilgisayar Destekli Süreç Planlama	9
1.3 Varyant Sistemler	10
1.3.1 Üretken Süreç Planlama (ÜSP)	12
1.4 Süreç Planlamada Kullanılan Yöntemler	15
1.4.1 Grup Teknolojisi	15
1.4.2 Karar Verme Mekanizması (İleriye ve Geriye Zincirleme)	15
1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	16
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	18
2.1 Giriş	18
2.2 İşlenebilirlik Verileri	18
2.2.1 İşlenebilirlik Verilerinin Geleneksel Yöntemle Belirlenmesi	19
2.2.2 Modern Yöntemler	20
2.3 İşlenebilirlik Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar	21
2.4 Kesici Takım Seçimi	28
2.5 İş Parçası Bağlama Yöntemi	34
2.6 İşlem Sıralama	38
2.7 Süreç Planlama Sistemleri	46
3. İŞLENEBİLİRLİK VERİLERİ VE VERİ TABANI YAZILIMI	51
3.1 Giriş	51
3.2 Geleneksel Kavramlar ve İşlenebilirlik Verilerini Etkileyen Parametreler	51
3.2.1 İş Parçası Malzemesinin İşlenebilirlik Verileri Üzerine Etkisi	54
3.2.1.1 Kimyasal Bileşenlerin İşlenebilirliğe Etkileri	54
3.2.1.2 Mikro Yapının Sertliğin İşlenebilirlik Üzerine Etkisi	55



3.2.1.3 Talaş Tipinin İşlenebilirlik Verilerine Etkisi	56
3.2.2 İşlem Tipinin İşlenebilirliğe Etkisi	59
3.2.3 Kesci Takımın İşlenebilirliğe Etkisi	60
3.2.4 Takım Tezgahı Parametrelerinin İşlenebilirlik Üzerine Etkileri	61
3.3 Tornalama İşlemleri için İşlenebilirlik Veri Tabanı Yazılımı	62
3.3.1 CNCVETAB ile İşlenebilirlik Verilerine Erişim	62
3.3.1.1 Malzeme Seçimi	62
4. TAKIM TEZGAHI SEÇİMİ	71
4.1 Giriş	71
4.2 Tezgah Seçimine Etki Eden Faktörler	71
4.3 Tezgah Seçimi için Oluşturulan Yazılım	73
4.3.1 Tezgah Veri Tabanı Hazırlama Modülü	73
4.3.2 Tezgah Seçimi Modülü	74
5. İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ	77
5.1 Giriş	77
5.2 İş Parçasının Boyutları ve Şekli	78
5.3 Bağlama Sayısı ve Tezgah Kısıtlamaları	79
5.4 Şekil, Yön ve Konum Toleranslarının Bağlama Yöntemi ve Bağlama Sayısına Etkisi	80
5.4.1 Dairesellik Toleransı	81
5.4.2 Silindiriklik Toleransı	82
5.4.3 Paralellik Toleransı	82
5.4.4 Diklik Toleransı	82
5.4.5 Eş Eksenlilik Toleransı	82
5.5 Kesme Kuvvetleri ve Sehim	82
5.5.1 Aynada İşlenecek İşparçası için Sehim Hesabı	85
5.5.2 Ayna-Merkez Arasında İşlenecek İş Parçası için Sehim Hesabı	86
5.5.3 İki Merkez İşlenen İş Parçasının Sehim Hesabı	87
5.6 Sistemde Kullanılan Bağlama Elemanları ve Seçim Kuralları	87
5.6.1 Ayna Seçimi ile İlgili Kurallar ve Seçim Yöntemi	88
5.6.2 Ayna-Merkez Arasında İşlenecek Parça için Kurallar	89
5.6.3 İki Merkez Arasında İşlenecek Parça için Kurallar	90
5.6.4 Özel Bağlama Yöntemleri için Kurallar	90
5.7 Sistemde Kullanılan Bağlama Elemanları	91
5.7.1 Ayna	91
5.7.2 Karşı Merkez (Punta)	92
5.7.3 İki Merkez Arası İşleme için Donanım	92
5.8 Bağlama Yönteminin Otomatik Belirlenmesi için Geliştirilen Yazılım	94
6. TAKIM SEÇİMİ	100
6.1 Giriş	100
6.2 Takım Seçimine Etki Eden Faktörler	100
6.2.1 İş Parçası Malzemesinin Takım Seçimine Etkisi	101
6.2.2 İş Parçası Geometresinin Takım Seçimine Etkisi	101
6.2.3 Bağlama Sayısı ve Bağlama Yönteminin Takım Seçimine Etkisi	102
6.2.4 Takım Tezgahının Takım Seçimi Üzerine Etkisi	103



6.2.5 İşlenebilirlik Verilerinin Takım Seçimi Üzerine Etkisi	103
6.2.6 İşlem Tipinin Takım Seçimi Üzerine Etkisi	104
6.3 Kesici Takım Sisteminin Seçimi	104
6.3.1 Uç Tutturma Sistemi ve Uçun Takım Tutucuya Bağlanması	105
6.3.2 Takım Tutucunun Seçimi	105
6.3.3 Kesici Uç Şekli	107
6.3.4 Kesici Uçun Boyutları	108
6.3.5 Uç Yarıçapı	109
6.3.6 Uç Tipi	111
6.3.7 Kesici Takım İlerleme Yönü	111
6.3.8 Uç Kalitesi	112
6.4 Otomatik Takım Seçimi için Kurallar ve Takım Seçim Yazılımı	113
6.4.1 Dış Yüzeylerin İşlenmesi İçin Takım Seçimi	115
6.4.1.1 Dış Kaba Boşaltma Takımlarının Seçimi	115
6.4.1.2 Dış Kanal ve Faturaların İşlenmesi için Takım Seçimi	119
6.4.1.3 Vida Takımlarının Seçimi	124
6.4.2 İç Unsurların İşlenmesi İçin Takım Seçimi	126
6.4.2.1 Delme Takımlarının Seçimi	127
6.4.2.2 Delik Genişletme Takımlarının Seçimi	128
6.4.2.3 İç Kanal ve Faturaların İşlenmesi için takım Seçimi	129
6.4.3 Dip Köşe Radyüs Takımlarının Seçimi	130
6.5 İmalatta Kullanılacak Takım Sırası ve İşlem Sırası Optimizasyonu	131
6.6 Takım Seçimi ve Optimizasyon için Örnekler	134
7. İŞLEM PLANLAMASI	142
7.1 Giriş	143
7.2 İşlem Planlamasında Kullanılan Bilgiler	143
7.3 İşlem Planlamada Kullanılan Karar Mantığı	144
7.4 İşlem Planlamasında Kullanılan Kurallar	146
7.5 Paso Sayısının Belirlenmesi	148
7.6 Kesme Düzlemleri	149
7.6.1 Kaba Boşaltma İşlemlerinde Kesme Düzlemleri	150
7.6.2 Fatura ve Kanal Açma İşlemlerinde Kesme Düzlemleri	153
7.6.3 Delme İşleminde Kesme Düzlemi	155
7.6.4 Vida Açma İşleminde Kesme Düzlemi	156
7.7 Üretim Zamanları	157
7.7.1 Esas İşleme Zamanları	157
7.7.2 İşlem Dışı Zamanları	158
8. BDSP UYGULAMALARI	159
8.1 Giriş	159
8.2 Örnekler	159
9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	189
9.1 Sonuçlar	189
9.2 Öneriler	191
EK A. Dönel Parçalar için Mevcut Süreç Planlamaları	192



EK B. CNCVETAB Akış Diyagramı	197
EK C. Tezgah Seçimi Akış Diyagramı	200
EK D. Sistemde Kullanılan Aynalar ve Boyutları	201
EK E. İş Parçası Bağlama Yöntemi Akış Diyagramı	202
EK F. OTO-TAK Akış Diyagramı ve Takım Seçim Kuralları	208
EK G. Süreç Planlama Sisteminde Tanınan Unsurlara Örnekler	217
EK H. İşlem Planlama ve Süreç Planı için Karar Mantığı ve Kurallar	221
KAYNAKÇA	229





SEMBOL LİSTESİ

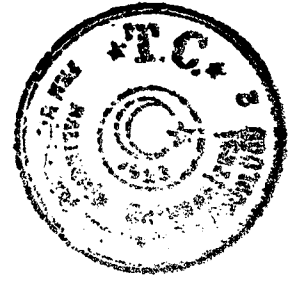
<u>Simge</u>	<u>Adı</u>	<u>Tanımı/Değeri</u>	<u>Birimi</u>
κ	Takımın yerleştirme açısı		°
δ	Sehim	$\delta = [F(L - X)^3] / (3EI)$ $\delta = [FX^3(4L^3 - 9L^2X + 6LX^2 - X^3)] / (12EIL^3)$ $\delta = [FX(3L^2 - 4X^2)] / (48EI)$	mm
α, β, γ	İşlenecek malzemeye bağlı sabitler		
a, a_p	Kesme derinliği		mm
a_{ince}	İnce talaş kaldırma için kesme derinliği		mm
a_{kaba}	Kaba talaş kaldırma için kesme derinliği		mm
a_{max}	Maximum kesme derinliği	$a_{max} \leq 2L_e \sin(\kappa) / 3$	mm
a_{top}	Toplam kesme derinliği		mm
CS	Yüzey hızı		ms ⁻¹
C_t	Genişletilmiş Taylor eşitliğindeki katsayı		
D	İş parçasının çapı		mm
d, d_d	İş parçasının işlenmiş çapı		mm
d_i	İş parçası üzerindeki delik çapı		mm
E	İş parçası elastisite modülü		N mm ⁻²
F	İş parçasını eğilmeye zorlayan kuvvet	$F = (F_r^2 + F_v^2)^{1/2}$	N
F_r	Radyal kuvvet		N
F_s	Kesme kuvveti	$F_s = k_c a_p s$	N
F_v	İlerleme kuvveti		N
G	Kaba veya ince işlemeye bağlı sabit		
h_m	Ortalama talaş kalınlığı	$h_m = s \sin(\kappa)$, $h_m = s (a_p / 2r)^{1/2}$	mm
HP	Tezgah gücü	$HP = K Z CS [0.18012 (1.55f)^{\beta}]$	kW
I	Takımın işlediği unsurun atalet momenti	$I = \pi d_d^4 / 64$ $I = \pi (d_d^4 - d_i^4) / 64$	mm ⁴
K	Malzeme faktörü		
k_c	Parça malzemesinin özgül kesme kuvveti		N mm ⁻²



<u>Simge</u>	<u>Adı</u>	<u>Tanımı/Değeri</u>	<u>Birimi</u>
k_s	0.4 mm talaş derinliği için özgül kesme kuvveti	$k_c = k_s(0.4/h_m)^{0.29}$	N/mm
l	Minimum kesme kenarı uzunluğu	$l = (3/2)l_a$	mm
L	İş parçası uzunluğu		mm
l_a	Efektif kesme kenarı uzunluğu	$l_a = a_p / \sin(\kappa)$	mm
L_e	Kesici takım uzunluğu		mm
n	Devir sayısı		
P	Kesme kuvveti	$P = 1.450 * 10^6 \text{ HP} / Dn$	N
P	Tezgah gücü	$P = V_c a_p k_c f / 60 \cdot 037.2$	kW
PS	Kaba talaş kaldırmada paso sayısı	$PS = (a_{top} - a_{ince}) / a_{kaba}$	
r	kesici uç yarıçapı		mm
R_{max}	Maksimum yüzey pürüzlülüğü		μm
S, f	İlerleme		$mm \text{ dev}^{-1}$
S_{ince}	İnce işleme için ilerleme	$S_{ince} = [(R_{max} / 8r) / 1000]^{1/2}$	$mm \text{ dev}^{-1}$
S_{kaba}	Kaba işleme için ilerleme	$S_{kaba} = 0.5 r$	$mm \text{ dev}^{-1}$
S_{max}	Maksimum ilerleme	$S_{max} = 0.8 r$	$mm \text{ dev}^{-1}$
T	Minimum takım ömrü		dak
t	İşleme zamanı	$t = L / (s n)$	dak
t_{bx}	X yönünde hızlı harekette boş zaman	$t_{bx} = L / V_x$	dak
t_{bz}	Z yönünde hızlı harekette boş zaman	$t_{bz} = L / V_z$	dak
T_{opt}	Optimum takım ömrü		dak
V, V_c	Kesme Hızı	$V = G(T^\alpha a_p^\beta S^\gamma), \quad V = \pi Dn / 1000$	$m \text{ dak}^{-1}$
V_{opt}	Optimum kesme hızı	$V_{opt} = \{C_t / T_{opt} S^{1/\beta} a^{1/\gamma}\}^{1/\alpha}$	ms^{-1}
V_x	X yönünde seri hareket hızı		m/dak
V_z	Z yönünde seri hareket hızı		m/dak
W_i, W_j	Optimizasyonda kullanılan ağırlık faktörleri		
X	İş parçasının işlenmemiş kısmının uzunluğu	$X = L - X_1$	mm

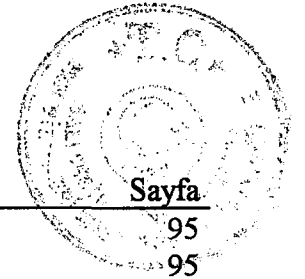


<u>Simge Adı</u>	<u>Tanımı/Değeri</u>
X1	İş parçasının işlenmiş kısmının uzunluğu $X1 = L - X$
Z	İşlenen parçanın kesme kenarı sayısı
IPBYON	İş parçası bağlama yöntemi
SETSAY	İş parçasını tezgaha bağlama sayısı
ISONCELİK	İşleme önceliğine sahip olan bölge
HPARCAUZ	Hamparça uzunluğu
ISBYON	İkinci bağlamada bağlama yöntemi
ISCETIP	İkinci bağlamada çene tipi (sert/yumuşak)
BSBYNO	Birinci bağlamada bağlama yüzeyi pozisyonu (hamparça üzerinde)
BSBPO	Birinci bağlamada, bağlama elemanı pozisyonu
BSBEC	Birinci bağlamada çene çapı
BSPCTU	Birinci bağlamada parça çene temas uzunluğu
ISBYNO	İkinci bağlamada iş parçası üzerindeki bağlama yüzeyi numarası
ISBEPO	İkinci bağlamada bağlama elemanı pozisyonu
ISBEC	İkinci bağlamada çene çapı
ISPPCTU	İkinci bağlamada parça çene temas uzunluğu
SABOLISSIR	Sağ bölge üzerindeki işlem sırası
SOBOLISSIR	Sol bölge üzerindeki işlem sırası
Alin	Alın Tornalama kesme düzlemi adı
Ssln	Silindirik Tornalama kesme düzlemi adı
Delm	Delme işleminde kesme düzlemi adı
Sldy	Dışbükey yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemi adı
Slpa	Pah yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemi adı
Slkr	Köşe radyüs yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemi adı
Lirk	Sol iç bükey sağ konik faturada kesme düzlemi adı
Duka	Düz kanal takımı ile işleme için kesme düzlemi adı
Sokn	Sol açılı kanal için kenar temizleme için kesme düzlemi adı
Pahk	Pah kırma için kesme düzlemi adı
Sakn	Sağ açılı kanalda kenar temizleme için kesme düzlemi adı
Icdy	İç dış bükey yay işleme için kesme düzlemi adı
Ickn	İç konik yüzey işleme için kesme düzlemi adı
Iciy	İç iç bükey yay işleme için kesme düzlemi adı
Icdu	İç Düz kanal takımı ile işleme için kesme düzlemi adı
Rady	Kanallarda radyüs oluşturma için kesme düzlemi adı
Ialn	İnce Alın tornalama için kesme düzlemi adı
Ipah	İnce pah tornalama için kesme düzlemi adı
Isln	İnce silindirik tornalama için kesme düzlemi adı
Ikrd	İnce köşe radyüs tornalama için kesme düzlemi adı
IDby	İnce dışbükey tornalama için kesme düzlemi adı
Icii	İç ince içbükey yüzey tornalama için kesme düzlemi adı
Icis	İç ince silindirik yüzey tornalama için kesme düzlemi adı
Icık	İç ince konik yüzey tornalama için kesme düzlemi adı
Icid	İç ince dışbükey yüzey tornalama için kesme düzlemi adı
eksv	Eksenel açılı kanal için kesme düzlemi adı
Iknk	İnce konik yüzey tornalama için kesme düzlemi adı
Vida	Vida açma işlemi

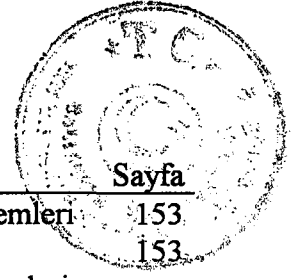


ŞEKİL LİSTESİ

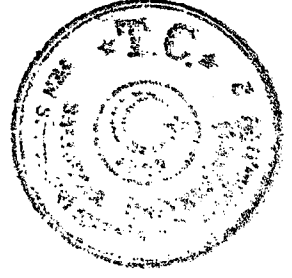
Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 1-1	İki farklı tezgah için üretim maliyetleri	2
Şekil 1-2	Süreç planlama tasarım ve imalat arasında köprüdür	6
Şekil 1-3	Dönel parçaların imalinde kullanılan işleme yöntemlerine örnekler	6
Şekil 1-4	Tipik bir varyant planlama sistemi	13
Şekil 1-5	Farklı planlama alternatifleri	13
Şekil 2-1	OKURE tarafından kullanılan malzeme dosyası veri yapısı	22
Şekil 2-2	Talaş kırma alanı	24
Şekil 2-3	IRPPS tarafından kullanılan işlenebilirlik verilerinin yapısı	24
Şekil 2-4	(IRPPS) işlenebilirlik verileri	25
Şekil 2-5	TurnBase 1.0' da kesme parametrelerinin belirlenmesi	26
Şekil 2-6	Tovetab işlenebilirlik verileri	27
Şekil 2-7	Bir faturanın işlenmesi üç farklı yöntem	34
Şekil 2-8	Hinduja ve Huang tarafından kullanılan ayna tipleri	37
Şekil 2-9	In-Ho Kim ve Kyu-Kab Cho tarafından kullanılan ayna tipleri	37
Şekil 2-10	OP-PLAN' da kullanılan iç ve dış profiller için karar ağacı	42
Şekil 2-11	Filiz ve ekibi tarafından kullanılan örnek iş parçası ve işlem sıralaması	45
Şekil 3-1	Karbon oranının işlenebilirliğe etkisi	55
Şekil 3-2	Sertlik ile kesme hızının değişimi	57
Şekil 3-3	ISO sınıflandırma sisteminde malzemelerin talaş tipleri	59
Şekil 3-4	CNCVETAB akış şeması	63
Şekil 3-5	CNCVETAB açılış ekranı	64
Şekil 3-6	Malzeme değişkenleri belirlendiğinde ekran görüntüsü	64
Şekil 3-7	CNCVETAB operasyon seçim ekranı	65
Şekil 3-8	CNCVETAB kesici takım değişkenlerinin istenildiği ekran	66
Şekil 3-9	Kaba veya ince tornalama seçimi	67
Şekil 3-10	Çelik malzemenin kaba tornalanması için talaş kırma alanı	68
Şekil 3-11	Kesme derinliğinin seçimi ve seçilen işleme ait sonuçlar	68
Şekil 3-12	CNCVETAB işlenebilirlik verileri rapor kayıt ekranı	69
Şekil 3-13	CNCVETAB yeni işlem veya çıkış onay ekranı	69
Şekil 4-1	Tezgah veri tabanı yazılımı "tezgah ekle" ekran görüntüsü	74
Şekil 4-2	Tezgah seçimi rapor ekranı	76
Şekil 5-1	Örnek iş parçası	80
Şekil 5-2	İkinci bağlamada iş parçası bağlama yüzeyi	80
Şekil 5-3	Sistemde kullanılan ayna tipleri	80
Şekil 5-4	Talaş kaldırma işlemi sırasında oluşan kesme kuvvetleri	84
Şekil 5-5	talaş kesidine bağlı olarak kesme kuvveti bileşenleri	84
Şekil 5-6	Aynaya bağlanarak işlenen iş parçası	86
Şekil 5-7	Ayna-merkez arasında işlenen iş parçası	87
Şekil 5-8	İki merkez arasında işlenen iş parçası	88
Şekil 5-9	Özel bağlama yöntemiyle işlenen iş parçası	91
Şekil 5-10	Boru tipli karşı merkez	93
Şekil 5-11	İki merkez arasına bağlanan iş parçası ve iki merkez	93



Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 5-12	T5 isimli test parçası	95
Şekil 5-13	T5 isimli örnek iş parçası için bağlama yöntemi raporu	95
Şekil 5-14	T4 isimli örnek parça	96
Şekil 5-15	T4 için bağlama yöntemi raporu	96
Şekil 5-16	Deneme3 isimli örnek parça	97
Şekil 5-17	Deneme3 isimli parçanın bağlama yöntemi raporu	97
Şekil 5-18	T6 isimli örnek parça	98
Şekil 5-19	T6 isimli parça için bağlama yöntemi raporu	98
Şekil 5-20	Malafa isimli test parçası	99
Şekil 5-21	Malafa isimli parçanın bağlama yöntemi raporu	99
Şekil 6-1	Tornalam işlemlerinde kullanılan malzeme tipleri	102
Şekil 6-2	Delik işleme, delik çapı ve uzunluğu ile sınırlıdır	103
Şekil 6-3	İç ve dış tornalama için takım tutucu ve kesici uçların ISO kodları	105
Şekil 6-4	Uç bağlama yöntemleri	106
Şekil 6-5	Farklı dış ve iç unsurların işlenmesi için takım tutucular ve takım vektörleri	106
Şekil 6-6	Dış tornalama işlemleri için değişik takım tutucu tipleri	107
Şekil 6-7	Kullanılabilecek standart kesici uç şekilleri	108
Şekil 6-8	Kesici uçların şekli ve dayanım, erişim, güç ve titreşim ilişkisi	108
Şekil 6-9	Uç şekline bağlı olarak efektif kesme kenarı uzunlukları	110
Şekil 6-10	İlerleme, uç yarıçapı ve yüzey kalitesi ilişkisi	111
Şekil 6-11	Uç tipleri	112
Şekil 6-12	Takımlar için ilerleme yönleri	112
Şekil 6-13	Otomatik takım seçimi için gerekli bilgiler	114
Şekil 6-14	PCLNL takım ve iş parçası	116
Şekil 6-15	Kanal takım tutucusu + kesici uç	119
Şekil 6-16	Kanal ve fatura işleme şekilleri	122
Şekil 6-17	İç içe kanallar	124
Şekil 6-18	Alın kanalın işlenmesi için iki farklı takım tutucu	125
Şekil 6-19	Vida açma işlemi	126
Şekil 6-20	Uzun deliklerin işlenmesi için kullanılabilecek delik kateri	130
Şekil 6-21	Örnek iş parçası (TEST-A)	135
Şekil 6-22	Örnek iş parçası (TEST-B)	137
Şekil 6-23	Örnek iş parçası (TEST-C)	139
Şekil 7-1	İş parçası üzerindeki unsurların sınıflandırılması	143
Şekil 7-2	İŞPL-MOD ile etkileşimli modüller ve ilişkileri	144
Şekil 7-3	Çalışmada kullanılan ağaç yapısına örnek (ileri zincirleme tekniği)	146
Şekil 7-4	Bir unsurun işlenmesinde toplam talaş miktarı ve kaba pasolar	149
Şekil 7-5	Alın yüzeye doğru silindirik tornalama	151
Şekil 7-6	Alın yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri	151
Şekil 7-7	Konik yüzeye doğru silindirik tornalama	152
Şekil 7-8	Konik yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri	152
Şekil 7-9	İçbükey yüzeye doğru silindirik tornalama	152
Şekil 7-10	İçbükey yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri	152
Şekil 7-11	Dışbükey yüzeye doğru silindirik tornalama	152



Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 7-12	Dışbükey yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri	153
Şekil 7-13	Alın tornalama ve kesme düzlemi	153
Şekil 7-14	Fatura açma işlemlerinde takım hareketleri ve kesme düzlemlerine örnekler	154
Şekil 7-15	Bir faturanın iki takımla işlenmesi halinde takım hareketleri	155
Şekil 7-16	Kenar açıları 90° den farklı bir kanalın işlenmesi için takım hareketleri	155
Şekil 7-17	Kanal açma işleminde kesme düzlemleri	155
Şekil 7-18	Kanal kenarının kademeli işlenmesi	156
Şekil 7-19	Delme işleminde takım hareketleri	156
Şekil 7-20	Vida açma operasyonunda takım hareketleri ve kesme derinlikleri	157
Şekil 8-1	DİP-BDSP açılış ekranı	160
Şekil 8-2	CNCVETAB parça malzemesi seçim ekranı	161
Şekil 8-3	Çelik dökümler için alt malzeme grubu seçim ekranı	161
Şekil 8-4	Kimyasal yapı seçim ekranı	162
Şekil 8-5	Malzeme standart grubunun seçim ekranı	162
Şekil 8-6	Malzeme üretim şekli seçim ekranı	163
Şekil 8-7	Malzeme sertliği seçim ekranı	163
Şekil 8-8	İşlem tipinin seçimi ve elde edilen sonuç	164
Şekil 8-9	Süreç planlama sistemi bilgi giriş ekranı	165
Şekil 8-10	Tezgah seçimi açılış ekranı	165
Şekil 8-11	TEST-B için seçilen tezgah	166
Şekil 8-12	OTO-TAK ekran görüntüsü	167
Şekil 8-13	Takım seçimi rapor ekranı	167
Şekil 8-14	Takım sırası ve işlem sırası optimizasyon yazılımı ekran görüntüsü	168
Şekil 8-15	İşlem planlama başlangıç ekranı	168
Şekil 8-16	İşlem planlama bitiş ekranı	169
Şekil 8-17	İBAMOD rapor ekranı	169
Şekil 8-18	İŞPL-MOD rapor ekranı	170
Şekil 8-19	Süreç Planı raporu ekran görüntüsü	170
Şekil 8-20	Örnek iş parçası (T1)	181



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge Numarası	Adı	Sayfa
Çizelge 2-1	Bakır' ı karbür takımına kaba tornalama için işlenebilirlik verileri	27
Çizelge 2-2	İş parçası bağlama yöntemi için Saygın tarafından kullanılan yöntem	36
Çizelge 2-3	AutoCAP kullanıcı etkileşim örneği	39
Çizelge 2-4	Jia-Ming Shyu ve Chen tarafından kullanılan işlem sıralama yönü	40
Çizelge 3-1	Alaşım elementlerinin işlenebilirliğe etkileri	55
Çizelge 3-2	Dövülebilir dökme demirin delik genişletme operasyonu için işlenebilirlik değerleri	57
Çizelge 3-3	ISO malzeme sınıflandırma sistemi	59
Çizelge 3-4	CNCVETAB ile elde edilen işlenebilirlik raporu	70
Çizelge 5-1	Şekil, yön ve konum toleransları	81
Çizelge 5-2	Sistemde tanımlı tezgahlarda kullanılan ayna ve çene tipleri	92
Çizelge 6-1	Yerleştirme açısı-kesme derinliği-efektif kesme kenarı uzunluğu ilişkisi	109
Çizelge 6-2	Kesici takımlar için imalatçı kodları	118
Çizelge 6-3	İnce işleme için kesici kalitesi örnekleri	118
Çizelge 6-4	Kanal takımları ait veri tablosuna örnekler	121
Çizelge 6-5	Tek takım ile işlenebilecek faturalar ve ilgili takım parametrelerine örnekler	121
Çizelge 6-6	Alın kanalların işlenmesi için takım tutucu ve kesici uçlara örnekler	125
Çizelge 6-7	Alın yüzey kanal takımları ile ilgili örnekler	125
Çizelge 6-8	Kullanılan matkaplar ve seçim kriterleri	128
Çizelge 6-9	U matkaplar için kesici uç kaliteleri	128
Çizelge 6-10	Delik işleme takımlarının seçimi için kriterler	129
Çizelge 6-11	İç kanal ve faturaların işlenmesi için kullanılan takımlara örnekler	131
Çizelge 6-12	TEST-A için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası	136
Çizelge 6-13	TEST-A için Çap matrisi	136
Çizelge 6-14	TEST-A için takım sırası matrisi	137
Çizelge 6-15	TEST-A için sonuç matrisi	137
Çizelge 6-16	TEST-A için takım ve işlem sırası	137
Çizelge 6-17	TEST-B için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası	138
Çizelge 6-18	TEST-B için çap matrisi	138
Çizelge 6-19	TEST-B için takım sırası matrisi	138
Çizelge 6-20	TEST-B için sonuç matrisi	138
Çizelge 6-21	TEST-B için takım ve işlem sırası	138
Çizelge 6-22	TEST-C için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası	139
Çizelge 6-23	TEST-C için çap matrisi (Sağ Dış Bölge)	140
Çizelge 6-24	TEST-C için takım sırası matrisi (Sağ Dış Bölge)	140
Çizelge 6-25	TEST-C için sonuç matrisi (Sağ Dış Bölge)	140
Çizelge 6-26	TEST-C için sol dış bölge çap matrisi	140
Çizelge 6-27	TEST-C için sol dış bölge takım sırası ve sonuç matrisi	140
Çizelge 6-28	TEST-C üzerinde sağ bölgenin işlenmesi için takım ve işlem sırası	141



Çizelge Numarası	Adı	Sayfa
Çizelge 6-29	TEST-C üzerinde sol bölgenin işlenmesi için takım ve işlem sırası	141
Çizelge 7-1	İşlem planlamasında kullanılan kurallara örnekler	148
Çizelge 8-1	TEST-B isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri	160
Çizelge 8-2	CNCVETAB ile elde edilen kesme parametreleri	164
Çizelge 8-3	TEST-B için oluşturulan işlem planı	171
Çizelge 8-4	TEST-B için oluşturulan süreç planı	172
Çizelge 8-5	TEST-A isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri	173
Çizelge 8-6	TEST-A için kesme parametreleri	173
Çizelge 8-7	TEST-A için oluşturulan işlem planı	174
Çizelge 8-8	TEST-A için bağlama yöntemi raporu	175
Çizelge 8-9	TEST-A için oluşturulan süreç planı	176
Çizelge 8-10	TEST-C isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri	177
Çizelge 8-11	TEST-C için kesme parametreleri	177
Çizelge 8-12	TEST-C için işlem planlama raporu	178
Çizelge 8-13	TEST-C için bağlama yöntemi raporu	179
Çizelge 8-14	TEST-C için oluşturulan süreç planı	180
Çizelge 8-15	T1 isimli örnek iş parçası için unsur bilgileri	182
Çizelge 8-16	T1 isimli iş parçası için bağlama yöntemi raporu	182
Çizelge 8-17	T1 için unsurlara atanan takımlar	183
Çizelge 8-18	T1 için kesme parametreleri	183
Çizelge 8-19	T1 için işlem planlama raporu	183
Çizelge 8-20	T1 için süreç planı	184
Çizelge 8-21	T1 için diklik toleransı dikkate alınarak oluşturulan bağlama yöntemi	185
Çizelge 8-22	T1PAR için bağlama yöntemi raporu	186
Çizelge 8-23	T1PAR için unsurlara atanan takım listesi	186
Çizelge 8-24	T1PAR için işlem planı	187
Çizelge 8-25	T1PAR için oluşturulan süreç planı	188
Çizelge B-1	Sistemde kullanılan ayna boyutları	201



ÖNSÖZ

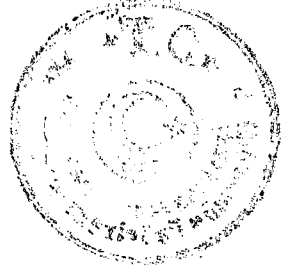
Öncelikle, çalışmam sırasında yardımları ve eleştirileriyle geliştirilen sistemin şekillendirilmesini sağlayan sayın hocam Doç. Dr. M. Cemal ÇAKIR 'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımız sırasında teknik destek aldığımız sayın Nushed TÖREDİ (SKT) ve sayın Bekir DOĞRU 'ya (TEZSAN), yazılımın geliştirilmesi sırasında yardımcı olan Y.Doç. Dr. Mustafa GÜNEŞ 'e, yazım ve kontrollerde yardımcı olan Y.Doç. Dr. Nadir İLTEN 'e, Öğr. Gör. Raif SAKİN 'e ve yetişmemde emeği geçen tüm öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Yaşamımın her anında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem ve babama, çalışmalarım sırasında moral desteğini esirgemeyen ve kendilerine ayırmam gereken zamanları, çalışmalarım nedeniyle bana bağışlayan eşim Nilüfer ve oğlum Atacan 'a gönül dolusu sevgiler sunarım.

Balıkesir

Ali ORAL



1. GİRİŞ

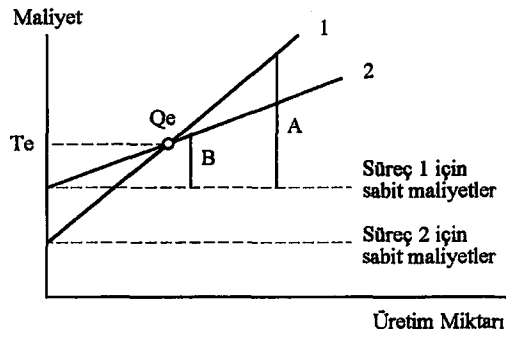
Ulusal ve uluslararası pazarlardaki rekabetin her geçen gün arttığı bilinen bir gerçektir. İşletmeler, bir yandan rekabet koşullarına dayanabilmek, diğer yandan müşteri isteklerini dikkate alarak ürünün kalitesi-fiyatı ilişkisini çok iyi bir denge üzerine kurabilmek zorundadır.

Üretim alanında yer alan firmalar, işletme verimliliğini ve bilgi yönetimini geliştirmek, gelişimini güncel tutmak, büyümek ve karlılık marjını korumak için kalite, fiyat, teslim süreleri ve servis hizmetlerinde sürekli rekabet içerisindeyler. Yaşanan bu rekabet ortamında, maliyetleri düşürerek üretim hızını artırma düşüncesi, yöneticileri farklı çözüm yolları aramaya sevk etmiştir.

Bu çözüm yollarından biri, hem ürünün tasarımı ve imalatı sırasında geçen süreyi, hem de ikisi arasındaki gerekli hazırlık zamanlarının azaltılmasına çalışmak olacaktır. Bu çözüm yönteminin uygulanması için modern üretim teknolojilerinin kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Modern teknolojilerin kullanılması düşüncesi, beraberinde bilgisayarları ve bilgisayar denetimli üretim ve ölçü araçlarının gerekliliğini ortaya koymuştur.

İmalatta, bilgisayarlardan yararlanma düşüncesi ilk olarak 1960 'lı yıllarda ortaya konmuştur. Bu düşüncenin ortaya atılmasından bu yana 30 yıl geçmiş olmasına rağmen, gelişimini tamamlayamayan ülkelerde bugün hala eski teknolojileri kullanan bir çok irili ufaklı işletme bulunmaktadır. Eski teknolojilerin kullanımı, kaynakların verimli bir şekilde kullanımını engellediği gibi, artık hiç de ucuz sayılamayacak olan işçilik maliyetlerinin de artmasına ve üretim hızının yavaşlamasına neden olmaktadır.

Üretim hızının yavaşlaması, piyasalardaki talebin karşılanamaması anlamını taşımaktadır. Üretim hızının artırılması düşüncesiyle modern üretim tekniklerinden

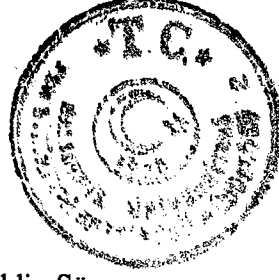


- 1- Klasik tezgah A- 1 için değişken maliyet
2- Otomatik tezgah B- 2 için değişken maliyet

Şekil 1-1 İki farklı tezgah için üretim maliyetleri [1]

yararlanmak, gerek ürünün tasarımı ve üretimi için gerekse ikisi arasında uygun bir bağın kurulabilmesi için bilgisayar denetimli sistemlerin kullanılması gerekli olmaktadır. Modern üretim tekniklerinin kullanılmasıyla seri üretim yapan firmalarda üretim maliyetleri de belirgin bir şekilde azalmaktadır. Şekil 1.1 'de, klasik tezgah ile otomatik tezgahların üretim maliyetleri açısından karşılaştırılması örnek olarak verilmiştir. Bu şekle göre; otomatik tezgahlar ile belirli sayıdan (Q_e) az parça imal edildiğinde üretim maliyetleri, sabit maliyetlerin büyük oluşu nedeniyle daha fazla olurken, Q_e 'den fazla sayıda üretim yapılması halinde doğru eğiminin daha az oluşuna (dolayısıyla değişken maliyetlerin az olmasına) bağlı olarak klasik tezgahlara göre daha düşük olmaktadır. Şekilde görülen sabit maliyetler; takım maliyetleri, tezgah düzenleme maliyetleri, tezgah amortismanları, vb şeklinde verilebilir. Değişken maliyetler olarak da; işçilik ve malzeme maliyetlerini içermektedir. Herhangi bir ürün sayısındaki toplam maliyet, sabit maliyet ile değişken maliyetlerin toplamına eşittir [1].

İmalatta bilgisayar denetimli sistemler denilince, bir iş parçasının tasarımından üretimine kadar geçen süreç içinde yapılması gereken işlemlerin (ve mümkün ise kararların) olabildiğince bilgisayarlardan yararlanarak yapılması anlaşılabilir. Özellikle son yıllarda teknolojinin bu alanındaki çok hızlı gelişmeyle birlikte üretim alanında da gelişmeler olmaktadır. Üretim alanında bu gelişimin olması çok doğaldır, çünkü; üretim alanında yaşayabilmek için, parasal güçten çok, bilgi ve tümleşme seviyesinin yüksek olması gerekmektedir. Bilgi ve tümleşme seviyesi ancak Bilgisayar Tümleşik Üretim (BTÜ) ile mümkün olmaktadır [2].



1.1 Bilgisayar Tümüleşik Üretim ve Elemanları

Bilgisayar Tümüleşik Üretim (BTÜ); Robotik, Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (BDSP), Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) ve Bilgisayar Destekli Üretim (BDÜ) alanında çalışma yapan kişiler için oldukça önemli bir terimdir [3]. Bilgisayar teknolojisinin üretim alanındaki amacı, mühendislik ve işletim tekniklerini aynı çatı altında toplamaktır. BTÜ ile tamamen otomatik bir fabrika oluşturmaktan çok, modern teknolojileri kullanıp otomasyon ve insan bütünlüğünü sağlayarak maksimum kar ile çalışan bir fabrika oluşturmak amaç edinilmiştir [4]. Tamamen otomatik fabrikalar oluşturulması düşüncesi bugün için hala geleceğin hayali olarak görünmektedir.

BTÜ sistemlerinde, bilgisayar denetimli tezgahlar, ölçü aletleri gibi üretimle direkt ilgisi olan faaliyetlerin yanı sıra, bilgi yönetimi ve bilgi elde etme etkinlikleri de bulunmaktadır. Bu nedenle, BTÜ kavramını tek başına ele almak doğru değildir.

Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim, tasarım ve imalat fonksiyonlarının otomatikleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu iki sistem BTÜ'nün en önemli iki yapı taşı olarak görülmektedir.

1.1.1 Bilgisayar Destekli Tasarım

Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT), tasarım bilgilerinin oluşturulması, değiştirilmesi, analizi, optimizasyonu ve depolanması için bilgisayar sistemlerinden yararlanmak olarak tanımlanabilir [5]. Bilgisayar destekli tasarımda, gerçekleştirilecek işin doğasına bağlı olarak bu etkinliklerde bilgisayarın ve tasarımcının oynadıkları rollerin önemi vardır. BDT sistemleri, başlangıçta modelleme amacıyla kullanılmıştır. Ancak, günümüzdeki BDT sistemleri, modellemenin yanı sıra, model üzerinde sonlu elemanlar analizi, statik ve dinamik hesaplar, ısıl gerilme analizi ve titreşim analizi gibi bir çok mühendislik problemi için kullanılabilir.



BTÜ için BDT 'nin görevi, ürünün tasarımını yapmak ve üretim için gerekli olan veri tabanı oluşturmaktır. Üretilcek parçanın fiziksel boyutları ve toleransları gibi bütün bilgiler, BDT tarafından oluşturulan veri tabanında saklanır ve gerektiğinde BTÜ 'nün diğer yapı taşları tarafından kullanılır.

1.1.2 Bilgisayar Destekli Üretim

İmalat, bir ham malzemeyi bitirilmiş ürüne dönüştürme etkinliği olarak tanımlanabilir. Bitirilmiş ürün bir mühendislik tasarımı ile belirlenir ve hammaddeyi bitirilmiş ürüne dönüştürmek için kullanılan imalat yöntemleri, imalat yöntemi yetenekleriyle tasarım gereksinimlerinin birbiriyle uyumuna bağlıdır.

Bilgisayar Tümlşik Üretim (BTÜ); elde bulunan otomatik üretim araçları ve yardımcı donanımların insan faktörü dikkate alınarak birleştirilmesiyle mevcut insan tümlşik üretimin (İTÜ) otomasyonu şeklinde düşünülebilir. Otomatik üretim araçları ve yardımcı araç ve gereçler; NC tezgahlar, işleme merkezleri, robotlar, malzeme taşıma araçları ve yazılım olarak, üretim yönetim sistemleri olarak belirtilebilir [6].

BDÜ, kısaca imalat işlemlerinin denetimi ve yönetiminde bilgisayar sistemlerinin kullanımı ile bir hammaddeyi satışa hazır hale gelmiş ürüne çeviren bilgisayar kontrollü üretim teknikleri ve ön hazırlık basamaklarının tümü olarak düşünülebilir.

1.2 Süreç Planlama

İmalat sürecinin ilk adımlarından biri olan süreç planlama; "Eldeki imalat olanaklarıyla bir mühendislik tasarımından yararlanarak, bir parçayı hammadde halinden genellikle tasarım mühendisi tarafından belirlenen nihai ürüne dönüştürmek amacıyla kullanılacak işleme süreç ve parametrelerini belirleyen bir fonksiyondur." [8, 9] şeklinde tanımlanabilir. Alternatif bir tanım ise; süreç planlama, bir iş parçasını üretmek için gerekli hazırlıkların yapılması ve ayrıntılı iş talimatlarının hazırlanması

olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama daha açık ifade edersek; süreç planlama, bir iş parçasının hammaddeden bitirilmiş hale dönüştürülmesi amacıyla, işleme operasyonları için imalat süreci, işleme parametreleri, imalat işleminde kullanılacak takım tezgahları, kesici takımlar, iş parçası bağlama yöntemleri gibi yardımcı bilgilerin seçiminden ibarettir [7].

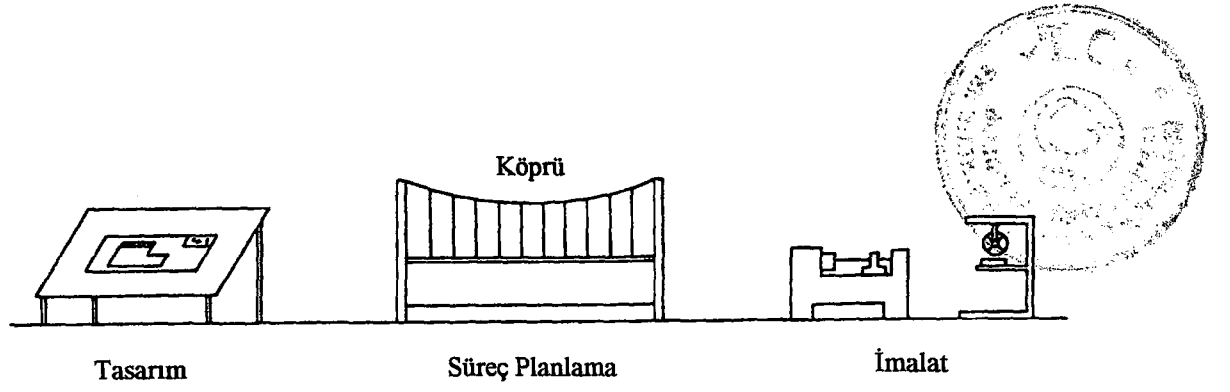
Bu tanımlamalardan da görüleceği üzere süreç planlama işleminde tasarımı yapılan bir makina parçasının, tasarım sırasında belirlenen özellikleri üretim aşamasında elde edilecektir. Bunun için tasarım bilgilerinin imalat bilgilerine dönüştürülmesi gerekmektedir ki bu tasarım bilgileri, imalat bilgilerine sadece süreç planlama ile dönüştürülebilir. Bu nedenle süreç planlama tasarım ve imalat arasında önemli bir köprü olarak görülebilir (Şekil 1.2) [8-10].

Süreç planlama kısaca, işlemlerin planlanması ve kaynakların kullanımının belirlenmesi olarak da ifade edilebilir. Süreç plancısı, şekli önceden belirlenmiş iş parçasının üretimi için eldeki hammaddeleri de dikkate alarak süreç listesini hazırlamalıdır. Bir süreç planıcısının, bu çalışmanın kapsamında yer alan dönel parçaların imalatı için kullanabileceği bazı işlemler Şekil 1.3 'de verilmiştir.

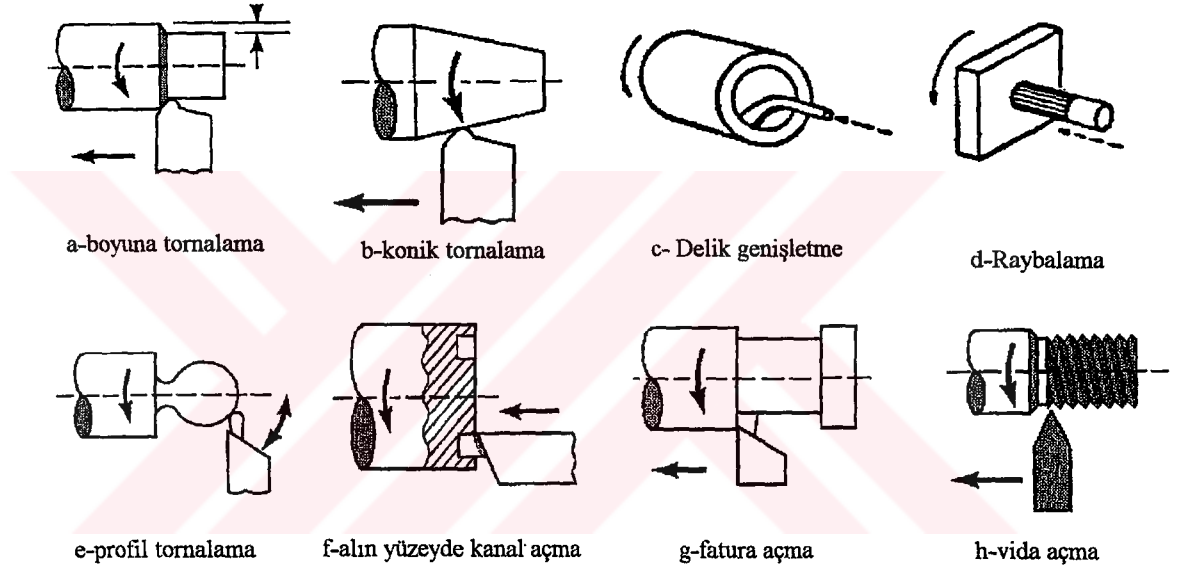
Ayrıntılı süreç planları genellikle; imalat yöntemlerinden, kesme parametrelerinden, takım tezgah(lar)ından, kesici takımlar ve bağlama yöntemlerinden ibarettir. Süreç planı bir parçanın üretimi için gerekli iş talimatlarını sağlamaktadır.

Bu talimatlar; maliyeti, kaliteyi ve üretim hızını dikkate aldığından süreç planlama sistemi, üretim sisteminin en önemli elemanıdır. Bir süreç planlama sisteminden beklenen temel özellikler aşağıda kısaca sıralanmıştır [8,9,11].

- Ürün tasarım verisinin değerlendirilmesi
- Operasyonların belirlenmesi
- Takım tezgahının seçimi
- İş parçası üzerindeki bağlama yüzeyleri ve bağlama elemanlarının belirlenmesi



Şekil 1-2 Süreç planlama tasarım ve imalat arasında köprüdür [8]



Şekil 1-3 Dönel parçaların imalinde kullanılan işleme yöntemlerine örnekler [12,13]

- Bağlama yüzeyleri ve elde bulunan bağlama elemanlarıyla ilişkili olarak iş parçasının aynaya bağlama sayısının belirlenmesi
- Operasyonların gruplandırılması ve sıralanması
- Kesici takımların seçimi
- Uygun kesme koşullarının belirlenmesi
- Takım yollarının oluşturulması
- Esas işleme zamanları ve boşta geçen zamanların hesaplanması
- NC kodlarının oluşturulması
- İmalat işlemin doğrulanması için simülasyon



Süreç planlamaya iki temel yaklaşım vardır. Bunlar; geleneksel, elle yapılan süreç planları ve bilgisayar destekli süreç planlarıdır. Bu yaklaşımlar aşağıda kısaca incelenecektir.

1.2.1 Geleneksel Yöntemle Süreç Planlama

Günümüzde bir çok geleneksel imalat sisteminde süreç planları, süreç plancısı tarafından elle yapılmaktadır. Bu yöntemde süreç plancısı mühendislik tasarımını inceler, parçanın üretimi için yapılacak işlemleri düşünüp, gerekli kararları vererek süreç planını hazırlar. Süreç planının başarısı tamamiyle süreç planlamacısının deneyimlerine bağlıdır. Bu değerlendirme imalat süreci için de geçerlidir. Geleneksel imalat yöntemlerinin hala kullanıldığı küçük ölçekli endüstrilerde bugün bile yaygın olarak bu yöntem kullanılmaktadır. Süreç plancıları deneyimlerini ya işletmelerde ya da endüstri meslek liselerinde gördükleri öğrenimleri sırasında elde ettikleri bilgilerle, işletme ortamlarında edindikleri bilgilerin birleştirilmesi ile elde etmektedirler. Her işletmenin kendine özgü olanakları olduğu, ayrıca bir eğitim kuruluşundan edinilen bilgi ile başka bir eğitim kuruluşunda edinilen bilginin birbirinden belirli farklılıklar göstereceği gözönüne alınırsa, bu tür bir planlamanın kişiden kişiye değişiklikler göstermesi de kaçınılmazdır.

Geleneksel süreç planlama işleminde süreç planlamacısından, minimum maliyet, minimum üretim zamanı, kaynakların verimli kullanımını ve benzeri faktörleri dikkate alarak en uygun yaklaşık yöntemleri belirlemesi beklenir. Yukarıda anlatılan nedenler dolayısıyla, aynı iş parçası için farklı kişilerin yaptıkları süreç planlarının birbirinden farklı olması üretim maliyetlerini arttıran faktörlerden birini oluşturmaktadır. Özellikle işlerin çok değişkenlik gösterdiği üretim ortamlarında süreç planlarının süreç planlamacısı tarafından yapılması, çok emek isteyen ve üretim maliyetlerini arttıran bir işlemdir. Bu tür bir süreç planlamada karşılaşılan bazı problemler vardır [9, 11]. Bunlar;

- Deneyimlerin oluşması için uzun bir süreye gereksinim vardır.
- Deneyimlere dayalı planlama sonuçları sadece yaklaşık sonuçlar üretir, tam sonuç üretmez.



- Süreç plancıları yeni sistemlere veya yeni imalat yöntemlerine her zaman direkt ayak uyduramazlar.

Geleneksel süreç planlamada bir süreç planı hazırlanırken aşağıdaki adımlar dikkate alınır [9];

- Parçayı tanımaya çalışarak, sınıflandırma ve gerekli iş istasyonlarını belirlemek.
- Tasarımı inceleyerek gerekli bütün imalat özelliklerini tespit ederek notlar almak.
- Parçanın üretileceği hammadde belirli değil ise en iyi hammadde şeklini belirlemek.
- Bağlama yüzeylerini tanımlayarak parçanın aynaya bağlanma sayısını belirlemek için bu bilgiyi kullanmak.
- Her bağlamada bütün unsurların oluşturulması için işlem sıralama yapmak.
- Her işlem için uygun takımları seçmek. Aynı takımla mümkünse başka işlemleri de gerçekleştirmeye çalışmak.
- Her düzenleme için bağlama elemanı seçmek veya tasarlamak.
- Plan üzerinde varsa gerekli değişiklikleri yapmak.
- Her işlem için ilerleme hızı, kesme hızı ve kesme derinliği gibi işleme parametrelerini belirlemek.
- Bitmiş süreç planı dökümanını hazırlamak.

Görüldüğü gibi geleneksel yöntem ile yapılan süreç planları için oldukça uzun bir uğraş verilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra süreç planlamacısının, parçayı işlemek üzere verdiği her karar için yeterince bilgili olması gerekmektedir. Bunun için iyi bir hafızaya da ihtiyacı vardır. İmalatın gerçekleşebilmesi için işletmedeki ham malzeme, kesici takım stokları, işletme içi üretim araçlarının durumu, bağlama elemanları ve benzerleri hakkındaki kaynakları çok iyi bilmek zorundadır. Bunların yanısıra iyi bir üretim planlaması yapılabilmesi için zaman ve maliyet hesaplarını yapabilmek, işlenebilirlik verileri el kitaplarını çok iyi kullanabilen bir kişi olmak zorundadır.

Amerikan Hava Kuvvetlerinde yapılan bir çalışmaya göre; iyi bir süreç planlamacısı, yeterli deneyime sahip 40 yaşın üzerindeki bir kişi olarak tanımlanmıştır. Amerika 'da (1985 yılı itibariyle) yıllık 200 000-300 000 süreç planlamacısına ihtiyaç duyulmasına rağmen sadece 150 000-200 000 süreç planlamacısı bulunmaktadır [8,9]. Geleneksel olarak yapılan süreç planlama işlemlerinde uzmanların eksikliği,



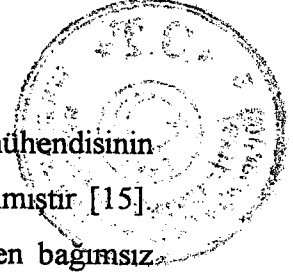
planlardaki tutarsızlık, tecrübeli planlamacıların emekli olmasıyla sahip oldukları bilgilerinin kaybolması ve yenilerinin yetişmesinin uzun zaman gerektirmesi gibi problemler vardır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak süreç planlama fonksiyonunun otomatikleştirilmesi gereksinimi, süreç planlama fonksiyonunun desteklenmesinde bilgisayar kullanımını zorunlu kılmıştır. Bilgisayar destekli süreç planlama sistemleri ve bu çalışma kapsamında bulunan ilgili araştırmalar geniş olarak 2. Bölümde incelenecektir.

1.2.2 Bilgisayar Destekli Süreç Planlama

El ile yapılan ve başarısı tamamen süreç planlamacısının deneyim ve sezgilerine bağlı olan süreç planlarında, planlama zamanının uzun oluşu, aynı iş parçası için farklı kişilerce yapılan süreç planlarının farklı oluşları nedeniyle, standart, tutarlı ve güvenilir süreç planlarının oluşturulması için, imalat işlemi ile ilgilenen kişiler alternatif çözümler üzerinde durmuşlardır. Bu alternatif çözümlerden biri, süreç planlarının belirlenmesinde bilgisayar desteğinden yararlanmak olmuştur.

Süreç planlarının belirlenmesinde bilgisayarların tutarlılığı ve hızından yararlanma düşüncesi ilk olarak 1960 'lı yıllarda ortaya atılmıştır. Burada temel düşünce, insan süreç planlamacısının karar verme mekanizmasında sistem dışında tutulmasıdır. Başlangıçta bu amaca erişilememiş olsa da günümüzün gelişen teknolojisiyle bu düşünceye adım adım yaklaşılmakta olduğu görülmektedir.

Süreç planlamada bilgisayar desteğine geçiş, ciddi problemlere de yol açmıştır. Bunun nedeni süreç planlamanın kolayca akış diyagramı haline getirilebilecek homojen bir faaliyet olmamasıdır. Bir çok planlama faktörünün aynı anda düşünülmesi gerekmektedir, bu nedenle süreç planlama işinde bilgisayarların ilk kullanımı, planlama faaliyetlerinin bağımsız bölümleri üzerine yoğunlaştırılmıştır. Örneğin; imalatta bilgisayar desteği başlangıçta, iş parçasının imalatı için uygun kesici takım seçimi, kesme parametrelerinin seçimi ve kesici yolunun oluşturulması gibi işlemlere ayrı ayrı uygulanmıştır [14]. 1970 'lerin başlarına kadar bilgisayar destekli süreç planlama (BDSP) uygulama aşamasına geçirilememiştir. Bunun nedeni ise



bilgisayar yazılım ve donanım imkanlarının kısıtlı olmasından ve üretim mühendisinin bilgisayar destekli tekniklerden yeterince yararlanamamasından kaynaklanmıştır [15]. Bir diğer neden olarak ise bilgisayar ve üretim teknolojilerinin birbirinden bağımsız olarak düşünülmesi de sayılabilir.

BDSP üzerine geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalar, insan süreç planlacısını bütün süreç planlama fonksiyonlarından çıkarmak üzerine yoğunlaşmıştır. Elle yapılan süreç planlamadan BDSP 'ye geçiş bir işletmeye aşağıdaki yararları sağlayabilmektedir [9, 11];

- Deneyimli planlamacı gereksiniminde azalma.
- Süreç planlama zamanında azalma.
- Daha tutarlı bir planlama.
- Daha hassas planların oluşturulması.
- Hem planlama hem de imalat maliyetlerinin azaltılması.
- Verimliliğin artırılması.

Süreç planlamada bilgisayar desteğini kullanan ilk sistemler, rapor oluşturma ve raporların saklanması işlemlerinde bilgisayar desteğinden yararlanmışlardır. Bu şekilde süreç planlarının kağıtsız ortamda depolanması sağlanmıştır.

Bilgisayar destekli süreç planlamaya; 1- Varyant (Variant) yaklaşım, 2- Üretken (Generative) yaklaşım olmak üzere iki yaklaşım vardır. Yapay Zeka (YZ) temelli üretken yaklaşımlar, bu iki yaklaşıma üçüncü yaklaşım olarak ilave edilebilir. Bu yaklaşımlar aşağıda tanımlanacaktır. Bu çalışmada üretken yaklaşım kullanılacağından varyant yaklaşımla ilgili daha önce yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenmemiştir. Üretken yaklaşım için ise çalışma kapsamında bulunan dönel parçalar için yapılan süreç planlama sistemleri ile ilgili örnekler verilmiştir.

1.3 Varyant Sistemler

Varyant süreç planları bilgisayar destekli süreç planlamanın başlangıcıdır ve temel olarak daha önceden oluşturulan standart planların, benzer parçalar için çağrılması ve yeni parçaya göre yeniden düzenlenmesi ilkesine dayanır [16]. Bazı



varyant sistemlerde parçalar, parça ailelerine ayrılır ve üretim metotlarındaki benzerlik özellikleri ortaya çıkartılarak grup teknolojiyle bağlantı kurulur [8,9,15, 16]. Her parça ailesi için, olabilecek tüm operasyonları içeren standart süreç planı bilgisayarda saklanır. Bu sınıflandırma ve kodlama daha önceden belirlenmiş bir takım sorulara verilen cevaplardan elde edilen kodlara göre gerçekleştirilir. Bu kodlar, genellikle parça ailesini ve ilgili standart planı belirlemek için kullanılır. Yeni bir parçanın üretimi söz konusu olduğunda, standart plan ele alınır ve yeni parça için gerekli düzeltmeler yapılarak yeni bir süreç planı elde edilir.

Varyant BDSP sistemi kısaca aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır [16].

- Parçaları kodlama ve sınıflandırma.
- Parça ailelerinin oluşturulması.
- Standart aile planlarının oluşturulması ve saklanması.
- Yeni parçalar için ait oldukları standart planın çağırılması ve düzeltilmesi.

1976 yılında BDSP alanında büyük gelişmeler sağlanmıştır. CAPP sistemi , ilk varyant sistem olarak CAM-I (Computer Aided Manufacturing International)' nın yönlendirme ve desteği ile geliştirilmiş ve 1976 yılında NC konferansında sunulmuştur. Aynı yıl MIPLAN adlı başka bir sistem de OIR (Organization of Industrial Research) tarafından geliştirilmiştir. CAPP, MIPLAN vb gibi varyant sistemler, elle yapılan süreç planları ile karşılaştırıldığında varyant yaklaşımın, bilgi yönetim yeteneklerini arttırması açısından oldukça avantajlı olduğu görülür. Bunun sonucunda, karmaşık etkinlikler ve kararlar için daha az zaman ve daha az işçilik gerekmektedir. Bu tür bir sistem, sistemi kullanan kişilerce buldukları işletme koşulları dikkate alınarak geliştirilebilir ve planlamacının imalat bilgisiyle, fabrikanın özel gereksinimleri bir araya getirilip yapılandırılarak yöntemler standart hale getirilebilir [15,17-19]. Varyant süreç planlamada, sınıflandırma ve kodlama teknikleri de kullanılmaktadır. OPITZ (1970), MICLASS (1975) ve DCLASS (Allen 1979) varyant yaklaşımda sınıflandırma sistemini kullananlara örnek olarak verilebilir [20].

Varyant sistemler etkili bir şekilde kullanıldığında planlama zamanından %40 tasarruf sağlayabilirler [7]. Bu yaklaşım benzer parçalar ailesinin

oluşturulabildiği, mümkün olduğunca az sayıda aile ve çok sayıda benzer parçanın olduğu durumlarda çok etkili ve ekonomik sonuçlar vermektedir. Şekil 1.4'te varyant planlama sisteminin tipik bir organizasyonu görülmektedir [21].

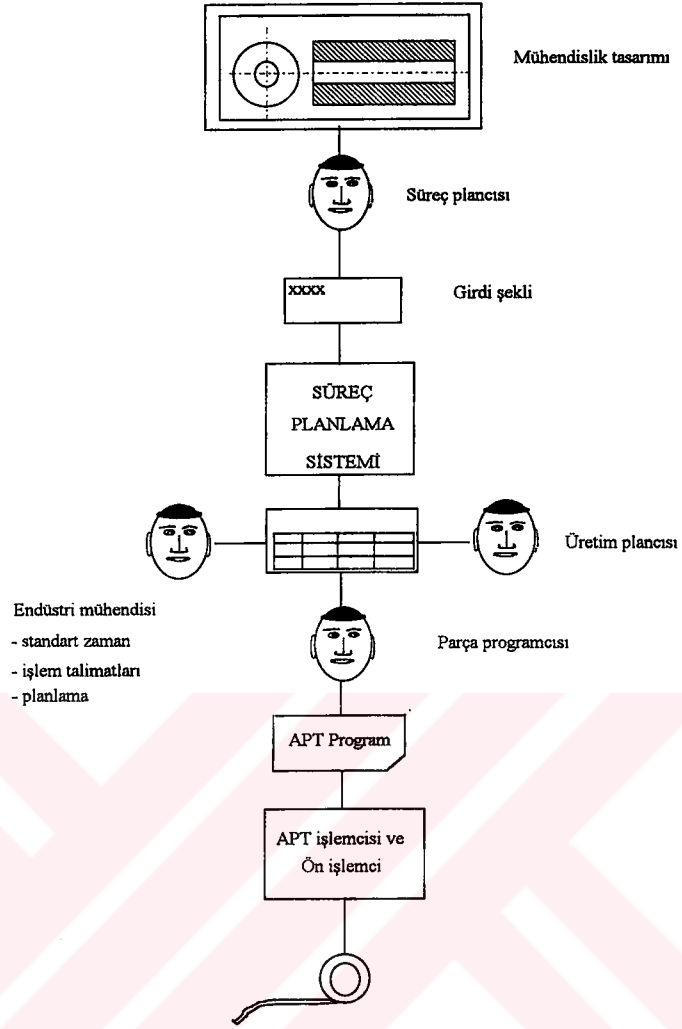
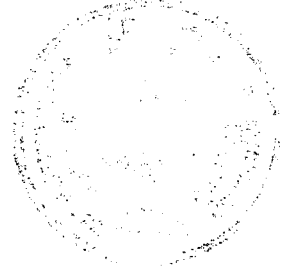


Varyant planlamadaki en büyük dezavantaj; süreç planının kalitesinin hala süreç planlamacısının geçmişteki tecrübesine dayanıyor olmasıdır. Bilgisayar sadece, elle yapılan süreç planlama etkinliklerini destekleyen bir araçtır. Buna rağmen varyant yaklaşım; kendi araştırma gruplarını kurmak isteyen orta ölçekli şirketler için yatırımın azlığı ve geliştirme sürecinin daha kısa oluşu nedeniyle, özellikle de ürünlerin çok değişmediği ortamlarda hala kullanılmaktadırlar.

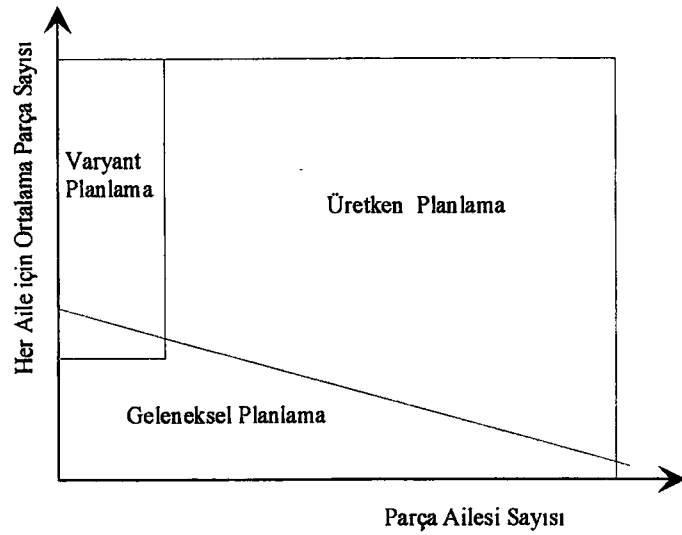
Süreç planlamada, planlama yönteminin ekonomikliği faktörünün de dikkate alınması gerekmektedir. Az sayıda benzerlik içeren çok sayıda parça ailelerine sahip üretim ortamlarında, her yeni parça için yeni aile ve yeni tip süreç planı oluşturulması gerektiğinden, üretken süreç planlama sistemi daha fazla arzu edilir. Süreç planlamada uzun bir hazırlık evresi gerekmekte ise de varyant süreç planlama sistemini oluşturmak, üretken süreç planlama sistemini oluşturmaktan daha kolaydır. Varyant sistemler, çok sayıda benzer parçalar için kullanıldığında çok verimli olabilirler. Diğer yandan, ürünlerin çok değişkenlik gösterdiği üretim ortamlarında genellikle üretken süreç planlama sistemleri en iyi çözüm olarak görünmektedir. Şekil 1.5'te farklı planlama alternatiflerinin ekonomik alanları verilmiştir [8].

1.3.1 Üretken Süreç Planlama (ÜSP)

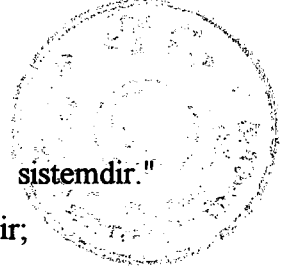
İkinci tip bilgisayar destekli süreç planlama sistemi üretken süreç planlamadır. Bu yaklaşımda süreç planları mevcut planlar kullanılmaksızın oluşturulur. Üretken yaklaşımda süreç planlama, hammaddeyi bitmiş ürün haline dönüştürmek için gerekli karar mantıklarının, formüllerin, algoritmaların ve parça geometrisiyle ilgili bilgilerin kullanılmasıyla oluşturulur [9,22]. Bu tür bir sistemde, özgün bir parça için özgün bir süreç planı süreç planlamacısının müdahalesi olmaksızın oluşturulabilir [9,14,16,17,23]. Üretken süreç planlama (ÜSP); "Yeni bir parçanın süreç planının



Şekil 1-4 Tipik bir varyant planlama sistemi [21]



Şekil 1-5 Farklı planlama alternatifleri için ekonomik alanlar [8]



otomatik olarak oluşturulabilmesi için, süreç bilgisini sentez eden bir sistemdir." şeklinde tanımlanabilir. ÜSP yaklaşımı ile aşağıdaki avantajlar elde edilebilir;

- Tutarlı süreç planları çok hızlı oluşturulabilir.
- Yeni parçalar mevcut parçalar kadar kolay planlanabilir.
- Kontrol bilgisinin güncelleştirilmesi ve detaylandırılmasını sağlamak amacıyla CNC, DNC gibi otomatik bilgi akışının söz konusu imalat olanaklarıyla etkileşim kurulabilir.

Üretken sistemlerde veri girişi, etkileşimli veya grafik tabanlı olabilir. Bunlardan birincisi, mevcut olan BDSP sistemlerinde daha yaygındır, ikincisi ise karmaşıklığından dolayı hala geliştirilememiştir.

Üretken süreç planlamada, varyant yöntemin tersine olarak, her bir yeni parça için mevcut planlara bağlı olmaksızın, veri tabanındaki imalat bilgilerini kullanarak yeni süreç planları üretilir [24]. Sistem otomatiktir ve kullanıcıdan sistem ile ilgili herhangi bir karar vermesi beklenmez. Çeşitli karar mantıklarının uygulanmasıyla süreç planlarının karar verme sistemi bilgisayar yazılımları aracılığıyla taklit edilebilir. Tezgah seçimi, iş parçası bağlama yöntemi ve elemanlarının seçimi, işlemlerin seçimi ve sıralanması, kesici takım seçimi ve kesme parametrelerinin seçimi, takım yollarının oluşturulması ve NC kodlarının oluşturulması gibi bir çok süreç planlama fonksiyonları ÜSP ile otomatik olarak belirlenebilir.

Üretken yaklaşımda tasarım verileri sisteme; bir BDT sisteminden (örneğin AutoCAD gibi) elde edilen DXF veya IGES dosyalarının yorumlanmasıyla girilir. Bu şekilde elde edilen parça unsur bilgileri, süreç planlama sistemi için oluşturulan unsur tabanlı parça tasarım modülünden bir metin dosyasına kaydedilir [14,16].

Bu bilgiler sistem tarafından analiz edilerek ürünün imalatı için işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi, imalatta kullanılacak takım tezgahı, bağlama sayısı, iş parçası bağlama yöntem/yöntemleri, kesici takım seçimi, her bağlama için işlem sıralaması vb. gibi etkinlikler otomatik olarak belirlenir. Üretken tip süreç planlamada kullanıcının üretim sürecinde herhangi bir karar vermesi söz konusu değildir ve kullanıcı burada sadece sistem için gerekli veri giriş işlemini yapmaktadır. Diğer bütün işlemler



oluşturulan yazılım ile üretim kuralları ve karar mantıkları kullanılarak otomatik olarak gerçekleştirilir.

1.4 Süreç Planlamada Kullanılan Yöntemler

Süreç planlama problemlerinin çözümünde farklı yöntemler kullanılmakta olup, bu yöntemler kısaca aşağıda tanıtılmıştır.

1.4.1 Grup Teknolojisi

Grup Teknolojisi (GT), Soloja (1973) tarafından, "Benzer problemlerin gruplandırılarak, bir problem kümesine tek çözüm bulmak ve böylece emek ve zamandan tasarruf etmektir" şeklinde tanımlanmıştır [8,9]. Bu tanıma göre sadece tasarım benzerlikleri değil üretim benzerliklerinin olduğu parçalar da aynı gruplar içerisinde değerlendirilmelidir.

Benzer özellikler gösteren grup için parça ailesi deyimi kullanılmaktadır. İş parçalarının parça ailelerine ayrılması durumunda süreç planlama işi de kolaylaşabilir. Her parça ailesi üyeleri için benzer süreçler gerektiğinden aileyi işlemek için bir işleme hücresi oluşturulabilir. Bir hücre için sadece benzer parçalar göz önüne alınacağından üretim planlaması ve kontrolü kolaylaşır. GT 'de parçaların parça ailelerine ayrılması için; kodlama ve sınıflandırma yapılmaktadır [25]. GT kullanarak süreç planlama hazırlanması sadece varyant sistemler için uygundur.

1.4.2 Karar Verme Mekanizması (İleriye ve Geriye Zincirleme)

Karar verme mekanizmasında ileri ve geri zincirleme olmak üzere, kullanılan iki tür yöntem vardır. Süreç planlama çalışmaları için, ileri zincirlemede; imalat verileri dikkate alınıp, bir hedefe ulaşınca kadar bu veriler mevcut bütün kurallar için denir. Geriye zincirleme ise bunun tam tersine, amaçlanmış hedeften yola çıkarak bu hedefi gerçekleştirecek veriler imalat araştırılır [11].

Geriyeye zincirleme, süreç planlarının oluşturulmasında, sistemin çekirdeğini oluşturan işlem sıralamasının belirlenmesi için mamül maddeden hammaddeye erişim için kullanılmaktadır. Mamül maddedeki herhangi bir unsurun nasıl doldurulması gerektiği göz önüne alınır. Bir unsur doldurulduktan sonra, sistemdeki diğer unsurların doldurulmasıyla işleme devam edilir. Bu işlem, hammaddeye ulaşmaya dek tekrar edilir. Özellikle varyant süreç planlama için uygundur.

İleriye zincirleme, geriye zincirlemenin tersine olarak hammaddeden mamül maddenin elde edilmesi için yapılacak işlemleri belirtmek için kullanılır. Bu yöntemde, tasarımı verilen iş parçası üzerindeki bütün unsurların işlenmesi tamamlanuncaya kadar işleme devam edilir. Özellikle üretken tip süreç planlama sistemleri için uygundur.

1.5 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada dönel parçalar için bilgisayar destekli üretken tip -kural tabanlı bir süreç planlama sisteminin oluşturulması amaç edinilmiştir. Süreç planlama sisteminin oluşturulması sırasında, endüstride kullanılan çeşitli kısıtlamalar ve kurallar dikkate alınarak, hataya açık olan "insan karar verme mekanizmasının" sistem dışında tutulması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile tüm süreç planlama faaliyetlerinde, verilmesi gereken tüm kararların yazılım ile elde edilmesine çalışılmıştır. Hazırlanan süreç planlama sistemi:

1. İşlenebilirlik verilerinin elde edilmesi.
2. Takım tezgahı seçimi.
3. İş parçası bağlama yöntemi ve bağlama sayısının belirlenmesi.
4. Kesici takım seçimi.
5. İşlem sıralama.
6. Süreç planı oluşturma

şeklinde sıralanan altı alt modülden oluşmuştur.



Bu işlemlerinden işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi işlemi dışındaki diğer etkinliklerin, oluşturulan yazılım ile otomatik olarak belirlenmesi sağlanarak, deneyimli süreç planlamacılarına olan gereksinimin azaltılması ve güvenilir kararlar üretebilen bir sistem kurulması çalışmanın ana hedeflerini oluşturmuştur.

İşlenebilirlik verilerinin belirlendiği alt modülde, makina imalatında en çok kullanılan malzemeler dikkate alınmıştır. Bu modül ile, iş parçası-takım çifti ve yapılacak işlem tipine bağlı olarak parçanın imalatı sırasında kullanılması gereken kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği gibi kesme parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

İş parçasının işlenmesi için kullanılacak takım tezgahı, iş parçası boyutları ve kesme parametrelerinin analizi ile güç gereksinimi de dikkate alınarak tezgah bilgi tabanında bulunan mevcut tezgahlar arasından otomatik olarak seçilmektedir.

İş parçası bağlama yönteminin ve bağlama sayısının belirlendiği modülde, iş parçası geometrisi sistem tarafından analiz edilerek, iş parçasının yüzey pürüzlüğü, geometrisi ve takım tezgahı ayna boyutları dikkate alınarak, bağlama yöntemi ve bağlama sayısı otomatik olarak belirlenmektedir.

İş parçasının işlenmesi sırasında kullanılacak kesici takımın seçimi için, bağlama yöntemi ve sayısı, seçilen tezgahın takım magazinindeki takım yeri ölçüleri, kesme parametreleri ve iş parçasının geometrisi dikkate alınarak, takım seçiminin otomatik olarak gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Kesici takım seçiminde form takımlar dikkate alınmamıştır. Takım seçiminden hemen sonra ise minimum takım değişikliği kriteri dikkate alınarak en iyilenmiş takım sırası ve işlem sırası elde edilmiştir.

Belirlenen işlem sırasına göre, kesme parametreleri, bağlama yöntemi ve kesici takımlar dikkate alınarak kesme düzlemleri elde edilmekte ve son olarak süreç planları oluşturulmaktadır.

Yapılan bu çalışma, son derece karmaşık iş parçaları için süreç planlarının oluşturulması işlemi, tüm karar verme mekanizmalarında otomatikleşme sağlanması doğrultusunda yürütülmüştür.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Giriş

Bu bölümde, bilgisayar destekli süreç planlama alanında günümüze kadar yapılan çalışmalar incelenecektir. Yapılan inceleme önce süreç planlama sisteminin bir bütün olarak değil, süreç planlama fonksiyonlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi şeklinde olup bu değerlendirmeyi takiben konu ile ilgili olan süreç planlama sistemlerine örnekler verilecektir.

Bu çalışmada ele alınan süreç planlama fonksiyonları; işlenebilirlik verilerinin elde edilmesi, iş parçası bağlama yöntemi ve iş parçasının tezgaha bağlama sayısının planlanması, otomatik kesici takım seçim işlemi ve işlem planlama modüllerinden ibarettir.

Yukarıda isimleri verilen alanlarda yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar bölümün devamında işlenmiştir.

2.2 İşlenebilirlik Verileri

İşlenebilirlik kavramı, izafi bir kavramdır ve takım ömrü, kesme gücü gereksinimi, kesme maliyeti ve arzu edilen yüzey kalitesiyle ilgilidir [26].

İşlenebilirlik tanımı üzerinde bütün araştırmacılar tarafından kabul edilen ortak bir tanımlama olmamasına rağmen işlenebilirlik; " Bir iş parçasının istenilen ölçü ve yüzey kalitesinin sağlanması koşuluyla minimum toplam maliyet ile kesici takımı yenilemeksizin en fazla miktarda talaş kaldırılmasıdır." şeklinde tanımlanabilir [27]. Bir başka tanıma göre ise: " Talaş kaldırma işlemleri sırasında, parça malzemelerinin



davranışları farklılık gösterebilir. Bu farklılık talaş kaldırma işlemlerinde işlenebilirlik veya işleme yeteneği olarak adlandırılır" [28].

Talaş kaldırma işlemlerinde işlenebilirlik verileri olarak genellikle kesme hızı, talaş boyutları (kesme derinliği, ilerleme, vb) gibi parametreler dikkate alınmaktadır. Bu parametreler, işleme parametreleri olarak da adlandırılmakta olup herhangi bir iş parçasının işleme parametrelerinin belirlenmesi için ;

- Kesici takım malzemesi
- İş parçası üretim koşulları
- İş parçasının sertliği
- Kimyasal bileşim
- Mikroyapı

gibi kavramların da kesin olarak bilinmesi gerekmektedir [29].

İşlenebilirlik verilerinin uygun bir şekilde elde edilmesi, imalat işleminin de verimli bir şekilde yapılabilmesine olanak tanımaktadır. İşlenebilirlik verilerinin elde edilmesi için kullanılan 3 yöntem vardır. Bunlar;

1. Geleneksel yöntemlerde operatörün deneyimleri ile,
2. İşlenebilirlik el kitapları ile,
3. İşlenebilirlik verilerinin bilgisayar desteği ile belirlenmesi

şeklinde sıralanabilmektedir. Bunlardan ilk ikisi geleneksel yöntemler, sonuncusu ise modern yöntem olarak değerlendirilmektedir.

2.2.1 İşlenebilirlik Verilerinin Geleneksel Yöntemle Belirlenmesi

Klasik imalat sistemlerinde, işlenebilirlik verilerinin kullanılmasında en çok tercih edilen yöntem, operatörün kişisel tecrübelerine dayanmaktadır. Bu yöntem herhangi bir bilimsel temele dayanmamakta ve bir operatörden diğerine değişkenlik göstermektedir. Yerini modern imalat sistemlerine bırakmak zorunda kalan bu sistem,



küçük ölçekli üretim yapan işletmelerde ve halen kullanılabilir işlenebilirlik verilerinin bulunmadığı imalat ortamlarında kullanılmıştır.

Operatörün kişisel tecrübelerinin bırakılıp daha tutarlı ve değişmez sonuçların elde edilebileceği başka bir klasik yöntem, kesici takım katalogları ve işlenebilirlik verileri el kitaplarıdır.

Tutarlı bir işlenebilirlik analizi yapılabilmesine olanak tanıyan el kitabına dayalı işlenebilirlik verilerinin kullanımını sınırlayan en büyük faktör; bu verilerin sadece kesici takım malzemesi ve iş parçası malzemesini dikkate alarak hazırlanmış oluşlarıdır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar en iyi koşullar olmayabilir. Buna rağmen, NC tezgahlar için işlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde işlenebilirlik el kitapları hala en önemli kaynak olarak kullanılmaktadır [30].

İşleme parametrelerinin kesici takım kataloglarından elde edilmesi durumunda ise karşılaşılabilecek en önemli dezavantaj; bu verilerin ideal işletme koşullarına göre hazırlanmış oluşlarıdır. Bu verilerin her işletme ortamına uyması olası olmadığından, kesici takım kataloglarından elde edilen verilerin ilgili imalat ortamında kullanılacak takım tezgahına uyarlanması gerekecektir [31].

2.2.2 Modern Yöntemler

Günümüz teknolojisinde işlenebilirlik verilerinin kolay, doğru ve güvenilir olarak tespit edilmesi için büyük oranda bilgisayar desteğinden yararlanılmaktadır. İşlenebilirlik verilerinin tespitinde, bilgisayar kullanımıyla işlenebilirlik verileri arasında iyi bir organizasyon yapabilmek mümkündür. Bu verilerin organize edildiği yazılımlara "işlenebilirlik veri tabanı yazılımları" denir [27] ve veri tabanı sistemleri genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

1. Veri depolama ve erişim amaçlı sistemler.
2. Matematik modelleme amaçlı sistemler.



Mevcut ürünlerde değişiklik veya yeni ürünlerin üretim kapsamına alınması gibi durumlarda, imalat işleminde kesme parametrelerinin de değişimi söz konusudur. Bu değişimin kolaylıkla yapılabilmesi için veri tabanı sistemlerinin oluşturulması zorunludur.

2.3 İşlenebilirlik Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar

AUTOTAP 'ta [32] kesme hızının tespiti için genişletilmiş Taylor eşitliği kullanılmıştır. Genişletilmiş Taylor eşitliği;

$$V = G(T^\alpha a_p^{-\beta} S^\gamma) \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Eşitlikte kullanılan terimler aşağıda tanımlanmıştır.

V	: Kesme hızı (m/s)
G	: Kaba veya ince işlemeye bağlı sabit
T	: Minimum takım ömrü
S	: İlerleme (mm/dev)
a_p	: Kesme derinliği (mm)
α, β ve γ	: İşlenecek malzemeye bağlı sabitler

Okure [33] yapmış olduğu çalışmada, işlenebilirlik verilerini veri kütüklerine kaydederek, oluşturduğu yazılım içinde bu verilere erişim sağlamıştır. Veri kütükleri; malzeme tipi, sertliği ve takım malzemesi tipi şeklindedir. Değişik tornalama işlemleri için hız ve ilerleme değerleri bu veri kütüklerinden elde edilmektedir. Bu çalışmada sadece veri saklanması ve veriye ulaşım söz konusudur. Şekil 2.4 'te OKURE tarafından kullanılan malzeme kütüklerinin yapısı görülmektedir.

Jia-Ming [34], kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği gibi kesme parametrelerini, deneyimlerden elde edilen veri tablolarından yararlanarak belirlemiş ve tezgah gücü, kesme kuvvetleri, iş parçası yüzey pürüzlülüğü kısıtlamalarını dikkate alarak optimize etmiştir. Veri tabloları hamparça, işleme yöntemi ve kesici takım



Rough Turning Depth of cut (in)	Finishing Allowance (in)	Rough Turning feed (in)	Finishing feed (in)	Forming Tool widths (3) (in)
------------------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------	---------------------------------

SAE No. of Steel 1 (HSS Tool)	Minimum BHN	Maximum BHN	Rough Turning Speed	Finishing Speed	Forming Speed	Forming Feed
----------------------------------	----------------	----------------	---------------------------	--------------------	------------------	-----------------

SAE No. of Steel 1 (Carbide Tool)	Minimum BHN	Maximum BHN	Rough Turning Speed(B)	Rough Turning Speed(D)	Finishing Speed(B)	Finishing Speed(D)	Forming Feed	Forming Feed (3)
--------------------------------------	----------------	----------------	------------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	---------------------

All speed in feet/min B-Brazed tips D- Disposable tips

Şekil 2-1 OKURE tarafından kullanılan malzeme dosyası veri yapısı [33]

malzemeleri üzerine kurulmuştur. Optimizasyonda tornalama işlemi için kullanılan tezgah gücü ve kesme kuvveti ifadeleri eşitlik (2.2) ve eşitlik (2.3) 'de verilmiştir.

$$HP = K.Z.CS.[0.18012 . (1.55f)^\beta] \quad (2.2)$$

$$P = \frac{1.450 * 10^6 . HP}{D.n} \quad (2.3)$$

Burada;

- HP : Tezgah gücü
- K : Malzeme faktörü
- n : Devir sayısı
- Z : İşlenen parçanın kesme kenarı sayısı
- D : Büyük çap
- f : İlerleme
- P : Kesme kuvveti
- CS : Yüzey hızı
- β : Malzemeye bağlı katsayı

Hinduja ve çalışma arkadaşları (ç. a.), [35], Chen-Hinduja [36], Maropoulos ve Hinduja [37], işleme koşullarının belirlenmesi amacıyla takım-iş parçası çifti için Şekil 2.2 'de örnek olarak verilen talaş kırma alanlarından yararlanmışlardır. Kesme hızı değeri, Eşitlik 2.4 'ten yararlanılarak elde edilirken, kesme derinliği ve ilerleme değerleri talaş kırma alanlarından yararlanılarak belirlenmiştir. Kesme hızı;



$$V_{opt} = \left\{ \frac{C_t}{T_{opt} S^{1/\beta} a^{1/\gamma}} \right\}^{1/\gamma} \quad (2.4)$$

ile ifade edilmektedir. Burada;

- T_{opt} : Optimum takım ömrü
 $C_t, \alpha, \beta, \gamma$: Genişletilmiş Taylor eşitliğindeki katsayılar
 S : İlerleme
 a : Kesme derinliği

şeklindedir.

Talaş kırma alanından yararlanarak kesme derinliği ve ilerleme değerinin belirlenmesi için Şekil 2.5 'ten yararlanarak aşağıdaki değerler elde edilmektedir. Şekil 2.5 'te kesme parametreleri için uygun bölge, "mnop" bölgesidir. Yapılan bu çalışmada, talaş kırma alanından elde edilen kesme derinliği için, talaş kaldırma işleminde kullanılan kesici takım uzunluğu L_e ve takımın yerleştirme açısı κ olmak üzere;

$$a_{max} \leq \frac{2}{3} L_e \sin(\kappa) \quad (2.5)$$

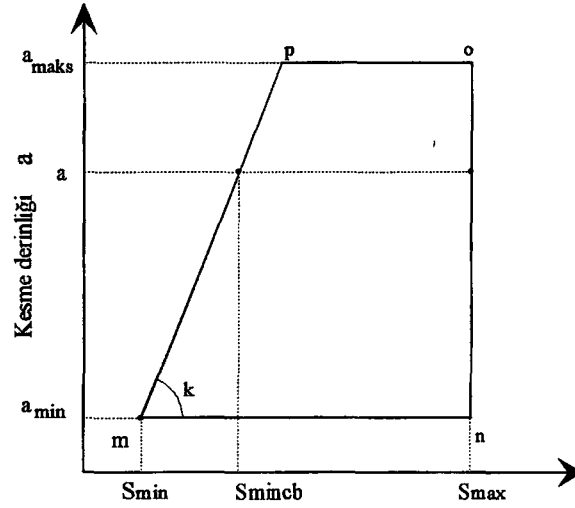
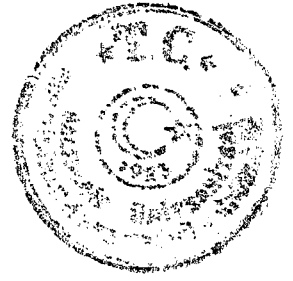
değerini, ilerleme için ise takım uç yarıçapı R olmak üzere;

$$s_{max} = 0.8R \quad (2.6)$$

sınır değerlerini aşmaması gerektiği belirtilmektedir.

Eşitlik 2.5 'te verilen a_{max} ifadesindeki $2/3$ katsayısı, 90° ve 80° uç açılı kesiciler için geçerli olup kesici uç açısına ve işlem tipine bağlı olarak $1/4$ ile $2/3$ arasında değişmektedir [38].

Saygın [39] tarafından yapılan çalışmada (IRPPS), işlenebilirlik verilerinin elde edilmesinde kural temelli yaklaşım izlenmiş olup, her malzeme için izin verilen



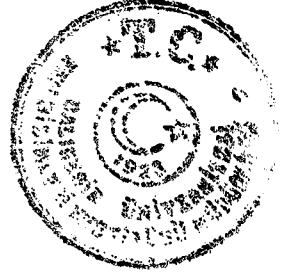
Şekil 2-2 Talaş kırma alanı [35,36,37]

Yapı : Malzeme (Çelik, Alaşımsız Çelik,
Kaba ilerleme ve hız, 0.8, 0.2
ince ilerleme ve hız, 0.4, 0.2
Delme hızı, 0.6
Delik genişletme hızı ve ilerleme, 0.2, 0.4
ilerleme :mm/dev, Hız :m/s

Şekil 2-3 IRPPS tarafından kullanılan işlenebilirlik verilerinin yapısı [39]

maksimum kesme derinliği değerleri malzemeye bağlı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada, iş parçası malzemesi özelliklerine göre hız ve ilerleme değerleri için Şekil 2.2 'de verilen yapı kullanılmıştır. Yapılan çalışmada iş parçası malzemesi seçimi yapılmakta ve seçilen iş parçasına göre çeşitli operasyonlar için kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği değerleri elde edilmektedir. Şekil 2.3 'te IRPPS ile elde edilen işlenebilirlik verilerine ilişkin bir örnek görülmektedir.

Akkurt ve Mestçi [40] çok pasolu tornalama işlemleri kesme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, maksimum üretim veya minimum maliyet şartlarından birini sağlayacak bir yöntem geliştirmişlerdir. Verilen bir takım-parça malzemesi çifti için tezgah gücü, parça yüzey kalitesi gibi çeşitli kısıtlayıcılar dikkate alınarak istenilen optimizasyon kriterlerini sağlayacak takım ömrü, kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği değerleri genişletilmiş Taylor eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır.



Existing Machinability Data of Selected Material	
Material	= Nodular Cast Iron
Roughing Depth of Cut (mm)	= 4
Finishing Depth of Cut (mm)	= 0.3
Roughing speed (m/sec)	= 0.02
Roughing feed (mm/rev)	= 0.8
Finishing speed (m/sec)	= 0.075
Finishing feed (mm/rev)	= 0.3
Drilling speed (m/sec)	= 0.2
Boring speed (m/sec)	= 0.075
Boring feed (mm/rev)	= 0.3

Press < SPACE > to continue

Şekil 2-4 (IRPPS) işlenebilirlik verileri [39]

Tokuroğlu ve Anlağan [27,41], TurnBase 1.0 adını verdikleri işlenebilirlik veri tabanı çalışmasında iş parçası, kesici takım malzemesi, kesme sıvısı, kesme yöntemini sorgulayarak veri kütüklerindeki değerlere erişim sağlanmaktadır. Turnbase 1.0 'da, Şekil 2.6 'da görüldüğü gibi, veri kütüklerinde bulunan kesme derinliği değerleri dışındaki değerler ile işlem yapılması isteniyor ise ara değerlerin girilmesiyle interpolasyon yapılarak sonuçlar elde edilmektedir. Bu aşamadan sonra, bir takım ekonomik kriterlerle birlikte, seri üretim için yazılımın bünyesinde bulunan matematik modelleme ve optimizasyon yordamlarıyla bütün işlenebilirlik verilerinin yeniden hesaplandığı, yazarlar tarafından belirtilmiştir.

Fenton ve Gagnon [42], çok amaçlı nümerik optimizasyonla kesici her bir takım malzemesi için birim üretim zamanı ve birim maliyet kriterlerini kullanarak muhtemel optimal çözümler kümesini belirlemişlerdir. Buna göre, mevcut takım malzemeleri arasından optimal kritere uygun olarak en uygun takım malzemesi seçimi yapılarak optimal kesme parametreleri belirlenmektedir.

Gupta, Batra ve Lal [43], işleme parametrelerinin seçimi için; minimum üretim maliyeti, minimum üretim zamanı ve maksimum kar oranı kriterlerini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmada yukarıda sözü edilen kriterleri göz önünde tutarak tek pasolu ve çok pasolu modeller oluşturmuşlar ve buna göre her iki durum için kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği değerlerini geometrik programlama teknikleriyle elde etmişlerdir.



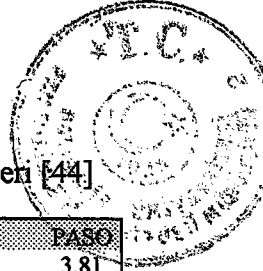
MATERIAL SELECTION MENU	Fix 1 item from each ped				
DEPT OF CUT (mm)	1	<input type="checkbox"/> ?	4	<input type="checkbox"/> ?	8
HSS TOOLS					
SPEED [m/min]	35	<input checked="" type="checkbox"/>	27	<input checked="" type="checkbox"/>	21
FEED [(mm/rev)]	0.18	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.50
CARBIDE TOOLS					
UNCOATED INDEXABLE					
SPEED [m/min]	120	<input checked="" type="checkbox"/>	90	<input checked="" type="checkbox"/>	72
FEED [(mm/rev)]	0.18	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.50
COATED BRAZED					
SPEED [m/min]	160	<input checked="" type="checkbox"/>	115	<input checked="" type="checkbox"/>	90
FEED [(mm/rev)]	0.18	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.50
COATED					
SPEED [m/min]	230	<input checked="" type="checkbox"/>	160	<input checked="" type="checkbox"/>	120
FEED [(mm/rev)]	0.18	<input checked="" type="checkbox"/>	0.40	<input checked="" type="checkbox"/>	0.50
Enter Values for DEPT OF CUT cells (?) to interpolate...!					
[Opt] 1. 1. 1. 1. 1	Press ESC to go 1 step backward			HELP	

Şekil 2-5 TurnBase 1.0 'da kesme parametrelerinin belirlenmesi [27]

Çakır, Gerger ve Oral [31] tarafından geliştirilen tornalama işlemleri için işlenebilirlik veri tabanı (TOVETAB) yazılımında Metals Handbook 'da [44] bulunan işlenebilirlik verileri, veri kütüklerinde saklanmakta ve gerektiğinde bu verilere erişim etkileşimli seçimler ile sağlanmaktadır. Kullanılan veri formu Çizelge 2.1 'de görülmektedir. Çizelge 2.1 'de görüldüğü gibi, veri gurubu takım malzemesine bağlı olarak, malzeme tipi, üretim koşulu, sertlik, hız, ilerleme ve paso derinliği gibi değerlerden oluşmaktadır.

TOVETAB 'da paso değeri sabit (3.81 mm) olup iş parçasına bağlı olarak ilerleme ve çoğu kez kesme hızı değerleri değişken tutulmuştur. Sistemde malzeme seçimi, malzemenin üretim şekli, sertlik değerlerinin seçimini takiben yapılacak işlem tipi, takım malzemesi ve takımın tespit tarzına göre (lehimli veya değiştirilebilir) kesme parametreleri veri kütüklerinden yararlanılarak elde edilmektedir. TOVETAB, etkileşimli bir veri tabanı sistemi olup paso değerinin değişken olarak alınması mümkün değildir. Yazılımdan elde edilen işlenebilirlik verilerine ilişkin bir örnek, Şekil 2.6 'da verilmiştir.

Arsecularatne ve ç.a. [30] ve FİLİZ ve ç.a. [45], tornalama işlemlerinde kesme parametrelerinin optimizasyonu için yaptıkları çalışmalarda, aşağıda verilen kısıtlamaları ve en düşük maliyet kriterine göre en iyilenmiş kesme değerlerinin elde edilmesine çalışmışlardır. Kısıtlamalar; kesici ve iş parçası malzemesi için maksimum



Çizelge 2-1 Bakır 'ı Karbür Takımla Kaba Tornalama için İşlenebilirlik Verileri [44]

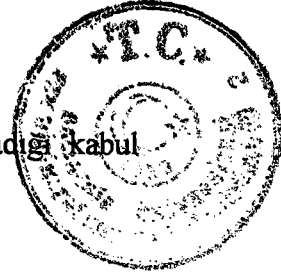
MALZEME ADI	URETİM KOŞULU	SERTLİK	HIZ	İLERLEME	PASÖ
KOLAY İŞLENEBİLİR (1)	TAVLANMIŞ	20-70	244	0.015	3.81
ORTA İŞLENEBİLİR (2)	TAVLANMIŞ	20-70	152	0.015	3.81
ZOR İŞLENEBİLİR (3)	TAVLANMIŞ	20-70	61	0.015	3.81
KOLAY İŞLENEBİLİR (1)	SOĞUK İŞLENMİŞ	60-100	290	0.015	3.81
ORTA İŞLENEBİLİR (2)	SOĞUK İŞLENMİŞ	60-100	183	0.015	3.81
ZOR İŞLENEBİLİR (3)	SOĞUK İŞLENMİŞ	60-100	68	0.015	3.81

TOVETAB TORNALAMA İŞLEMLERİ İÇİN TORNA VERİ TABANI					
Dosya	Yeni İşlem	Seçenekler	Sonuç	Çıkış	
Parça Malzemesi: Takım Çelikleri					
Suda Sertleştirilmiş Takım Çeliği (W) 150-200 BSD					
Operasyon	Takım	Gen. mm	V (m/dak)	f (mm/dev)	a (mm)
Kaba Torn.	D.Karbür		213.50	0.17	3.81
İnce Torn.	D.Karbür		266.87	0.17	0.635
Form Torn.	D.Karbür	12.7	76.25	0.20	
Delik Delm.	HSS	12.7	25.92	0.17	

Alt+X Çıkış F2 Kaydet F4 Yeni İşlem F10 Menü

Şekil 2-6 Tovetab işlenebilirlik verileri [31]

ve minimum talaş derinliği ve ilerleme oranları, kesici uç ve takım tutucu için maksimum yük, fener mili ve eksen motorlarının karakteristikleri, tutturma limitleri, talaş kaldırma sırasında iş parçasında oluşan sehim değeri, iş parçasının toleransı ve yüzey kalitesidir. Bu çalışmada en iyilenme yöntemi için, imalatçı firma kataloglarından elde edilen kesici takım talaş kırma alanlarından yararlanılmıştır. Talaş kırma alanı 20x20 'lik parçalara bölünmekte, bu alanda seçilen kesme derinliği ve ilerleme değerlerinden yararlanarak kesme hızı hesaplanmaktadır. Hesaplanan kesme hızı için yukarıda verilen kısıtlamalar kontrol edilmekte ve bu kısıtlamaların arzu edilen değerlerin dışında olması halinde kesme derinliği ve ilerleme değerleri değiştirilerek en iyilenmiş kesme parametrelerinin elde edilmesi sağlanmaktadır. Kesme hızı için bütün değerlerde kısıtlamaların, sınırların dışına taşması halinde bulunan noktanın hala kabul edilebilir olduğu ancak kesme hızının değiştirilmesi gerektiği yazarlar tarafından belirtilmiştir. Buna rağmen, kısıtlayıcılar istenilen



koşulları sağlamıyor ise elde edilen sonuçların uygulanabilirliğinin olmadığı kabul edilmektedir. Bu çalışmalarda maksimum kesme derinliği için;

$$a_{\max} = \frac{2}{3} Le \quad (2.7)$$

bağıntısı kullanılmış olup, eşitlik 2.5 'te kullanılan "Sin(κ)", bu eşitlikte kullanılmamıştır. Bunun yanısıra, "2/3" katsayısı tornalama işlemlerinde kullanılan bütün kesici uçlar için geçerli olmayıp, bu katsayı takım uç açısı ve işlem tipine bağlı olarak 1/4 ile 2/3 arasında değişmektedir.

Arseculeratne ve ç.a., Filiz ve ç.a. tarafından yapılan bu çalışmalarda, iş parçasının sehim hesabı, talaş kaldırma işleminin ayna üzerinde gerçekleştirildiği düşünülmüş ve yapılmıştır. İş parçasının ayna-merkez ve iki merkez arasında işlenmesi halleri dikkate alınmamıştır. Yapılan çalışmalarda, diğer çalışmalardan farklı olarak kanal açma ve kesme işlemleri, vida açma işlemleri ve delme işlemleri için de en iyilenme metodu geliştirilmiştir. Bazı eksikliklerine rağmen bu çalışmaların, alanındaki çalışmalar içinde en iyi çalışmalardan biri olduğu söylenebilir.

2.4 Kesici Takım Seçimi

Üretken tip süreç planlama sistemi geliştirilirken planlama aşamalarından biri de takım seçim modülüdür. Literatürde kesici takım seçimi için; "sadece operasyon tipine bağlı takım seçimi" ve "optimum kesme koşullarının dikkate alındığı takım seçimi" olmak üzere iki farklı yaklaşım vardır.

Torna tezgahlarında yapılacak talaş kaldırma işlemleri için otomatik takım seçimi oldukça büyük emek isteyen bir iştir. Çünkü, burada sadece tornalama takımları seçimi değil ayrıca delme, vida çekme, kanal -fatura işleme için çok değişik kesici takım seçimi yapmak da mümkündür. İmalat işlemlerinde kullanılacak takımlar arasından en uygun olanların seçilmesi gereklidir.



Bütün takım seçim yöntemlerinde, seçilen takım imal edilecek iş parçasının bütün teknolojik gereksinimlerini sağlamak zorundadır. BDSP 'nin tam anlamıyla başarıya ulaşması için, BDSP sistemiyle bütünleşik iyi bir takım seçim sisteminin olması şarttır. Geçmişten günümüze kadar yapılan takım seçim işlemleri ve yöntemleri kısaca aşağıda verilmiştir.

El-Midany [32], AUTOCAP 'ta torna tezgahları üzerinde iç ve dış tornalama için; ince ve kaba tornalama işlemlerinde kullanılabilir, form takımlar, vida çekme takımları, delme takımlarını içeren bir seçim işlemi yapılmaktadır. Seçim işlemi kullanıcı etkileşimlidir ve bütün takım tipleri kodlanmıştır. Kullanıcı kendi uygulaması için, uygun takım kodları geliştirebilmektedir. Sistemin en büyük dezavantajı, takım seçiminin otomatik değil kullanıcı etkileşimli oluşudur.

Chen, Hinduja ve Barrow [35,36] CNC tezgahlar üzerinde yapılabilecek kaba tornalama işlemleri için, bazı kısıtlamaları dikkate alarak takım seçimi yapmışlardır. Bu kısıtlamalar; kesme hızı, ilerleme, kesme derinliği ve bunların takım konfigürasyonuna bağlı değişimleri, tezgah gücü ve kesici takım ilişkileri, talaş kaldırma sırasında oluşan kesme kuvvetleridir. Takım seçiminde, takım kütüphanesinden uygun bir takım seçilmekte ve en uygun kesme koşulları seçilen takıma göre Şekil 2.5 'te verilen talaş kırma alanlarından yararlanılarak tespit edilmektedir. İş parçasının imalatı için seçilen aday takımların maliyet-zaman ilişkileri dikkate alınarak nihai takım seçimine karar verilmektedir. Takım seçim işleminde ayrıntılı bir araştırmanın çok fazla zaman alışı nedeniyle buluşçul metot kullanılmıştır.

Van Houten [46], BDSP sistemi için hazırladığı çalışmada kesici takım seçimi için üç kısıtlayıcı kullanmıştır. Bunlar:

- 1-Yapılacak operasyon tipine göre takım seçimi,
- 2-Parça geometrisiyle takım vektörlerinin karşılaştırılması,
- 3-Takım tutucu ve parça arasında çarpışma kontrolü,

şekindedir. Takım sayısının en aza indirilebilmesi için kaba ve ince işlemlerin aynı takım ile gerçekleştirilebileceği düşünülmüştür. Ancak, bunun gerçekleşmesi için, takımın kaba tornalama işleminden sonra kesici ağızlarındaki aşınma nedeniyle iş

parçası yüzey pürüzlülüğünün dikkate alınması ve aynı takımın kullanılıp kullanılmayacağına imalatçıların karar vermesi gerektiği de belirtilmiştir.



Giusti [47] tarafından geliştirilen COATS uzman takım seçim modülü, takım parametrelerine dayalı bir ağırlık faktörünün kullanılması sayesinde kesici takımın davranışlarının önceden tahmin edilmesi açısından güvenilir yapıya sahiptir. COATS 'da mevcut olan 300 kadar üretim kuralı kolaylıkla yaratılabilen, düzeltilebilen ve silinebilen "IF <KOŞUL> THEN <ETKİNLİK>" yapısıyla tanımlanmakta ve sistem kullanıcı ile etkileşimli çalışmaktadır. Sistem her bir kural için 1-5 arasında değişen ağırlık faktörü kullanmaktadır ve bir amaç için, her bir üretim kuralı gözden geçirilerek optimal takım seçimi sağlanmaktadır. COATS ile, iç ve dış tornalama için takım tutucular, kesici uç seçimleri ve uygun kesme koşullarını veren talaş kırma diyagramlarının en iyilenmiş noktasının koordinatları elde edilmiştir. Bununla birlikte, kural tabanlı yaklaşımın başarısı büyük oranda kullanıcının deneyimine bağlıdır.

Mathieu ve Bourdet [48] tarafından yapılan çalışmada dış tornalama için gerekli olan kesici takımlar seçilmektedir. Seçim işlemi, belirlenen operasyon için tanım parametrelerinin kesici takımın karakteristikleriyle uyumuna bağlıdır. Çalışma iş parçasının geometrisine uygun takım seçimi için bazı teknolojik verileri içermektedir. Ancak, bir operasyonun gerçekleştirilmesi için birden fazla takım kullanılması gerekli ise bu sistem kullanılamamaktadır.

Chen ve Hinduja [49], iş parçasının işlenebilmesi için takım ile iş parçası veya tezgah arasında bir çarpışma olup olmadığını kontrol ederek takım seçimini gerçekleştirmişlerdir. Çarpışma kontrolü için geometrik analizler yapılmış, iş parçası ile takım arasında veya takım ile tezgah arasında bir çarpışma olacak ise iş parçasının iki veya daha fazla takımla işlenmesi yoluna gidilmiştir.

Pande ve Prabhu [50] otomat tezgahlar için işlenecek profillerin ve takım seçiminin otomatik olarak belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada hem dış hem de iç profiller için yüzeyleri gruplandırarak, yüzey gruplarının özellikleri ve boyutlarını da dikkate alan bir kesici takım seçimi yapmışlardır. Çalışmada görülen eksiklik, takımın

tezgah takım magazinine yerleştirme sırasının deneyimli bir süreç planlamacısına bırakılmış olmasıdır.



Domazet [51] takım seçim işleminde üretim kurallarının IF.. THEN yapısı ile belirtildiği kural tabanlı yaklaşımların tersine, üretim kurallarını matris formunda kullanmıştır. Matris şeklinde tanımlanan üretim kurallarıyla analiz yapılması halinde kural tabanlı seçim işlemi IF..THEN yapısı ile analiz yapılarak elde edilen takım seçimine göre çok daha kısa zamanda tamamlanmaktadır. Bu yöntemin kullanılmasıyla takım sınıfı, takım tutucu tipi seçimi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, seçilen kesici takıma göre takım imalatçıları tarafından önerilen kesme koşulları kullanılarak kesme parametreleri belirlenmiş ve sonuçta en iyi takım seçimi basitleştirilmiştir.

Maropoulos ve Hinduja [52] CNC merkezlerinde gerçekleştirilebilecek ince tormalama işlemleri için otomatik takım seçim işlemi çalışmasında, ince tormalama işleminde kesici takım olarak; bir takım tutucu ve değiştirilebilir tungsten karbür kesici ucun birleşimi olarak düşünmüşlerdir. Bu çalışmada dış temel unsurların ince işlenmesi için tek takım yeterli olmaktadır, ancak parça üzerindeki kanalların mevcudiyeti durumunda iki takım kullanılmasının gerekli olabileceği belirtilmiştir. Çalışmada, işleme maliyetlerini hassas olarak hesaplamak yerine (geniş hesaplamalar kullanılmasından kaçınmak üzere), nominal uzunluğa dayalı bir takım, ortalama profil çapı ve yaklaşık kesme parametreleriyle işlem maliyetlerini tespit etmeyi tercih etmişlerdir. İnce pasoda işleme parametrelerinin optimizasyonu için de talaş kırma alanlarından yararlanılmıştır.

Maropoulos ve Hinduja [37] CNC işleme merkezlerinde kullanılacak kaba tormalama işlemleri için optimum takım seçimi için başka bir sistem daha geliştirmişlerdir. Buna göre, çok pasolu işleme durumunda yaklaşık kesme verilerine dayanan işleme maliyeti hesapları bütün takımlar için kabul edilebilmektedir. Kesme parametrelerinin belirlenmesi; tezgah gücü, iş parçasının bağlanması, iş parçasının bozulması, takım kırılması gibi kısıtlamalara bağımlı olarak belirlenmektedir. Her bir



işlem sadece bir takım ile değil, parça geometrisinin analizi sonucunda gerekli olması halinde iki veya daha fazla takım kullanılarak da yapılmaktadır.

Plummer ve Hannam [53] takım seçim işleminde iş parçası malzemesi ve işlenecek profil geometrisini dikkate almışlar, ancak; karbür kalitesi seçimi, talaş kırıcı, kesme kenarı uzunluğu ve takım uç radyüsünü dikkate almamışlardır.

Arezo ve Riddgeway [54] en uygun kesici takım seçimi için kesici takım üreticilerinin tavsiyelerini dikkate almışlar ve işleme ekonomisi için optimum kesme koşullarını kullanmışlardır. Bunun yanı sıra, iş parçası bağlama yöntemi gibi önemli kısıtlamaları dikkate almamışlardır.

Abdou ve Cheng [55] bilgisayar destekli süreç planlamada tolerans kontrolü amacıyla yaptıkları çalışmada, mevcut bütün takımları geometrik şekillerine ve silindirik yüzey oluşturma, delik açma veya alın yüzey oluşturma gibi temel fonksiyonlarına göre sınıflandırmışlardır. Takım malzemesi için, kaplanmış ve kaplanmamış karbür, kübik bor nitrit, HSS, seramik ve elmas kullanmışlardır. Takım, uç radyüsü-yüzey kalitesi arasındaki ilişkiye bağlı olarak takım dosyasından okunmaktadır. Sistemin en büyük dezavantajı, takım seçiminin sadece toleranslara bağımlı oluşudur.

Hinduja ve Barrow [54] özellikle dış tornalama takımları için, daha önceki çalışmalarında ele aldıkları kısıtlamaları ve çarpışma kontrolünü de dikkate alarak, kullanıcı etkileşimli SITS isimli yarı otomatik takım seçim modülü geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, minimum maliyet dikkate alınmıştır .

Ashraf ve Anlağan [56] dönel iş parçalar için otomatik takım seçiminde, iş parçası geometrisinin analizinden yararlanmışlardır. Çalışmalarında tornalama, kanal açma vida çekme gibi torna tezgahlarında yapılabilecek dış yüzey işlemleri için kesici takım seçimi yapmışlardır. Seçilen kesici takımlar endüstride kullanılan takımlardır.

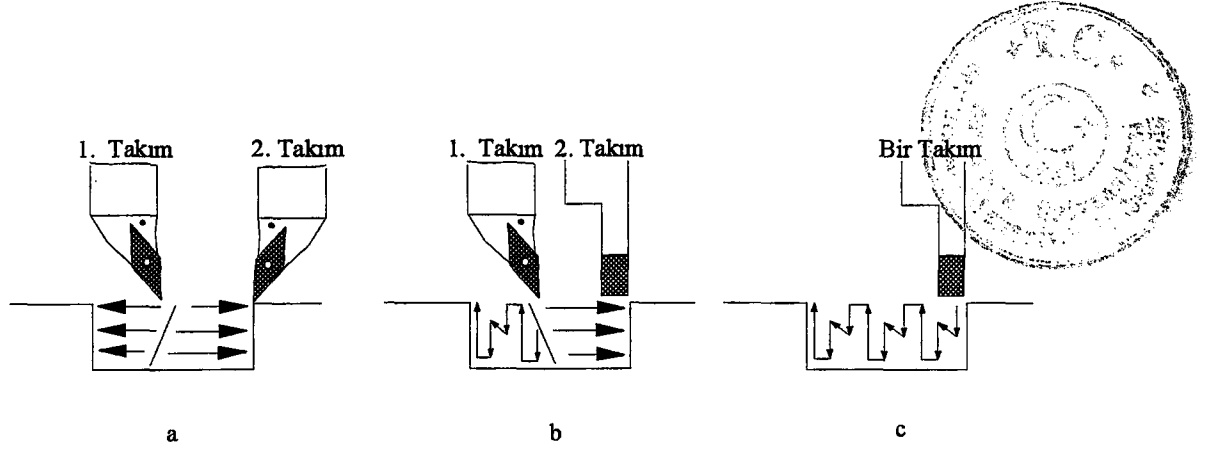
Ewersheim, Lenhart ve Katzy [57] tornalama, frezeleme ve delme işlemleri için takım seçimi yapmışlardır. Bu amaçla, iş parçalarının geometrik ve teknolojik

kriterleri, takım karakteristikleri, iş parçası malzemesi karakteristikleri dikkate alınmıştır. İş parçası malzemelerini kabaca, dökme demirler, alaşımsız karbon çelikleri vb. şekilde gruplandırırken takım malzemesi sınıflandırmasında P, M ve K gibi ISO standartlarını kullanmışlardır. Ewersheim ve ç.a. takım seçiminde; ürün ve tasarım bilgilerini inceleyerek, takımın kullanım sıklığını, takım tipi ve yüzey ilişkilerini inceleyerek takım seçimini gerçekleştirmişlerdir.

Yeo [58] parça profillerinin özellikle kanal ve fatura tanımlanması sırasında, kanal veya faturayı işlemek için gerekli takımları dikkate almıştır. YEO 'ya göre kanal ve faturaların işlenmesi için Şekil 2.7 'de örnek olarak verilen değişik yöntemler vardır. Bir kanal veya faturanın işlenmesi için en uygun yöntemin; tezgah takım magazinine takılabilecek takım sayısının minimum sayıda tutulabilmesi için, en az sayıda takım kullanılarak yapılması gerektiği dikkate alınmıştır. Ancak bir kanal veya faturanın işlenmesi için, unsurun genişliği fazla ise tek takımla işlemek fazla sayıda paso gerektireceğinden bir çok durumda işleme ekonomisi açısından iki takım kullanılmasının uygun olacağını belirtmiştir.

Pande ve Desai [59] hazırlamış oldukları uzman BDSP sisteminde kullanılmak üzere takım seçimi için, operasyon çıkarma modülünden elde ettikleri verileri kullanarak takım seçimini operasyona göre yapmışlardır.

Zhang ve Hinduja [60] belirli yığındaki dönel parçalar için dış ve iç unsurların işlenmesi amacıyla takım seçim işlemi yapmışlardır. Yapılan bu çalışmada iş parçası üzerindeki her bir unsur için takım seçimi yapılmış ve parçanın işlenmesi için minimum işleme maliyeti, takım değişikliklerinden kaynaklanan tezgah durmalarının minimize edilmesi amaçlanarak optimum takım grubu elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada işlenecek parça sayısı, işleme maliyeti ve tezgah durma sayısı dikkate alınarak optimum takım grubu belirlenmiştir. Çok fazla parçaya sahip yığınlar için işleme maliyetlerinin kontrollü bir şekilde artmasına izin verilerek tezgah durmaları azaltılmış ve toplam işleme maliyetleri de buna bağlı olarak azaltılmıştır.



Şekil 2-7 Bir faturananın işlenmesi için üç farklı yöntem [59]

Yukarıda bahsedilen takım seçimiyle ilgili çalışmalardaki ortak dezavantaj, sonuncusu hariç iç tornalama takımlarının seçiminden bahsedilmeyiştir.

2.5 İş Parçası Bağlama Yöntemi

İş parçası bağlama yönteminin belirlenmesi, iş parçası boyutlarının elde edilmesi için kesici takım seçimi ve işlem sırasının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bağlama yönteminin ve bağlama sayısının işleme maliyetleri ve işleme zamanının artmasında veya azalmasında büyük rolü vardır. Bu bölümde, konu ile ilgili daha önceki çalışmalar kısaca incelenecektir.

M. Van Houten [46] yapmış olduğu çalışmada, iş parçasının aynaya bağlanarak işlenmesi durumunu göz önüne almıştır. İş parçasının geometrik hassasiyeti (paralellik, silindiriklik ve yüzey pürüzlülüğü, vb) ve kesme kuvvetleri gibi kısıtlayıcıları dikkate alarak iş parçası üzerindeki bağlama yüzeylerini belirlemiştir. Bu çalışmada iş parçası; ayna, ayna-merkez ve iki merkez arasında olmak üzere üç değişik yöntemle bağlanabilmektedir.

Juri [18], yapmış olduğu çalışmada iş parçasının tezgaha bağlanmasıyla ilgili 5 kural ortaya koymuştur. Bunlardan ilk ikisi; iş parçasının aynaya bağlanmasıyla ilgili, diğer üçü ise iş parçasının iki merkez arasına bağlanmasıyla ilgilidir. İş parçası üzerindeki bağlama yüzeyini, mümkün olduğunca fazla unsurun işlenebileceği şekilde seçmiştir. Juri yapmış olduğu çalışmada ayrıca iş parçası üzerindeki bağlama yüzeylerinde iş parçasının bağlama elemanına temas uzunluğunu belirtmiştir. Ancak

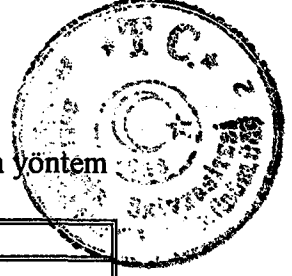
temas uzunlukları, bağlama yüzeyi olarak belirlenen yüzey uzunluğunun 0.4-0.7 katı alınmaktadır. Bağlama yüzeyi olarak belirlenen yüzey uzunluğunun çok kısa olması hali için temas uzunluklarının da yetersiz kalacağı oldukça açıktır. Bu çalışmanın eksik yönlerinden biri de, iş parçasının aynaya sadece dış yüzeyden bağlanabilmesidir.

Saygın [39] IRPPS isimli çalışmasında, iş parçası bağlama yönteminin belirlenmesinde iş parçasının uzunluğu (L) ve iş parçasının çapı (D) arasındaki orana göre karar vermiştir. Saygın tarafından yapılan çalışmada L/D oranlarına göre bağlama yöntemi, Çizelge 2.2 'de açıklanmıştır.

Bu yöntemde, iş parçasının bağlama yönteminin belirlenmesi için sadece L/D oranına bağlı bir kriter dikkate alınmış olup aynaya değişik bağlama konumları dikkate alınmamıştır.

Giusti [61] tarafından yapılan çalışmada (KAPLAN) da iş parçası bağlama yöntemi olarak "ayna" düşünülmüştür. İş parçası üzerindeki bağlama yüzeyinin belirlenmesi için; seçilen bağlama elemanının geometrisi, işlenecek yüzeylerin geometrisi, iki veya daha fazla yüzey arasındaki konum toleransları ve iş parçasının rijitliği gibi faktörlerin değerlendirilmesi bu çalışmada dikkate alınmıştır.

Hinduja ve Huang [62] iş parçasının üzerindeki paralellik, silindiriklik gibi konum toleranslarını ve iş parçasının yüzey hassasiyeti gibi teknolojik gereksinimleri de dikkate alarak iş parçası bağlama yöntemini ve aynaya bağlama sayısını tespit etmişlerdir. Çalışmada dönel parçalar için; ayna, ayna -merkez ve iki merkez arasında olmak üzere üç yöntem kullanmıştır. Bağlama yönteminin belirlenmesi için, iş parçası kısa mil veya uzun mil şeklinde sınıflandırılmıştır. Parçanın uzunluk/çap oranı 2 'den küçük olduğunda bu parça kısa mil olarak, uzunluk/çap oranı 4 'ten büyük olduğunda ise bu parça uzun mil olarak adlandırılmıştır. Uzunluk/çap oranı 2-4 arasında ise bu parçayı kısa veya uzun mil şeklinde sınıflandırmanın zorluğu düşüncesiyle, parça rijiliğinin hesaplanmasıyla sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Buna göre parça rijitliği belirli bir değerden küçük ise uzun mil, büyük ise kısa mil olarak sınıflandırılmıştır.



Çizelge 2-2 İş parçası bağlama yöntemi için Saygın tarafından kullanılan yöntem

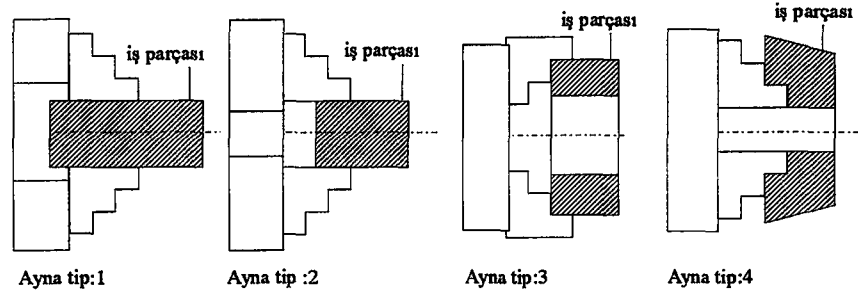
L/D Oranı	Bağlama Yöntemi
$L/D \leq 4$	AYNA
$(L/D > 4)$ ve $(L/D \leq 10)$	AYNA-MERKEZ
$(L/D > 10)$ ve $(L/D \leq 100)$	AYNA-MERKEZ ve YATAK DESTEĞİ ile

Bu sınıflandırma sonrasında iş parçası kısa mil ise ayna, uzun mil ise ayna merkez arasında şeklindedir. İş parçasının uzunluk/çap oranı 4 'ten büyük ise bağlama yöntemi olarak iki merkez arası seçilmektedir. Bu çalışmada iş parçası yüzey hassasiyeti 2 μm 'den küçük ise ayna çenelerinin yumuşak malzemedan yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bağlama elemanının ayna olarak belirlenmesi durumunda Şekli 2.8 'de görülen ayna tipleri kullanılmıştır. Hangi tip aynanın uygun olduğunun belirlenmesi için;

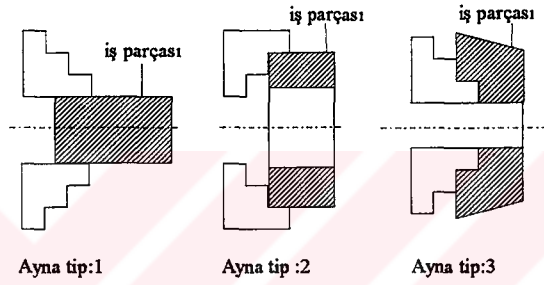
- bağlama yüzeyi olabilecek bütün yüzeyler belirlenmekte,
- her bir bağlama yüzeyine uygun ayna tipi belirlenmekte,
- olası bütün çözümler içinde en iyi yöntem seçilmektedir.

İş parçasının aynaya bağlanma sayısı da bu çalışmanın içeriğinde bulunmaktadır. Örneğin Şekil 2.8 'de görülen ayna tiplerinden birincisi belirlenmiş ise bağlama sayısı 1 'dir. Diğer ayna tiplerinin seçilmesi halinde bu sayı 2 veya 3 olabilmektedir.

In-Ho Kim ve Kyu-Kab Cho [10] iş parçası bağlama yöntemi için; Hinduja ve Huang 'ın çalışmasında olduğu gibi ayna, ayna -merkez ve iki merkez arasında olmak üzere üç yöntem kullanmışlardır. İş parçasının bağlama yönteminin belirlenmesinde fonksiyonel kriter olarak iş parçasının maksimum uzunluğu ve maksimum çapı arasındaki ilişki dikkate alınmıştır. Bu çalışmada, parça çapı, parça profil tipi ve takım tezgahının özelliklerine bağlı olarak iş parçası aynaya bir bağlamada işlenebilirken bazı hallerde de iki veya daha fazla bağlama gerekmektedir. İş parçasının aynaya bağlama sayısı; maksimum ve minimum çaplar, parça profil tipi, teknolojik gereksinimler, parça uzunluğuna eşit deliklerin varlığı ve ilişkili yüzey grupları ile belirlenmektedir.



Şekil 2-8 Hinduja ve Huang tarafından kullanılan ayna tipleri [62]



Şekil 2-9 In-Ho Kim ve Kyu-Kab Cho tarafından kullanılan ayna tipleri [10]

Bu çalışmada, iş parçasının aynaya bağlanması hali için, üç farklı bağlama yöntemi vardır. Bunların ilk ikisinde, dış yüzeyleri bağlama yüzeyi olarak diğerinde iç yüzey bağlama yüzeyi olarak alınmıştır (Şekil 2.9).

Şekil 2.8 ve 2.9 incelendiğinde son anlatılan iki çalışma arasında görülen farklılık, In-Ho Kim ve Kyu-Kab Cho 'nun, Hinduja ve Huang tarafından kullanılan 1. ve 2. tip aynaları kendi çalışmalarında birleştirerek kullanmalarıdır.

Hinduja-Huang ve In-Ho Kim-Kyu Kab Cho tarafından yapılan çalışmalarda iş parçasının tezgaha bağlanması için özel bağlama yöntemleri dikkate alınmamıştır. Ayrıca, bağlama sayısının fazla olması başka bir dezavantajdır.

Kayacan [63] yapmış olduğu doktora çalışmasında, aynaya bağlanarak işlenen iş parçaları için süreç planı hazırlamıştır. Sistemde birden fazla bağlama gerektiren durumlar ve diğer bağlama yöntemleri dikkate alınmamıştır.



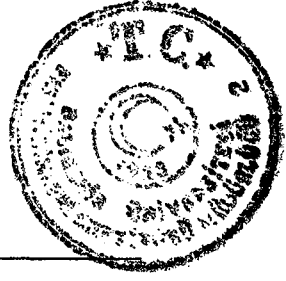
Çakır ve Oral [64] iş parçasının bağlama yönteminin belirlenmesinde; iş parçası geometrisi ve yüzey pürüzlülükleri, iş parçasının aynaya bağlama sayısı, tezgah kısıtlamaları ve talaş kaldırma sırasında oluşan kesme kuvvetleri ve sehim gibi kısıtlamaları dikkate almışlardır. İş parçasının uzunluk/çap oranı da göz önünde bulundurularak, torna tezgahları için kullanılabilecek iş parçası bağlama yöntemi için; ayna, ayna-merkez ve iki merkez arasında olmak üzere üç farklı yöntem kullanmışlardır. Çalışmada, iş parçasının tezgaha tekrar bağlanmasının gerekli olması halinde ikinci bağlama için de ayrıca bağlama yöntemi seçimi yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada görülen eksiklik, iş parçası ayna ile bağlanacak ise, sadece iş parçasının dış yüzeylerinden bağlama yapılabilmektedir. Bu çalışma daha sonra genişletilmiştir.

2.6 İşlem Sıralama

İşlem sıralama BDSP sisteminin çekirdeğidir. İşlem sıralaması veya planlaması herhangi bir parçanın hammadde halinden nihai ürün haline gelinceye kadar yapılması gereken işlemlerin sistematik bir şekilde belirlenmesi olarak tanımlanabilir.

Herhangi bir iş parçası için işlenebilirlik kavramını göz önünde bulundurarak çok değişik işlem planlamaları önerilebilir. Bununla birlikte, işlem sıralaması için amaç; daha az enerji, zaman ve iş gücü kullanılarak en iyi kalitede ürün elde etmektir [65]. Burada BDSP 'nin en önemli bölümlerinden biri olan işlem planlama konusunda daha önce yapılan çalışmalar kısaca incelenecektir.

El-Midany [32] varyant sistem olan AUTOCAP 'te her bir işleme bir kod vermiştir. Çizelge 2.3 'te görüldüğü gibi sistem, planlamacı tarafından iş parçasıyla ilgili unsurun operasyon numarası, yüzey kalitesi, yüzeyin özelliği, çapı ve yüzeyin katı bir yüzey olup olmadığı gibi sorulara yanıt vermesini beklemektedir. Sistem, daha önceden hazırlanan standart planlardan yararlanarak işlem sıralamasını gerçekleştirir. Bu tür bir sistemde, benzer parçaların işlem sırasının oluşturulması için olmasa bile, ilk kez karşılaşılan bir parça için deneyimli bir süreç planıcısına gereksinim vardır.



Çizelge 2-3 AutoCAP kullanıcı etkileşim örneği [32]

Sorgu	Açıklama
Operasyon kodu= ? 15	:Unsur A için birinci işlem kaba tornalamadır (Op.kod=15)
Yüzey kalitesi bilinmiyorsa 0 girin aksi halde yüzey kalitesi = ? 3.6	:Operatör çizimde verilen yüzey kalitesini girer Verilen yüzey kalitesi 3.6 µm CLA
Çizilen unsura= ? A	:Sağ taraf yüzünü tanımla
Çapı=? 70	:Hamparça çapı 70 mm dir ve bu çap değeri girilmelidir.
Unsur bir dolu yüz mü(E/H)=? E	:Dolu yüz

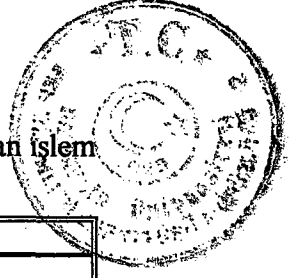
Zhang [66] TOJICAP adını verdiği çalışmada varyant bir yaklaşım kullanmış ancak sistem, işlem sırasını otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Planlamacı sistemde bulunan değiştirme modülü ile işlem sırasını ve işlem planını değiştirebilmektedir. Bu değişikliğin yapılabilmesi için; deneyimli bir planlamacı gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

Jia-Ming Shyu ve Chen [34] çalışmalarında, işlem sıralaması için en kısa zamanda ve en ekonomik üretim kriterlerini göz önünde bulundurmışlardır. Bu çalışmada işleme sırasının belirlenmesi için, parça profillerinin analizinin yanı sıra deneyimlerden elde edilen; profilin kabaca elde edilmesi, bütüncü şekil profillerinin işlenmesi, teknik özelliklerin verilmesi ve son işleme şeklinde bir yol takip edilmektedir. Çizelge 2.4 'te bu çalışmadaki işlem sıralama mantığı görülmektedir.

Pande ve Palsule [22] GCAPPS 'te işlem sıralaması için geriye doğru zincirleme yaklaşımını kullanmışlardır. İşleme operasyonlarının belirli bir sıraya göre yapılması için işletmelerde kullanılan ve tecrübelerle dayalı üretim kuralları kullanmışlardır. Varyant bir yaklaşım olan GCAPPS, iş parçalarını parça ailelerine ayırmıştır ve kullanılan üretim kuralları her parça ailesi için farklıdır.

Ssemakula ve Rangachar [67] işlem sıralamada, takım değiştirme ve toplam işlem zamanının minimize edilmesini amaçlayan bir yapı kullanmışlardır. Bu çalışmada, işlem sırasının belirlenmesinde zamanın maliyetten daha önemli olduğu üzerinde durulmuştur. İşleme önceliklerinin belirlenmesi için, "A gibi bir unsurun elde edilmesi amacıyla A unsuruna erişimi engelleyen diğer unsurlar, A unsurundan önce

Çizelge 2-4 JIA-MING SHYU ve CHEN tarafından kullanılan işlem sıralama yönü [34]

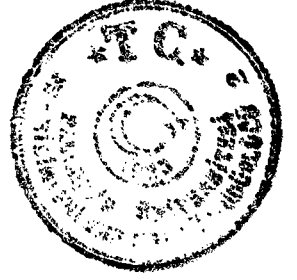


Sıra	İşlem Tipi	Sıra	İşlem Tipi
a	Kaba alın tornalama	i	Dış ince tornalama
b	Dış kaba tornalama	j	Dış fatura
c	Merkez deliği	k	Dış kanallar
d	Delme	l	Dış Vida açma
e	İç kaba tornalama	m	İç vida açma
f	İç ince tornalama	n	Alın kanallar
g	İç fatura	o	Kama yuvası vb.açılması
h	İç kanallar	p	Kesme

işlenecektir" gibi çeşitli kısıtlamalar ve üretim kuralları kullanılmıştır. İşlem sıralama için, her operasyona bir ağırlık faktörü verilmiş ve bu işlemin sonunda bir kaç olası işlem sırası tesbit edilmiştir. En iyi işlem sırasının belirlenmesinde yüksek ağırlığa sahip olan işlem sıralaması tercih edilmektedir. Bu çalışmada işlem sıralaması yapılırken, talaş kaldırma işlemlerinin yapılacağı takım tezgahı, kullanılan kesici takımlar ve oluşan kesme kuvvetleri de dikkate alınmıştır. Yazılımın oluşturulmasında yapay zeka teknikleri kullanılmıştır.

Akkurt ve Sevinç [68] CAPP-MİL isimli çalışmalarında, iş parçası yüzeylerini ana ve ikincil yüzeyler olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Bunlardan ana yüzeylere (silindirik, konik, kavis yüzeyler ve alın), istenilen işleme yüzey kalitesine göre uygulanacak standart işlemler belirlenerek, iş parçası profilini oluşturacak kaba ve ince işlemler belirlenmektedir. Bunu takiben kanallar ve diğer ikincil yüzeylerin işlenmesi tamamlanmaktadır. CAPP-MİL, CNC tezgahların yanı sıra konvansiyonel takım tezgahları da düşünülerek oluşturulmuş bir çalışmadır.

Hinduja ve Huang [69] OP-PLAN adını verdikleri çalışmalarında sadece NC tezgahlar için işlem sırasını belirlemişlerdir. İş parçasının aynaya bağlama yöntemi ve aynaya bağlama sayısı işlem sıralamasını değiştirdiğinden, işlem sıralamasında, bu faktörleri göz önünde bulundurmuşlardır. Sistemde işlem sıralamada kullanılan genel karar mekanizması, iş parçasının aynaya bağlanma sayısı dikkate alınarak Şekil 2.10'da görüldüğü gibi bir ağaç yapısı oluşturulmuştur. Ağaç yapısı aşağıda verilen yöntem ile oluşturulmuştur;



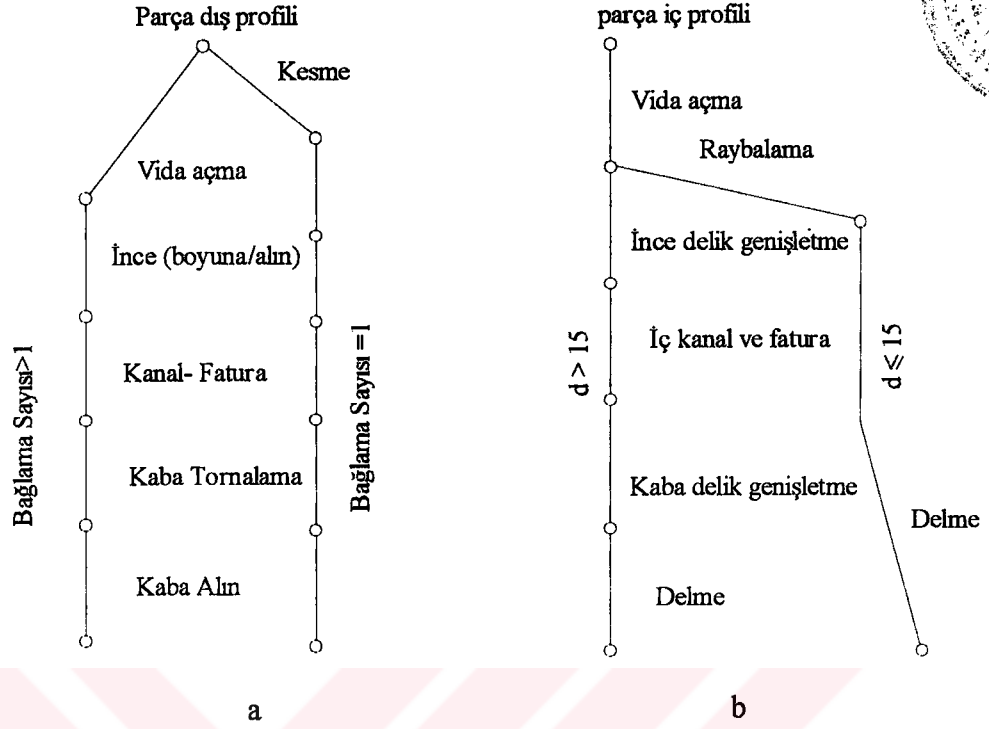
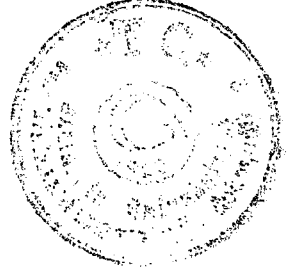
1. Unsurun tanımlanması,
2. İşlem tipinin belirlenmesi ve işlenecek hacmin oluşturulması,
3. İş parçası geometrisinin değiştirilmesi.

Bu işlem, iş parçası üzerindeki bütün unsurlar için tekrarlanır.

OP-PLAN 'da, imalat açısından işlemlerin sıralanması için üç genel kuraldan yararlanılmıştır. Birinci kural; bir unsur kaba işlemler tamamlanmadan önce ince tormalanırsa, kaba işlemler sırasında ortaya çıkan büyük kesme kuvvetleri ince işlenen unsura hasar verebilecektir. Bu nedenle bütün kaba işlemler önce yapılmalıdır. İkinci kural; referans yüzeylerin öncelikli olarak işlenmesi gerekir. Sonuncu kural ise; parçada delik varsa delme işlemi önce gerçekleştirilmelidir şeklindedir. Aksi takdirde, önce bütün dış kaba işlemler gerçekleştirildiğinde parça rijitliğinin azalması nedeniyle delik işlemleri sırasında parça deforme olabilecektir. Bu kurallara göre OP-PLAN daki işlem sıralama, kuralları aşağıdaki verildiği şekildedir.

1. Planlanan unsur bir iç unsur ise delme işlemiyle mümkün olduğunca büyük miktarda malzeme kaldırılmalı
2. Dış profilleri boyuna veya alın tormalama veya her ikisiyle kaba işlenmeli
3. Bütün dış kanalları işlenmeli
4. Bütün dış faturaları işlenmeli
5. Delik genişletme ile elde edilemeyen iç profiller için delme işlemi yapılmalı
6. İç profiller kaba tormalanmalı
7. Bütün iç kanallar işlenmeli
8. Bütün iç faturalar işlenmeli
9. Dış profiller ince tormalanmalı
10. Dış yüzeydeki vidalar açılmalı
11. Delik genişletme ile ince işlenemeyen iç yüzeyleri raybalanmalı
12. İç yüzeyleri ince tormalanmalı
13. İç yüzeydeki vidalar açılmalı
14. Parça sadece aynada tutuluyorsa kesilmeli

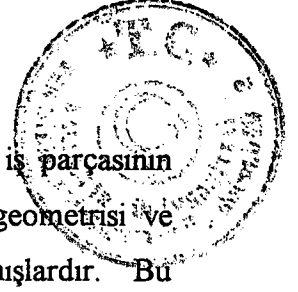
OP-PLAN, işlem sıralamada otomatik olup hiç bir etkileşim söz konusu değildir ve aynı kategorideki çalışmalar arasında en iyilerden biri olarak gösterilebilir. Ancak, bu sistemin dezavantajları; işlem sıralamasında kullanılan bağlama sayısının fazla olması, her kanal veya faturanın tek bir takım ile işlenmesi kabulü ve iç içe kanalların işlenmesinin dikkate alınmamış olmasıdır.



Şekil 2-10 OP-PLAN 'da kullanılan iç ve dış profiller için karar ağacı [69]

Giusti ve Santochi [61] işlem sıralamasında, iş parçasının teknolojik gereksinimlerini (yüzey kalitesi, paralellik, silindiriklik vb) unsurların üretilebilirliğini, tezgah ve bağlama elemanları kısıtlamalarını dikkate almışlardır. Bilgi tabanlı bir sistem olan KAPLAN 'da işlem sıralama, otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Juri, Sa ve Pennington [70] yaptıkları çalışmada iş parçasının işlem sırasının belirlenmesi için, iş parça üzerindeki unsurları temel ve ikincil unsurlar olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Dış yüzey üzerindeki işlemler için temel unsurlar; alın ve boyuna tornalama işlemleri, iç tornalama için ana unsurlar; delme, delik genişletme ve raybalama şeklinde ayrılmıştır. İş parçası üzerindeki pah kırma, dip köşe radyüsü oluşturma gibi işlemler ikincil unsurlar olarak sınıflandırılmıştır. İşlem sıralamasında kaba ve ince işlemler ayrıca değerlendirilmiştir. Buna göre; yüzey pürüzlülüğü değeri $6.3 \mu\text{m}$ ise bu yüzey kaba işlem gerektiren, yüzey pürüzlülüğü değeri $1.6 \mu\text{m}$ ise bu yüzey ince işlem gerektiren yüzey olarak tanımlanmıştır. İş parçası üzerindeki yüzey pürüzlülüğü değeri $0.4 \mu\text{m}$ gibi çok hassas yüzey ise bu yüzeyin taşlanması gerektiğini dikkate almışlardır.



Işık ve Mileham [71] BEPPS-ROT adını verdikleri çalışmada iş parçasının işlem sırasının belirlenmesi için iş parçası üzerindeki unsurları takım geometrisi ve takım hareketine göre aksel ve radyal olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Bu gruplar, temel ve ikincil unsurlar olmak üzere kendi aralarında da alt gruplara ayrılmıştır. BEPPS-ROT 'ta işlemlerin sıralanma bilgisi için hem tasarım-imalat bilgileri hem de işleme önceliği kuralları bilgi tabanında bulunmaktadır. Öncelik kuralları, genel olarak IF THEN yapısı kullanılarak oluşturulur. Yapılan bu çalışmada, geometrik profil sıralama kurallarından yararlanılmış ve bu kurallar aşağıda belirtilen sınırlamalara dayalı öncelikli kurallara ayrılmıştır. Sözü edilen kısıtlamalar:

1. Takım tezgahı kısıtlamaları,
2. İş parçası bağlama yöntemi kısıtlamaları,
3. Geometrik kısıtlamalar,
4. Kesici takım kısıtlamalarıdır.

BEPPS-ROT 'ta otomatik işlem sıralama modülünde (Afom); iş parçasının aynaya bağlama sayısı da dikkate alınarak, iş parçasının aynaya her bağlanması için ilk olarak dış profiller sıralanmıştır. İşlem sıralamasının tamamlanabilmesi için bu işlemi takiben aksel temel profiller, daha sonra radyal ikincil ve son olarak aksel ikincil profillerin sıralanması gerçekleştirilmektedir.

Korde ve ç.a. [72] çalışmalarında uzman sistem mantığını kullanarak geliştirdikleri BDSP sisteminde, işlem sıralaması için bir tek sıralama yerine, belirli kaynakları dikkate almaksızın olası bir çok sıralamalar belirlemişlerdir. Belirlenen bu sıralamalar arasındaki en iyi işlem sırası bazı kısıtlamaların göz önüne alınmasıyla belirlenmektedir. Bu kısıtlamalar:

1. İmalat unsurlarına bağlı olarak bir unsurun üretilebilirliğini belirleyen *erişebilirlik kısıtlaması*,
2. Daha önce işlenen unsurların gerekli özelliklerinin bozulmamasıyla ilgili, *tahribatsızlık kısıtlaması*. Örneğin; bir vida açma işlemi kendisine komşu kanaldan sonra gerçekleştirilmelidir,
3. Bir parçanın belirli toleranslarda işlenmesiyle ilgili olarak, *bağlama elemanları kısıtlamaları*,
4. Parçanın işlenmesi sırasında meydana gelen deformasyonun izin verilebilir sınırdan olması ile ilgili olarak, *denge kısıtlamalarıdır*.



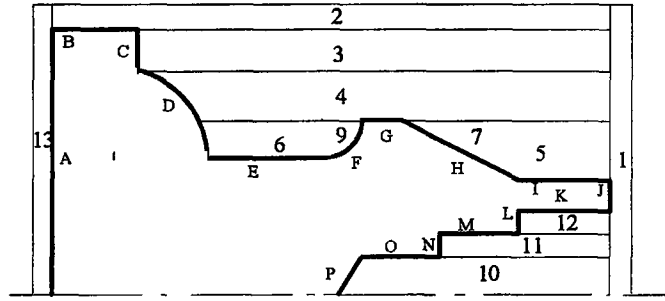
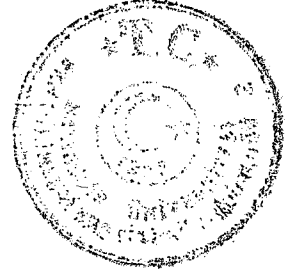
Bu kısıtlamalardan 1 ile 2, 3 ile 4 aynı anda düşünülebilmektedir. Bu kısıtlamaların değerlendirilmesiyle ve kesme zamanı ve ayar zamanının minimize edilmesiyle en iyi işlem sıralaması belirlenmektedir.

Filiz ve ç.a. [73] işlem sıralamasının belirlenmesi için iş parçasını sağ, sol ve ara bölge olmak üzere üç temel bölgeye ayrılmışlardır. İşlem sıralarının belirlenmesinde aynı kesici takımın kullanılmasını gerektiren işlemler, işlenebilirlik göz önünde bulundurularak ardışık halde sıralanmaktadır. Bunun nedeni, en az kesici takım değiştirilmesi sağlanarak birim zamanda üretilen parça sayısının artırılması isteğine dayanmaktadır. Bu çalışmada iç unsurlar, Şekil 2.11 'de görüldüğü gibi en son işlenen unsurlardır. Bu durumda işleme esnasında oluşan talaş kaldırma kuvvetleri nedeniyle parça rijitliğinin azalması dolayısıyla parçada deformasyonların oluşması söz konusudur.

Kayacan ve Filiz [65] kesici takımın en az boşa gezmesi ve en az kesici takım değişikliği için işlem sıralaması üzerinde durmuştur. RIL-Z adı verilen işlem sıralama metodunda, iş parçası iç ve dış yüzeyler olmak üzere iki temel gruba ve bu iki temel grubu da sağ, orta ve sol bölge olmak üzere alt gruplara ayrılmıştır. Buna göre işlenebilirliği göz önünde bulundurularak sırasıyla dış sağ, orta ve sol bölgelerin işlem sıralamasını belirlemiştir. Bunu takiben iç sağ, orta ve sol bölgelerin işlem sıralaması tespit edilmiştir.

RIL-Z 'deki işlem sıralama metodunda iş parçasının işlenmesi için önce bütün dış yüzeyler sonra bütün iç yüzeyler işlenmektedir. Burada iş parçasının aynaya bağlama sayısının artması dolayısıyla işlem zamanının artması söz konusudur.

Pande ve Desai [59] silindirler, konikler veya arklardan oluşan dış temel unsurların işlem planını elde etmek için takımlığa monte edilmiş tornalama takımlarını da dikkate alan çalışmalarında, her tornalama operasyonunu punta tarafından aynaya kadar ulaşılabilirlik için kontrol etmişlerdir. Bu çalışmada, seçilen her operasyona, işleme sırasında beklenen öncelik ilişkisine dayandırılan bir ağırlık faktörü atanır.



Şekil 2-11 Filiz ve ekibi tarafından kullanılan örnek iş parçası ve işlem sıralaması [65]

Bunlar; tipik olarak vida açma işleminden önce gelen kaba tornalama, delik açma işlemini takibeden iç pah kırma, parçanın kesme işleminden önce gelen ön işleme gibi durumları içerir. Bu öncelikli ilişkiler, gerçek endüstriyel atölyelerde yürütülen çalışmalar dikkate alınarak hazırlanmış ve EXTURN adı verilen sistemde depolanmıştır. Daha küçük ağırlık gereksinimli operasyonun daha önce uygulanması gerektiği dikkate alınmıştır. Ağırlıklar atandıktan sonra mantıksal bir sırayı türetebilmek için artan bir sırada sınıflandırılma yapılmıştır.

Çakır ve Oral [74] dönel iş parçalarının imali için işlem sıralaması çalışmalarında, iş parçalarının sadece dış yüzeylerini dikkate almışlardır. Yapılan bu çalışmada, iş parçasının iç yüzeyleri dikkate alınmamıştır. Kullanılan işlem sıralama mantığı, endüstride kullanılan üretim kurallarını dikkate almaktadır. İş parçasının işlem sırasının oluşturulabilmesi için, parçanın tezgaha bağlama yöntemi, aynaya bağlama sayısı, boyutları, imalatta kullanılacak kesici takımlar, kesme kuvvetleri gibi kısıtlamalar dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın sadece dış yüzeyler için yapılmış olması sistemin dezavantajı olarak göze çarpmaktadır. Ancak, çalışma daha sonra iç yüzeyleri de içerecek şekilde genişletilmiştir.

2.7 Süreç Planlama Sistemleri

Bu bölümde, daha önce konu edilen süreç planlama fonksiyonlarının bir bütününü olan ve geçmişten günümüze kadar yapılan süreç planlama sistemleri incelenecektir.



Bilgisayar destekli sistemlerin ortaya çıkışı ile birlikte BDSP 'nin yönü ve uygulaması bu düşüncenin ortaya atılmasından bu yana büyük ölçüde değişmiştir. Konunun önemine ilk değinen araştırmacılardan biri olan ve bilgisayarların işlem planlamasında kullanılabilceğini öne süren Niebel (1965) olmuştur. 1965 yılından bu yana, pek çok araştırmacı bu konu üzerinde çalışmış ve bir takım eksikliklerine rağmen yapılan çalışmalar endüstrinin hizmetine sunulmuştur [75]. Bu bölümde, yapılan bu çalışmalardan özellikle dönel parçalar için hazırlanan BDSP sistemleri incelenecektir.

CAPP, Link tarafından McAuto isimli firma tarafından geliştirilmiştir. Hem prizmatik hem de dönel parçalar için kullanılabilen süreç planlama sistemidir. CAPP standart FORTRAN ile oluşturulan veri tabanı yönetim programıdır. Veri tabanı için sağlanan yapı, düzeltme ve düzenleme yeteneklerine sahiptir. Parça sınıflandırma ve kodlama işlemleri kullanıcı tarafından sisteme ilave edilebilmektedir. CAPP, varyant sistemlere örnek olarak verilebilir [76]. Bu çalışmada, işlem sırası otomatik olarak belirlenirken, imalatın yapılacağı takım tezgahı seçimi, kesici takım seçimi ve iş parçası bağlama yöntemlerinin seçimi otomatik olarak gerçekleştirilmemektedir [8].

CAPPS, Berlin Teknik Üniversitesi Takım Tezgahları ve İmalat Enstitüsü 'nde dönel parçaların süreç planlaması için geliştirilmiştir. Geliştirilmesindeki temel amaç farklı firmalarda süreç planı ihtiyaçlarına yanıt verebilmesi isteğidir. Bu amaçla, klasik ve NC takım tezgahlarında kullanılabilcek standardize edilmiş ve çok farklı şekle sahip iş parçalarının süreç planlarının oluşturulabilmesine çalışılmıştır. Sistem süreç planlarını otomatik olarak gerçekleştirmesine rağmen, süreç planı üzerindeki son kararın verilmesi için plan üzerinde değişiklik yapılması da dahil olmak üzere kullanıcı ile etkileşim modülüne sahiptir [76]. Sözü edilen etkileşimin sağlanabilmesi için deneyimli bir planlamacıya gereksinim vardır.

Ewersheim ve ç.a. tarafından geliştirilen AUTAP ve AUTAP-NC, Almanya 'da RWTH Aachen Üniversitesi 'nde Üretim Mühendisliği ve Takım Tezgahları Laboratuvarı 'nda dönel parçalar için geliştirilmiş BDSP sistemidir. AUTAP ve AUTAP-NC birbirine benzer yapılar taşımakla birlikte AUTAP-NC, AUTAP 'tan



farklı olarak parça programları da üretmektedir. AUTAP, Almanya'da farklı fabrikalar tarafından imalat dökümanlarının oluşturulması için halen başarıyla kullanılan tümleşik bir sistemin parçasıdır. AUTAP hamparçanın belirlenmesi, işlem sırasının belirlenmesi, takım tezgahının belirlenmesi, tahmini zaman hesabı, operasyon bilgilerinin belirlenmesi gibi işlemleri yapabilmektedir. AUTAP-NC, imalat bölümlerinin belirlenmesi, takımların ve kesme parametrelerinin belirlenmesi, ayna seçimi, imalat sırasının belirlenmesi ve parça programlarının belirlenmesi işlemlerini gerçekleştirmektedir [15,76]. Bu çalışmada, takım tezgahı seçiminde sadece iş parçasının çapı ve uzunluğu dikkate alınmıştır.

Sack tarafından 1982 'de oluşturulan CMPP, silindirik parçaların işlenmesi için yapılmış üretken süreç planlama sistemidir. Sistem dört aşamada çalışmaktadır. Bunlar: Operasyon özetinin oluşturulması, her operasyondaki bütün kesme derinlikleri için referans yüzeylerin boyutlandırılması, her operasyonda bütün yüzeyler için toplam talaş miktarı, toleransların ve işlenen boyutların tespiti, süreç planının oluşturulmasıdır. CMMP 'de yukarıda verilen dört işlem otomatik olarak gerçekleştirilirken, takım tezgahı seçimi, kesici takım seçimi ve iş parçası bağlama yöntemi seçimi otomatik olarak gerçekleştirilmemektedir.

EXCAP, simetrik dönel parçalar için bilgi tabanlı uzman süreç planlama sistemidir. Bilgi temsili, kural tabanlı üretim sistemlerinden oluşmuştur. Geriye doğru zincirleme tekniklerini kullanır. EXCAP-A, EXCAPY ve EXCAP-P gibi üç sürümü geliştirilmiştir. EXCAP-A, sınırlı sayıdaki tornalama işlemleri için kullanılmıştır. EXCAP-Y, daha fazla tornalama operasyonu için otomatik işlem planları üretmektedir, EXCAP-P, diğer çalışmalara ilave olarak kama kanalı, kör delik gibi işlemleri içermektedir. [77]. EXCAP varyant bir sistem olduğundan planlama zamanı üretken sistemlere göre uzundur. EXCAP, karmaşık parçalar için plan üretmez [78].

GCAPPS, Pande ve Palsule [22] tarafından dönel parçalar için geliştirilmiş üretken tip süreç planlama sistemidir. Parça geometrisi tanımı, işleme operasyonlarının otomatik seçimi ve sıralanması, işlem parametrelerinin seçimi, zaman-maliyet hesapları ve rapor oluşturma modüllerinden oluşmaktadır.



GCAPPS 'de takım tezgahının seçimi kullanıcı etkileşimi ile yapılmaktadır. Ayrıca, pah ve radyüslerin işlenmesi için ayrı ayrı kesici takım seçimi yapılmaktadır. Bu ise, fazla takım seçimi ve fazla takım değiştirme zamanına yol açacaktır. Sistemde, oluşturulan plan üzerinde değişiklik yapılabilmesi için bir yapı vardır. Bu ise, deneyimli bir süreç plancısı tarafından yapılabilmektedir.

Tulkoff 'un 1981 'de oluşturduğu GENPLAN, en önemli üretken sistemlerden biridir. GENPLAN imalat ve montaj için olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. GENPLAN 'ın imalat işlemlerinde kullanılan bölümü hem prizmatik parçaların hem de dönel parçaların süreç planlarının oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Varyant ve üretken tip olarak kullanılabilir [8,9,15,17]. İşlem sırasının oluşturulmasında etkileşimli olup bu etkileşim deneyimli bir süreç plancısı gerektirmektedir. Ayrıca bu sistem ile iş parçası bağlama elemanlarının seçimi otomatik olarak gerçekleştirilmemektedir [8].

SIPP, Mayrland Üniversitesi 'nde Nau ve Chang (1985) tarafından yarı-zeki süreç planlama sistemi olarak geliştirilmiştir. Bilgi tabanlı üretken bir süreç planlama sistemidir. Bilgi tabanı; işlenebilecek yüzeyler, değişik işleme operasyonları yetenekleri, veri kontrol yapıları ve minimum maliyet için plan yöntemleri gibi bilgilerden oluşmuştur. SIPP, PROLOG ile yazılmıştır [76-78]. Bu çalışmada, takım tezgahı seçimi, kesici takım seçimi ve iş parçası bağlama elemanlarının seçimi otomatik değildir [8].

PROPLAN, Mouleswaran [79] tarafından geliştirilmiş olup dönel parçalar için süreç planlama sistemidir. Sistem; operasyonları, takımları, takım tezgahlarını, işleme verilerini otomatik olarak seçmektedir. Parça tanımlamak için özel bir dil kullanmıştır. Unsur tanıma modülü grafik tabanlıdır. Üretim kuralları, ileriye ve geriye zincirleme tekniklerinin ikisinin kullanımına dayalı bilgi temsili için kullanılır. Proplan 'da, iş parçası bağlama yöntemi seçimi yapılmamış olup, iş parçasının sadece aynaya bağlanarak işlenebilmesi mümkündür. Ayrıca, Proplan 'da, iç içe kanal ve aksenal kanalların planlaması ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Sistem, karmaşık şekilli iş parçalarının planlanması için uygun değildir [78].



TURBO-CAPP, Wang ve Wysk tarafından (1987) geliştirilen yapay zeka temelli süreç planlama sistemidir. Sistem beş modülden oluşmuştur. Bunlar:

1. İşleme yüzeylerinin tanımlanması,
2. İşlem seçimi ve sıralanması,
3. NC kod üretimi,
4. Bilgi kazanımı,
5. Veri tabanı yönetimi

olarak sıralanmaktadır. PROLOG dili ile yazılmış en karmaşık yapay zeka temelli BDSP sistemi olarak tanımlanabilir [15,24]. Turbo CAPP 'de iş parçası bağlama yöntemi seçimi ve hamparça boyutlarının seçimi otomatik değildir.

KAPLAN, Giusti ve Santochi [61] tarafından geliştirilen bu sistem dönel parçaların süreç planlaması için bilgi temelli yaklaşım kullanmıştır. Unsur tanımlamada geometrik ve teknolojik gereksinimler sisteme etkileşimli olarak girilmektedir. Kesici takımları, işleme sırasını, iş parçası bağlama elemanlarını otomatik olarak, takım tezgahını etkileşimli olarak seçmektedir. KAPLAN 'da iş parçası bağlama yöntemi olarak sadece ayna düşünülmüştür.

Cho, Lee, Ahn [81], tarafından geliştirilen "Tornalama İşlemleri için Tümlşik Süreç Planlama ve Görüntüleme " konulu çalışmada dönel parçalar ele alınmış ve imalat işlemleri için kullanılacak bir süreç planı oluşturulmuştur. Sistem; süreç planlama, süreç görüntüleme ve süreç veri yönetimi alt modüllerinden oluşmaktadır. Sistemde; imalat veri tabanı ve parça işleme veri tabanı olmak üzere iki tür veri tabanı vardır. Parça işleme veri tabanı, parça verisi ve NC programlama gibi bilgiler üzerine kuruludur. Takım tezgahı, kesici takım ve kesme koşulları, sistem tarafından imalat veri tabanından seçilir. Bu çalışmada bağlama elemanı seçimi yapılmamıştır. İş parçası sadece aynaya bağlanarak işlenmektedir.



Yukarıda kısaca özetlenen ve eksik yönleri belirtilen çalışmaların bir başka ortak eksiklikleri, içiçe kanal-fatura işlemleri için bir çalışma bulunmamasıdır.

Dönel parçaların süreç planı üzerinde yapılan diğer çalışmalar ve çeşitli özellikleri Ek-A 'da verilmiştir.





3. İŞLENEBİLİRLİK VERİLERİ ve VERİ TABANI YAZILIMI

3.1 Giriş

Bu bölümde çalışmanın kapsamı içinde yer alan, işlenebilirlik verilerinin seçimi için gerekli olan bilgiler tanımlanarak, bunların işlenebilirlik üzerine etkileri incelenecektir. Bunu takiben, tornalama işlemleri için işlenebilirlik verilerinin belirlendiği işlenebilirlik veri tabanı yazılımına yer verilecektir.

3.2 Genel Kavramlar ve İşlenebilirlik Verilerini Etkileyen Parametreler

Farklı işleme yöntemleri için kullanılan kesme parametrelerinin seçimi, süreç planlama sistemlerinde bulunması gereken modüllerden biridir. Kesme parametrelerinden kasıt, kesme hızı, ilerleme ve kesme derinliği değerleridir. Bu değerlerden kesme derinliği, genellikle iş parçası geometrisi ve takım malzemesine bağlıdır. Bu nedenle kesme koşullarının belirlenmesindeki problem, kesme hızı ve ilerleme değerinin tespitine indirgenmektedir [82].

İşlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde 2. Bölümde de ifade edildiği gibi üç yöntem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; işlenebilirlik verilerinin, tezgah operatörünün veya bu alanda deneyimli kişilerin deneyim ve sezgilerine dayalı yöntem olup, bu yöntemin kullanımı halinde uygun sonuçların kullanılamaması riski vardır. İkincisi; işlenebilirlik verilerinin bu amaç için hazırlanan el kitapları veya kesici takım imalatçılarının tavsiyelerine dayalı yöntemdir. El kitaplarından elde edilen kesme hızı ve ilerleme değerleri daha çok başlangıç değerleri olup kaba sonuçlar vermektedir. Buna rağmen, sayısal denetimli (SD) tezgahlar için, işlenebilirlik verilerinin en önemli kaynağı, hala işlenebilirlik verileri el kitaplarıdır. İşlenebilirlik verileri, kesici takım kataloglarından da elde edilebilir. Ancak, burada dikkate alınması gereken önemli



bir nokta vardır; bu veriler ideal işletme koşullarına yöneliktir ve bu verilerin gerçek işletme koşullarına uyarlanması gereklidir.

İşlenebilirlik veri tabanı sistemlerinin önemi, SD tezgahların kullanımının artmasıyla büyümektedir. İşlenebilirlik verileri, BDT/BDÜ parça programlama sistemlerinde kullanılabilir. Bu sistemlerde veri depolama kapasitesinin büyük olması, farklı takım ve iş parçası malzemeleri için işlenebilirlik verilerinin depolanmasına olanak sağlamaktadır.

İşlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde kullanılan üçüncü yöntem ise, bu değerlerin bilgisayar desteğinden yararlanarak belirlenmesidir. Bu amaçla kullanılan iki yöntem söz konusudur. Birincisi; "saklama ve erişim amaçlı sistemler", ikincisi; "matematik modelleme kullanılan sistemler" olup, bu sistemler özellikle, SD tezgahların bulunduğu modern imalat sistemlerinde kullanılmaktadır.

Matematik modelleme kullanan sistemler, deneysel verilerden elde edilen işlenebilirlik verilerinden yararlanarak oluşturulan matematik modelleri kullanmaktadırlar. Bu yöntemin en büyük dezavantajı, her sistemi tam olarak temsil edebilen bir matematik modellemenin her zaman mümkün olmayışdır [27].

Bu çalışmada genel amaçlı bir sistem kurulması planlanmakta olup, TOKUROĞLU 'nun da belirttiği gibi her sistemi tam olarak temsil edecek bir modelin kurulamayabileceği düşüncesiyle, saklama ve erişim amaçlı bir sistem kurulmuştur. Bu nedenle matematik modelleme amaçlı sistemlere değinilmeyecektir. Konu ile ilgili geniş bilgi [30,36,37,45] nolu kaynaklarda bulunabilir.

SD 'nin en önemli avantajlarından biri takım değiştirme, iş parçasının tezgaha bağlanması ve tezgahtan sökülmesi gibi işlem dışı zamanların azaltılmasıdır. SD tezgahlarda, ham parçanın tezgaha bağlanışından ürünün elde edilmesine kadar geçen zamanın büyük bir bölümü, esas işleme zamanıdır. Aynı kesme koşullarının kullanıldığı klasik tezgahlar ile SD tezgahların yaptığı bir iş karşılaştırıldığında, her



ikisinde de esas işleme zamanı aynı olmakla birlikte klasik tezgahla üretim sırasında işlem dışı zamanların fazla oluşu nedeniyle üretim zamanı fazla olmaktadır [30].

İşlenebilirlik veri tabanı sistemleri, bir iş parçasının üretiminde kullanılacak kesme hızı ve ilerleme için genel önerilerde bulunduğundan kullanışlıdır. Önerilen koşullar, bir işin tamamlanabilmesi için zamanın azaltılıp üretim miktarının arttırılmasında önemli bir potansiyel olabilir. İşlenebilirlik verilerinin elde edilmesinde aşağıdaki faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir.

1. İş parçası
2. İşlem tipi
3. Kesici takım
4. Takım tezgahı

İş parçası karakteristikleri; malzeme, tipi, kimyasal bileşimi, üretim şekli (döküm, dövme, haddelenmiş, vb.), ısıl işlem durumu (temperlenmiş, tavllanmış, yaşlandırılmış, vb.) ve sertlik gibi değerlerden oluşmaktadır.

İşlem tipi, işlenebilirlik verilerini etkileyen faktörlerden biri olup, silindirik tornalama, alın tornalama, delme, delik genişletme, form tornalama, vida çekme, vb. şeklinde değişik işleme operasyonlarını içermektedir.

Kesici takım parametreleri; takım malzemesi(HSS veya sinterlenmiş karbür), takım malzemesinin kimyasal özellikleri, takım tipi (tek kesici ağızlı veya delme takımı gibi), takım tutturma sistemi, vb.gibi bilgileri içermektedir.

Takım tezgahı parametreleri; tezgah rijitliği, gücü, fener mili hızı, ilerleme oranları ve hassasiyeti gibi teknolojik bilgileri içermektedir.

İşlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde, yukarıda ana başlıklar halinde verilen değerlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu parametrelerin işlenebilirlik üzerine etkileri aşağıda tanımlanmıştır.



3.2.1 İş Parçası Malzemesinin İşlenebilirlik Verileri Üzerine Etkisi

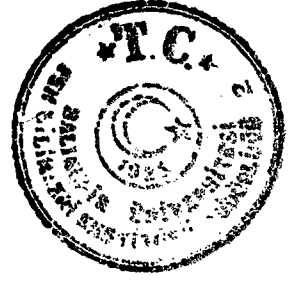
Talaş kaldırma sırasında malzemelerin gösterdikleri davranışlar farklıdır. Bu farklılık talaşlı imalat yöntemleriyle ile işlenme yeteneği olarak tanımlanmıştır. Malzemelerin işlenebilirlikleri, genellikle kesme hızına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte işlenebilirliklerinin belirlenmesinde, iş parçasının kimyasal bileşenleri, mikro yapısı, sünekliği, sertliği ve mukavemeti gibi mekanik özelliklerin de dikkate alınması gerekir.

3.2.1.1 Kimyasal Bileşenlerin İşlenebilirliğe Etkileri

İmalat alanında yüzlerce metalik ve bir o kadar da metalik olmayan malzeme kullanılmaktadır. En fazla kullanılan metal alaşımları arasında; çelikler, dökme demirler, bakır alaşımları, alüminyum ve nikel alaşımları sayılabilir. Bu malzemeler arasında, en fazla kullanılan metal grubunu çelikler oluşturmaktadır.

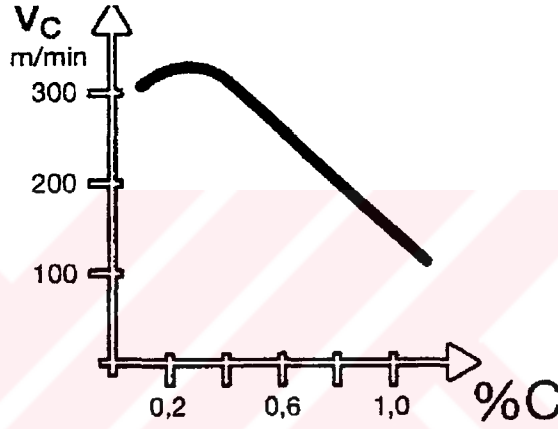
Çelikler % 0.005-%2 arasında C içeren FeC alaşımıdır. Çelik içerisindeki karbon yüzdesi %0.3'e eşit olduğunda işlenme yeteneği maksimum iken bu değer üstüne çıktıkça ve altına inildikçe işlenme yeteneği azalır. Düşük karbonlu çeliğin işlenebilirliği zordur. Bunun nedeni, bu malzemelerin düşük sertliğe ve yüksek sünekliğe sahip olmalarıdır. Bu ise işlenebilirlik için negatif faktördür, çünkü; talaşın takıma yapışarak takım ömrünü düşürmesi ve talaşın takıma yapışması sonucunda iş parçasının yüzey kalitesinin bozulması söz konusudur. Çelik içerisindeki karbon, çeliğin sertliğine ve işlenebilirliğine etki eden bir element olarak göze çarpmaktadır (Şekil 3.1). Diğer alaşım elementlerinin işlenebilirlik üzerine etkileri Çizelge 3.1 'de özetlenmiştir [83].

Kükürt (S), fosfor (P) ve normal olarak çeliğin bünyesinde bulunmayan kurşun (Pb) işlenebilirlik yeteneğini arttıran elementler olarak gösterilebilir. Bu nedenle işlenme yeteneğini arttırmak için çeliğin bünyesine bir miktar kurşun, kükürt ve fosfor ilave edilir. Bu çelik türüne, otomat çelikleri adı verilmiştir.



Çizelge 3-1 Alaşım elementlerinin işlenebilirliğe etkileri [83]

Negatif Etkili Elementler	Pozitif Etkili Elementler
Mn	Pb
Ni	S
Co	
Cr	
V	
C < %0.3	C %0.3-%0.6
C > %0.6	
Mo	
Nb	
W	

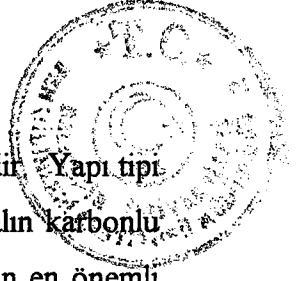


Şekil 3-1 Karbon oranının işlenebilirliğe etkisi [83]

Demir olmayan hafif metaller ise genellikle daha kolay işlenir. Örneğin; alüminyumun işlenme yeteneği çeliklerin işlenme yeteneğinden 5-6 kat daha iyidir [28].

3.2.1.2 Mikroyapının ve Sertliğin İşlenebilirlik Üzerine Etkisi

Malzemelerin sertliği arttıkça işlenebilirlikleri de azalmaktadır. Örneğin, yüksek alaşımlı ve paslanmaz çeliklerin işlenebilme yetenekleri çok düşüktür. Bunun nedeni, bu tür çeliklerin bünyesinde işlenebilirliği olumsuz yönde etkileyen manganez, nikel gibi alaşım elementlerinin bulunması ve bu gruba giren çeliklerin sert bir yapıya sahip olmalarıdır [28].



Malzemenin mikroyapısı da işlenebilirliği etkileyen faktörlerin biridir. Yapı tipi ile ilişkili olarak malzeme mukavemeti ve sertlik özelliği de değişir. Yalın karbonlu çeliğe sertlik özelliği veren bileşen karbürdür. Karbon, karbon çeliklerinin en önemli alaşım elementi olup, karbon miktarı ve diğer alaşım elementleri mikroyapı üzerine etkide bulunurlar. Karbon oranındaki değişime paralel olarak çelik içerisinde değişik mikroyapılar ortaya çıkar. Oda sıcaklığında ve ısıtılma işlemi yapılmamış çelik içerisinde, ferrit, perlit ve sementit olmak üzere üç temel mikroyapı vardır. Bu üç yapıdan perlit, ferrit ve sementitten oluşmuştur. Ferrit yumuşak ve sünek bir malzemedir. Sementit ise oldukça sert bir yapı olup ısıtılma işlemi sonucu ortaya çıkan martensitten de serttir [83]. Takım ömrü açısından en iyi işlenebilirlik ferritik çeliklerde görülmektedir. Perlitik yapılarda, perlit içerisindeki ferrit miktarı düştükçe işlenebilirlik azalmaktadır. Çizelge 3.2 'de mikroyapının ve sertliğin değişimi sonucunda, dövülebilir dökme demirin delik genişletme operasyonu için işlenebilirlik verileri verilmiştir. Çizelge ayrıca ısıtılma işleminin de işlenebilirliği ne şekilde değiştirdiğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Malzemelerin sertliklerindeki artış işlenebilirliği kötü yönde etkileyen faktörlerden bir diğeridir. Şekil 3.2 belirli bir takım ömrü için farklı sertlikteki malzemelere ait uygun kesme hızlarını göstermektedir.

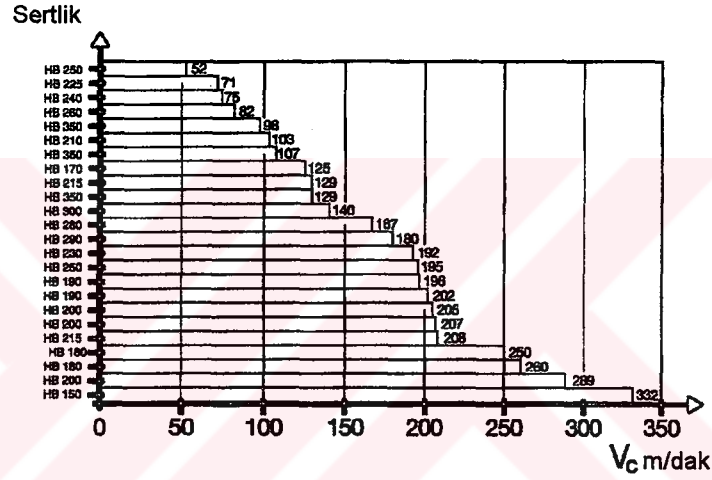
Şekil 3.2 ve Çizelge 3.2 incelendiğinde, sert ve yüksek mukavemetli malzemelerin işlenmesinde, kırılgan ve yumuşak malzemelerin işlenmesine oranla daha düşük kesme hızları seçilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

3.2.1.3 Talaş Tipinin İşlenebilirlik Verilerine Etkisi

Makina imalatında kullanılan malzemelerin işlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde dikkate alınması gereken faktörlerden biri de, talaş kaldırma işlemi sırasında oluşan talaş tipidir. Talaşlı imalatta, parça malzemesi ve kesme hızına bağlı olarak değişik talaş tipleri oluşur. Oluşan bu talaş tipleri genellikle sürekli, yapışık ve kesintili olmak üzere üç değişik karaktere sahiptirler. Sürekli talaş tipi; yüksek

Çizelge 3-2 Dövülebilir dökme demirin delik genişletme operasyonu için işlenebilirlik değerleri [84]

Malzeme	Sertlik BSD	Üretim Şekli	Paso	HSS takım		KARBÜR TAKIM				
				Hız m/dak	İlerleme mm/dev	Kaplanmamış		Kaplanmış		
						HIZ Lehimli	Sokulür	İlerleme mm/dev	Hız m/dak	İlerleme mm/dev
Dövülebilir Dökme Demir Ferritik	110-160	Dövme	0.25	58	0.075	185	215	0.15	265	0.075
			1.25	46	0.13	145	175	0.20	215	0.13
			2.5	35	0.30	115	135	0.40	170	0.30
Dövülebilir Dökme Demir Perlitik	160-200	Dövme ve Isıl İşlemli	0.25	40	0.075	135	160	0.15	205	0.15
			1.25	32	0.13	110	130	0.20	170	0.20
			2.5	24	0.30	82	95	0.40	130	0.30
Dövülebilir Dökme Demir Temperlenmiş martensit	200-255	Dövme ve Isıl İşlemli	0.25	27	0.075	80	105	0.15	145	0.15
			1.25	21	0.13	70	84	0.20	115	0.20
			2.5	17	0.30	55	66	0.40	84	0.30



Şekil 3-2 Sertlik ile kesme hızının değişimi [83]

kesme hızı ile işlenen sünek malzemelerde, yapışık talaş tipi; orta kesme hızları ile işlenen sünek malzemelerde ve kesintili talaş tipi de sert malzemelerde veya düşük kesme hızı ile işlenen sünek malzemelerde ortaya çıkar. Sünek malzemelerde sürekli talaş tipinin oluşması kesme koşullarının ve işlenen yüzey kalitesinin iyi olduğunu gösterir. Ancak, bant şeklinde bir sürekli talaşın oluşumu gerek işin bozulmasına yol açabilmesi gerekse tezgahın donanımına sarılarak tezgaha zarar verebilmesi söz konusu olduğundan tehlike oluşturabilir. Bu gibi hallerde talaşın bir şekilde kırılması gereklidir. Yapışık talaş tipi, hem takımın zamanından önce kullanılamaz duruma gelmesine hem de iş parçası yüzey kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Kırılgan talaş tipi ise, sert malzemelerde çok iyi bir yüzey kalitesi anlamına gelirken, sünek malzemelerde kötü bir yüzey kalitesi elde edilir [85]. Talaş tipinin, kesme



koşullarını ve yüzey kalitesini etkileyen bir faktör oluşu nedeniyle işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi esnasında iş parçası malzemesinin talaş tipinin dikkate alınması gereklidir.

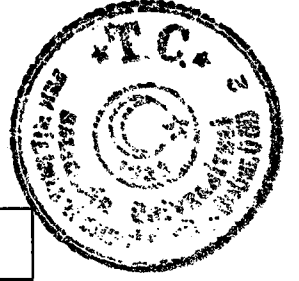
ISO malzeme sınıflandırma sistemine göre, sinterlenmiş karbür takımla işlenecek iş parçası malzemeleri, her biri uygulama alanlarına göre ayrı bir renk ile (mavi,sarı,kırmızı) ifade edilen üç belli başlı alana ayrılır (P/M/K) [83,85,86]. Bunlar;

1. **Mavi (P):** Çelik, döküm çelik, martensitik/ferritik paslanmaz çelik ve dövülebilir demir gibi "uzun talaşlı" malzemeleri simgeler.
2. **Sarı (M):** Östenitik paslanmaz çelik, ısıl dirençli malzemeler, mangan çeliği, titanyum alaşımları, alaşımlı dökme demir gibi malzemeleri simgeler.
3. **Kırmızı (K):** Dökme demir, sertleştirilmiş çelik ve alüminyum, bronz, plastik gibi demir esaslı olmayan "kısa talaşlı" malzemeleri simgeler.


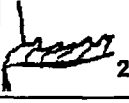

Çizelge 3.3. 'te ISO tarafından yapılan sınıflandırma sisteminin genel yapısını, Şekil 3.3, bu sınıflandırma sistemine göre, malzemelerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan talaş tiplerini göstermektedir.

Her grubu oluşturan malzeme çeşitleri, aşınma mukavemeti ve tokluğu gösteren 01, 10, 20, 30, 40 ve 50 rakamları ile simgelenmiştir. Rakamlar büyüdükçe malzemenin aşınma mukavemeti azalır ve tokluğu artar. Rakamlar küçüldükçe malzemenin aşınma mukavemeti artar, tokluğu düşer. Bu nedenle malzemelerin sınıflandırma şekli ve talaş tipinin, kesme parametrelerinin seçimi sırasında dikkate alınması gerekir.

Çizelge 3-3 ISO malzeme sınıflandırma sistemi [85]



Malzeme Sınıfı	İşlem Adı
P Çelik, çelik döküm, paslanmaz çelik, uzun talaşlı dövülebilir demir	01 Çok ince işleme
	10 Yüksek kesme hızıyla ince işleme
	20 Kopya tornalama işlemi
	30 Düşük kesme hızlarıyla kaba tornalama
	40 Çok kaba ve kesikli tornalama
	50
M Çelik, döküm çelik, mangan çeliği, alaşımlı dökme demir, östenitik paslanmaz çelikler, dövülebilir demir, otomat çeliği gibi ve malzemeler	10 Yüksek kesme hızı ile işleme
	20 Düşük kesme hızı ile işleme
	30
	40 Çok kaba ve kesikli tornalama
K Dökme demir, kısa talaşlı dövülebilir demir, sertleştirilmiş çelik, demir esaslı olmayan metaller	10 Yüksek yüzey kalitesi
	20 Yarı ince -yarı kaba
	30 Kaba ve kesikli işleme Düşük kesme verileriyle işleme

Talaş Tipi	ISO
	P
	M
	K

Şekil 3-3 ISO sınıflandırma sisteminde malzemelerin talaş tipleri [83]

3.2.2 İşlem Tipinin İşlenebilirliğe Etkisi

İşlenebilirlik verilerinin belirlenmesinde, iş parçası üzerinde yapılacak olan operasyona uygun değerlerin seçilmesi gereklidir. Aksi halde, yapılacak olan üretim ekonomik olmayacaktır. Örneğin; bir delme işleminde kullanılan kesme hızı, kaba tornalama veya ince tornalamada kullanılamaz.



3.2.3 Kesici Takımın İşlenebilirliğe Etkisi

Bir malzemenin işlenebilirliği bu malzemenin talaşlı imalat sırasında kullanılacak kesme parametreleriyle yakından ilişkilidir. Kesme parametrelerinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden biri de işlem tipine göre seçilen kesici takımdır. Kesici takıma ait kesme parametreleri sadece kesici malzemesine bağlı değildir. Çünkü, burada kesici malzemesinin yanısıra, kesici ucun takım tutucuya bağlanma şekli ve kesici ucun kaplanmış veya kaplanmamış olması da kesme parametrelerini etkileyen faktörlerdir.

Bir malzeme için delik genişletme operasyonunda yüksek hız çeliği (HSS) kullanılması halinde kesme hızlarının düşük olmasına karşın karbür takım ile kesme hızları daha yüksek değerler alabilmektedir. Kesici uç, takım tutucuya lehimleme ile sabitlenmişse, lehim mukavemetinin yetersiz olması nedeniyle, vidalı veya sıkıştırılmalı bir sistem ile tutturulan (değiştirilebilir) kesici uca göre daha düşük kesme hızlarında kullanılmaktadır. Kesicinin kaplanmış veya kaplanmamış olması da işlenebilirliği etkileyen diğer bir faktördür. Kaplanmış kesiciler ile daha yüksek kesme hızlarında çalışılabilmektedir.

Kaplanmış kesici uçların daha yüksek kesme hızlarında çalışabilmesinin nedeni, kaplama sayesinde kesici ucun sertliğini yüksek sıcaklıklarda koruyabilmesidir. Bunun yanısıra kaplama malzemesinin (TiN, TiC, Al₂O₃ vb.) yüksek aşınma direncine sahip olması, takım ile talaş arasındaki sürtünmenin azalması gibi nedenlerden dolayı takımın ömrü daha uzundur [87].

TiN kaplamalı kesici takımların düşük kesme hızlarında kullanılması halinde, kesici uçta oluşan yığılma kenar, kaplamanın yanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle düşük kesme hızlarında çalışılması halinde, uygun bir kesme sıvısının kullanılması şarttır [87].



3.2.4 Takım Tezgahı Parametrelerinin İşlenebilirlik Üzerine Etkileri

İş parçasının üretiminde kullanılacak takım tezgahının gücü ve maksimum devir sayısının, belirlenecek olan kesme parametrelerine uygun olması gerekir. Fener mili devir sayısının belirlenen kesme hızına ve tezgah gücünün yapılacak işleme uygun olması gerekmektedir. Kesme hızı ifadesi;

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad (3.1)$$

eşitliğinden hesaplanabilir ve bu eşitlikte;

V	:Kesme hızı	(m/dak)
D	:İş parçasının çapı	(mm)
n	:Fener mili devir sayısı	(dev/dak)

şeklindedir [85].

Verilen bir kesme hızı değeri için, fener mili devir sayısı iş parçası çapına bağlı olarak, tezgahın maksimum devir sayısını aşmamalıdır. Bu devir sayısı aşıldığı takdirde kesme hızı azaltılmalıdır.

Bunun yanısıra belirlenen kesme hızı, kesme derinliği ve ilerleme değerleri kullanılarak hesaplanan güç, gerçekleştirileceği takım tezgahının gücünü aşmamalıdır. Aksi bir durum halinde, kesme parametrelerinin tekrar gözden geçirilmesi gerekecektir. Kesme gücü;

$$P = \frac{V_c a_p k_c f}{60037.2} \quad (3.2)$$

ile ifade edilmektedir [83]. Burada;

P	:Tezgah gücü (kW)
a_p	:Kesme derinliği (mm)
V_c	:Kesme hızı (m/dak)
f	:İlerleme (mm/devir)
k_c	:Parça malzemesi için özgül kesme kuvveti (N/mm ²)



şeklinde tanımlanmıştır. Takım tezgahı parametreleri bu çalışmada kullanılan kısıtlayıcılardan biridir.

3.3 Tornalama İşlemleri İçin İşlenebilirlik Veri Tabanı Yazılımı

Bu çalışmada, dönel parçalar için geliştirilen BDSP sisteminde kullanılmak üzere kesme parametrelerini belirleyen bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım, daha önceki bir çalışmada [31] klasik tezgahlar için hazırlanmış olan veri tabanı yazılımından farklı olarak SD tezgahlar için işlenebilirlik verilerini belirlemektedir.

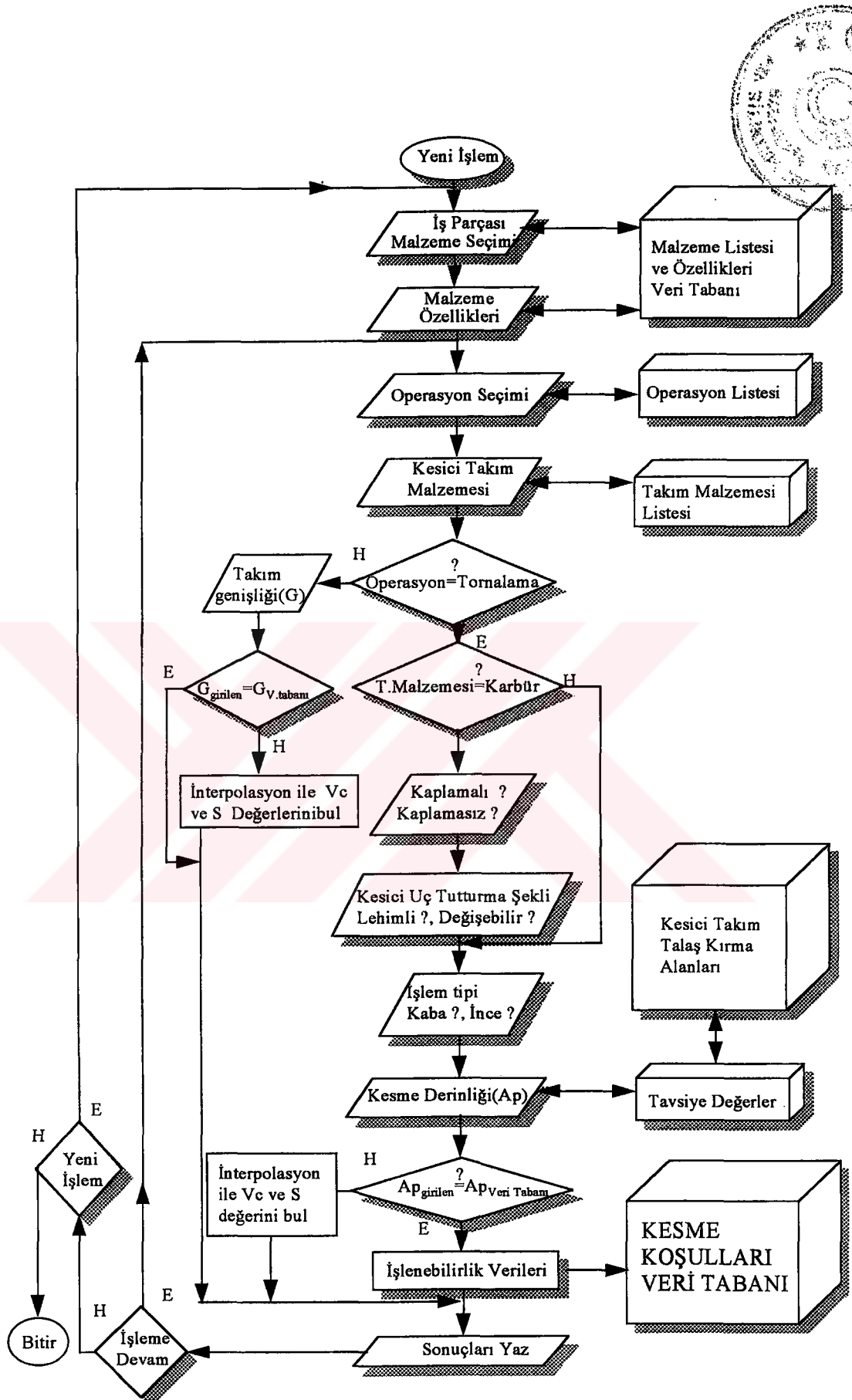
Geliştirilen bu yazılım ile iş parçası - kesici takım malzemesi çiftine ve kesme derinliğine bağlı olarak farklı tornalama işlemleri için en uygun kesme hızı, ilerleme gibi kesme parametrelerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde, operatör insiyatifinden kaynaklanabilecek hatalar ve yazılı kaynaklardan araştırma yapma sıklığı ortadan kaldırılmış, kesme parametrelerine daha hızlı erişim sağlanacaktır.

3.3.1 CNCVETAB ile İşlenebilirlik Verilerine Erişim

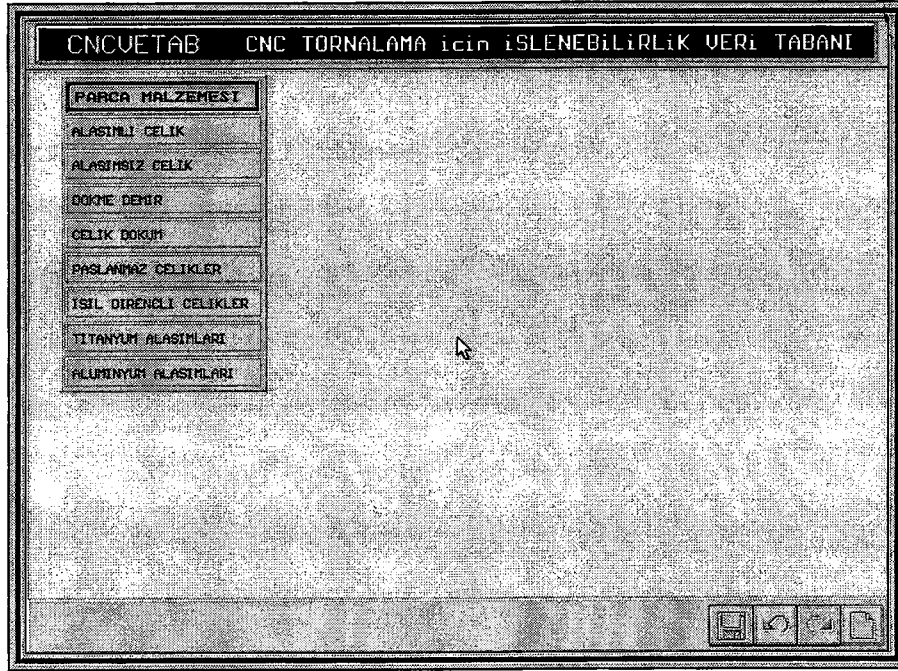
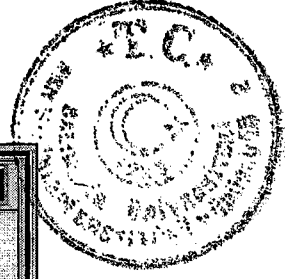
Borland Pascal 7.0 [88,89] ile geliştirilmiş olan CNCVETAB yazılımı fare destekli olup menü seçimi esasına dayanmaktadır. Kullanıcı, veri tabanında bulunan malzemeler için bütün seçimleri menüler yardımıyla yapabilmektedir.

3.3.1.1 Malzeme Seçimi

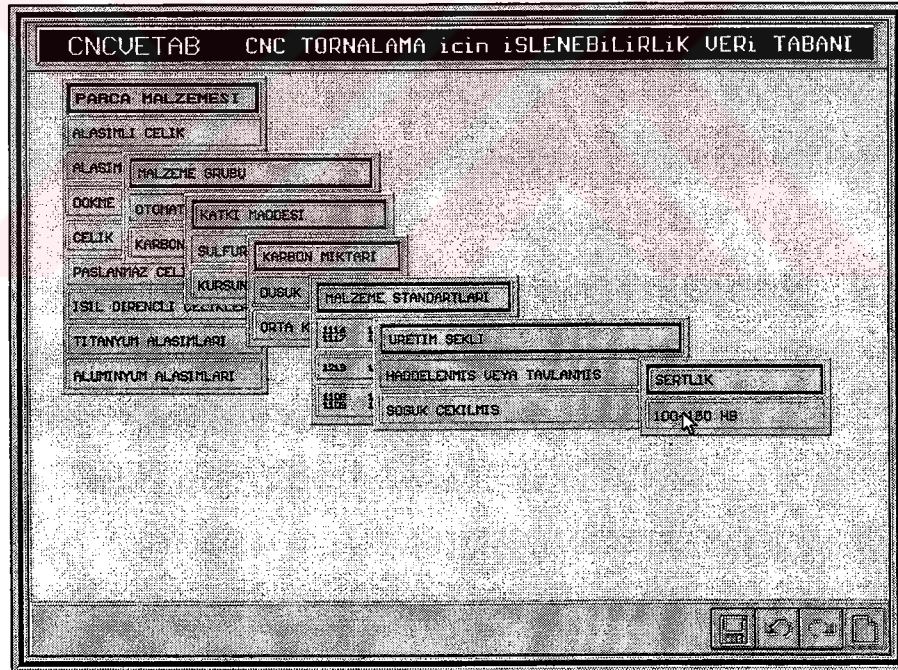
CNCVETAB 'da sekiz adet ana malzeme grubu vardır. Bunlar; alaşımlı çelikler, alaşımsız çelikler, dökme demirler, çelik dökümler, paslanmaz çelikler, ısıl dirençli çelikler, titanyum alaşımları ve alüminyum alaşımları şeklindedir. Sistemdeki toplam malzeme sayısı alt gruplarla birlikte 251 'dir. Sistemin basitleştirilmiş akış şeması Şekil 3.4 'te, sistemi tam olarak ifade eden akış diyagramı EK B 'de verilmiştir.



Şekil 3-4 CNCVETAB için basitleştirilmiş akış şeması

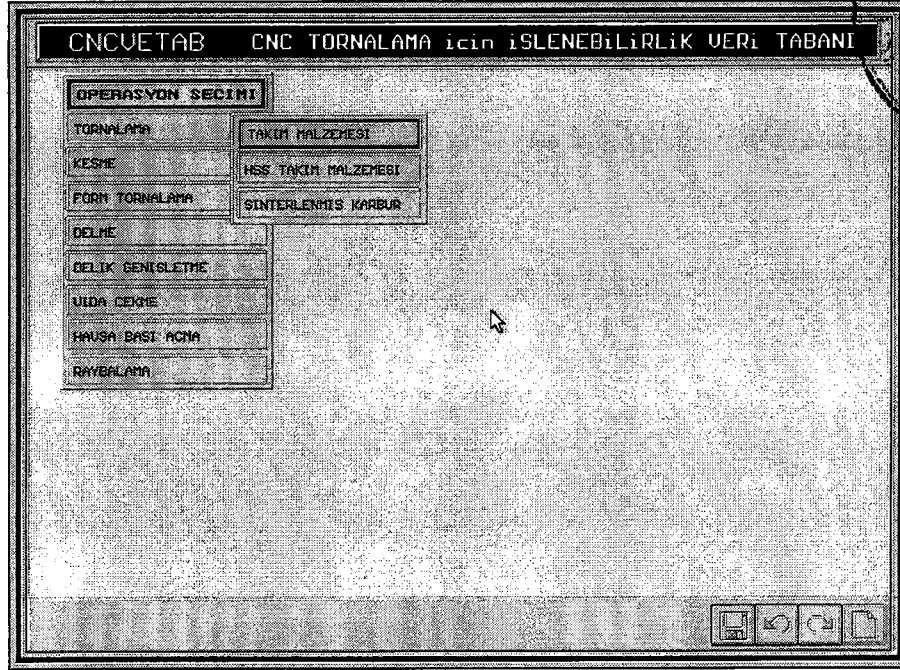


Şekil 3-5 CNCVETAB açılış ekranı



Şekil 3-6 Malzeme değişkenleri belirlendiğinde ekran görüntüsü

Sistemde ilk olarak ana malzeme grubu seçilmektedir (Şekil 3.5). Bunu takiben alt malzeme grubundan malzemenin kimyasal bileşimi, malzeme standart grubu, üretim şekli ve sertlik değerleri seçilerek malzeme değişkenleri belirlenmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3-7 CNCVETAB operasyon seçim ekranı

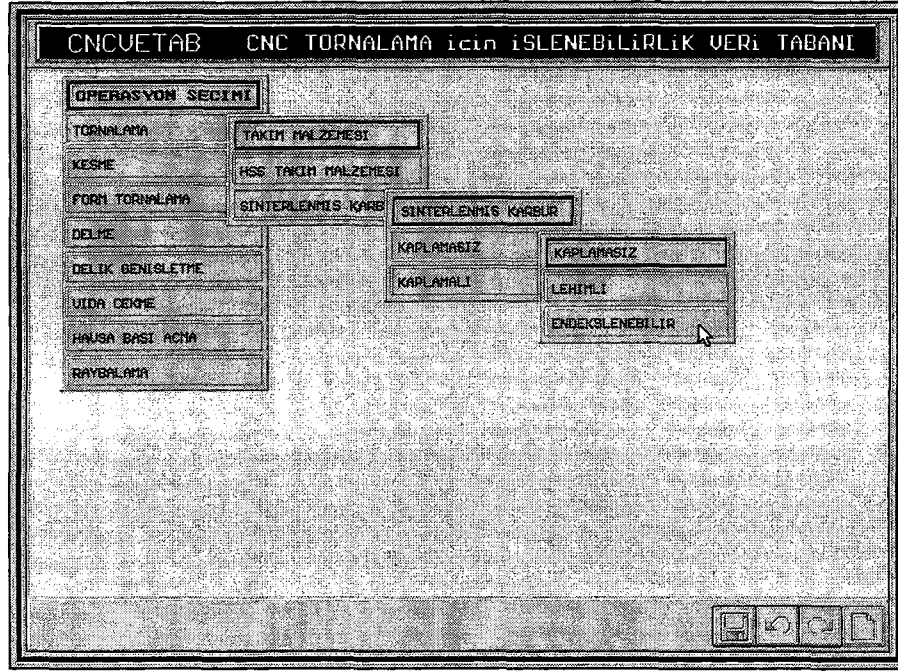
Malzeme değişkenleri belirlendikten sonra, iş parçası üzerinde yapılacak işlemler seçilmektedir (Şekil 3.7). Çalışmada, tornalama operasyonları dikkate alınmış olup 8 değişik tornalama işlemi (operasyonu) için seçim yapılmıştır.

Sistemde ele alınan operasyonlar:

1. Tornalama
2. Kesme
3. Form tornalama
4. Delme
5. Delik genişletme
6. Vida çekme
7. Havşabaşı açma
8. Raybalama

şeklinde sıralanabilir.

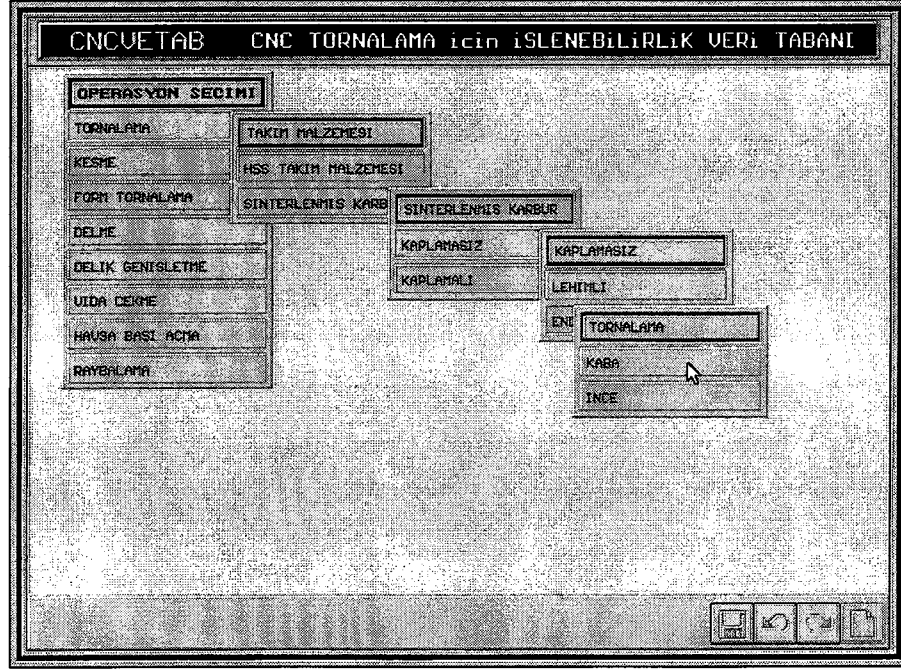
CNCVETAB 'da işlem seçimini takiben, işlemlerin yapılacağı takım malzemeleri seçimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7). Bu çalışmada kesici takım malzemesi olarak yüksek hız çeliği ve sinterlenmiş karbürler alınmıştır. Kesici takım malzemesi olarak sinterlenmiş karbür takım seçildiğinde işlem tipine bağlı



Şekil 3-8 CNCVETAB kesici takım değişkenlerinin istenildiği ekran

olarak takımın kaplamalı veya kaplamasız oluşu belirlenmektedir. Bu aşamadan sonra, kesici ucun takım tutucuya bağlama şekli seçilerek takım değişkenlerinin belirlenmesi işlemi tamamlanmaktadır (Şekil 3.8). Vida çekme ve raybalama hariç, diğer işlem tipleri için kullanıcıdan girilmesi istenen takım malzemesi ve takım genişliğidir. Raybalama işleminde takım malzemesi, raybalamanın kaba veya ince olup olmadığını ve takım genişliği, vida çekme işleminde, takım malzemesi ve vidanın ilgili boyutlarının girilmesi istenmektedir.

İş parçası malzemesi özelliklerinin ve kesici takım seçimini takiben, yapılacak işlem belirlenmekte ve kullanıcıdan kesme derinliği değerlerini girmesi istenmektedir (Şekil 3.9). Bu aşamada, kesme derinliği değeri olarak sistem tarafından, iş parçasının talaş tipi ve ISO kodlarına bağlı olarak bir kesme derinliği aralığı önerilmektedir (Şekil 3.10). Kullanıcının gireceği kesme derinliği değerinin tavsiye edilen aralıkta olması işleme zamanı ve maliyeti açısından önemlidir. Burada verilen tavsiye değerleri için Sandvik kesici takım kataloglarından [90,91] elde edilen Şekil 3.10 'da örnek olarak verilen talaş kırma alanları dikkate alınmıştır.



Şekil 3-9 Kaba veya ince tornalama seçimi

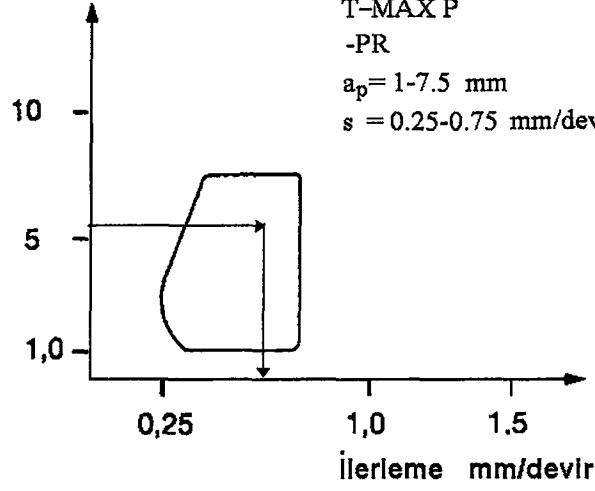
Yazılımda örnek olarak seçilen malzeme, karbür takımla işlenebilecek ISO malzeme gruplarından P grubuna ait bir malzemedir. Bu malzemenin kaba tormalanması için T-MAX P kesici takım kullanılacağı bilgisi veri tabanında mevcuttur. Örneğin Şekil 3.11 'de kaba tormalama için maksimum kesme derinliği 7.5 mm olarak tavsiye edilmiştir. Bu limitin aşılması halinde kesici takımın zamanından önce aşınması söz konusu olacaktır.

Veri tabanında bulunmayan bir kesme derinliği ile işlem yapılmak istenildiğinde, Şekil 3.11 'de görüldüğü üzere istenilen paso değeri diğer seçeneği paso diyalog kutusundan *diğer* seçeneği seçilerek girilmektedir.

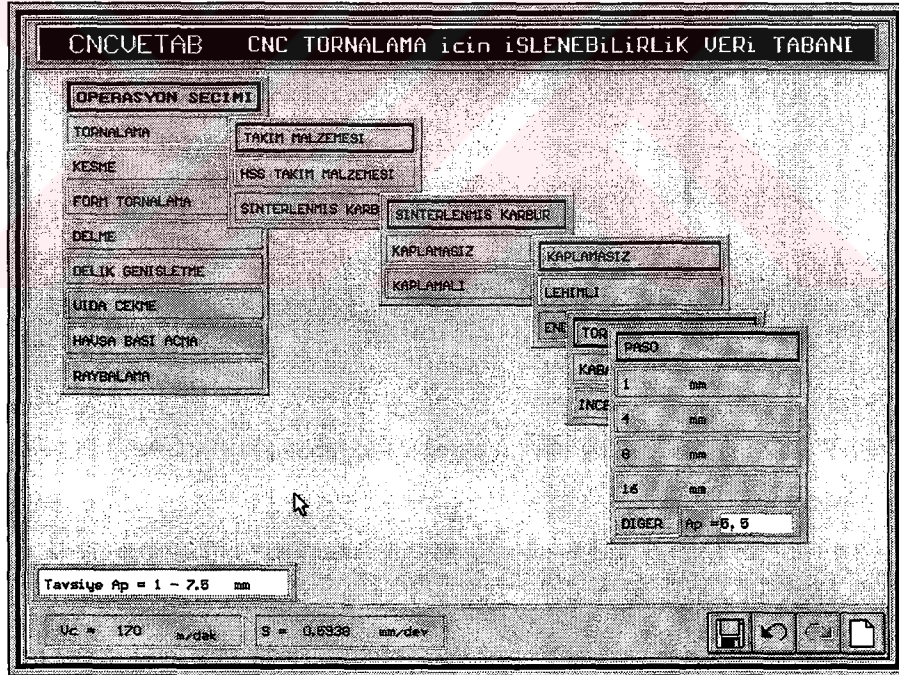
Veri tabanında bulunmayan herhangi bir kesme derinliği (veya takım genişliği) için kesme hızı ve ilerleme değerleri interpolasyon yoluyla belirlenmektedir. Ancak, veri tabanındaki alt limitin altında (örneğin 0.7 mm) kesme derinliği için kesme hızı ve ilerleme değeri olarak alt limit olan 1 mm kesme derinliğine ait değerler alınmaktadır.



Kesme derinliği
 a_p mm

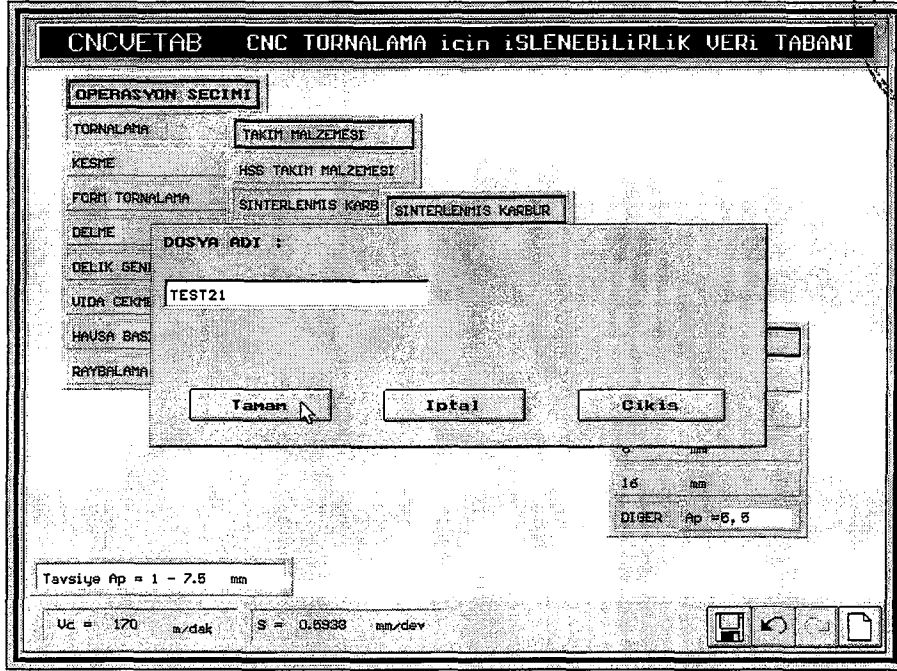


Şekil 3-10 Çelik malzemenin kaba tornalanması için talaş kırma alanı

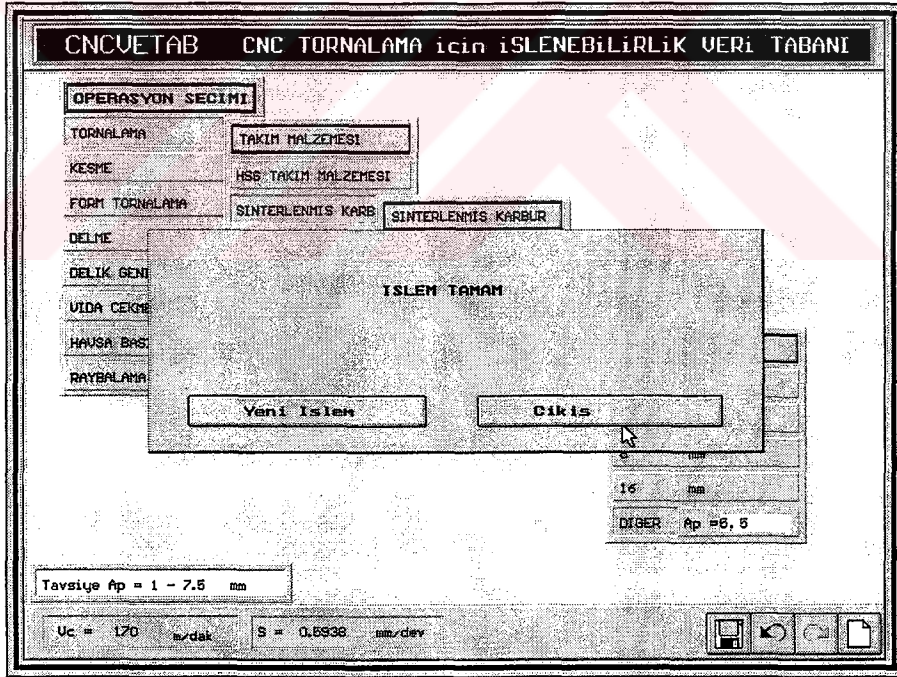


Şekil 3-11 Kesme derinliğinin seçimi ve seçilen işleme ait sonuçlar

Yine benzer olarak, üst limitin üstünde bir değer için ise hız ve ilerleme değerleri, üst limite ait değerlerdir. Sistemde, iş parçasının imalinde kullanılacak bütün operasyonlar için işlenebilirlik verileri belirlendiğinde *disket* sembolü üzerine



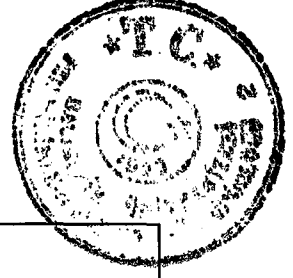
Şekil 3-12 CNCVETAB işlenebilirlik verileri rapor kayıt ekranı



Şekil 3-13 CNCVETAB yeni işlem veya çıkış onay ekranı

tıklayarak işlenebilirlik verilerinin kaydedilmesi sağlanmaktadır (Şekil 3.12). Yeni bir malzeme için işlenebilirlik verilerinin tekrar belirlenmesi istenirse Şekil 3.13 'de görülen yeni işlem seçeneği tıklanarak işleme devam edilir.

Çizelge 3-4 CNCVETAB ile elde edilen işlenebilirlik raporu



PARÇA MALZEMESİ	:	ALASIMSIZ ÇELİK - OTOMAT ÇELİKLERİ						
URETİM SEKLI	:	HADDELENMİŞ VEYA TAVLANMIŞ						
SERTLİĞİ	:	100-150 HB						

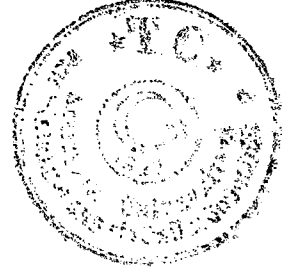
İSLEM	MALZEME	KAPLAMA	BAG. SEKLI	GENISLIK	HIZ	İLERLEME	1. PASO	2. PASO

KABA TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	170	0.5938	5.500	-
İNCE TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	240	0.1800	0.750	-
DELME	HSS	-	-	21.00	32	0.4929	-	-
DELİK GEN.	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	145	0.4000	2.500	-
VIDA ÇEKME	KARBUR	-	-	-	60	-	0.500	0.013
FORM TORNA	KARBUR	-	-	12.00	135	0.0580	-	-

CNCVETAB modülünde BDSP sistemince kullanılacak olan özgül kesme kuvveti (k_c) ve elastisite modülü değerleri de belirlenmekte ve bir dosyaya kaydedilmektedir.

CNCVETAB modülü ile elde edilen işlenebilirlik verileri, talaş kırma alanlarıyla karşılaştırıldığında, sonuçların istenilen sınırlar içinde olduğu görülmektedir. Şekil 3.11 'de kesme derinliği için 5.5 mm girilmiş ve interpolasyon sonucunda ilerleme değeri 0.5939 mm/devir olarak tespit edilmiştir. Şekil 3.10 'da verilen talaş kırma alanında bu değerlerin doğruluğu gösterilmektedir.

Yazılım ile elde edilen işlenebilirlik verilerine ait rapor Çizelge 3.4 'te verilmiştir.



4. TAKIM TEZGAHI SEÇİMİ

4.1 Giriş

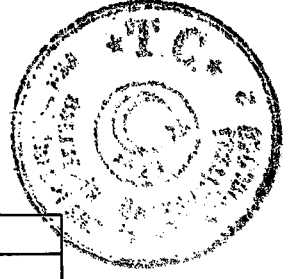
Bir parçanın üretimi için gerekli olan takım tezgahının seçimi işlemi BDSP sistemi içerisinde yer alması gereken modüllerden biridir. Tezgah seçimi yaparken dikkat edilmesi gereken bazı faktörler vardır. Bir üretim sisteminde kullanılacak tezgahlar, iş parçası boyutları ile sınırlıdır ve iş parçasının boyutları, parçayı üretmek için gerekli tezgahın seçimini etkileyen faktörlerden biridir. Kullanılacak tezgahın kapasitesi işlem sırasını tamamen değiştirebilir. Tezgah seçimi sırasında iş parçasıyla tezgah arasında uyum olması istenmektedir. İş parçası ve tezgah arasında uyum olup olmadığı, iş parçasının geometrik ve teknolojik özellikleri dikkate alınarak, eldeki tezgahların tek tek gözden geçirilmesiyle belirlenir [8,92].

Her tezgahın boyutları, rijitliği, kullanılabilir takım sayısı, işleyebileceği maksimum iş parçası boyutları gibi belirli özellikleri vardır. Bu özellikler, bir tezgahın hangi tip yüzeyleri işleyebileceğine karar vermede oldukça önemlidir [93].

4.2 Tezgah Seçimine Etki Eden Faktörler

Takım tezgahı seçimini etkileyen faktörlerin başında iş parçasının boyutları, yüzey pürüzlülüğü gibi değerler gözönünde bulundurulur. İş parçasının mevcut takım tezgahlarından hangisinde işleneceğinin belirlenmesi için tezgah kapasiteleri dikkate alınır. İlk olarak, iş parçasının uzunluğu ve çapı tezgahların işleyebileceği

Çizelge 4-1 Tezgah bilgi tabanında bulunması gerekli bilgiler



İlgili özellik	Boyut
İşlenebilecek maksimum parça boyutları	
Uzunluk	XX
Çap	XX
İşlenebilecek maksimum çubuk çapı	XX
Tezgaha bağlanabilecek takım sayısı	
İç takım sayısı	X
Dış takım sayısı	X
Takımlık Boyutları	
* Kare takım :yükseklik, genişlik	XX,XX
* Yuvarlak takım : çap	XX
Tezgah gücü	XX
Devir sayısı aralığı (min, maks.)	XX, XXXX
Tezgah ile kullanılabilir ayna tipi (Ayna dosyasına kaydedilecek)	XXXXXXXXXX

çapı tezgahların işleyebileceği maksimum uzunluk ve çap ile karşılaştırılır. Uygun tezgah bulununcaya kadar bütün tezgahlar için bu kontrole devam edilir. Bunların yanı sıra tezgah gücünün parçanın işlenebilmesi için yeterli olması gerekir. Bu nedenle, bu çalışmada iş parçasının işlenmesi için gerekli güç ve eldeki mevcut tezgah güçleri de dikkate alınmaktadır.

Bir BDSP sisteminde tezgah seçimi amacıyla, tezgahlar ile ilgili Çizelge 4.1 'de verilen bilgiler, bilgi tabanında bulunmalıdır.

Tezgah seçimi sırasında, minimum bağlama ile işin bitirilmesi hedeflendiğinden, iş parçasının tutulacağı bağlama elemanları da dikkate alınmak zorundadır. Aksi takdirde, boşa geçen zamanların artması söz konusu olacak, birim zamanda üretilecek ürün sayısı azalacaktır [53].

Tezgah seçiminde dikkate alınacak hususlardan biri de, tezgah takımlığına bağlanabilecek maksimum takım sayısıdır. İş parçasının işlenmesi için



Bu çalışmada, tezgah seçimi için esnek bir yapı oluşturulmuş ve imalatta kullanılabilecek tezgahlar, veri tabanı yazılımı ile bilgi tabanına yüklenmiştir. Boyutları, şekli ve teknolojik özellikleri verilen iş parçasının imalatı için gerekli olan takım tezgahı oluşturulan yazılım ile otomatik olarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada, iş parçasının tanımlandığı unsur bilgileri, Uludağ Üniversitesi 'nde yapılan bir çalışmadan [94] alınmıştır.

4.3 Tezgah Seçimi için Oluşturulan Yazılım

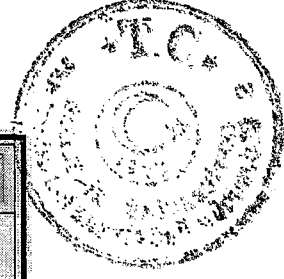
Tezgah seçimi yazılımı temel olarak iki bölümden oluşturulmuştur. Bu bölümler aşağıda verilmiştir.

1. Tezgah veri tabanı hazırlama modülü
2. Tezgah seçim modülü

4.3.1 Tezgah Veri Tabanı Hazırlama Modülü

Tezgah veri tabanının hazırlandığı modülde Çizelge 4.1 'de verilen bilgiler veri tabanına yüklenmektedir. Bu amaç için oluşturulan yazılımın ekran görüntüsü Şekil 4.1 'de verilmiştir. Bu yazılım ile sisteme tezgah ilaveleri yapmak veya herhangi bir tezgahı listeden silmek mümkün kılınmıştır.

BDSP TEZGAH SEÇİM MODÜLÜ			
VERİ GİRİŞİ	SEÇENEKLER	YENİ TEZGAH VERİLERİ GİRİN	
TEZGAH SEÇİMİ	TezgaH Ekle	Markası	ONCU
	TezgaH Sil	Tornalama Çapı	260
	TezgaH Değiştir	Tornalama Uzunluğu	600
		TezgaH Devir Sayısı	3600
		TezgaH Gücü	15
		Takım Sayısı	12
		Takım Genisliği	20
		Takım Yüksekliği	20
		Takım Çapı	30
		Hızlı İlerleme(x,z)	10 15
		Çubuk Malzeme Çapı	45
		Ayna dosyası	BDR



Şekil 4-1 TezgaH veri tabanı yazılımı "tezgaH ekle" ekran görüntüsü

4.3.2 TezgaH Seçim Modülü

TezgaH seçim modülü, bilgi tabanında bulunan tezgaHların özellikleriyle, iş parçası özellikleri arasında uyum olup olmadığını kontrol ederek tezgaH seçimini otomatik olarak gerçekleştirmektedir.

Gerekli uyumun kontrolü için, tezgaHın özellikleriyle, iş parçasının özelliklerinin karşılaştırılması yapılmaktadır. TezgaH seçimi için beş adım uygulanmaktadır. Bunlar, şu şekilde özetlenebilir;

1. İşlenecek iş parçasının çapı, ele alınan tezgaHın işleyebileceği maksimum çaptan küçük veya bu çapa eşit ise bu tezgaH, aday tezgaH sıfatını kazanır.
2. İşlenecek iş parçasının uzunluğu, ele alınan tezgaHın işleyebileceği maksimum uzunluktan küçük veya bu uzunluğa eşit ise bu tezgaH, aday tezgaH sıfatını kazanır.
3. İş parçasının elde edileceği hamparça çapı, mevcut tezgaHlardan hangisinin işleyebileceği çubuk çapından küçük ise bu tezgaH, aday tezgaH sıfatını kazanır.
4. Belirlenen işlenebilirlik verileri dikkate alınarak, parçanın işlenmesi sırasında gerekli olan maksimum devir sayısı (Eşitlik 3.1) hesap edilerek ele alınan tezgaHlar arasında bu devir sayısını sağlayan tezgaH, aday tezgaH sıfatını kazanır.

5. Belirlenen işlenebilirlik verileri dikkate alınarak, parçanın işlenmesi için yapılan güç hesabı sonucunda (Eşitlik 3.2), ele alınan tezgahlar arasında bu gücü sağlayan tezgah, aday tezgah sıfatını kazanır.



Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, iş parçasının boyutları tezgah seçiminde belirleyici faktör olduğu için, ilk iki adım her ne olursa olsun sağlanmak zorunda olan koşullardır. İlk iki adımla birlikte 3. adımı sağlayan aday tezgah, bağlama sayısının azaltılmasını sağladığı için bir öncelik kazanacaktır. Bütün tezgahlar için 4. ve 5. adımlar sağlanmadığı takdirde işlenebilirlik verilerinin değiştirilmesi yoluna gidilecektir.

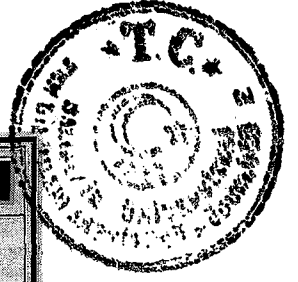
Tezgah seçim modülü, iş parçası unsur bilgilerinden ve işlenebilirlik verilerinden yararlanarak tezgah seçimini otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Seçim işleminde yukarıdaki kriterlere göre tezgahlara öncelik sırası verilmektedir. Bu sıralamadaki birinci tezgah, imalatta kullanılmak üzere sistem tarafından seçilmektedir. Sıralamadaki diğer tezgahlar ise, arzu edilen minimum koşulları sağlayanlar olup, bunlar da diğer alternatif seçimler olarak sunulmaktadır.

Tezgah seçimi için oluşturulan yazılımın ekran görüntüsü Şekil 4.2 'de verilmiştir.

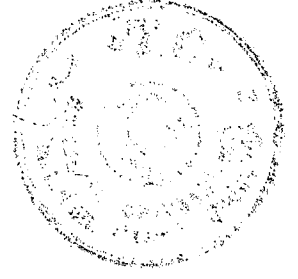
TEZSEC yazılımının akış diyagramı EK C 'de verilmiştir.

BDSP TEZGAH SEÇİM MODÜLÜ

DİĞER SEÇENEKLER		SEÇİLEN TEZGAH VERİLERİ	
VERİ GİRİŞİ	BORA	Markası	DORUK
TEZGAH SEÇİMİ	ONCU	Tornalama Çapı	270
		Tornalama Uzunluğu	850
		Tezgaç Devir Sayısı	3600
		Tezgaç Bucu	9
		Takim Sayısı	12
		Takim Genialığı	20
		Takim Yüksekliği	20
		Takim Çapı	30
		Hızlı İlerleme(v,z)	10 15
		Çubuk Malzeme Çapı	45
		Ayırıcı dosyası	B08



Şekil 4-2 Tezgaç seçimi rapor ekranı



5. İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ

5.1 Giriş

Bir BDSP sistemi içerisinde gerçekleştirilmesi gereken en önemli adımlardan biri, iş parçası bağlama yönteminin ve iş parçasının tezgaha bağlama sayısının belirlenmesidir. İş parçası bağlama yöntemi, BDSP sisteminin çekirdeği olan işlem sıralamasının belirlenmesinde oldukça önemli bir etkidir. İş parçasının farklı metotlarla bağlanması halinde işlem sıralaması da farklı olmaktadır. Bu nedenle iş parçasının en iyi işlem sıralamasının belirlenmesi için en uygun bağlama yönteminin ve iş parçasının tezgaha bağlama sayısının belirlenmesi gereklidir [64].

İş parçası bağlama yöntemi ve işin tezgaha bağlama sayısının belirlenmesinin amacı; iş parçası ve donanımlar uygun olduğu takdirde, bir bağlamada yapılabilecek işlem sayısını maksimumda tutmak ve iş parçasının tezgaha bağlama sayısını en aza indirebilmektir [62,95]. İş parçası tezgaha dört farklı bağlama yöntemiyle bağlanabilmektedir. Bu bağlama yöntemleri;

1. Sadece ayna
2. Ayna -merkez arası
3. İki merkez arası
4. Özel bağlama elemanları

şeklinde sıralanmaktadır. Bu yöntemlerden hangi yöntemin uygun olduğunun otomatik olarak belirlenmesi için dikkate alınması gereken kısıtlayıcılar ve kurallar vardır. Bu kısıtlayıcılar ve kuralların uygulanmasıyla iş parçası bağlama yöntemi tespit edilir.



İş parçası bağlama yönteminin otomatik olarak belirlenmesi, takım tezgahı seçiminden daha karmaşık bir yapıya sahiptir. İş parçası bağlama yönteminin belirlenmesi sırasında;

1. İş parçasının boyutları ve şekli,
2. Bağlama sayısı ve tezgah kısıtlamaları,
3. İş parçası üzerindeki şekil , yön ve konum toleransları,
4. Talaş kaldırma sırasında meydana gelen kesme kuvvetleri nedeniyle ortaya çıkan sehim,

vb. gibi faktörlerin, göz önüne alınması gerekmektedir [62,64,93].

5.2 İş Parçasının Boyutları ve Şekli

İş parçasının, bağlama elemanına tutturulacağı yüzeyine bağlama yüzeyi adı verilmiş olup, iş parçası üzerindeki minimum 10 mm uzunluğundaki her silindirik yüzey bağlama yüzeyi adayı olarak nitelendirilmiştir. Bu yüzeyin kesin olarak seçimi, bir dizi kısıtlama ve kurallar yardımıyla gerçekleştirilir. Aday bağlama yüzeyi öncelikle iş parçasının dış yüzeyi üzerinden seçilmeye çalışılır. Eğer bu mümkün değil ise ve iş parçası delik içeriyorsa, aday bağlama yüzeyi iç yüzeyler üzerinde de bulunabilir.

Bu kısıtlama için, bağlama yönteminin belirlenmesi sırasında, aday bağlama yüzeyleri araştırılmaktadır. Bu aday yüzeylerin araştırılması sırasında, parça tanım dosyasında iş parçasına ait verilen unsur bilgileri analiz edilmek suretiyle tüm parça geometrisi dikkate alınmaktadır. Aday bağlama yüzeyi için öncelikle yüksek yüzey hassasiyeti gerektirmeyen silindirik yüzeyler tespit edilmektedir. İş parçası üzerinde aday bağlama yüzeyi var ise, ürünün uzunluğu/çap oranı dikkate alınarak bağlama yöntemi için bir ön belirleme yapılmaktadır. İş parçası bağlama yönteminin kesin olarak belirlenmesi için ayrıca kesme sırasında oluşan sehimlerin hesaplanması gerekir. Sehim hesabı, iş parçasının istenilen boyutlarının sağlanabilmesi için göz ardı edilemeyecek bir kısıtlamadır.

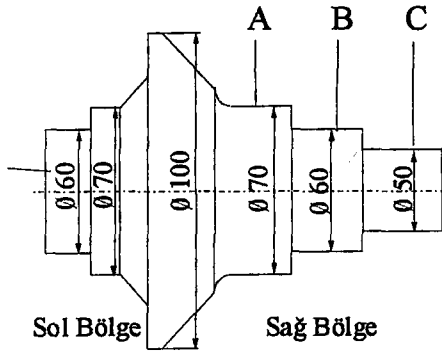


5.3 Bağlama Sayısı ve Tezgah Kısıtlamaları

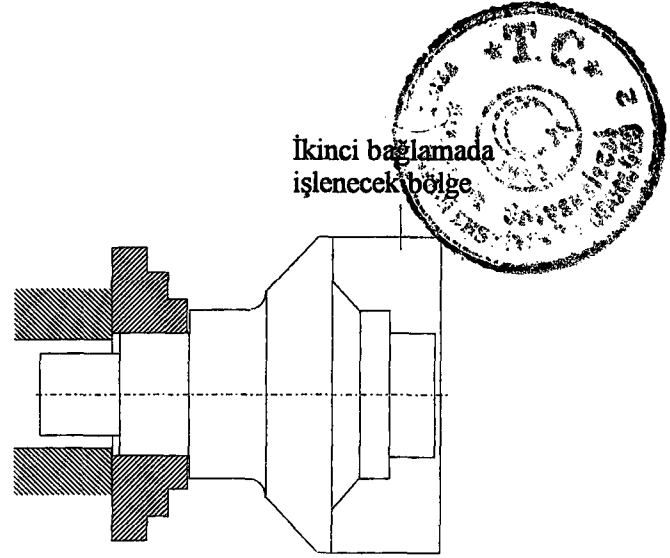
Bağlama yöntemini etkileyen faktörlerden biri olan bağlama sayısının belirlenmesi için, iş parçası üzerindeki unsurlar ve unsurların boyutları analiz edilerek maksimum çapa göre, iş parçası "sağ" ve "sol" olmak üzere iki temel bölgeye ayrılmaktadır. Maksimum çapın sağında kalan bölge "sağ", solunda kalan bölge "sol" bölge olarak adlandırılmıştır. Bu iki bölge üzerindeki unsurlar dikkate alınarak iş parçasının tezgaha bağlama sayısı belirlenmektedir. Bağlama yüzeyinin tespiti için parça geometrisi analizinin yanı sıra parça üzerindeki unsurlara erişebilirlik, tezgah iş mili çapı ve ayna kapasiteleri de dikkate alınmaktadır. Tezgah ile ilgili bilgiler, bilgi tabanında bulunmaktadır.

Bu kısıtlamaya göre, tezgahta çubuk malzeme kullanımı mümkünse ve iş parçasının işleneceği hamparça çapı, maksimum çubuk çapından küçük/eşit ise iş parçası, unsurlara erişebilirlik durumuna göre çubuk malzemedен işlenebilmektedir. Bu durumda, iş parçasının tezgaha bağlama sayısı '1' olarak belirlenmektedir. Hamparça çapı, tezgahta işlenebilecek maksimum çubuk çapından büyük ise ve iş parçası iki merkez arasına bağlanmıyor ise parça, tezgaha iki bağlamada işlenecektir. Birinci bağlamada bağlama yüzeyi, ürünün elde edileceği hamparça üzerindedir. İş parçasının ikinci kez tezgaha bağlanması gereken durumlarda, ikinci bağlama için bağlama yüzeyinin belirlenmesi gerekir.

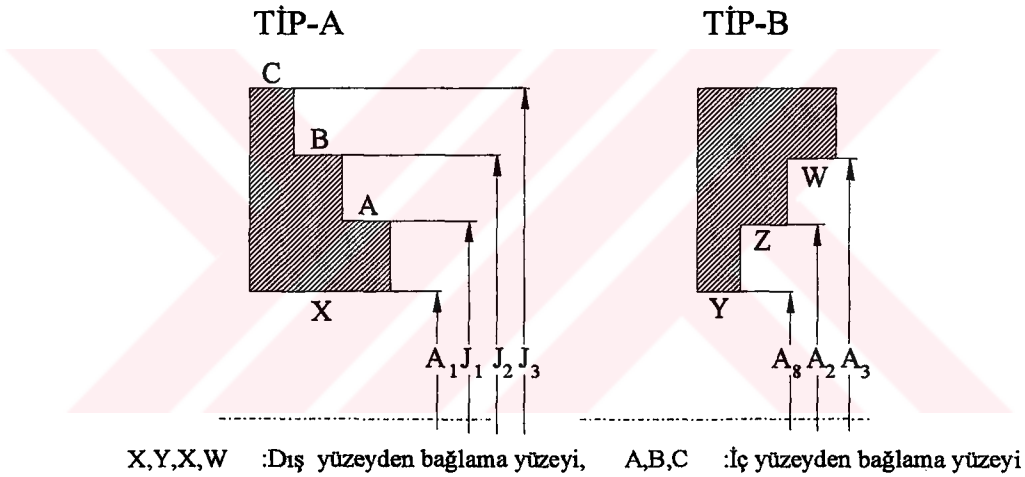
Aday bağlama yüzeyleri belirlendikten sonra, tezgah kısıtlamaları dikkate alınarak, aday yüzeylerden hangisinin bağlama yüzeyi olabileceğine karar verilmesi gerekmektedir. Tezgah kısıtlamalarından biri iş mili çapı olup, aynaya bağlanan iş parçasının iş mili tarafındaki çapı, iş mili çapından küçük olmak zorundadır. Bu durum, Şekil 5.1 'de verilen iş parçası için Şekil 5.2 'de gösterilmiştir. Şekil 5.1 'de verilen iş parçası, iki bölgedir ve Şekil 5.2 'de, ikinci bağlamada aynaya bağlama yüzeyi gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere iş parçası ikinci bağlamada aynaya B yüzeyinden bağlanmaktadır. A yüzeyi parça işlenirken oluşan sehim açısından daha emniyetli olmasına rağmen bu yüzeyin sağındaki B yüzeyinin çapının, tezgah iş mili çapından büyük oluşu nedeniyle A yüzeyi bağlama yüzeyi olamamaktadır.



Şekil 5-1 Örnek İş parçası



Şekil 5-2 İkinci bağlamada iş parçası bağlama yüzeyi



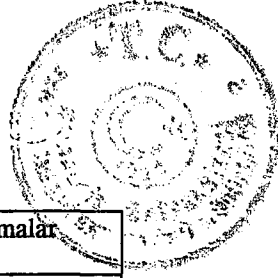
X,Y,X,W :Dış yüzeyden bağlama yüzeyi, A,B,C :İç yüzeyden bağlama yüzeyi

Şekil 5-3 Sistemde kullanılan ayna tipleri

5.4 Şekil, Yön ve Konum Toleranslarının Bağlama Yöntemi ve Bağlama Sayısına Etkisi

İş parçası üzerindeki şekil, yön ve konum toleransları da bağlama sayısını ve iş parçası bağlama yöntemini etkileyen önemli faktörlerdendir. Bu çalışmada şekil, yön ve konum toleranslarından dairesellik, silindiriklik, diklik, paralellik ve eş eksenlilik toleransları dikkate alınmıştır. Çizelge 5.1 bu çalışmada dikkate alınan şekil, yön ve konum toleranslarını göstermektedir.

Çizelge 5-1 Şekil, yön ve konum toleransları [96,97]



	Tolerans çeşidi	Sembol	Gösteriliş	Tolerans Bölgesi	Açıklamalar
Şekil Toleransları	Dairesellik				Çevre genişliği 0.1 mm olan dairesel bir halka içinde olmalıdır.
	Silindiriklik				Yan yüzey çapları farkı 0.1 mm'yi geçmemelidir.
Yön Toleransları	Paralellik				A referansına göre paralellik toleransı 0.3 mm'dir.
	Diklik				Mil ekseninin taban düzlemine göre diklik toleransı 0.1 mm'dir.
Konum Toleransı	Eş eksensellik				Millerin tolerans verilen kısımlarının eksenini 0.3 mm çaplı A-B eksen çizgisi boyunca silindirin içinde olmalıdır.

Bu çalışmada sadece Çizelge 5.1 'de görülen toleransların kullanımının nedeni; bütün şekil, yön ve konum toleranslarının tornalama işlemlerinde kullanılmamasıdır. Örneğin; düzlemsellik toleransı, prizmatik yüzeyli parçalar için geçerli olan toleranstır.

5.4.1 Dairesellik Toleransı

İş parçası üzerindeki herhangi bir yüzeyden, verilen toleransta dairelilik göstermesi beklenebilir. Bu tür bir yüzeye sahip olan iş parçası için, talaş kaldırma sırasında oluşan sehim değerinin, verilen toleranstan küçük tutulması gerekir.



5.4.2 Silindiriklik Toleransı

İş parçası bağlama yönteminin belirlenmesinde bu toleransta da dairesellik toleransında belirtilen işlemler yapılmaktadır. Genellikle iki tolerans bir arada anılmaktadır.

5.4.3 Paralellik Toleransı

İş parçası üzerinde herhangi iki yüzeyin paralellik toleransına sahip olması halinde, bu iki yüzeyin aynı bağlamada işlenmesi gereklidir. Paralellik toleransının sağlanması, iş parçasının işlevini yerine getirebilmesi için önemlidir.

5.4.4 Diklik Toleransı

İş parçası üzerinde herhangi iki yüzeyin diklik toleransına sahip olması halinde, örneğin; mil üzerindeki bir silindirik yüzeyin, başka bir alın yüzeye diklik koşulu varsa bu iki yüzeyin aynı bağlamada işlenmesi gereklidir.

5.4.5 Eş Eksenlilik Toleransı

İş parçası üzerinde herhangi iki yüzeyin eş eksenli olması söz konusu ise, bu iki yüzey aynı bağlamada işlenmelidir. Yüzeyler farklı bölgelerde ise iş parçası iki merkez arasına bağlanarak işlenmelidir.

5.5 Kesme Kuvvetleri ve Sehim

Talaş kaldırma işlemi sırasında oluşan kuvvetler, gerek takım üzerinde gerekse iş parçası üzerinde bir takım şekil değişikliklerine neden olarak parça-takım konumunu değiştirirler ve işleme kalitesini etkilerler. Parça üzerinde meydana gelen konum değişiklikleri sehim olarak adlandırılmakta olup ürün üzerindeki tasarım boyutlarının elde edilebilmesi için daima belirli bir sınıırın altında tutulmalıdır.



Talaş kaldırma işlemi sırasında meydana gelen kuvvetler sembolik olarak Şekil 5.4 'te gösterilmiştir [40]. Kesme kuvveti (F_s), Radyal kuvvet (F_r) ve İlerleme kuvvetleri (F_v) arasında yaklaşık olarak, $F_s:F_r:F_v:4:2:1$ bağıntısı kabul edilmektedir [83]. Bu bağıntıya ait sembolik gösterim, talaş kalınlığı dikkate alınarak Şekil 5.5 'de verilmiştir.

F_s kuvveti iş parçasını düşey düzlemde, F_r kuvveti de yatay düzlemde eğilmeye zorlamaktadırlar. İş parçası için şekil değişikliğine neden olan kuvvetler Eşitlik 5.1 den yararlanılarak hesaplanabilmektedir [83].

$$F_s = k_c a_p s \quad (5.1)$$

Eşitlik (5.1) 'de

k_c	: özgül kesme kuvveti (N/mm^2)
a_p	: kesme derinliği (mm)
s	: ilerleme hızı (mm/devir)

olup işlenebilirlik veri tabanından elde edilmektedir. k_c özgül kesme kuvveti de Eşitlik (5.2) 'den yararlanılarak hesaplanmaktadır [83].

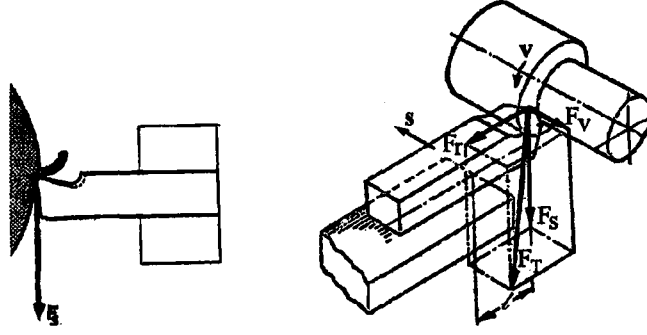
$$k_c = k_s \left(\frac{0.4}{h_m} \right)^{0.29} \quad (5.2)$$

Bu eşitlikte kullanılan semboller;

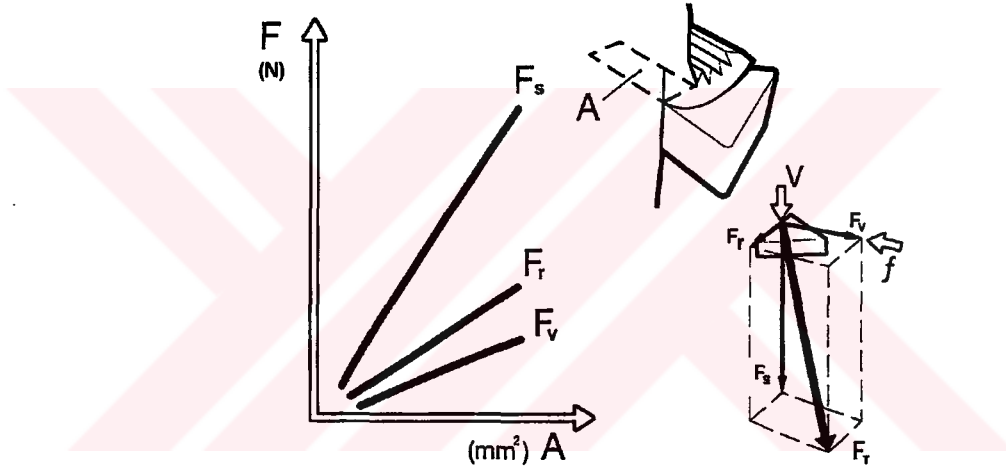
k_s	: 0.4 mm talaş derinliği için özgül kesme kuvveti (N/mm^2)
h_m	: Ortalama talaş kalınlığı (mm)

olarak tanımlanmaktadır.

Talaş kalınlığı değeri (h_m), kesici takıma bağlıdır ve düz kenarlı kesici uçlar için Eşitlik (5.3-a), yuvarlak kesici uçlar için Eşitlik (5.3-b) kullanılarak hesaplanmaktadır.



Şekil 5-4 Talaş kaldırma işlemi sırasında oluşan kesme kuvvetleri [40]



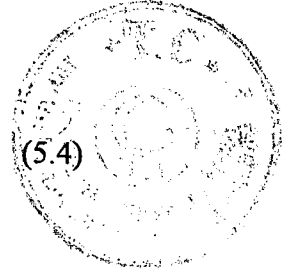
Şekil 5-5 Talaş kesidine bağlı olarak kesme kuvveti bileşenleri [83]

$$h_m = s \sin(\kappa) \quad (5.3-a)$$

$$h_m = s \sqrt{\frac{a_p}{2r}} \quad (5.3-b)$$

κ : takım yerleştirme açısı
 r : kesici uç yarıçapı
 şeklindedir.

Talaş kaldırma işlemi sırasında, iş parçasını eğilmeye zorlayan kuvvet olarak F_s ve F_r kuvvetlerinin bileşkesi alınacaktır. İş parçasını eğilmeye zorlayan kuvvet;



$$F = \sqrt{F_r^2 + F_s^2}$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Bu kuvvet etkisiyle oluşan sehîm değeri, iş parçası bağlama yöntemini etkileyecektir. Bu çalışmada, standart bağlama yöntemleri (ayna, ayna-merkez ve iki merkez arası) için model üzerinde sehîm hesapları yapılmıştır. Bu modeller aşağıda kısaca incelenmiştir.

5.5.1 Aynada İşlenecek İş Parçası için Sehîm Hesabı

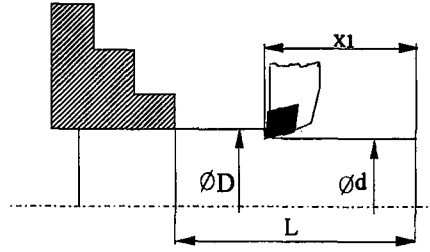
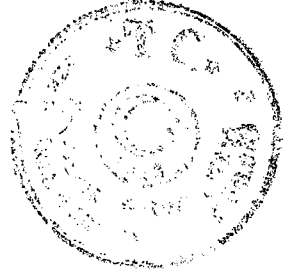
Bu çalışmada, $uzunluk/çap \leq 4$ olması halinde, iş parçasının ayna veya ayna-merkez arasında işlenmesine karar verilmektedir. Oran ≤ 4 için hangi yöntemin kullanılacağı, talaş kaldırma sırasında oluşan sehîm değerinin hesaplanmasıyla kesinlik kazanmaktadır.

Aynada işlenen iş parçası için sistem, ankastre kiriş olarak modellenmiştir (Şekil 5.5). Bu yöntemde, iş parçası üzerindeki herhangi bir unsurun işlenmesi sırasında, takım ile temas halinde olan unsur için sehîm değeri Eşitlik 5.5 'den yararlanılarak hesaplanmaktadır.

$$\delta = \frac{F(L - X1)^3}{3 E I} \quad (5.5)$$

Burada;

- X1 : Takımın, parçanın sağ ucuna olan uzaklığı (mm)
- L : İş parçasının uzunluğu (mm)
- E : İş parçası elastisite modülü (N/mm²)
- I : İş parçası üzerinde takımın işlediği unsurun atalet momenti (mm⁴)



Şekil 5-6 Aynaya bağlanarak işlenen iş parçası

olup I atalet momenti, dolu malzeme için Eşitlik (5.6-a), delik içeren malzeme için Eşitlik (5.6-b) bağıntıları kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$I = \frac{\pi d_d^4}{64} \quad (5.6-a)$$

$$I = \frac{\pi (d_d^4 - d_i^4)}{64} \quad (5.6-b)$$

Burada;

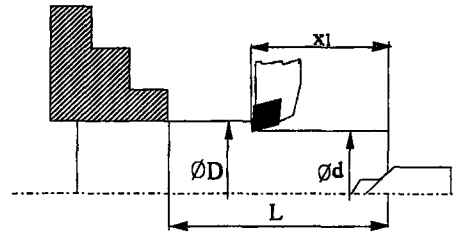
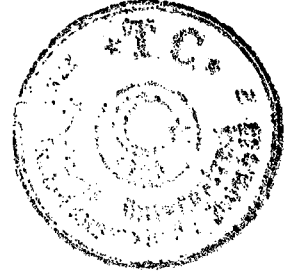
d_d : İş parçası üzerinde işlenen dış çap (mm)
 d_i : İş parçası üzerindeki delik çapı (mm)

şeklindedir.

Hesaplanan sehim değeri, bağlama yöntemi ve bağlama elemanlarının seçiminde belirleyici değer olmaktadır. Belirtilen uzunluk/çap oranı için kaba tornalama sırasında oluşan sehim değeri 0.4 mm'den büyük olduğu takdirde, iş parçasının tezgaha bağlama yöntemi olarak ayna-merkez yöntemi tercih edilmektedir. İş parçası iki bölgeden oluşuyor ise, her bölge için sehim hesabı yapılarak, her bağlama işleminde gerekli olan bağlama yöntemleri tespit edilmektedir.

5.5.2 Ayna-Merkez Arasında İşlenecek İş Parçası için Sehım Hesabı

Yukarıda tanımlanan şekilde yapılan sehım hesabı sonucu iş parçasının ayna-merkez arasında işlenmesine karar verildiği takdirde, sistem tekrar Şekil 5.6 'da



Şekil 5-7 Ayna-merkez arasında işlenen iş parçası

görüldüğü gibi modellenmektedir. Bu modele göre talaş kaldırma sırasında oluşan sehim değeri, Eşitlik (5.7) 'den yararlanılarak hesaplanır.

$$\delta = \frac{Fx^3(4L^3 - 9L^2x + 6Lx^2 - x^3)}{12EI L^3} \quad (5.7)$$

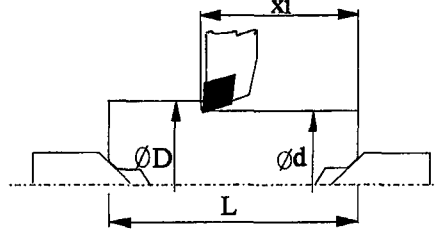
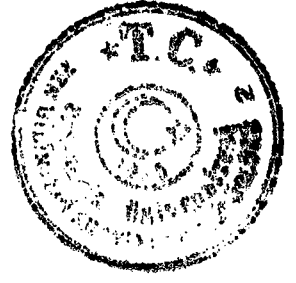
x :L-X1

Bu eşitlik, yine iş parçasının herhangi bir unsuru üzerindeki sehim değerini vermektedir. Hesap sonucu bulunan sehimin değerinin başlangıçta kabul edilen değerden büyük çıkması halinde, talaş kaldırma işlemi sırasında iş parçasının lünet veya yatak adı verilen destekleme elemanlarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

5.5.3 İki Merkez Arasında İşlenen İş Parçasının Sehimi Hesabı

İş parçasının uzunluk/çap oranı >4 olduğu veya iş parçası üzerinde bağlama yüzeyi olmadığı takdirde, iş parçası bağlama yöntemi olarak "iki merkez arası" öngörülmüştür (Şekil 5.8). Bu takdirde yine iş parçası üzerinde işlenen herhangi bir unsurun sehimi değeri hesaplanmaktadır. Meydana gelen sehimi değeri 0.4 mm 'den büyük çıktığı takdirde iş parçasının lünet veya yatak adı verilen destekleme elemanlarıyla desteklenmesi gerekmektedir. Bu modelde sehimi değeri, Eşitlik (5.8) den yararlanılarak bulunmaktadır.

$$\delta = \frac{Fx(3L^2 - 4x^2)}{48EI} \quad (5.8)$$



Şekil 5-8 İki merkez arasında işlenen iş parçası

5.6 Sistemde Kullanılan Bağlama Elemanları ve Seçim Kuralları

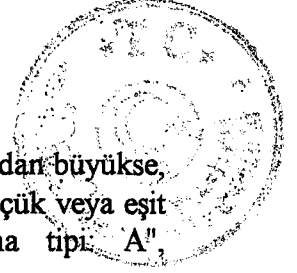
Bu çalışmada, daha önce bahsedildiği gibi dört değişik bağlama yöntemi söz konusudur. Çalışmamızda, bağlama elemanı olarak ayna seçildiği takdirde Şekil 5.3 de verilen ayna tipleri esas alınmıştır. Buna göre, bağlama yönteminin belirlenmesi için kullanılan kurallar dört grupta toplanabilir. Bunlar, kısaca aşağıda verilmiştir.

5.6.1 Ayna Seçimi ile İlgili Kurallar ve Seçim Yöntemi

İş parçası üzerindeki aday bağlama yüzeylerinin araştırılması, bu yüzeylere ait teknolojik gereksinimlerin değerlendirilmesi, kesme sırasında oluşan sehim değerinin büyüklüğüne göre ayna seçimini ve ayna tipini belirleyen kurallar kısaca aşağıda örneklenmiştir. Aşağıda örnek olarak verilen kurallardan ilk 4 'ü, iş parçasının, dış yüzeyleri üzerinde aday bağlama yüzeyleri varsa işlerlik kazanmaktadır. Son 2 kural, sadece iç yüzeyde aday bağlama yüzeyi olması hali içindir.

İş parçasının aynaya bağlanarak işlenmesi için ilk olarak uzunluk/çap oranı ≤ 4 koşulu aranmaktadır. Bu koşul sağlandığı takdirde aşağıdaki koşullar aranacaktır.

- İş parçası tek bölgeden oluşuyorsa, hamparça çapı iş mili çapından küçük ve sehim ≤ 0.4 ise "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=1", "ayna tipi:A", "Çenenin Parça ile Temas Yüzeyi (ÇPTY):X" 'dir (bak. Şekil 5.3).
- İş parçası iki bölgeden oluşmuşsa, hamparça çapı iş mili çapından küçük ve sehim ≤ 0.4 ise "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=2", "ayna tipi:A", "ÇPTY:X" 'dir (bak. Şekil 5.3).



- İş parçası tek bölgeden oluşmuşsa, hamparça çapı iş mili çapından büyükse, sehim ≤ 0.4 ve hamparça çapı A tipi ayna çene açıklığından küçük veya eşit ise, "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=2", "ayna tipi: A", "ÇPTY:X" 'dir (bak. Şekil 5.3).
- İş parçası iki bölgeden oluşmuşsa, sehim ≤ 0.4 ve hamparça çapı A tipi ayna çene açıklığından büyük ise, "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=2", "ayna tipi:B" , "ÇPTY:(Y,Z,W)" 'dir (bak. Şekil 5.3).
- İş parçası dış yüzleri arasında aday bağlama yüzeyi yoksa ve iş parçası üzerinde delik varsa ve deliğin dış alın yüzeye komşu iç yüzeyi aday bağlama yüzeyi ise "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=2", "ayna tipi:A", "ÇPTY:(A,B,C)" 'dir (bak. Şekil 5.3).
- İş parçası üzerinde dış yüzeylerde sadece bir aday bağlama yüzeyi varsa ve bu yüzeyi işlemek mümkün değilse ve iş parçası üzerinde delik varsa ve deliğin dış alın yüzeye komşu iç yüzeyi aday bağlama yüzeyi ise "bağlama yöntemi:ayna", "bağlama sayısı=2", "ayna tipi:A" , "ÇPTY:(A,B,C)",dir (bak. Şekil 5.3).

İş parçasının iki bölge ve bağlama sayısının 2 olması halinde, ilk bağlamada bağlama yüzeyi, ürünün elde edileceği hamparça üzerindedir. 2. bağlamada, bağlama yüzeyi iş parçasının işlenmiş bölümü üzerinde olacaktır. Bu bağlama yüzeyinin hassas yüzey olması halinde (ortalama yüzey pürüzlülüğü $2 \mu\text{m}$) [62], yüzeyin zarar görmemesi için yumuşak malzemedan yapılmış çene kullanılmalıdır. Bunun için, yumuşak malzemedan yapılmış hazır çene elde yok ise, çeneler St 42 gibi yumuşak malzemedan işlenebilir.

İş parçası üzerinde silindiriklik, diklik, dairesellik, paralellik ve eş eksenlilik gibi teknolojik gereksinimler belirtilmiş ve bu toleranslara sahip yüzeyler aynı bölgedeyse, hesaplanan sehim değerleri bu toleransları aşmıyor ise iş parçası aynaya bağlanarak işlenebilir. Bu toleranslara sahip yüzeylerin farklı bölgelerde olması halinde, iş parçası aynaya bağlanarak işlenemez.

5.6.2 Ayna-Merkez Arasında İşlenecek Parça İçin Kurallar

İş parçasının uzunluk/çap oranının ≤ 4 olması halinde, talaş kaldırma sırasında meydana gelen sehim değeri 0.4 mm 'den büyük olduğu takdirde iş parçasının



ayna-merkez arasında işlenmesine karar verilmektedir. Bağlama sayısı için yukarıda tanımlanan kurallar geçerlidir.

Bu çalışmada, iş parçasının iki bağlamada işlenmesi halinde, her iki bağlama için de aynı yöntem uygulanarak, her bağlama için ayrı ayrı bağlama yöntemi seçilebilmektedir. Buna göre, örneğin; iş parçası birinci bağlamada sadece aynaya bağlanarak işlenebilirken, ikinci bağlamada ayna-merkez arasına bağlanarak da işlenebilmektedir. Bunun tersi de söz konusu olabilmektedir.

İş parçası üzerinde silindiriklik, diklik, dairesellik, paralellik ve eş eksensellik gibi teknolojik gereksinimler belirtilmiş ve bu toleranslara sahip yüzeyler aynı bölgede ise ve hesaplanan sehim değerleri bu toleransları aşıyorsa iş parçası ayna-merkez arasına bağlanarak işlenebilir.

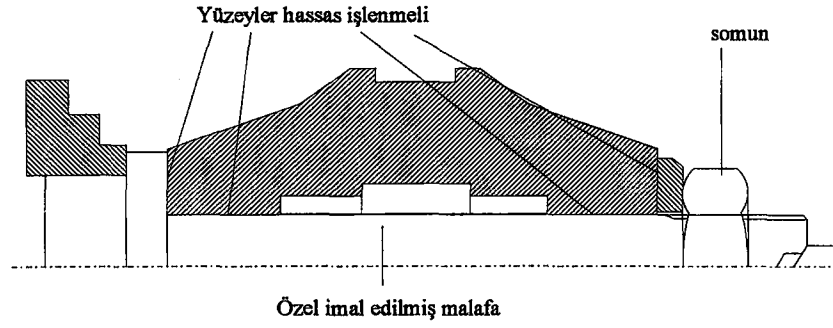
5.6.3 İki-Merkez Arasında İşlenecek Parça İçin Kurallar

İş parçasının iki merkez arasında işlenmesinin ilk koşulu uzunluk/çap oranı >4 olmalıdır. Bu oran sağlandığı takdirde iş parçası mutlaka iki merkez arasında işlenecektir. İş parçasının iki merkez arasında işlenmesinin tek koşulu bu oran olmayıp, diğer koşullar aşağıda verilmiştir.

- İş parçası üzerinde bağlama yüzeyi olabilecek bir yüzeyin bulunmaması halinde iki merkez arasında işlenebilir.
- İş parçası iki farklı bölgeden oluşmuş ise ve bu bölgelerdeki herhangi iki yüzey daha önce tanımlanan toleransları içeriyorsa, iş parçası iki merkez arasında işlenmelidir.

5.6.4 Özel Bağlama Yöntemleri için Kurallar

Tornalama işlemlerinde iş parçasının standart bağlama elemanlarıyla bağlanamaması halinde, üretimin gerçekleştirilebilmesi için özel bağlama aparatları kullanılır. Bunun için iş parçası üzerinde silindirik yüzey olmaması veya tezgah



Şekil 5-9 Özel bağlama yöntemiyle işlenen bir iş parçası

kısıtlamaları nedeniyle silindirik yüzeylerin bağlama yüzeyi olamaması halinde, iş parçası boydan boya delik içeriyorsa, iş parçasının özel imal edilecek bir aparat ile ayna-merkez arasında işlenebileceği dikkate alınır. Şekil 5.9 bu durumu özetlemektedir.

Şekil 5.9 'daki gibi bir iş parçasını işlemek için, birinci bağlamada iş parçasının iç yüzeyleri işlenir. Bu işleme esnasında, malafa ile temas edecek yüzeylerin hassas işlenmesi gereklidir. İkinci bağlamada, yüzeyleri hassas olarak işlenen malafa, somun yardımıyla iş parçası ile birleştirilir ve malafanın ayna tarafı tamamen aynaya dayandırılarak, iş parçasının dış yüzeyleri ayna-merkez arasında işlenir.

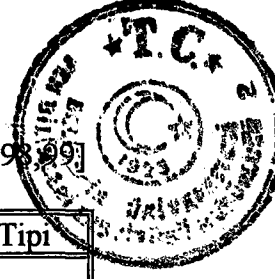
5.7 Sistemde Kullanılan Bağlama Elemanları

İş parçası bağlama yöntemi olarak dört yöntem verilmişti. Bu yöntemlerdeki mekanizmalar aşağıda tanımlanmıştır.

5.7.1 Ayna

Bu çalışmada Tezsan tarafından üretilen üç CNC tezgah dikkate alınmış olup adı geçen firma, ürettiği CNC torna tezgahlarında Kitagawa [98] ayna kullanmaktadır. Bu aynalar ve kullandıkları takım tezgahlarına göre Çizelge 5.2 'de verilmiştir. Değişik kullanım şekilleri Şekil 5.3 'de verilen aynaların boyut ve kapasiteleri Ek-D de verilmiştir.

Çizelge 5-2 Sistemde tanımlı tezgahlarda kullanılan ayna ve çene tipleri [98,99]



Takım Tezgahının Adı	Kullanılan Ayna	Kullanılan Çene Tipi
Tezsan Öncü Tezsan Doruk	Kitagawa-B-08A06	HB08A1 (Sert) SB08B1 (Yumuşak)
Tezsan Bora	Kitagawa-N08A06 Kitagawa-N12A08	HB12B1 (Sert) SB12B1 (Yumuşak)

5.7.2 Karşı Merkez (Punta)

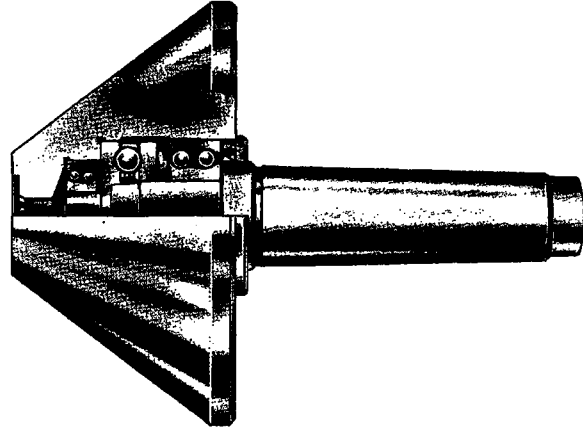
İş parçasının ayna-merkez arasına bağlanması gereken durumlarda gerekli olan donanımlardan biri ayna, diğeri de karşı merkezdir. Karşı merkez için kullanılabilen çok değişik konstrüksiyonlar mevcuttur. Bu konstrüksiyonlarda karşı merkez sabit veya dönel başlıklı olabilmektedir. Aşağıda, tornalama işlemlerinde kullanılabilen karşı merkezlerin isimleri verilmiştir [100].

1. Sabit karşı merkez
2. Tırnaklı karşı merkez
3. Boru tipli karşı merkez
4. Şapkalı dönel karşı merkez
5. Hassas dönel karşı merkez

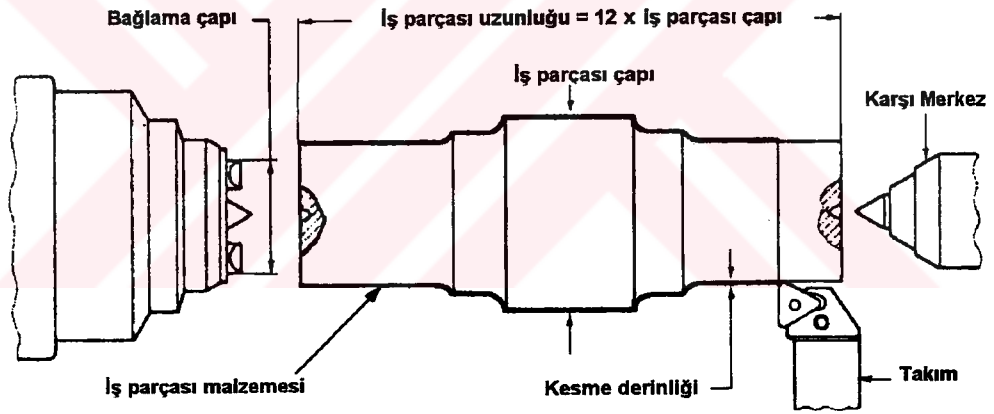
Yukarıda adı verilen karşı merkezlerin değişik operasyonlarda kullanılabileceğinin dikkate alınması gerekir. Örneğin, içi boş bir iş parçasının ayna-merkez arasında işlenmesi gerektiğinde, adı verilen beş karşı merkezden herhangi birini kullanmak mümkün değildir. Hangisinin kullanılacağına delik çapının büyüklüğüne göre karar verilir. Örneğin Şekil 5.10 'da verilen boru tipli karşı merkez, koniklik açısına göre, 50-350 mm çaplı deliklerde kullanılabilmektedir.

5.7.3 İki Merkez Arası İşleme için Donanım

İş parçasının iki merkez arasında işlenmesinin gerekli olduğu durumlarda, uygun bir bağlama elamanı belirlenmelidir. Bu çalışmada, iki merkez arasında işlenen iş parçasının bir bağlamada işleneceği kabulü ile tırnaklı merkezler kullanılması düşünülmüştür. Çalışmada kullanılması düşünülen tırnaklı merkez için Şekil 5.11 'de

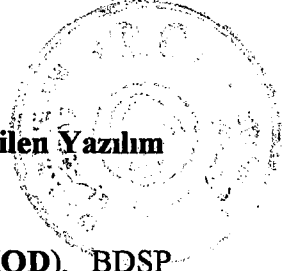


Şekil 5-10 Boru tipli karşı merkez [100]



Şekil 5-11 İki Merkez arasında bağlanan iş parçası ve iki merkez [101]

örnek verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, bu tür bir mekanizmanın kullanılması durumunda, iş parçasının uzunluğu, (sehim değeri için bir kısıtlama söz konusu değilse) çapının maksimum 12 katı kadar olabilmektedir. İş parçasının uzunluğunun, çapının 12 katından büyük olması halinde, meydana gelen sehimin etkisini azaltmak üzere iş parçasının yatak ile desteklenmesi gerekmektedir.



5.8 Bağlama Yönteminin Otomatik Belirlenmesi için Geliştirilen Yazılım

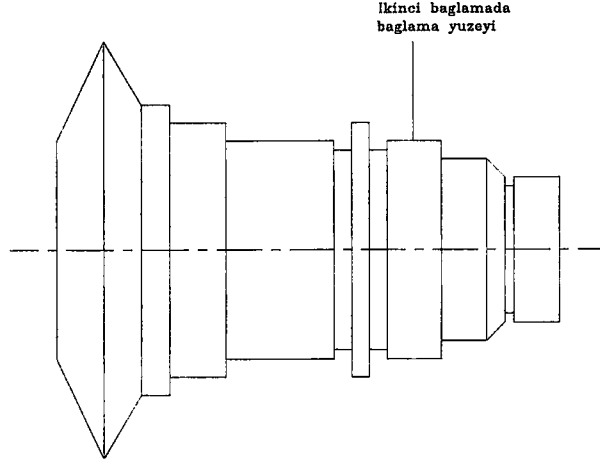
İş parçasının bağlama yönteminin belirlendiği modül (İBAMOD), BDSP sisteminin en önemli modüllerinden biridir. Oluşturulan yazılımda, bağlama yöntemleri için Bölüm 5.1 'de belirtilen kısıtlamalar ve kurallar dikkate alınmıştır. Bu çalışmayla, iş parçasının tezgaha en az bağlama ile işlenmesi sağlanmıştır.

İBAMOD, iş parçası unsur bilgilerini analiz ederek, iş parçasını sağ ve sol olmak üzere iki temel bölgeye ayırarak, hangi bölgenin işleme önceliğine sahip olduğunu belirlemektedir. Bunun için bölgelere ayırma işleminden sonra İBAMOD, bölgeler üzerindeki bağlama yüzeylerinin varlığını araştırmaktadır.

Belirlenen bölgelerden sadece biri üzerinde bağlama yüzeyi varsa, İBAMOD tarafından işleme önceliği, o bölgeye verilmektedir. İki bölge üzerinde de bağlama yüzeyi varsa ve bağlama yüzeylerinin yüzey pürüzlülüklerinden biri hassas, diğeri kaba ise işleme önceliği, kaba işlem gerektiren unsurun olduğu bölgeye verilmektedir. Bunun nedeni, bağlama yüzeylerinin mümkün olduğunca kaba işlem gerektiren yüzeylere verilmesinin gerekliliğidir. Aksi takdirde, hassas işlem gerektiren yüzeylerin bağlama yüzeyi olarak seçilmesi yumuşak malzemedan yapılmış çene kullanılmasını gerektirecektir. Elde hazır yumuşak çene olmaması halinde ise parçanın üretim maliyetine bir de çene maliyeti eklenecektir. İş parçası üzerinde sadece bir bağlama yüzeyi varsa, o unsur hassas yüzey kalitesine sahip olsa bile, yüzeyin bağlama yüzeyi olması kaçınılmazdır. Bağlama sırasında bu yüzeyin zarar görmemesi için mutlaka yumuşak malzemedan yapılmış çene kullanılması gerektiği sistemce belirtilmektedir. Her iki bölge üzerindeki unsurların yüzey pürüzlülükleri aynı ise, işleme önceliği İBAMOD tarafından sağ bölgeye verilmektedir. İBAMOD, bağlama yüzeylerinin, bağlama sayısının ve iş parçası bağlama yönteminin belirlenmesi işlemlerini, kullanıcı ile hiç bir etkileşim olmaksızın otomatik olarak gerçekleştirmektedir.

Geliştirilen yazılımın akış diyagramı ve yöntemin belirlenmesi için kullanılan kurallar, EK-E 'de verilmiştir. Aşağıda verilen şekillerde, İBAMOD tarafından belirlenen iş parçasının bağlama yöntemleri örneklenmiştir.

Örnek 1.



Şekil 5-12 T5 isimli test parçası

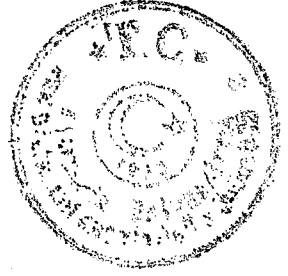
İS PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	: A. ORAL
PARÇA ADI	: T5
PARÇA MALZEMESİ	: ÇELİK DÖKÜM - KARBONLU ÇELİKLER
TAKIM TEZGAHI	: ÖNCÜ
SETUP SAYISI	: 2
İŞLEME ÖNCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 128.0
HAM PARÇA ÇAPİ	: 95.0
BAĞLAMA YÖNTEMİ	: 1. DÜZENLEME: AYNA 2. DÜZENLEME: AYNA
BAĞLAMA YÜZEYLERİ	: 1. DÜZENLEME: HAMPARÇA ÜZERİNDE 2. DÜZENLEME: 7 NOLU YÜZEY
BAĞLAMA ELEMANI POZİSYONLARI	: 1. DÜZENLEME: PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 4.0 CENE ÇAPİ : 95.0 2. DÜZENLEME: PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 20.0 CENE ÇAPİ : 60.0
1. DÜZENLEMEDE	AYNA TİPİ : TIP_A CENE YÜZEYİ : X
2. DÜZENLEMEDE	AYNA TİPİ : TIP_A CENE YÜZEYİ : X
İKİNCİ BAĞLAMA İÇİN ÇENE TİPİ	(SERT/YUMUŞAK): SERT

1. DÜZENLEME 2. DÜZENLEME

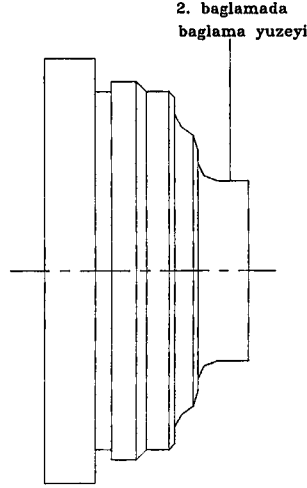
DEVAM

Şekil 5-13 T5 isimli örnek iş parçası için bağlama yöntemi raporu

T5 isimli parçanın bağlama yönteminin belirlendiği bu örnekte İBAMOD, işleme önceliği olan bölgeyi belirlemek için gerçekleştirilen iş parçası geometrisinin analizi sonucunda sol bölgede bağlama yüzeyi olmaması nedeniyle işleme önceliğini SAĞ bölgeye vermiştir. Bağlama raporu sonuçlarına göre iş parçası iki bağlamada işlenecek olup birinci düzenlemede bağlama yüzeyi hamparça üzerinde, ikinci düzenlemede ise sağ bölgedeki 7 nolu unsur olarak belirlenmiştir.



Örnek 2.



Şekil 5-14 T4 isimli örnek parça

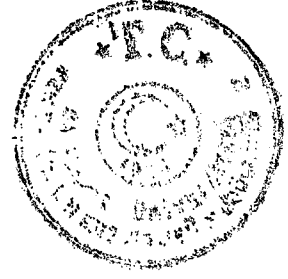
İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	: A. ORAL
PARÇA ADI	: T4
PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMLI CELİK - OTOMAT CELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: ONCU
SETUP SAYISI	: 2
İŞLEME ÖNCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 81.0
HAM PARÇA ÇAPİ	: 143.0
BAĞLAMA YÖNTEMİ	: 1. DÜZENLEMEDE: AYNA 2. DÜZENLEMEDE: AYNA
BAĞLAMA YÜZEYLERİ	: 1. DÜZENLEMEDE: HAMPARÇA ÜZERİNDE 2. DÜZENLEMEDE: 2 NOLU YÜZEY
BAĞLAMA ELEMANI POZİSYONLARI:	: 1. DÜZENLEME; PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 10.0 CENE ÇAPİ : 143.0 2. DÜZENLEME; PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 10.0 CENE ÇAPİ : 56.0
1. DÜZENLEMEDE AYNA TİPİ	: TIP_B CENE YÜZEYİ : Z
2. DÜZENLEMEDE AYNA TİPİ	: TIP_A CENE YÜZEYİ : X
İKİNCİ BAĞLAMA İÇİN ÇENE TİPİ (SERT/YUMUŞAK):	: YUMUŞAK

1. DÜZENLEME 2. DÜZENLEME

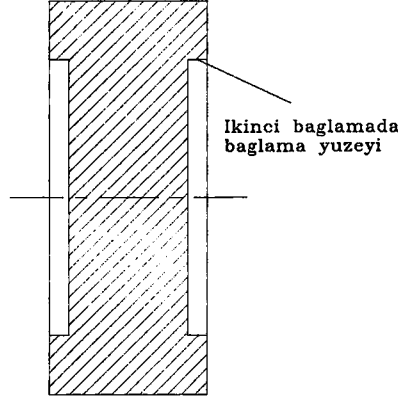
DEVAM

Şekil 5-15 T4 için bağlama yöntemi raporu

T4 isimli parçanın bağlama yönteminin belirlendiği bu örnekte işleme önceliği SAĞ bölgeye aittir. Bağlama raporu sonuçlarına göre iş parçası iki bağlamada işlenecek olup birinci düzenlemede bağlama yüzeyi hamparça üzerinde, ikinci düzenlemede bağlama yüzeyi sağ bölgedeki 2 nolu unsur olarak belirlenmiştir.



Örnek 3.



Şekil 5-16 Deneme3 isimli örnek parça

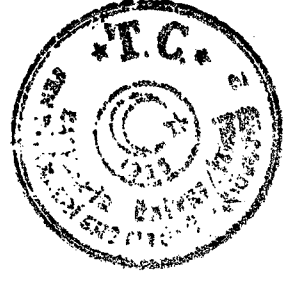
İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	:: DENEME3
PARÇA ADI	:: ALAŞIMLI ÇELİK - OTOMAT ÇELİKLERİ
PARÇA MALZEMESİ	:: ONCU
TAKIM TEZGAHI	:: 2
SETUP SAYISI	:: SAĞ
İŞLEME ÖNCELİĞİ	:: 38.0
HAM PARÇA UZUNLUĞU	:: 125.0
HAM PARÇA ÇAPI	::
BAĞLAMA YÖNTEMİ	::
	1. DÜZENLEMEDE: AYNA
	2. DÜZENLEMEDE: AYNA
BAĞLAMA YÜZEYLERİ	::
	1. DÜZENLEMEDE: HAMPARÇA ÜZERİNDE
	2. DÜZENLEMEDE: 2 NOLU YÜZEY
BAĞLAMA ELEMANI POZİSYONLARI:	
	1. DÜZENLEME; PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 10.0
	ÇENE ÇAPI : 125.0
	2. DÜZENLEME; PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 5.0
	ÇENE ÇAPI : 100.0
1. DÜZENLEMEDE	AYNA TİPİ : TIP_B ÇENE YÜZEYİ : V
2. DÜZENLEMEDE	AYNA TİPİ : TIP_A ÇENE YÜZEYİ : A

1. DÜZENLEME 2. DÜZENLEME

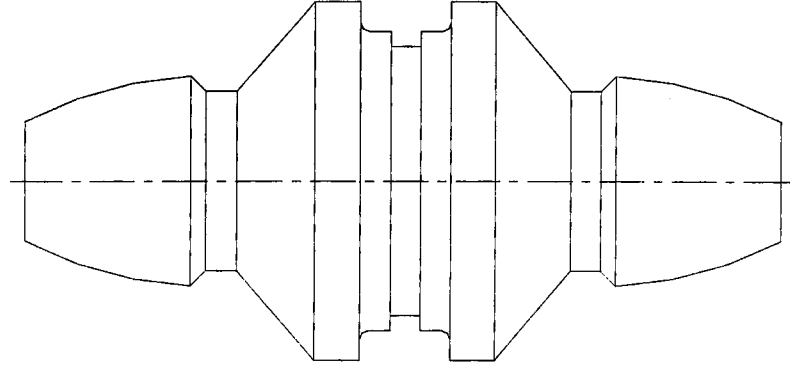
DEVAM

Şekil 5-17 Deneme3 isimli parçanın bağlama yöntemi raporu

Deneme3 isimli parçanın bağlama yönteminin belirlendiği bu örnekte, iş parçası üzerindeki bağlama yüzeyi olabilecek dış unsur sayısı 1 olduğundan dış yüzeyden bağlama yapılamamaktadır. Parça üzerinde iç unsur bulunması ve bu iç unsurların bağlama yüzeyi olabilmesi nedeniyle öncelikle 2. bağlamada, bağlama yüzeyi olacak olan iç unsur işlenmektedir. İş parçası bu işlem sonrasında 2. bağlamada 2 no 'lu iç unsurdan bağlanmaktadır.



Örnek 4.



Şekil 5-18 T6 isimli örnek parça

İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	: ALI ORAL
PARÇA ADI	: TEST6
PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMSIZ CELİK - OTOMAT CELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: ONCU
SETUP SAYISI	: 1
İŞLEME ÖNCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 143.0
HAM PARÇA ÇAPİ	: 250.0
BAĞLAMA YÖNTEMİ	: İKİ MERKEZ ARASINDA
BAĞLAMA ELEMANI	POZİSYONLARI: HAMPARÇA ÜZERİNDE HER İKİ ALIN YÜZEY

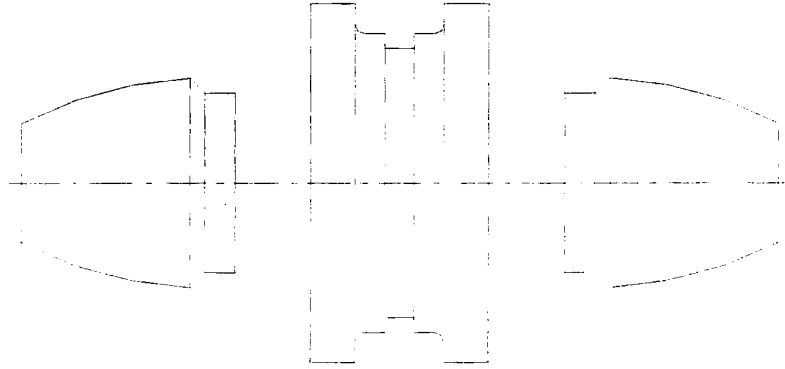
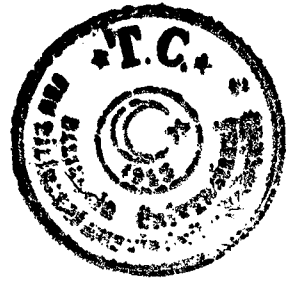
1. DÜZENLEME

DEVAM

Şekil 5-19 T6 isimli parça için bağlama yöntemi raporu

T6 isimli iş parçası üzerinde aday bağlama yüzeyi tespiti sırasında, bağlama yüzeyi bulunamayışı nedeniyle iş parçasının iki merkez arasında işlenmesine karar verilmiştir. Görünüşte, maksimum çapın olduğu iş parçasının ortasındaki kısmın, bağlama yüzeyi olabileceği düşünülebilirse de, tezgah kısıtlamaları nedeniyle bu yüzeyler bağlama yüzeyi olamamıştır.

Örnek 4.



Şekil 5-18 T6 isimli örnek parça

İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	: ALİ ORAL
PARÇA ADI	: TEST6
PARÇA MALZEMESİ	: ALAŞIMSIZ ÇELİK - OTOMAT ÇELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: ÖNCÜ
SETUP SAYISI	: 1
İŞLEME ÖNCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 143.0
HAM PARÇA ÇAPİ	: 250.0
BAĞLAMA YÖNTEMİ	: İKİ MERKEZ ARASINDA
BAĞLAMA ELEMANI POZİSYONLARI:	HAMPARÇA ÜZERİNDE HER İKİ ALIN YÜZEY

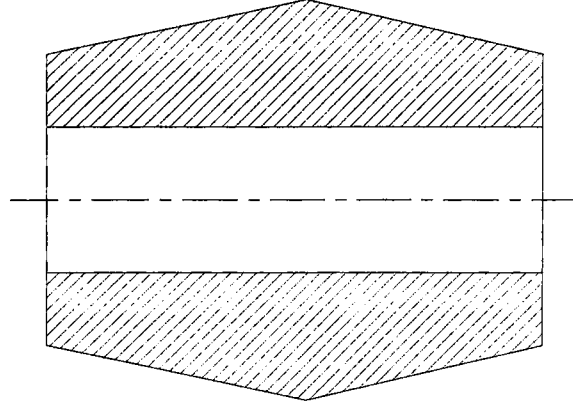
1. DÜZENLEME

DEVAM

Şekil 5-19 T6 isimli parça için bağlama yöntemi raporu

T6 isimli iş parçası üzerinde aday bağlama yüzeyi tespiti sırasında, bağlama yüzeyi bulunamayışı nedeniyle iş parçasının iki merkez arasında işlenmesine karar verilmiştir. Görünüşte, maksimum çapın olduğu iş parçasının ortasındaki kısmın, bağlama yüzeyi olabileceği düşünülebilirse de, tezgah kısıtlamaları nedeniyle bu yüzeyler bağlama yüzeyi olamamıştır.

Örnek 5.



Şekil 5-20 Malafa isimli test parçası

İŞ PARÇASI BAĞLAMA YÖNTEMİ RAPORU	
PLANLAMACI	: ALİ ORAL
PARÇA ADI	: TEST
PARÇA MALZEMESİ	: ALAŞIMLI ÇELİK - TAKIM ÇELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: ONCU
SETUP SAYISI	: 2
İŞLEME ÖNCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 93.0
HAM PARÇA ÇAPİ	: 85.0
BAĞLAMA YÖNTEMİ	: 1. DÜZENLEME: AYNA 2. DÜZENLEME: ÖZEL MALAFA İLE AYNA-PUNTA ARASI
BAĞLAMA YÜZEYLERİ	: 1. DÜZENLEME: HAMPARÇA ÜZERİNDE 2. DÜZENLEME: AYNA TİPİ : TIP_A ÇENE YÜZEYİ : X
BAĞLAMA ELEMANI POZİSYONLARI	: 1. DÜZENLEME; PARÇA ÇENE TEMAS UZUNLUĞU= 38.0 2. DÜZENLEME AYNA TİPİ : ÇENE YÜZEYİ :

1. DÜZENLEME

2. DÜZENLEME

DEUAM

Şekil 5-21 Malafa isimli parçanın bağlama yöntemi raporu

Malafa isimli test parçasının bağlama yöntemi için İBAMOD tarafından özel bir bağlama yöntemi önerilmiştir. Bunun nedeni, iş parçasının dış yüzeyleri arasında bağlama yüzeyi bulunmamasıdır. Bu iş parçasının imalatı için 2 bağlama gereklidir ve birinci bağlamada iş parçasının iç yüzeyleri işlenecektir. İç yüzeylerin işlenmesi tamamlandıktan sonra 2. bağlama için iş parçası, Şekil 5.21 'de görüldüğü gibi bir malafa üzerine alınarak ayna punta arasında işlenecektir. Malafa ve parçanın birbirine temas eden yüzeyleri hassas işlenmek zorundadır.



6. TAKIM SEÇİMİ

6.1 Giriş

BDSP sistemleri içinde bulunması gereken önemli modüllerden biri de kesici takım seçim modülüdür.

Klasik imalat yöntemlerinde takım seçim işlemi, imalatı yapacak kişinin deneyimlerine bağımlı olarak yapılmaktadır. Kesici takımın bu yöntemle seçimi halinde, uygun kesicinin belirlenmesi belirli bir süre alacağı gibi, zaman zaman da uygun olmayan kesici takımların seçimi söz konusu olabilir. Bu yöntemle takım seçimi yapan kişi, nasıl bir mantıkla seçim işlemini gerçekleştirdiğini genellikle açıklayamaz. Bunun nedeni, uyguladığı kurallar çoğu kez formülüze edilmemiştir ve seçim işlemi sadece deneyimlere bağımlı olarak yapılmıştır. Bu yöntemde aynı iş parçası için farklı operatörler farklı takım seçimi yapabilmektedir.

Bu çalışmada imalat işleminde kullanılacak takımların belirlenmesi için parça unsur bilgileri, takım tezgahı kısıtlamaları, iş parçası malzemesi, talaş tipi, bağlama yöntemi ve bağlama sayısı gibi bilgiler kullanılarak otomatik takım seçimi gerçekleştirilmiştir.

6.2 Takım Seçimine Etki Eden Faktörler

İmalatta kullanılacak takımların seçim işlemi kolay değildir. Bu işlemde takım seçimine etki eden bir çok faktörün bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kesici takım seçimi için aşağıda verilen faktörler dikkate alınmıştır.



- İş parçası malzemesi
- İş parçası geometrisi
- İş parçası ile ilgili kısıtlamalar (yüzey pürüzlülüğü, erişilebilirlik gibi)
- Kullanılan takım tezgahı
- İşlem tipi (kaba/ince tornalama, vida çekme, delme, delik genişletme vb.)

6.2.1 İş Parçası Malzemesinin Takım Seçimine Etkisi

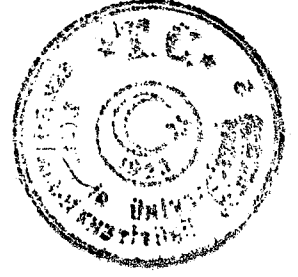
İş parçası malzemesi takım seçiminde etkili olan faktörlerin başında gelmektedir. İş parçasının üretim şekli, kimyasal bileşenleri, sertliği, talaş tipi kesme verilerinin belirlenmesinde önemli faktörler olarak verilmiştir ve bu faktörler, takım seçimi için de geçerlidir. Karbür takımlar ile işleme için ISO malzeme sınıflandırma yöntemi Çizelge 3.3 'te verilmiştir. İş parçasının talaş tipi kesici takım tipini etkilemektedir. Çizelgede P, M ve K olmak üzere üç ISO simgesi görülmekle birlikte, tornalama işlemlerinde 6 temel iş parçası malzemesi mevcuttur (Şekil 6.1) [102].







1. Uzun talaş çıkaran malzemeler (bir çok çelik malzeme gibi)
2. Paslanmaz çelikler
3. Kısa talaş veren malzemeler (dökme demirler gibi)
4. Isıl dirençli malzemeler (Ni esaslı malzemeler)
5. Yumuşak malzemeler (Al alaşımları gibi)
6. Sertlikleri 400 HB 'den daha büyük olan sert malzemeler

İş parçası malzemesi özellikle kesici uç tipinin seçiminde etkili bir faktördür.

6.2.2 İş Parçası Geometrisinin Takım Seçimine Etkisi

İş parçasının geometrisi, imalatta kullanılacak takım tutucu ve uç geometrisinin seçimini etkileyen en önemli faktördür. Süreç planlama sistemindeki operasyonların gerçekleştirilebilmesi için seçilen takımın geometrisi unsura erişim yeteneğine sahip olmalı ve seçim işlemi unsur bilgilerine dayanarak yapılmalıdır [103]. Aksi takdirde seçilen takımın bir unsuru elde edememesi söz konusu olacaktır ki bu imalat işleminin aksamasına neden olmaktadır. İmalatın aksamaması ve mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için seçilen kesici takımın unsurlara erişebilirliği sağlanmalıdır. Özellikle, iş parçası üzerindeki kanal ve faturaların işlenmesi sırasında takım vektörü



Talaş Tipi	ISO
 1	P
 2	M
 3	K
 4	M
 5	K
 6	K

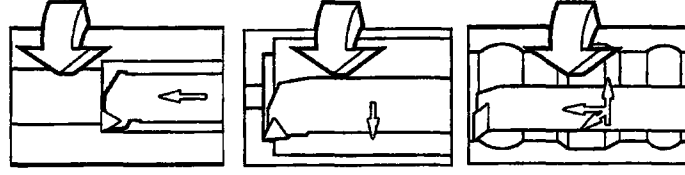
Şekil 6-1 Tornalama işlemlerinde kullanılan malzeme tipleri [83]

ile iş parçası konturunun birbirine uyumlu olması gereklidir. Takım vektörü ile iş parçası konturunun birbirine uyumsuz olması halinde takım-iş parçası arasında bir çarpışma olması söz konusudur ve bu çarpışmanın önüne geçilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekir. İş parçası geometrisi ve iş parçası üzerindeki unsurlara ait geometrik şekiller, kesici takım seçiminde kullanılan geometrik kısıtlamalar olarak değerlendirilmiştir.

Geometrik kısıtlamalar, iş parçası üzerinde delik genişletme işlemi yapılacak ise daha da önem kazanmaktadır. Bunun nedeni, delik genişletme işleminin deliğin uzunluğu ve çapı ile sınırlı olmasıdır. Şekil 6.2 bu durumu kısaca özetlemektedir.

6.2.3 Bağlama Sayısı ve Bağlama Yönteminin Takım Seçimine Etkisi

Takım seçim işleminde önemli faktörlerin bir diğeri de seçilen takımın işleme yönüdür (sağ, sol ve her iki yönde). Takımın işleme yönünün belirlenebilmesi için iş parçasının bağlama yönteminin ve sayısının bilinmesi gereklidir. Örneğin; ayna üzerinde iki bağlamada işlenecek bir iş parçası için genellikle (iş milinin dönme yönüne göre sağ/sol) tek yönlü takımların seçilmesi yeterli olurken, iki merkez arasında



Şekil 6-2 Delik işleme delik çapı ve uzunluğu ile sınırlıdır [83]

bir bağlama ile işlenecek bir iş parçası için hem sağ, hem de sol takımların seçilmesi gerekli olmaktadır.

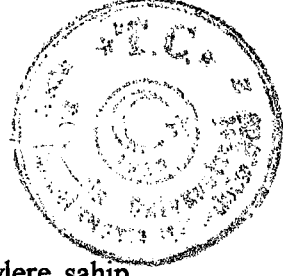
6.2.4 Takım Tezgahının Takım Seçimi Üzerine Etkisi

Seçilecek takım tutucu ölçüleri takımın bağlanacağı magazindeki takım yeri ölçüleriyle uyumlu olmak zorundadır. Aksi takdirde seçilen takım, iş parçasının işlenmesi için ne kadar ideal olursa olsun kullanılamayacaktır ve kullanılabilirliği olmayan bir takımın seçimi ise herhangi bir işe yaramayacaktır. Bu nedenle, kesici takım seçiminde takım tutucu ölçüleri belirlenirken, tezgahdaki maksimum takım yeri ölçülerinin dikkate alınması gereklidir.

6.2.5 İşlenebilirlik Verilerinin Takım Seçimi Üzerine Etkisi

Kesici takım seçiminde, iş parçasının işlenmesi için belirlenen kesme hızı, kesme derinliği ve ilerleme değerleri gibi, işlenebilirlik verilerinin dikkate alınması gereklidir.

Örneğin; takımın kesici uç boyutları, işlenebilirlik verilerinden elde edilen kesme derinliğine ve ilerleme değerine bağlıdır. Kesici uç boyutları özellikle kaba talaş kaldırma işlemlerinde uç dayanımı açısından önemlidir.



6.2.6 İşlem Tipinin Takım Seçimi Üzerine Etkisi

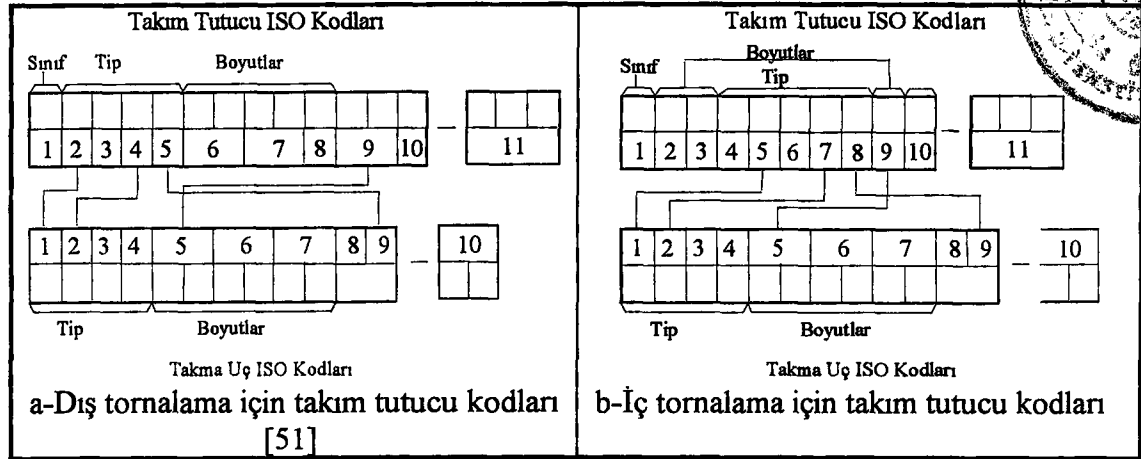
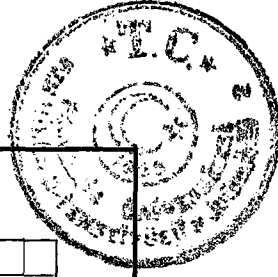
İş parçası üzerinde gerçekleştirilecek farklı işlemler için farklı işlevlere sahip kesici takımların kullanılması zorunludur. Dış yüzeyler üzerinde kaba tormalama yapan bir takımın delik işleme amacıyla kullanılmayacağı örneği bu tezi doğrulamaktadır.

Bu çalışmada, takım seçim işlemi iç ve dış yüzeyler için yapılmıştır. Dış yüzeyler için kaba-ince tormalama, kanal ve fatura açma, vida çekme, dip köşe radyüsü açma, aksenal kanal açma işlemleri için takım seçimi yapılmaktadır. İç yüzeyler için, delme, delik genişletme, iç yüzey kanal-fatura açma ve vida çekme takımları seçilmektedir.

6.3 Kesici Takım Sisteminin Seçimi

Modern imalat sistemlerinde kullanılan kesici takımlar kesici takımı üzerinde tutan takım tutucu ve kesme işlemini gerçekleştiren bir kesici uçtan oluşmaktadır. Tormalama işlemlerinde kesici takım sisteminin (takım tutucu+kesici uç) seçimi dikkat ve özen gerektiren bir işlemdir.

Takım seçim işlemi, Şekil 6.3 'te görüldüğü gibi, kesme işlemini gerçekleştiren kesici uç ve onu taşıyan takım tutucunun seçiminden ibarettir. Takım tutucu ve kesici ucun seçimi için şekilde verilen parametrelerin belirlenmesi gerekir. Takım tutucunun seçimi için 10(+1), kesici ucun belirlenmesi için 9(+1) tane kodun belirlenmesi gerekmektedir. İç tormalama için kullanılacak takım tutucunun seçimi, dış tormalama takımlarına göre bazı küçük farklılıklar içermektedir. Şekil 6.3 'ten görüldüğü üzere, bir kesici takım sisteminin belirlenmesi için öncelikle işlenecek unsurun özellikleri dikkate alınarak takım tutucunun seçilmesi gerekir. Takım tutucu belirlendikten sonra iş parçası malzemesi ve unsurun yüzey özellikleri dikkate alınarak kesici ucun seçilmesi işlemine geçilir.



**Dış Tornalama İçin
Takım Tutucu[51]**

1. Uç bağlama Sistemi
2. Kesici uç şekli
3. Yerleştirme açısı
4. Uç boşluk açısı
5. Takım ilerleme yönü
6. Takımın sap genişliği
7. Takımın sap yüksekliği
8. Takım uzunluğu
9. Uçun kesici kenar uzunluğu
10. Boyut toleransları
11. İmalatçının tip tasarımı

**İç Tornalama İçin
Takım Tutucu**

1. Delik kateri tipi (A,E,F, S)
2. Delik kateri çapı
3. Takım uzunluğu
4. Uç bağlama şekli
5. Kesici uç şekli
6. Kater yerleştirme açısı
7. En büyük kesme kenarı üzerindeki boşluk açısı
8. Takımın ilerleme yönü
9. Kesici kenar uzunluğu
10. İmalatçının tip tasarımı

Kesici Uç[51]

1. Kesici uç şekli
2. Uç boşluk açısı
3. Toleranslar
4. Uç tipi
5. Uçun kesici kenar uzunluğu
6. Uçun kalınlığı
7. Uç yarıçapı
8. Kesici kenar
9. Takım ilerleme yönü
10. İmalatçının tip tasarımı

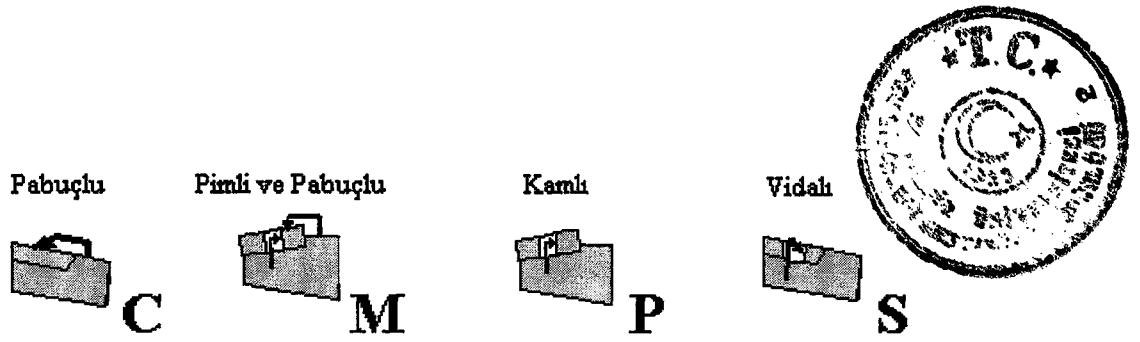
Şekil 6-3 İç ve dış tornalama için takım tutucu ve kesici uçların ISO kodları

6.3.1 Uç Tuturma Sistemi ve Uçun Takım Tutucuya Bağlanması

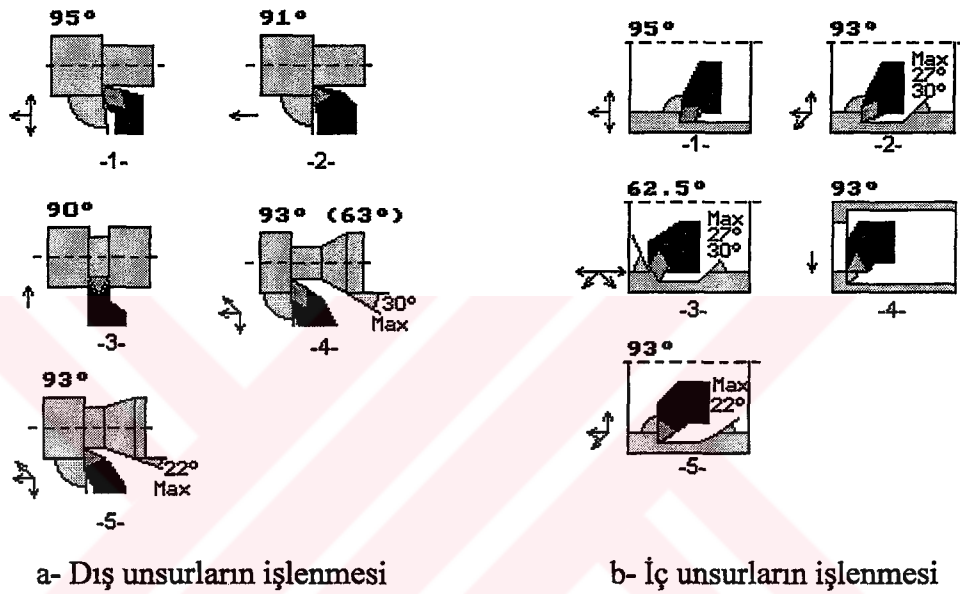
Takım tutucunun seçiminde, ilk belirlenmesi gereken işlem ucun tuturma sisteminin belirlenmesidir. Özellikle SD talaşlı imalat sistemlerinde mümkün olan her yerde kesici uçların seri olarak bağlanması gerekmektedir. Kesici uçlar, takım tutucuya Şekil 6.4' te verilen 4 değişik bağlama yöntemiyle bağlanabilmektedir.

6.3.2 Takım Tutucunun Seçimi

Takım tutucusu ve boyutlarının belirlenmesinde kesme derinliği, iş parçası malzemesi, takım tuturma sistemi ve unsura erişebilirlik gibi bir çok faktörün göz önüne alınması gereklidir. Takım tutucu tipleri yerleştirme açısı ve kullanılan ucun uç



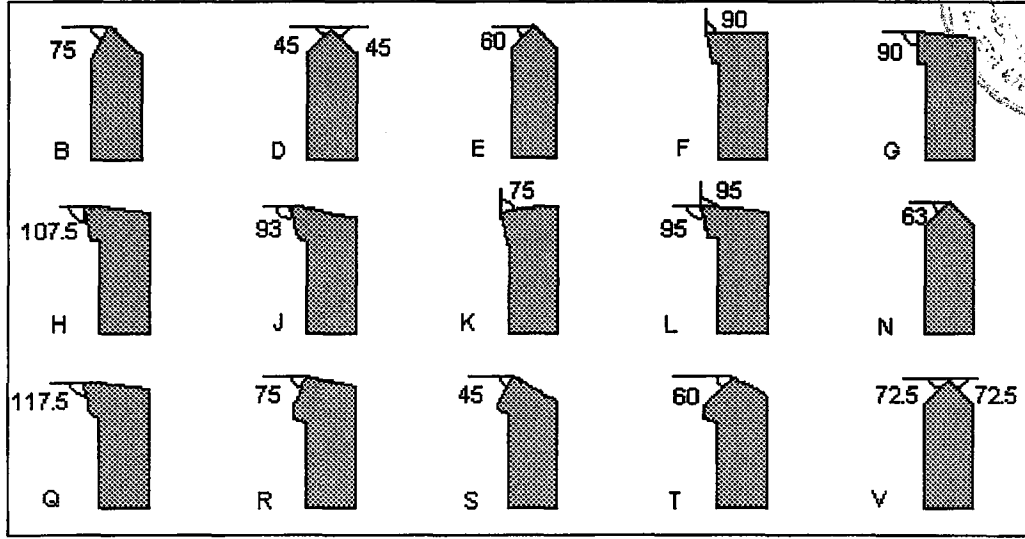
Şekil 6-4 Uç bağlama yöntemleri [90,91]



Şekil 6-5 Farklı dış ve iç unsurların işlenmesi için takım tutucular ve takım vektörleri [90,91]

açısına göre belirlenir. Bu aşamada seçim işleminde, uç dayanımının ve unsura erişebilirliğin dikkate alınması gerekir. Unsuru erişim için, unsura ait özelliklerle takım vektörlerinin birbirine uyumu esas alınmaktadır. Şekil 6.5 incelendiğinde bir takım ile iş parçası üzerindeki bütün yüzeyleri işlemenin mümkün olmadığı açıkça görülmektedir. Örneğin; Şekil 6.5-a(1) ve a(2) dış kaba tornalama işlemleri, Şekil 6.5-a(3), kanal açma işlemi, Şekil 6.5-a(4) ve a(5) farklı açılara sahip faturaların işlenmesi için kullanılacak değişik takımlardır.

Şekillerde takımların, takım vektörleri de verilmiştir. Örneğin Şekil 6.5-a(1) de görülen takıma ait takım vektörü, Şekil 6.5-a(4) ve a(5) ile uyumsuzdur.



Şekil 6-6 Dış tornalama işlemleri için değişik takım tutucu tipleri [90,91]

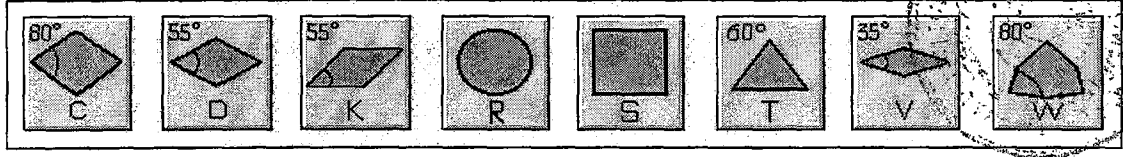
Şekil 6.5-a(3) ile uyum var gibi görülmesine rağmen bu takım kanal açma işleminde, işlem gereği kullanımı mümkün olmayan bir takımdır. Takım tutucunun seçiminde; kesme işleminde yeterli rijitliğin sağlanması amacıyla tezgah için mümkün olan en büyük takım tutucu boyutunun seçilmesi gereklidir. Bu, takım tutucunun uzunluğunun azaltılması ve kesici kenar için mümkün olan en rijit oturma yerinin elde edilmesi amacıyla şarttır. Şekil 6.6 'da değişik takım tutuculara ait sembolik şekiller verilmiştir.

6.3.3 Kesici Uç Şekli

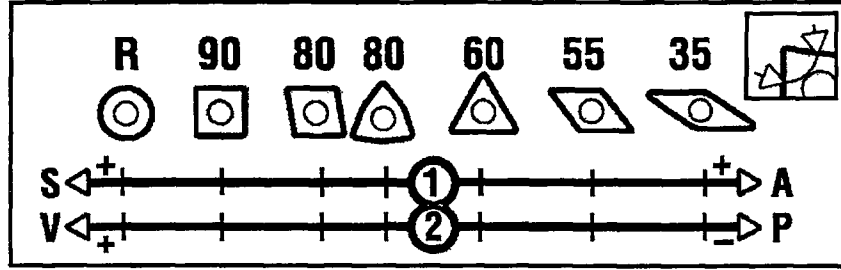
Takım seçim işleminin bu aşamasında yerleştirme açısı ve takımın unsura erişebilirliği dikkate alınmalıdır. Kesici uç şeklinin (Şekil 6.7) seçimini etkileyen faktörler şu şekilde özetlenebilir [87]:

1. Yapılacak işlem
2. Kullanılacak takım tutucu
3. İş üzerindeki kavisler
4. Kanallar ve vidalar

Bu faktörlerin tümü standart takımlar ile sağlanabilir. Kesici takım seçiminde genellikle silindirik uçlar kare uçlardan, kare uçlar ise üçgen uçlardan daha



Şekil 6-7 Kullanılabilecek standart kesici uç şekilleri



Şekil 6-8 Kesici uçların şekli ve dayanım, erişim, güç ve titreşim ilişkisi [83,102]

dayanıklıdır. Dayanım ve ömür açısından en büyük uç açısına sahip takım seçilmelidir.

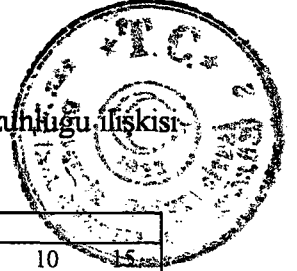
Ancak kesme işleminde çeşitlilik söz konusu ise, dayanım yerine çeşitlilik esas alınacaksa, daha küçük uç açıları da dikkate alınmalıdır (Şekil 6.8). 1 no 'lu cetvel kesici kenarın dayanımını göstermektedir. Sola doğru gidildikçe dayanım artmaktadır. Unsur erişim için sağa doğru gidildikçe yani uç açısı küçüldükçe daha iyi sonuçlar alınır. 2 no 'lu cetvelde ise sağa doğru gidildikçe titreşim eğilimi azalmakta, bunun yanı sıra güç gereksinimi de azalma göstermektedir.

Şekil 6.8 'de görüldüğü gibi, kanal işleme ve vida açma takımları için bir standart oluşturulmamıştır. Bu işlemler için kesici takım firmalarının kataloglarında verilen takımlar kullanılmaktadır.

6.3.4 Kesici Ucun Boyutları

Kesici ucun boyutlarının belirlenmesi için, talaş kaldırma sırasında kesme derinliğine bağlı olarak, takma ucun kesme işlemine aktif olarak katılan kesme kenarı uzunluğunun (efektif kesme kenar uzunluğu) belirlenmesi gerekir.

Çizelge 6-1 Yerleştirme açısı-kesme derinliği-efektif kesme kenarı uzunluğu ilişkisi
[90]



Yerleştirme açısı (κ)	Kesme Derinliği a_p (mm)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
	L _a (efektif kesme kenarı uzunluğu)											
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	
105	75	1.5	2.1	3.1	4.1	5.2	6.2	7.3	8.3	9.3	11	16
120	60	1.2	2.3	3.5	4.7	5.8	7	8.2	9.3	11	12	18
135	45	1.4	2.9	4.3	5.7	7.1	8.5	10	12	13	15	22
150	30	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
165	15	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58

Çizelge 6.1 'de kesme derinliği ve takım yerleştirme açısına bağlı olarak efektif kesme kenarı uzunlukları, Şekil 6.9 'da kesici ucun şekline göre uç büyüklüğü ile efektif kesme kenarı ilişkileri verilmiştir. Efektif kesme kenarı uzunluğu kesme derinliği değerine bağlı olarak Eşitlik 6.1 'den yararlanarak hesaplanabilir.

$$l_a = \frac{a_p}{\text{Sin} \kappa} \quad (6.1)$$

Burada,

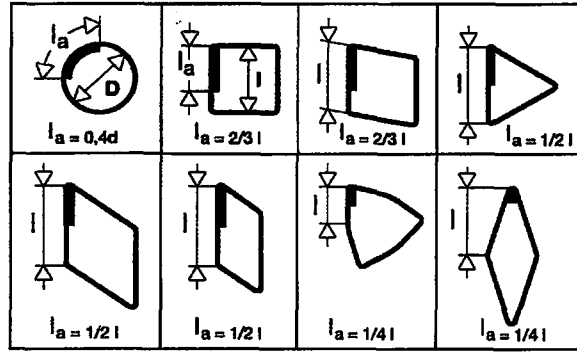
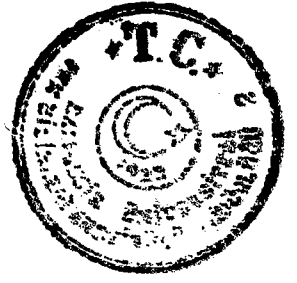
a_p : Kesme derinliği
 κ : Takım yerleştirme açısı

şeklinde tanımlanmıştır.

Bu eşitlikten elde edilen l_a , Şekil 6.9 'da verilen ifadelerden yararlanarak kesici ucun boyutlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

6.3.5 Uç Yarıçapı

Takım seçiminde göz önüne alınması gereken faktörlerin biri de, kesici takım uç yarıçapının belirlenmesidir. Uç yarıçapı, kaba tornalama işlemlerinde dayanımı, ince tornalama işlemlerinde ise yüzey pürüzlülüğünü etkileyen bir faktördür.



Şekil 6-9 Uç şekline bağlı olarak efektif kesme kenarı uzunlukları [83,102]

Yarıçapın büyüklüğü titreşim eğilimini ve ilerleme hızını etkiler. Kaba talaş kaldırma işlemlerinde mümkün olan en büyük uç yarıçapı seçilmelidir. Büyük uç yarıçapı daha büyük ilerlemeye izin vermekte ancak büyük uç yarıçapı ile çalışırken titreşim problemi söz konusu olabilmektedir. Bu durumda daha küçük uç yarıçapına sahip kesici seçilmelidir. Kaba işlemlerde yaygın olarak kullanılan uç yarıçapı değerleri 1.2-1.6 mm 'dir.

Kaba işlemlerde, maksimum ilerlemenin uç yarıçapını aşmamasına dikkat edilmelidir. Uç yarıçapı ile ilerleme arasındaki ilişki Eşitlik (6.2) 'de verilmiştir [90,91].

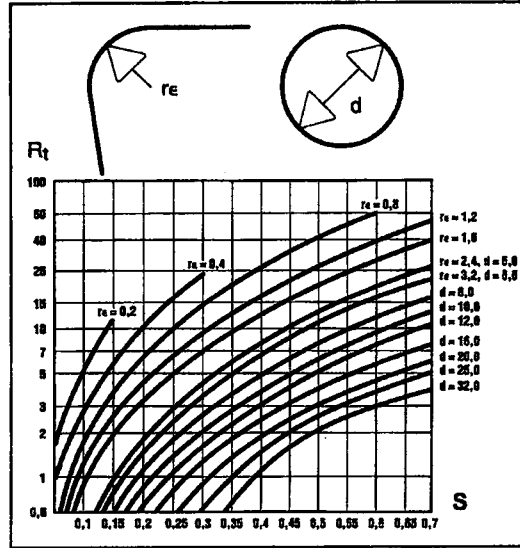
$$S_{kaba} = 0.5 r \quad (6.2)$$

İnce tornalama işlemlerinde arzu edilen yüzey kalitesinin elde edilmesi için Eşitlik (6.3) ile verilen uç yarıçapı ile ilerleme ilişkisinin sağlanması gerekir.

$$S_{ince} = \sqrt{\frac{R_{max} 8r}{1000}} \quad (6.3)$$

Bu eşitlikte;

- S_{ince} : İnce işleme için ilerleme değeri (mm/dev)
 R_{max} : Maksimum yüzey pürüzlülüğü (μm)
 r : Uç yarıçapı (mm)



Şekil 6-10 İlerleme, uç yarıçapı ve yüzey kalitesi ilişkisi [83,91]

Şekil 6.10 tornalama işlemlerinde uç yarıçapı, ilerleme ve yüzey kalitesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

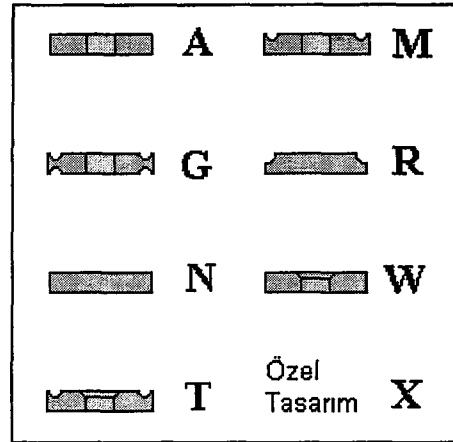
6.3.6 Uç Tipi

Talaş kaldırma işleminde oluşan talaşın işlem sırasında kırılması için, malzeme talaş tipi kullanılacak uç tipinin belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür [87].

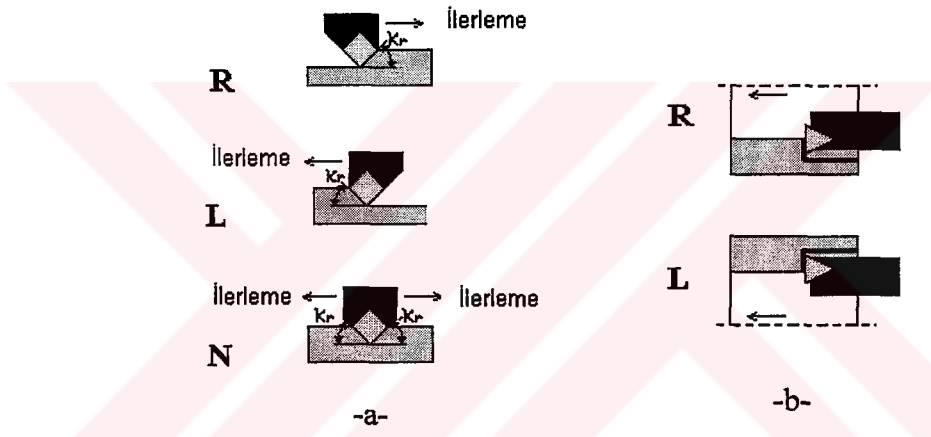
Kesici takım seçiminde, uç tipinin belirlenmesi iş parçası malzemesine bağlı olarak yapılmalıdır. Bunun için iş parçasının, karbür takımlar için ISO tarafından oluşturulan P, M, K gruplarından hangisine ait olduğu önem taşımaktadır. P, M ve K grupları dikkate alınarak kesici uç tipi kolaylıkla belirlenebilmektedir. Şekil 6.11 'de kullanılabilir uç tipleri verilmiştir.

6.3.7 Kesici Takım İlerleme Yönü

Takım seçim işleminde takımın izleyeceği yola göre takımın ilerleme yönünün de belirtilmesi gereklidir. Buna göre; sağ, sol veya her iki yönde talaş kaldırabilecek



Şekil 6-11 Uç Tipleri [90,91]



Şekil 6-12 Takımlar için ilerleme yönleri [90,91]

şekilde uç geometrisi seçimi yapılmalıdır. Şekil 6.12-(a) 'da dış takımların, Şekil 6.12-(b) 'de iç takımların ilerleme yönleri sembolik olarak verilmiştir.

6.3.8 Uç Kalitesi

Talaş kaldırma işlemlerinde, iş parçası malzemesi ve her işlem tipi (kaba/ince) için kesici takım firmalarının önerdiği kesici uç kaliteleri mevcuttur. Bu uç kaliteleri, iş malzemesinin P, M veya K gruplarına göre değişmektedir. Uç kalitesinin seçimi sırasında mümkün ise kesici takım firmaları tarafından önerilen ilk seçenek kullanılmalıdır. Eğer ilk seçeneğin kullanılması mümkün değilse diğer seçeneklerin kullanılması söz konusu olabilir.



6.4 Otomatik Takım Seçimi İçin Kurallar ve Takım Seçim Yazılımı

Bu çalışmada takım seçimi unsur tabanlı olup, iş parçası malzemesi, işlenebilirlik verileri, işlenecek unsurun geometrik özellikleri takım seçim yazılımı tarafından göz önünde bulundurulmaktadır. Oluşturulan takım seçim yazılımı tamamen otomatik olarak çalışmaktadır. Sisteme girdi, işlenebilirlik verileri, iş parçasına ait unsur bilgileri, imalatta kullanılacak takım tezgahına ilişkin bilgiler, iş parçası bağlama yöntemi, iş parçası bağlama sayısı ve ham işlem sırasıdır (Şekil 6.13). OTO-TAK yazılımının akış diyagramı ve takım seçim kuralları EK-F 'de verilmiştir.

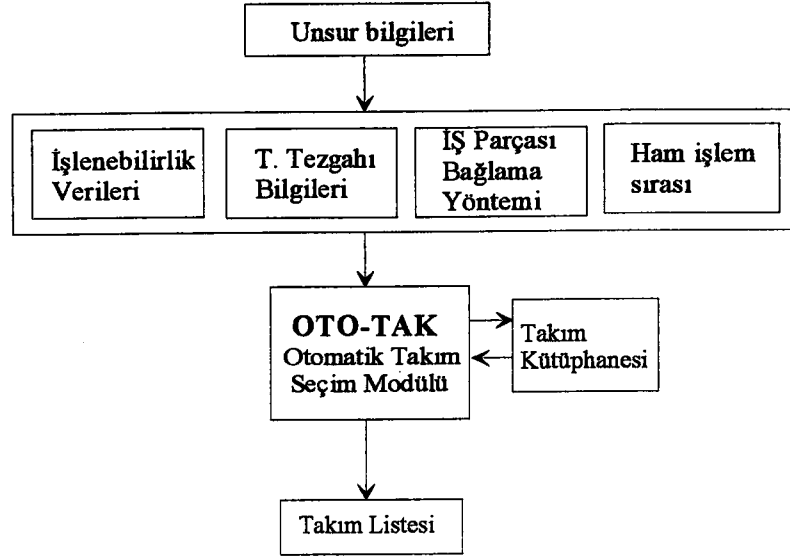
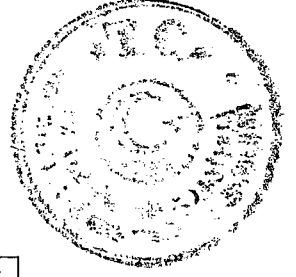
İş parçasının imalatı için gerçekleştirilecek ham işlem sırası dört ana adımdan oluşmaktadır. Bunlar, işleme önceliğinin sağ bölgeye ait olması hali için;

1. Sağ dış yüzeylerin işlenmesi,
2. Sağ iç yüzeylerin işlenmesi,
3. Sol dış yüzeylerin işlenmesi,
4. Sol iç yüzeylerin işlenmesi,

şeklinde sıralanmaktadır. Burada "ham işlem sırası" deyiminin kullanılmasının nedeni, talaş kaldırma işlemini gerçekleştirecek takımların henüz unsurlara atanmamış olması nedeniyle, hangi unsurun hangi takımla işleneceğinin ve hangi takımın öncelikli olduğunun kesin olarak belirli olmamasından kaynaklanmaktadır. Takım seçim işlemi tamamlandıktan sonra, minimum takım değişikliğini sağlayan işleme öncelikleri belirlenerek işlem sırası kesinleştirilecektir.

Ham işlem sırasının belirlenmesi için, iş parçası bağlama modülü tarafından iş parçası üzerindeki işleme önceliğine sahip bölge tespit edilmektedir. Bu bilgi otomatik takım seçim modülü (OTO-TAK) tarafından takım seçimi sırasında kullanılmaktadır. Ham işlem sırası, işleme önceliği olan bölge göz önünde bulundurularak aşağıdaki sırayla ve kurallarla belirlenir.

1. Alın Tornalama işlem sıralamada daima ilk işlem olmalıdır.
2. İş parçası üzerinde delik varsa öncelikle delme işlemi gerçekleştirilir.
3. İş parçası üzerinde dış yüzeylerdeki bütün kaba talaş kaldırma işlemleri gerçekleştirilir.

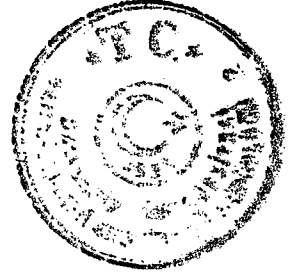


Şekil 6-13 Otomatik takım seçimi için gerekli bilgiler

4. Kanal, fatura açma işlemleri gerçekleştirilir.
5. Varsa delik genişletme işlemleri yapılır ve iç yüzeylerdeki kanal fatura işlemleri gerçekleştirilir.
6. Dış yüzeylerdeki bütün ince talaş kaldırma işlemleri yapılır
8. Dış yüzeylerdeki vida açma işlemi gerçekleştirilir.
9. İç yüzeylerin ince tormalanması yapılır.
10. İç yüzeylerdeki vida açma işlemi gerçekleştirilir.
11. İş üzerinde ikinci bölgenin varlığı halinde parça ters çevrilerek, aynı işlemler ikinci bölgeye uygulanır.
12. İş parçası tek bölge ise, kesme işlemi yapılır.

Takım seçimi sırasında yukarıda kabaca tanımlanan çerçeveye bağlı kalınır. Takım seçim işleminin tamamlanıp, unsurlara takımların atanması gerçekleştirildikten sonra işlem sırası minimum takım değiştirme sayısını sağlayacak şekilde değiştirilmektedir. Bu çalışmada, ham işleme sırası dikkate alınarak tanımlanan çerçeveye göre takım seçim yöntemi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiş olup, takım seçimi için Sandvik kesici takım kataloğunda yer alan takımlar kullanılmıştır. Takım seçiminde dış yüzeyler ve iç yüzeyler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Takım seçim işleminde kaba tormalama işlemleri için Sandvik T MAX-P, ince tormalama işlemleri için T MAX-U takımlar kullanılmıştır. Ancak, özellikle iç takımların seçiminde unsura erişimin zor olduğu geometrik şekillerde kaba işlemlerde de T MAX-U takımlara yer verilmiştir.



6.4.1 Dış Yüzeylerin İşlenmesi için Takım Seçimi

İş parçasının işlenmesi sırasında, parça unsurları temel ve ikincil unsurlar olarak iki ana bölüme ayrılmıştır. Temel unsurlar; doğrular ve eğrilerden oluşan iş parçasının ana kontrunu meydana getirmekte olup silindirik yüzeyler, konikler, iç bükey ve dış bükey eğriler temel unsurlar olarak adlandırılmıştır. İkincil unsurlar; doğrular ve eğrilerin bir araya gelerek oluşturdukları değişik büyüklük ve tipteki kanallar, faturalar, dip köşe radyüsleri, vidalar vb. den oluşmuştur.

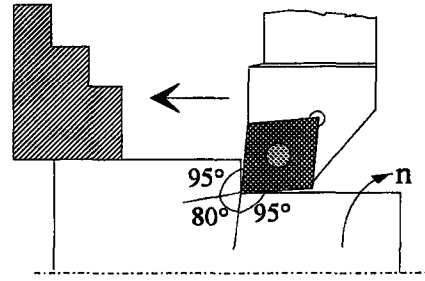
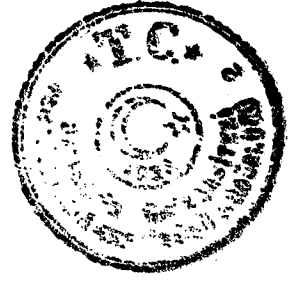
Dış yüzeylerin işlenmesi için yapılan takım seçiminde dış kaba boşaltma işlemleri ve ikincil unsurlar olarak isimlendirilen unsurlar dikkate alınmıştır. Seçim işlemi ve yöntemler aşağıda tanımlanmıştır.

6.4.1.1 Dış Kaba Boşaltma Takımlarının Seçimi

Kaba tornalama işlemleri için takım seçiminde, mümkün olan en büyük kesici uç mukavemeti dikkate alınmıştır. Bu çalışmada kanal, fatura ve vidalar hariç parça konturunun elde edilmesinde aynı tip takım kullanılmıştır. Bunun nedeni, tezgah magazinine bağlanabilecek takım sayısının kısıtlı olması nedeniyle seçilecek takım sayısının minimumda tutulma isteğidir.

Ana unsurların işlenmesinde büyük bir uç mukavemeti ve parça üzerindeki bütün unsurlara erişimin sağlanabilmesi için bu çalışmada 80° uç açılı kesiciyi üzerinde taşıyan 95° yerleştirme açılı kaba talaş kaldırma takımı seçilmektedir (Şekil 6.14).

Buna göre kesici ucun bağlama sistemi:**P**, kesici uç şekli:**C**, takım tutucu tipi:**L**, kesici uç boşluk açısı:**N** olarak belirlenmiştir. Şekil 6.14 'deki gibi işleme şekli ve takım konumunda; takımın ilerleme yönü için, takım karşı merkezden aynaya doğru ilerliyor ise, sol takım (**L**:kesici ağız sol tarafta), aynadan karşı merkeze doğru ilerliyor ise sağ takım (**R**:kesici ağız sağ tarafta) seçilir.



Şekil 6-14 PCLNL takım ve iş parçası

İş parçasının iki merkez arasında işlenmesi halinde her iki bölge üzerindeki temel unsurların işlenmesi için aynı tip takım kullanılmaktadır. Ancak, bu durumda ikinci bölgenin işlenmesi için kullanılacak takımın ilerleme yönü, birinci bölgenin işlenmesi için kullanılan takımın ilerleme yönüne göre zıt yönlü olmak zorundadır. Örneğin; birinci bölge için sol takım (L) takım seçilmiş ise, ikinci bölge için sağ (R) takımın seçilmesi gerekir.

Takım seçim işleminde takım tutucuyu karakterize eden yukarıdaki kodların belirlenmesinden sonra, seçilen takımın takım tutucu boyutları (b,h) seçilmektedir. Takımın takım tutucu boyutları, imalat işleminin gerçekleştirileceği takım tezgahı üzerindeki takım yeri ölçüleri dikkate alınarak seçilmiştir. Takım tutucuya ait bu ölçüler de belirlendikten sonra, f1 ve l ile gösterilen diğer ölçüler, belirlenen özelliklere sahip takım için takım kütüphanesinden alınmaktadır. Bu aşamadan sonra kesme işlemini gerçekleştiren kesici ucun seçiminin yapılması gereklidir.

Kesici ucun seçimi için, aşağıdaki adımlar izlenmektedir.

1. Kesici uç sınıfı belirlenir (tutucu seçimi sırasında).
2. Kesici kenar boşluk açısı belirlenir (tutucu seçimi sırasında).
3. İş parçası malzeme grubuna (P,M,K) göre, kesici uç üzerindeki toleranslar belirlenir (M, G, U).
4. Yapılan işlem tipine (kaba/ince) ve iş parçası malzemesine göre kesici uç tipi belirlenir (Şekil 6.11).
5. Efektif kesme kenarı uzunluğuna göre (Eşitlik 6.1) minimum kesme kenarı uzunluğu belirlenir.
6. Kesme kenarı uzunluğuna bağlı olarak takım kütüphanesinden kesici uç kalınlığı belirlenir.



7. İşlem tipine (kaba/ince), ve ilerleme değerine göre uç yarıçapı hesaplanarak takım kütüphanesinden uygun değer seçilir.
8. İş parçası malzeme grubuna (P,M,K) göre, kesici uç için imalatçı firmanın kodu belirlenir.

Bu işlemlerin yapılması sırasında, imalatçı firma tarafından önerilen ilk seçenek takım kalite sınıfının da belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Kesici uç üzerindeki toleransların belirlenmesi işlemi, takım tutucu ve kesici uç geometrisine göre takım kütüphanesinden elde edilmektedir.

Kesici uç tipi, yapılan işlem tipine (kaba/ince) ve iş parçası malzemesine göre belirlenmektedir. Örneğin; 95° yerleştirme açılı takım tutucu ile 80° uç açılı C kodlu kesici ucun K grubu malzemenin işlenmesi için kullanılması halinde uç tipi A olarak seçilmektedir. P ve M grubu malzemeler için ise G grubu tercih edilmektedir.

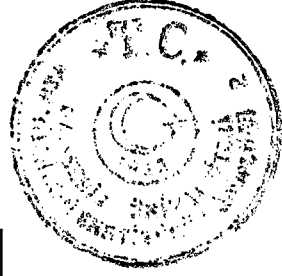
Eşitlik (6.1) kullanılarak veya Çizelge (6.1) 'den yararlanarak kesme derinliği değerine bağlı olarak efektif kesme kenarı uzunluğu belirlenerek Eşitlik (6.4) yardımıyla minimum kesme kenarı uzunluğu belirlenir.

$$l = \frac{3}{2} l_a \quad (6.4)$$

Kesici ucun büyüklüğü belirlendikten sonra yapılacak işlem, kesici uç kalınlığının belirlenmesi olacaktır. Uç kalınlığı, kesici ucun kesme kenarı büyüklüğüne bağlı olarak takım kütüphanesinden alınmaktadır.

Talaş kaldırma işlemlerinde kullanılacak olan kesici ucun uç yarıçapının belirlenmesi için kaba tornalama işlemlerinde Eşitlik (6.3), ince tornalama işlemlerinde Eşitlik (6.2) kullanılmaktadır. Verilen ifade ile ilerleme değerine bağlı olarak kesici takım uç yarıçapı hesaplanarak takım kütüphanesinden uygun değer belirlenmektedir.

Kesici uç seçiminde imalatçı kodu da belirlenmelidir. Kesici takım imalatçıları, kesicinin işleyeceği malzemeye ve yapılacak işlem tipine bağlı olarak kesici uçlara son



Çizelge 6-2 Kesici takımlar için imalatçı kodları

ISO Malzeme Kodu	İmalatçı Kodu (Talaş Kırıcı Tipleri)	Uygun İşlem Tipi
P	QF PF PM PR	Çok ince İnce işlemler Yarı ince / yarı kaba işlemler Kaba işlemler
M	MF QM MR QR	İnce işlemler Yarı ince / yarı kaba işlemler Kaba işlemler Çok kaba işlemler
K	QF QM MR NMA	Çok ince İnce işlemler Yarı ince / yarı kaba işlemler Kaba işlemler (Dökme demir)

Çizelge 6-3 İnce işleme için kesici kalitesi örnekleri

Kesici Kalitesi	(Sandvik Coromant)												
	P				M				K				
Takım Sipariş Kodu	1525	4015	4025	4035	1015	215	4035	235	4015	4015	650	690	1690
CNMG 09 03 08-PF	*	◆	*										
CNMG 09 03 12-PF	*	◆	*										
CNMG 12 04 08-MF					*	◆		*					
CNMG 12 04 12-MF					*	◆		*					
CNMG 12 04 08-QM									◆	*			
CNMG 12 04 12-QM									◆	*			

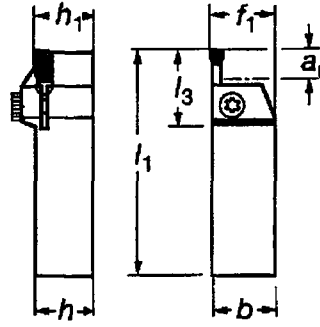
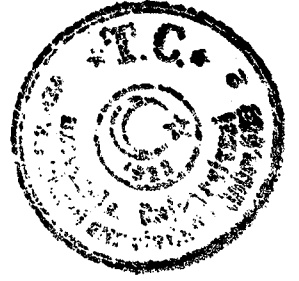
◆ : ilk seçenek

ek olarak talaş kırıcı tiplerini vermektedirler. Bu çalışmada kullanılan Sandvik kesici takımlar için kullanılan imalatçı talaş kırıcı tipleri Çizelge 6.2 'de verilmiştir.

Kesici uç seçimindeki en son aşama kesici kalitesinin seçimidir. Bunun için imalatçı firma tarafından ISO malzeme kodlarına göre tavsiye edilen ilk seçeneğin tercih edilmesi en iyi çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 6.3 'te ISO P, M, ve K için ince talaş kaldırma işlemlerinde kullanılacak kesici uç kaliteleri verilmiştir.

Örneğin; Sandvik GC4015 uç kalitesi, çelik ve çelik dökümlerin hassas ve orta kaba işlenmesi için, yüksek aşınma direnci ve plastik deformasyona karşı iyi



Şekil 6-15 Kanal Takım tutucusu + kesici uç [90]

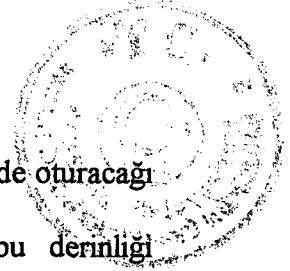
direnç için önerilen ilk seçenek, GC215; haddelenmiş ve dövülmüş paslanmaz çeliğin hassas ve orta kaba işlenmesinde kullanılan ilk seçenektir, GC4015 ise dökme demirin yüksek kesme hızlarında hassas ve orta kaba işlenmesinde önerilen ilk seçenektir [86].

Buna göre, kaba boşaltma işlemleri için PCLNL/R kodlu 95° yerleştirme açısına sahip, ve üzerinde 80° (C tipi) kesici uç taşıyan takım, uygun takım olarak kabul edilmiştir.

6.4.1.2 Dış Kanal ve Faturaların İşlenmesi için Takım Seçimi

Unsur tanıma modülü tarafından kanal ve fatura ayrımı bu genel isimle adlandırılabilirler unsurların boyutlarına göre yapılmıştır. Bir unsurun uzunluğu 16 mm 'e eşit veya küçük ise kanal, büyük ise fatura adını almaktadır [69]. Bir kanal ve faturaya ait kesici takımın seçimi için uygulanacak kurallar, kaba boşaltma takımı seçimine oranla daha fazla dikkat gerektirirler. İşlenecek unsurların özelliklerine uygun takımların seçilmesi için, unsur bilgilerinin dikkate alınması gereklidir. Bu çalışmada dikkate alınan kanal/fatura ayrımı gereğince kanal ve fatura takımlarının seçimi iki sınıfa ayrılmıştır.

Kanal Takımlarının Seçimi: Kanal takımları için ISO tarafından belirli bir standart oluşturulmamıştır. Kanal takımları için kesici takım imalatçıları kendi standart programlarını üretmektedirler. Kanal takımlarının seçimi aşağıda verilen adımlar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir.



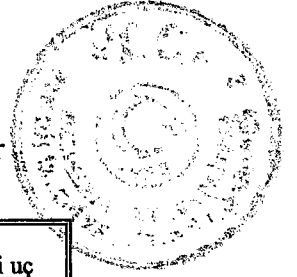
1. Kanal genişliği dikkate alınarak kesici ucun takım tutucu üzerinde oturacağı yüzey genişliği belirlenir,
2. 1. madde ile birlikte kanalın derinliği dikkate alınarak, bu derinliği işleyebilecek takım tutucu belirlenir,
3. Belirlenen takım tutucu sap ölçülerinin takım magazinindeki takım yeri ölçüleri ile uyumu denetlenir, uyumsuzluk söz konusu ise bu uyumu sağlayan yeni bir takım tutucu belirlenir,
4. Belirlenen takım tutucuya ait tavsiye edilen kesici uç belirlenerek, kanalın genişliğine bağlı olarak kesici uç genişliği belirlenir,
5. Parça malzemesine bağlı olarak kesici uç geometrisi ve kalitesi seçilir.

Çizelge 6.4 'te kanal takımlarına ait uç taşıma yüzeyi ölçüleri, maksimum işleyebilecek derinlikler ve belirtilen takım tutucu ile kullanılacak (tavsiye olarak) kesici uçlar verilmiştir.

Faturalar için Takım Seçimi: Fatura, genişliği 16 mm 'den büyük unsurlara verilen isimdir. Bu çalışmada, kabul edilen bu tanım, kanal ve fatura takımlarının seçiminde tek kriter olarak alınmamıştır. Şöyle ki; bir unsura ait genişlik değeri o unsurun kanal olarak sınıflandırılmasına neden olduğu halde, unsurun işlenmesi sırasında erişim açısından bir problem yok ise, bu işlem için işleme zamanının daha kısa olmasını sağlayacak şekilde, kanal kalemi haricinde başka bir takım seçimi yapılmaktadır.

Faturaların işlenmesi için gerekli takımın seçim işleminde unsur bilgileri analiz edilerek, unsuru işleyebilecek takım IF..THEN yapısıyla araştırılmakta ve takım kütüphanesinden işlem için uygun takım tutucu ve kesici uç seçimi yapılmaktadır. Takım seçim işleminde kısaca, takım ucu mukavemeti için mümkün olduğunca en büyük uç açısına sahip takım ilk tercih olmaktadır. Büyük uç açısına sahip takım kullanıldığında unsurlara erişim bir problem teşkil ediyorsa, bir alt seviyedeki takımın unsura erişebilirlik kontrolü yapılmakta ve uygun takım bulunana kadar mevcut bütün takım tipleri için kontrollere devam edilmektedir. İşlem için uygun kesici takımın bulunamaması halinde, önce unsurun iki takım ile işlenip işlenemeyeceği geometrik analizler yoluyla belirlenmektedir. Çizelge 6.5 'te tek takımla işlenebilecek fatura işlemleri için kullanılan kriterler ve bu kriterlere uygun takım parametreleri örnek olarak verilmiştir. 1 ve 3 no 'lu unsurların işlenmesi için gerekli takımlara ait

Çizelge 6-4 Kanal takımlarına ait veri tablosuna örnekler



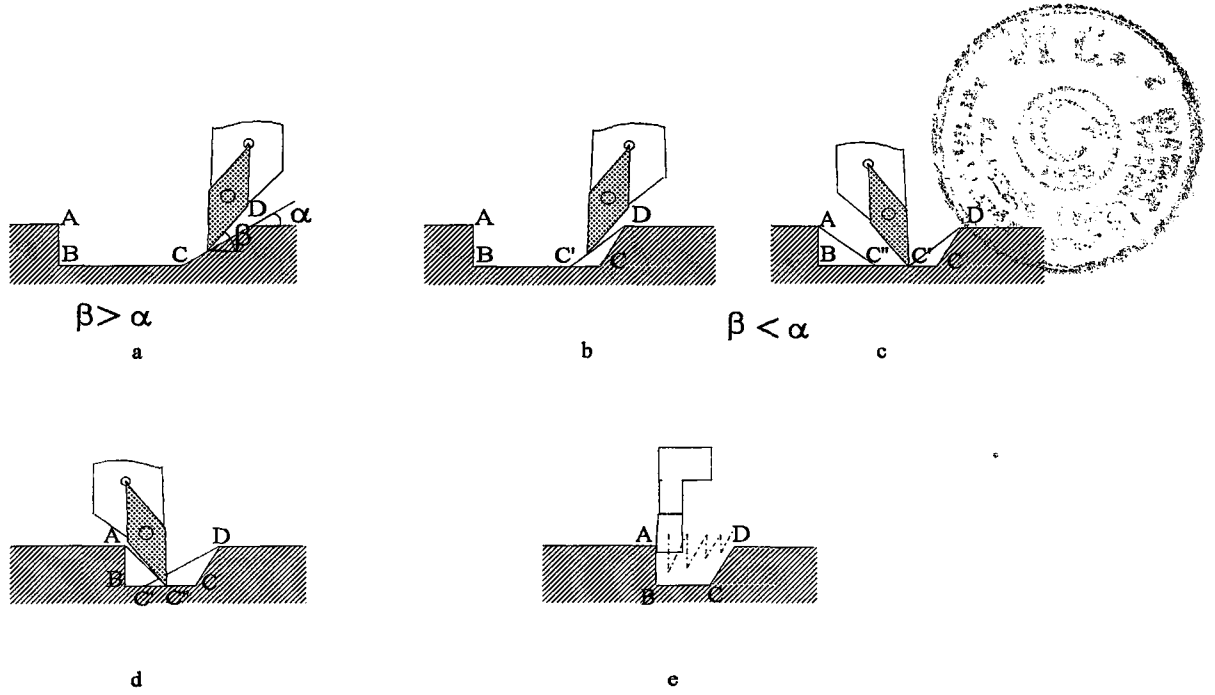
Takım Tipi	Dalma Derinliği (mm)	uç taşıma yüzeyi ölçüsü (mm)	Tavsiye edilen kesici uç
R/L F 151.23	15	20	N151.2-200-20-4G
	20	25	N151.2-300-25-4G
	25	40	N151.2-400-30-4G

Çizelge 6-5 Tek takım ile işlenebilecek faturalar ve ilgili takım parametrelerine örnekler

No	Unsurun Şekli	Kontrol Kriteri (Unsur Ulaşılabilirlik)	Uç Tuturma Sistemi	Kesici Uç Şekli	Takım tutucu tipi	Kesici Boşluk açısı	Yerleştirme/kesici uç açısı
1		$0 < \alpha \leq 22.00$	M	T	J	N	93 / 60
		$22.01 < \alpha \leq 27.00$	P	D	J	N	93 / 55
		$27.01 < \alpha \leq 44.00$	M	V	J	N	93 / 35
		$44.01 < \alpha \leq 50.00$	S	V	J	B	93 / 35
2		$0 < \alpha \leq 22.00$	M	T	J	N	93 / 60
		$22.01 < \alpha \leq 27.00$	P	D	J	N	93 / 55
		$27.01 < \alpha \leq 44.00$	M	V	J	N	93 / 35
		$44.01 < \alpha \leq 50.00$	S	V	J	B	93 / 35
		$50.01 < \alpha \leq 55.00$	M	T	E	N	60 / 60
		$55.01 < \alpha \leq 60.00$	S	D	N	C	63 / 60
3		$0 < \alpha \leq 22.00$	M	T	J	N	93 / 60
		$22.01 < \alpha \leq 27.00$	P	D	J	N	93 / 55
		$27.01 < \alpha \leq 44.00$	M	V	J	N	93 / 35
		$44.01 < \alpha \leq 50.00$	S	V	J	B	93 / 35

parametreler çizelgede aynı görülmekle birlikte, kullanılan takımların ilerleme yönleri farklıdır. Şekil 6.16 'da farklı işleme yöntemlerine sahip kanallar ve takımlara ait örnekler verilmiştir. Şekil 6.16-(a) 'da tek takım ile işlemeye uygun bir fatura görülmektedir.

Elde mevcut bulunan bütün takımlar ile unsura erişim sorunu olması halinde, unsurun iki takım ile işlenip işlenemeyeceği geometrik analizler yoluyla belirlenir. Geometrik analizlerin yapılmasının nedeni iş parçası-takım arasında erişebilirliği engelleyici çarpışma olup olmadığının kontrol edilmesidir. Takım ve iş parçası



Şekil 6-16 Kanal ve fatura işleme şekilleri

arasında **çarpışma söz konusu** ise Şekil 6.16-(b) 'de görüldüğü gibi iş parçası geometrisi geçici olarak değiştirilmekte, işlenemeyen bölge (CDC') için ise birinci takıma zıt yönlü ikinci bir takım seçilmektedir (Şekil 6.16-(c)). İş parçası geometrisi geçici olarak değiştirildiği takdirde, işlenemeyen bölgenin işlenmesi için de takım-iş parçası arasında çarpışma olmaması gerekmektedir. Bu kontrol işlemi sonucu **çarpışma yok** ise iş parçası iki takımla işlenmektedir. OTO-TAK 'ta geometrik analizler şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

1. Talaş kaldırma işlemini yapan birinci takımın son paso sırasında kanalın veya faturanın tabanına ilk temas noktası (C') tespit edilir,

$$C' = D_x - (A_y - B_y) / \tan \beta \quad (6.5)$$

2. Talaş kaldırma işlemini gerçekleştirecek olan ikinci takımın son paso sırasında kanalın veya faturanın tabanına (mümkün olan en büyük açıda hareket etmesiyle) temas noktası (C'') tespit edilir,.

$$C'' = A_x + (A_y - B_y) / \tan \beta \quad (6.6)$$

Burada;

A_y, B_y : A ve B noktalarının Y koordinatları
 D_x, A_x : D ve A noktalarının X koordinatlarıdır.

Bu duruma göre ortaya iki sonuç çıkmaktadır. Bunlar;



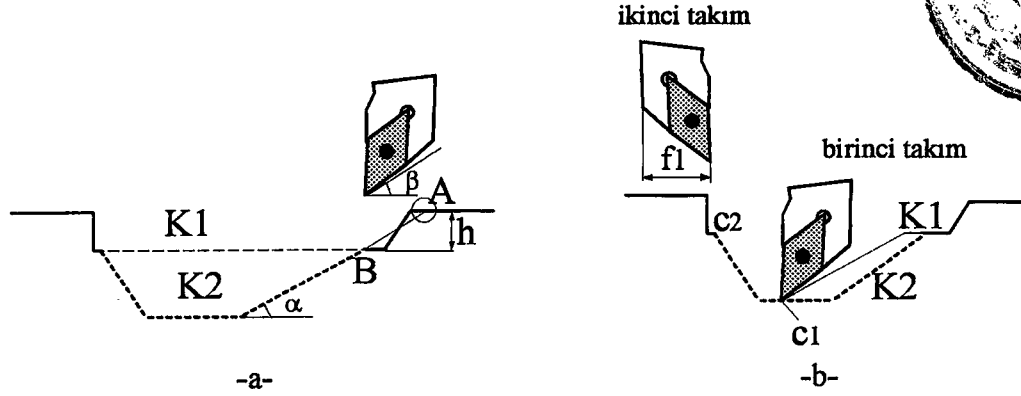
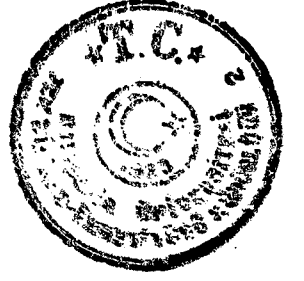
1. $C'' < C'$ ise kanal veya fatura iki takım ile işlenebilir ve takım seçimi buna göre belirlenir (Şekil 6.16-(c)).
2. $C'' > C'$ ise takım-iş parçası arasındaki çarpışma nedeniyle kanal veya faturanın iki takım ile işlenmesi mümkün değildir (Şekil 6.16-(d)). Bu durumda unsurun işlenmesi için kanal klemi seçilmektedir (Şekil 6.16-(e)).

Kanal ve faturaların işlenmesi sırasında, iç içe kanallar için de takım seçimi yapılmaktadır. İç içe kanallar için yapılan takım seçiminde dıştaki kanalın işlenmesi için gereken takım yukarıda verilen yöntem ile belirlenmektedir. Şekil 6.17-(a) 'da içteki kanalın (K2) işlenmesi için yapılan takım seçiminde, bir üstte yer alan kanal-fatura (K1) da dikkate alınarak iş parçası-takım arasında çarpışma olup olmadığı tekrar kontrol edilir. Bu kontrol işleminde hem takımın dıştaki kanal (K1) ile çarpışma yapıp yapmadığı hem de işlenecek olan kanal (K2) için ulaşılabilirlik kontrolleri yapılmaktadır. K1 kanalı için ulaşılabilirlik kontrolleri yine yukarıda verilen yöntem ile gerçekleştirilmektedir.

K2 kanalı için takım seçiminde, öncelikle kanalın tek takım ile işlenip işlenemeyeceği kontrol edilmektedir. Şekil 6.17-(a) 'daki gibi bir K2 kanalının tek takım ile işlenebilmesinin iki koşulu vardır. Bunlardan birincisi; takım ilerleyebileceği en büyük açı ile hareket ettiğinde, K1 kanalına herhangi bir şekilde çarpmamalıdır. İkinci ise, Takımın ilerleyebileceği maksimum açı; (β) 'nın kanal açısı; (α) 'dan büyük olmasıdır. Takımın, K1 kanalına çarpması için A noktasının X koordinatı, K1 kanalının başlangıç noktasından büyük olmalıdır. A noktasının X koordinatı, Eşitlik (6.7) 'den yararlanarak hesaplanmaktadır.

$$A_x = B_x + h / \tan(\beta) \quad (6.7)$$

A_x , kanalın başlangıç noktasının X koordinatından büyükse, K1 kanalı ile takım arasında bir çarpışma meydana gelecektir. A_x , kanalın başlangıç noktasının X koordinatından büyükse ve/veya $\beta < \alpha$ ise K2 kanalının tek takım ile işlenmesi mümkün değildir. Fatura açmak için kullanılacak bütün takımlar için K2 kanalının tek takım ile işlenmesi mümkün olmuyor ise, kanalın iki takım ile işlenip işlenemeyeceği kontrol edilmektedir. Bunun için, yapılacak kontrolde, birinci takımın son pasoda K2 kanalının tabanına temas ettiği nokta (c1) aynı şekilde tespit edilir (Şekil 6.17-(b)).



Şekil 6-17 İç içe kanallar

Birinci takımla işlenemeyen bölgenin işlenebilmesi amacıyla ikinci takım kullanılabilmesi için; $(c_1 - c_2 > f_1)$ olmalıdır. Bunun tersi bir durum söz konusu ise K2 kanalının kanal takımı ile işlenmesi gerekecektir.

Alın Yüzey Kanal Takımları: Bu çalışmada alın yüzeylerdeki kanallar da dikkate alınmış olup, OTO-TAK bu tür kanallar için de takım seçimi yapmaktadır. Alın yüzey kanallarının işlenmesinde iş parçasının dönme yönüne göre iki farklı takım tutucu kullanılmaktadır. Seçim kriteri, bu takımlar belirli çap aralıklarında kesme yapabildiklerinden kanalın büyük çapı, küçük çapı ve derinliklerinden ibarettir. Şekil 6.18 'de iş parçasının iki farklı yönde dönmesi halinde alın kanal işlemlerine bir örnek verilmiştir. Bu takımlar, kanal kenarlarının kanal tabanına göre 90° açı yapması durumu için kullanılmaktadırlar. Çizelge 6.6 'da alın kanalların işlenmesi için kullanılan takım tutucu ve kesici uçlara örnekler verilmiştir. Kanal kenarlarının kanal tabanına göre 90° 'den küçük açı yapması halinde kullanılan takımlar ve seçim kriterleri Çizelge 6.7 'de verilmiştir.


6.4.1.3 Vida Takımlarının Seçimi

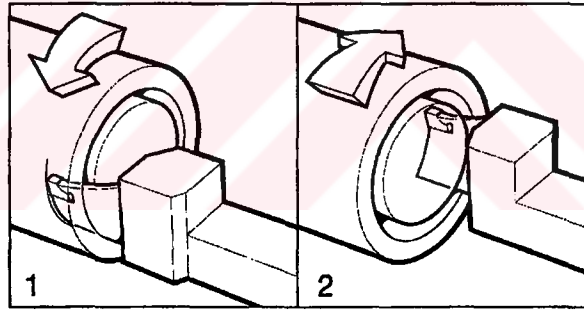
Vida açma takımları için, çalışmada kullanılan kesici takım katalogunda bulunan takımlar seçilmektedir. Vida açma işleminde kullanılacak takım seçimi için aşağıdaki sıra izlenmektedir.

Çizelge 6-6 Alın kanalların işlenmesi için takım tutucu ve kesici uçlara örnekler

Takım Tutucu	Kesici Uç
MBS3-151.21-030A-20	N1251.2-200-5E
MBS3-151.21-035A-20	N1251.2-200-5E
MBS3-151.21-040A-25	N1251.2-250-5E

Çizelge 6-7 Alın yüzey kanal takımları ile ilgili örnekler

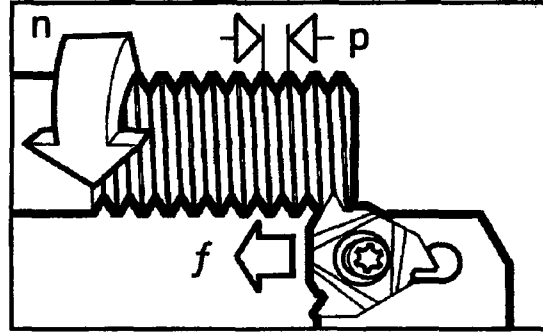
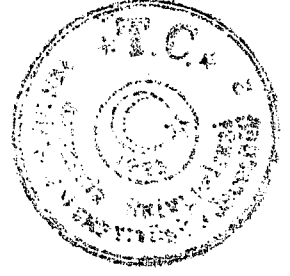
Unsurun Şekli	Kontrol Kriteri (Açı)	Sandvik Kod	Uç Tuturma Sistemi	Kesici Uç Şekli	Takım Tutucu Tipi	Kesici Boşluk Açısı	Yerleştirme /Uç Açısı
	$0 < \alpha \leq 21.99$	C3/C4	M	T	J	N	93 / 60
	$22.00 < \alpha \leq 26.99$	C3/C4	P	D	J	N	93 / 55
	$27.00 < \alpha \leq 43.99$	C3/C4	S	D	J	C	93 / 55
	$44.00 < \alpha \leq 49.99$	C3/C4	M	V	J	N	93 / 35
	$50.00 < \alpha \leq 59.99$	C3/C4	S	V	J	B	93 / 35
	$\alpha \geq 60$	C3/C4	S	V	V	B	72.5 / 35



Şekil 6-18 Alın kanalın işlenmesi için iki farklı takım tutucu [83]

1. Unsur bilgilerinden yararlanarak vida hatvesi belirlenir.
2. Takımın ilerleme yönü belirlenir.
3. Takım tezgahına uygun tutucu boyutları belirlenir. (kare kesitli takımda bxh , dairesel kesitli takımda ϕ)
4. İşlemin iç veya dış vida açma işlemi olduğu belirlenir.
5. İşlem iç vida açma ise, vida açılacak delik ϕ belirlenir.

Bu bilgiler belirlendikten sonra, işleme uygun olan takım, takım kütüphanesinden seçilmektedir. Takım kütüphanesinden elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 6-19 Vida açma işlemi [83]

1. Uç tutturma şekline göre takım ana kodu,
2. İşlemin iç veya dış vida oluşuna göre takım tipi ve tutucu tipi,
3. Maksimum vida çekme derinliği (özellikle iç vida açma işlemlerinde),
4. Tutucu tasarımı (Sandvik için Z),
5. Takımın boyutları.

Vida açma işlemlerinde değişik takım kaliteleri söz konusudur. ISO P, M ve K alanları için ortak olan ve takım imalatçısı tarafından da bir çok malzeme için önerilen ilk seçenek olması nedeniyle bu çalışmada GC1020 kalitesine sahip vida takımları seçilmiştir.

6.4.2 İç Unsurların İşlenmesi için Takım Seçimi

İç unsurların işlenmesi için, dış unsurlarda olduğu gibi, unsurlar iki genel sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar iç temel unsurlar ve iç ikincil unsurlardır. İç temel unsurlar; doğrular ve eğrilerden oluşan iç silindirik, iç alın, iç konik, iç bükey, dış bükey gibi yüzeyler, ikincil yüzeyler de iç kanallar, iç faturalar ve iç vidalar şeklinde sıralanmaktadır.

İç unsurların işlenmesi amacıyla gerekli takımların seçiminde dış unsurlar için takım seçimine göre daha fazla kısıtlama söz konusudur. Bu nedenle bu işlem çok daha özen gerektiren bir iş olup işlem, deliğin uzunluğu ve çapı ile sınırlıdır. İç unsurlar için takım seçiminde aşağıdaki adımlar izlenir.



1. En küçük iç unsur çapından büyük olmamak üzere en büyük çaplı matkap seçilir.
2. Delik genişletme işlemleri için unsurların çapları dikkate alınarak kaba boşaltma takımı seçilir.
3. İç unsurlar üzerindeki kanal/fatura işlemleri için erişebilirlik kontrolleri yapılarak kanal/fatura takımları seçilir.
4. İç vida açma işlemleri için takım seçilir.

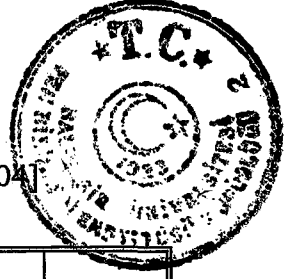
6.4.2.1 Delme Takımlarının Seçimi

İş parçası üzerinde delik varsa yapılacak ilk işlemlerden biri deliğin oluşturulmasıdır. Bu işlem için gerekli takım seçiminde iki tür takım kullanılmıştır. Birincisi; " Delta Matkap", ikincisi; "U Matkap" olarak adlandırılmıştır. Bu takımların seçimi için kullanılan çap ve uzunluk/çap oranı değerleri Çizelge 6.8 'de verilmiştir. Delme işlemi için takım seçiminde, iç unsurlar üzerindeki en küçük çap değeri ve deliğin uzunluğu dikkate alınmaktadır.

Çizelge 6.8 'de verilen delta matkaplardan "Coromant Delta" matkaplarda matkap çapı 0.01 mm adımlarla değişmektedir, dolayısıyla arzu edilen boyuta uygun takım kolaylıkla seçilebilmektedir. S ve C tipi matkapların seçimi halinde de matkap çapı çok küçük çapsal değişimlerle bulunabilmektedir. Oluşturulan yazılımda matkap kaliteleri ve ISO P,M, K grupları Çizelge 6.9 'da verilmiştir.

Delme işlemi için U matkap takım grubundan seçim yapılması halinde takım ile birlikte kesici uç seçimininde yapılması gerekmektedir.

U matkap takımının seçimi halinde, bu takımlara merkezi ve çevresel uç olmak üzere iki uç takılmaktadır. Bu uçların büyüklükleri aynı olmakla birlikte kesici uç kalitesi için iki ayrı kalite seçimi gerekebilmektedir. ISO P,M ve K alanlarına göre kullanılacak kesici uç kaliteleri Çizelge 6.9 'da verilmiştir. Bu çalışmada kesici takım imalatçısı tarafından önerilen ilk seçenekler dikkate alınmıştır.



Çizelge 6-8 Kullanılan matkaplar ve seçim kriterleri [104]

Kontrol Kriteri	Delta Matkap							U Matkap
	Coromant Delta-S		Coromant Delta-C			Coromant Delta		
Delik çapı D (mm)	2.5-12	2.5-12	2-12.7	5.8-12.7	5.8-12.7	9.5-30.4	9.5-30.4	12.7-41
Delik uzunluğu (mm)	2.5-3 D	6 D	2-3 D	2-3 D	4-5 D	3.5 D	5 D	3-4 D
Takım Kalitesi	-	-	P 40	P 40	P 40	P 40	P 40	

Çizelge 6-9 U matkaplar için kesici uç kaliteleri

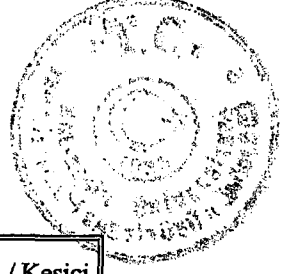
ISO Malzeme Kodu	Çalışma Bölgesi	Merkezi Uç	Çevresel Uç
P	12.7-17	GC1020	GC1120
	17.5-41	GC1020	GC1020
M	12.7-17	GC1020	GC1120
	17.5-41	GC1020	GC1020
K	12.7-17	GC1020	GC1120
	17.5-41	GC1020	GC1020

6.4.2.2 Delik Genişletme Takımlarının Seçimi

Deliklerin işlenmesinde unsurlara erişim önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle delik işleme için gerekli takımların seçimi daha fazla kısıtlama içermektedir. Bu kısıtlamaların başında, delik çapı ve deliğin uzunluğu gelmektedir. Bu çalışmada delik işleme için takım seçiminde delik çapı ve uzunluğu ve unsura erişebilirlik dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmada delik işleme için takım seçiminde, iş parçası üzerindeki en küçük delik çapının matkap ile elde edilmesini takiben delik genişletme takımları seçilmiştir. Dış tornalama takımları için kaba boşaltma işlemlerinde, unsura erişebilirlik kadar mümkün olan en büyük uç mukavemeti dikkate alınmasına karşın delik işleme takımlarının seçiminde belirtilen kısıtlamalar nedeniyle unsura erişebilirlik ön planda tutulmak zorunda kalmıştır. Delik işleme için seçilen takımlar ve seçim kriterleri Çizelge 6.10 'da örneklenmiştir.

Takım seçimi sırasında **OTO-TAK** yazılımı, unsurun çapı ve uzunluğunu dikkate almakta ve IF...THEN yapısıyla bütün takımları inceleyerek uygun takımı seçmektedir. Bu işlem sırasında çap kısıtlamasına uygun takımın bulunması halinde

Çizelge 6-10 Delik işleme takımlarının seçimi için kriterler



Delik Çapı	Uç Bağlama Sistemi	Kesici Uç Sekli	Tutucu tipi	Kesici Boşluk Açısı	Yerleştirme / Kesici Uç Açısı
13-15	S	D	U	C	93 / 55
15-16	S	D	U	C	93 / 55
16-18	S	C	L	C	95 / 80
18-20	S	D	U	C	93 / 55
20-25	P	C	L	N	95 / 80
25-32	P	C	L	N	95 / 80
32-40	P	C	L	N	95 / 80
≥40	P	C	L	N	95 / 80

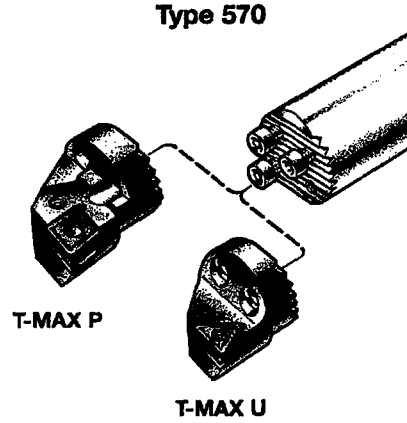
unsurun bulunduğu noktanın parçanın takım tarafına olan uzaklığı ile takım uzunluğu karşılaştırılmakta ve bu takımın imalat işleminde kullanılıp kullanılmayacağı belirlenmektedir. İşlenecek uzunluk parça uzunluğundan büyük ise sistem tarafından değiştirilebilir kesme başlıkları ve bu başlığın takıldığı uzun delik katerlerinden oluşan takım tutucu seçilmektedir.

Bu takım sisteminin seçilebilmesi için minimum delik çapının 20 mm olması gerekmektedir. Şekil 6.20 'de uzun delik işleme için kullanılacak bir delik kateri ve kesme başlığı görülmektedir.

İç takım seçimi sırasında, takım uzunluğundan oluşabilecek titreşim eğiliminin önlenmesi için mümkün olan en büyük tutucu seçilmekte ve kesici uç yarıçapının küçük olması tercih edilmektedir. Ayrıca bu çalışmada yerleştirme açısı 90° 'ye yakın değerler alındığından titreşim eğilimi azalacaktır.

6.4.2.3 İç Kanal ve Faturaların İşlenmesi için Takım Seçimi

İç unsurlar üzerinde bulunan kanal ve faturaların işlenmesi yine iç temel unsurların işlenmesinde olduğu gibi delik çapı, işlenecek kanal/faturanın parçanın dış ucuna olan uzaklığı ve unsura erişebilirlik takım seçimini etkileyen önemli faktörlerdir.



Şekil 6-20 Uzun deliklerin işlenmesi için kullanılabilir delik kateri

İç kanal ve faturaların işlenmesi için diğer önemli bir kriter kanal veya fatura kenarlarının dönme eksenine göre yaptığı açının büyüklüğüdür. İç kanal ve faturaların işlenmesinde kullanılacak takımların seçimi için dikkate alınan kriterlere örnekler Çizelge 6.11 'de verilmiştir. Yapılan çalışmada, söz konusu takımların seçimi için unsura erişebilirlik önemli bir kriter olarak kullanılmıştır.

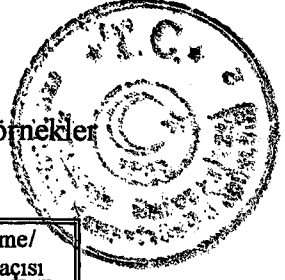
Unsuru erişebilirliği etkileyen faktör deliğin uzunluğu ise, OTO-TAK kesici takımı taşıyan başlık ve delik katerinden oluşan bir takım sistemini seçmektedir. Çizelge 6.11 'de verilen değerler, iç unsurlar için takım seçiminde sistemimizde kullanılan kriterlere örnek olarak verilmiştir.

Unsuru işlemek için takım tutucuya bağlanan kesici ucun seçimi, ISO P, M, K grupları için dış takımlarda olduğu gibi belirlenmektedir.

6.4.3 Dip Köşe Radyüs Takımlarının Seçimi

Makina tasarımında, makina elemanlarının ani kesit değişikliği olan bölgelerin de çentik etkisinin azaltılması için önlemler alınması gereklidir. Çentik etkisinin azaltılması amacıyla yapılan takım seçiminde, çentik yarıçapı seçim kriteri olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 6-11 İç kanal ve faturaların işlenmesi için kullanılan takımlara örnekler



Unsurun Şekli	Açı maks.	Min. delik çapı	Takım Tipi	Kesici Uç Şekli	Yerleştirme/ Kesici uç açısı
	24	32	PTFN	T	91 / 60
	27	32	PDUN	D	93 / 55
		20	L 571.05C	D	93 / 55
	30	13	SDUC	D	93 / 55
		20	L 571.05C	D	93 / 55
	35	22	SVQB	V	107.5 / 35
	50	50	MVUN	V	93 / 55
	30	22	SDUC L 571.05C-X*	D	93 / 55
		27			
		33			
	60	40	L 576.05C*	D	93 / 55
		50			
		65			
		82			
		20	L AG 551.31 L AG 151.22	N151.3 N151.3	90 / 90 90 / 90
		32			

*Özellikle uzun deliklerin işlenmesi için

6.5 İmalatta Kullanılacak Takım Sırası ve İşlem Sırası Optimizasyonu

Yukarıda tanımlanan yöntemlere göre seçilen takımlar, henüz imalat için kullanıma hazır değildir. İlk olarak, sistem tarafından seçilen takımlar, mümkün ise takım sayısının azaltılması amacıyla tekrar değerlendirilmektedir ve bu değerlendirme işleminde, özellikle kanal takımları dikkate alınmaktadır. Seçim sırasında farklı genişliklerde kanal takımları seçilmişse ve takım genişlikleri arasındaki fark, 2 kattan daha az ise, büyük genişliğe sahip takım, takım listesinden çıkarılmaktadır. Fark iki kattan daha fazla ise değişiklik olmamaktadır. Takımlar arasındaki genişlik farkı iki kattan fazla olduğunda, küçük genişliğe sahip takımın, büyük genişliğe sahip takım yerine kullanılması halinde işlem zamanı artacaktır. Bu nedenle takım genişlikleri arasındaki farkın 2 kattan az olması halinde, büyük genişliğe sahip takımın takım listesinden çıkarılması, aksi halde değişiklik yapılmaması öngörülmüştür.



Kullanılacak takımların belirlenmesinden sonra takımların, minimum takım değişikliği için kullanılacağı sıraya göre dizilmesi gereklidir. Bu amaç için parçaların üzerindeki unsurlar ve bu unsurları işleyecek takımlar (i,j) boyutlu bir matrisde yerleştirilmektedir (i:satır sayısı, j:sütun sayısı). Bu matris üzerinde aşağıda tanımlanan işlemler sonucunda iş parçasının işleme sırası ve takım sırası optimize edilmiş olacaktır.

Bu çalışmada kullanılan yöntem, King tarafından 1979 yılında ortaya atılan *Rank Order Clustering (ROC)* Algoritmasına [8] benzer bir yapıya sahiptir.

ROC yönteminin algoritması şu şekildedir.

- Matrisin her sütunu için toplam w_j ağırlık faktörü hesaplanır.

$$w_j = \sum_{\text{satır}} 2^i \times M(i, j) \quad (6.5)$$

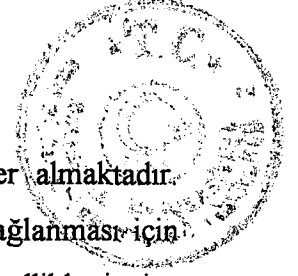
- w_j değerlerini artan sırada sıralanır.
- Her satır elemanı için toplam w_i ağırlık faktörü hesaplanır.

$$w_i = \sum_{\text{sütun}} 2^j \times M(i, j) \quad (6.6)$$

- w_i artan sırada ise işlem bitirilir, değil ise sıralamaya devam etmek üzere 1. adıma geri dönülür.

Bu algorithmanda matrisin oluşturulması sırasında, satır ve sütun arasında eşleşme var ise o satır sütun elemanına başlangıçta 1 değeri atanmaktadır. Bizim çalışmamızda izlenen yol ise aşağıda verilmiştir.

Takım sırası ve işlem sırası optimizasyonu için yapılacak ilk işlem, bir çap matrisi oluşturmaktır. çap matrisinin oluşturulmasında; sütunlara ham işleme sırasına göre unsur numaraları, satırlara ise unsurların işlenmesinde kullanılacak takımlar yazılır. Çap(i,j) elemanlarına değer ataması için, hangi unsur hangi takımla işleniyor ise, ilgili satır ve sütuna o unsurun çap değeri yazılmaktadır. Takımların satırlara



yazılması işleminde, ilk satırda daima dış kaba boşaltma takımları yer almaktadır. Yapılacak işlemler sonucu, daha düşük ağırlıklara sahip olmalarının sağlanması için kanal takımları 2. ve gerekiyorsa 3. sıralara yazılırlar. Bu işlem özellikle iç içe kanalların işlenmesi halinde işlem sırasının doğru bir şekilde tespiti için bir zorunluluktur. Vida açma ve çentik açma takımları bu matrise dahil edilmemektedir. Bunun nedeni, vida açma ve çentik açma işlemleri, iş parçası üzerindeki en son işlemlerdir ve ayrıca değerlendirilmelerine gerek yoktur. Optimizasyon işlemi iki adımda gerçekleşmektedir.

1. Optimizasyon işleminde ilk aşama, çap matrisi adını verdiğimiz bir matrisin oluşturulmasıdır. Çap matrisinin oluşturulması için, sütunlara ham işleme sırasında unsurların numaraları, satırlara ise OTO-TAK tarafından belirlenen takımlar yazılır. Bir unsurun bulunduğu sütun ve bu unsuru işleyecek takımın bulunduğu satıra unsurun çapı kaydedilir. Bütün unsur ve takımlar için bu işlemin tekrar edilmesiyle çap matrisi tamamlanır. Çap matrisi oluşturulduktan sonra, işlemlere ağırlıkların (w) atanması için satırların sonuna 2^i (i:satır numarası) yerleştirilir ve satır üzerindeki bütün elemanlar 2^i ile çarpılır. Bu işlemi takiben, bütün sütunlardaki ağırlık faktörleri toplanarak (Eşitlik 6.7) sütun sonlarına yazılır. Parça dış konturunu meydana getiren takımın ilk sırada bulunması gerektiğinden, bu takım dikkate alınmaksızın sütunlar ağırlıklar toplamına göre büyükten küçüğe sıralanır. Bu sıralama işlemi sonucunda unsurların hangi sıra ile işlenmesi gerektiği belirlenmektedir. Bu sıralama yeni bir matris düzeninde yazılır.

$$w_j = \sum_{i=1}^{\text{satır}} \text{çap}(i,j) \times 2^i \quad (6.7)$$

2. Optimizasyondaki ikinci aşama takım sırası matrisinin oluşturulmasıdır. Bunun için, çap matrisinin sıfırdan farklı elamanlarına, ROC 'de olduğu gibi "1" değeri atanmaktadır. Bu aşamada matrisin sütunların sonlarına 2^j (j:sütun numarası) yerleştirilir ve matrisin elamanlarıyla çarpılarak takımlara ağırlıklar atanır. Bu ağırlıklar satır sonlarında toplanır (Eşitlik 6.8) ve elde edilen toplam ağırlıklara göre, küçükten büyüğe sıralama yapılarak minimum takım değişikliği için takım sırası oluşturulmuş olur.

$$w_i = \sum_{j=1}^{\text{sütun}} (i,j) * 2^j \quad (6.8)$$



Satır ve sütunların sıralanmasında aynı ağırlıklara sahip satır/sütun elemanları varsa ilk karşılaşılan eleman, sıralamada öncelik kazanır. Satır sonlarına yazılan ağırlıklar toplamı büyükten küçüğe sıralandığında, takım sırası da optimize edilmektedir. Görüldüğü üzere, yöntem sadece iki adımda tamamlanmaktadır.

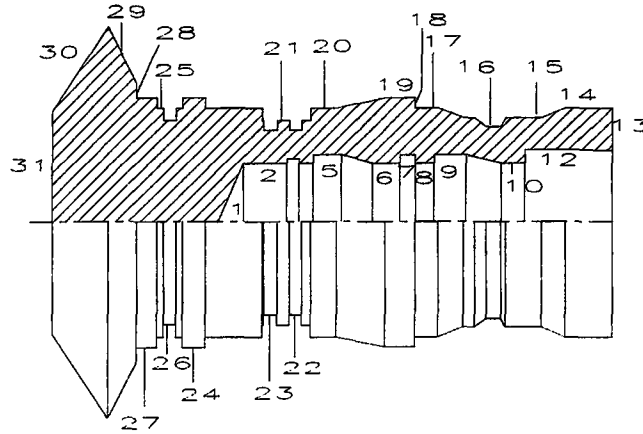
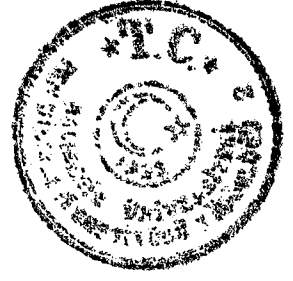
Optimizasyon işleminde vida takımları, aksenel kanal takımları ve çentik oluşturma takımları, en son işlem yapacak takımlar olduğundan dikkate alınmamıştır.

6.6 Takım Seçimi ve Optimizasyon için Örnekler

OTO-TAK 'tarafından takımların unsurlara atanması işlemi ham işleme sırasına göre yapılmıştır. Takım sırası ve işleme sırasının elde edilen ilk hali ile (özellikle de üzerinde iç içe kanalların bulunduğu iş parçalarında) kullanılması halinde hem unsurlara erişim problemi, hemde gereksiz takım değiştirmeleri olmaktadır. Takım seçimi ve optimizasyon yöntemi aşağıdaki örneklerle açıklanmıştır. Gereksiz takım değiştirmelerinden ve unsurlara erişim probleminden kaçınmak üzere işlem sırası ve takım sırasının optimize edilmesi gereklidir. Aşağıda değişik iş parçaları için işlem sırası ve takım sırası için yapılan optimizasyon yöntemlerine örnekler verilmiştir. Ele alınan örneklerde dış yüzeyler için kaba paso 4 mm, ilerleme 0.4 mm/dev. ve iç yüzeylerde kaba paso 2.5 mm, ilerleme 0.4 mm/dev. olarak alınmıştır.

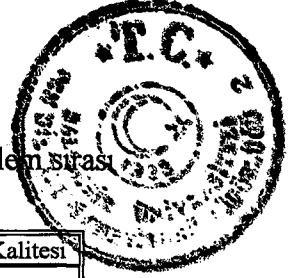
Örnek 1. Şekil 6.21 'de verilen çelik malzemedeki yapılmış örnek test parçası için yapılan takım seçimi sonucunda unsurlara atanan takımlar Çizelge 6.21 'de verilmiştir. Takım sırası ve işleme sırası Çizelge 6.12 'de verildiği şekilde olursa; 21, 22 ve 23 numaralı unsurlar 20 numaralı unsurlardan önce işlenecektir. Bu durumda unsurlara erişim problemiyle karşılaşılmaktadır. Unsurlara erişimin sorununun çözülmesi için önce 20 no 'lu unsurun, sonra 21 ve daha sonra 22 ve 23 numaralı unsurların işlenmesi gereklidir. Şekil 6.21 'de verilen iş parçası için işlem sırası ve takım sırası optimizasyonu aşağıda açıklanmıştır.

Örnekte, sol bölge tek bir takımla işleneceğinden bu bölge için takım sırası ve işlem sırası için optimizasyona gerek yoktur. Sol bölgedeki işlem sırasının



Şekil 6-21 Örnek iş parçası (TEST-A)

belirlenmesinde sadece alın yüzey ilk işlenecek yüzey olarak işleme sırasının başına getirilir. Sağ dış bölgede ise optimizasyon çalışmasının yapılması zorunludur. Takım sırası ve işlem sırasının belirlenmesinde iç bölgelerde erişim kısıtlaması nedeniyle, iç içe kanallar dikkate alınmamıştır. Bu nedenle optimizasyon yöntemini kullanmaya gerek kalmadan, iç unsurların işlem sırası ve takım sırası, aynı takım ile işlenecek unsurların gruplandırılmasıyla basitçe optimize edilir. Örnekte sağ dış bölge üzerindeki takımlar ve işlem sırası optimize edilmektedir ve optimizasyonda ilk aşama çap matrisinin oluşturulmasıdır (Çizelge 6.13) Çap matrisinin oluşturulması sırasında en küçük kesici genişliğine sahip kanal takımı (bu örnekte RF151...) ikinci sıraya yerleştirilmektedir. Takım seçim modülü tarafından iki veya daha fazla sayıda kanal takımı seçilmiş ise çap matrisine yerleştirme sırası en küçük uç genişliğine sahip takım ikinci sırada olmak üzere uç genişliğine göre artan sırada diğer satırlara yerleştirilmektedir. Diğer takımlar OTO-TAK tarafından belirlenen sırada sonraki satırlara yazılmaktadır. Matrisin sütunlarını ise iş parçasının unsur numaralarını temsil eden ham işlem sırası oluşturmaktadır. Bu matriste hangi unsur hangi takım ile işlenecek ise ilgili satır ve sütuna o unsura ait çap değerleri yazılmaktadır. Matris oluşturulduktan sonra, çap değerleri satır sonunda bulunan ağırlık faktörleri (2^i) ile çarpılarak sütunlarda toplanmaktadır (Çizelge 6.14). Bu toplam değerler birinci sırada bulunan takım ile işlenecek unsurlar dikkate alınmaksızın, büyükten küçüğe sıralanarak Çizelge 6.15 'te verildiği şekilde yeni bir matrise yazılmaktadır. Çizelge 6.23 'te satır ve sütun elemanlarına değer atanması işlemi, çap matrisinde sıfırdan farklı olan elemanlara "1" değeri atanmaktadır.



Çizelge 6-12 TEST-A için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası

UnsurNo	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	Kesici Uç Kalitesi
SAĞ DIŞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
29	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
28	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
27	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
24	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
19	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
18	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
17	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
14	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
13	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
26	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	GC235
25	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	GC235
23	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	GC235
22	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	GC235
21	RF151.22202060	N151.2.800-60-4G	GC235
20	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC4025
16	RF151.22202060	N151.2.800-60-4G	GC235
15	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	GC4025
SAĞ İÇ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
1	R416.2-0290L32-41	WCMX 05 03 08 R-53	GC235
2	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
4	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
6	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
8	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
10	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
11	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
12	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
3	L AG 151.32-20Q-25	N151.3-300-25-4G	GC235
5	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 08-UM	GC4025
7	L AG 151.32-20Q-25	N151.3-300-25-4G	GC235
9	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 08-UM	GC4025
SOL DIŞ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
30	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
31	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025

Çizelge 6-13 TEST-A için Çap Matrisi

	29	28	27	24	19	18	17	14	13	26	25	23	22	21	16	20	15	
PCLNL	100	80	70	70	70	70	70	60	60									2
RF151A										62	70	54	54					4
RF151B														62	54			8
MVJNL																70		16
MTJNL																	60	32
	200	160	140	140	140	140	140	120	120	248	280	216	216	496	432	1120	1920	

Sütunlardaki ağırlık faktörleri (2^j), satır elamanları (1) çarpılarak takımlara ağırlık faktörleri atanmaktadır. Bu ağırlık faktörleri satır boyunca toplanarak satır sonlarına yazılmış ve (Çizelge 6.14) toplam ağırlık faktörleri küçükten büyüğe sıralanarak sağ bölgenin işlenmesi için Çizelge 6.15 'te verilen sonuç matrisi elde edilmiştir. Çizelge 6.16 'da örnek parçanın işlenmesi için optimum takım sırası ve işlem sırası verilmiştir.

Çizelge 6-14 TEST-A için takım sırası matrisi

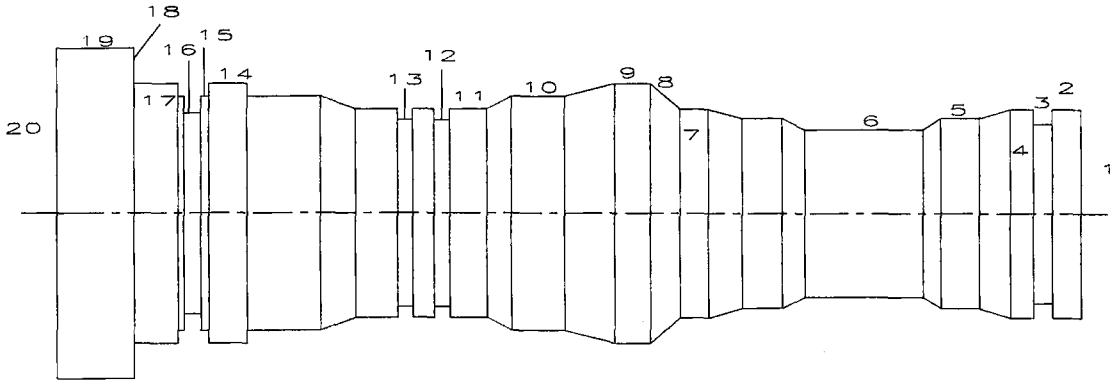
	29	28	27	24	19	18	17	14	13	15	20	21	16	25	26	23	22	
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1022
RF151A														1	1	1	1	245760
RF151B																		12288
MVJNL											1							2048
MTJNL																		1024
	2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷	2 ⁸	2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵	2 ¹⁶	2 ¹⁷	

Çizelge 6-15 TEST-A için sonuç matrisi

	29	28	27	24	19	18	17	14	13	15	20	21	16	25	26	23	22	
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1									1022
MTJNL										1								1024
MVJNL											1							2048
RF151B												1	1					12288
RF151A														1	1	1	1	245760

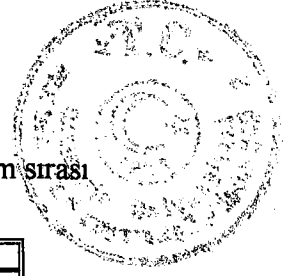
Çizelge 6-16 TEST-A için takım ve işlem sırası

Takım Sırası	Takım Tutucu	Kesici Uç	İşlem Sırası
DIŞ UNSURLAR			
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	13,29,28,27,24,19,18,17,14
2	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	15
3	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	20
4	RF151.22202060	N151.2.800-60-4G	21,16
5	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	25,26,23,22
İÇ UNSURLAR			
1	R416.2-0290L32-41	WCMX 05 03 08 R-53	1
2	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	2,4,6,8,10,11,12
3	L AG 151.32-20Q-25	N151.3-300-25-4G	3,7
4	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 08-UM	5,9



Şekil 6-22 Örnek iş parçası (TEST-B)

Örnek 2. TEST-B adı verilen iş parçası için takım seçim modülü tarafından oluşturulan takım listesi Çizelge 6.17 'de verilmiştir. Takım sırası ve işlem sırası oluşturulmasında aynı yöntem kullanılmaktadır.



Çizelge 6-17 TEST-B için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası

Y. No	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	Kalite
SAĞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
18	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
17	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
14	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
9	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
8	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
7	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
4	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
2	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
16	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	GC235
15	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	GC235
13	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	GC235
12	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	GC235
11	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC4025
10	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	GC4025
6	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC4025
5	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	GC4025
3	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	GC235
SOL BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
19	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
20	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025

Çizelge 6-18 TEST-B için çap matrisi

	18	17	14	9	8	7	4	2	1	16	15	13	12	3	11	6	10	5		
PCLNL	80	60	60	60	60	40	40	40	40											2
RF151										54	60	40	40	40						4
MVJNL															50	35				8
MTJNL																	60	40		16
	160	120	120	120	120	80	80	80	80	216	240	160	160	160	400	280	960	640		

Çizelge 6-19 TEST-B için takım sırası matrisi

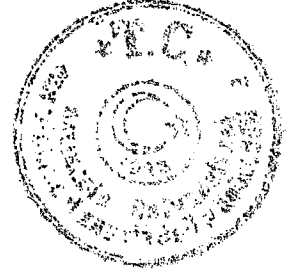
	18	17	14	9	8	7	4	2	1	10	5	11	6	15	16	13	12	3		
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1											1022
RF151														1	1	1	1	1		507904
MVJNL												1	1							12288
MTJNL										1	1									3072
	2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷	2 ⁸	2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	2 ¹⁴	2 ¹⁵	2 ¹⁶	2 ¹⁷	2 ¹⁸		

Çizelge 6-20 TEST-B için sonuç matrisi

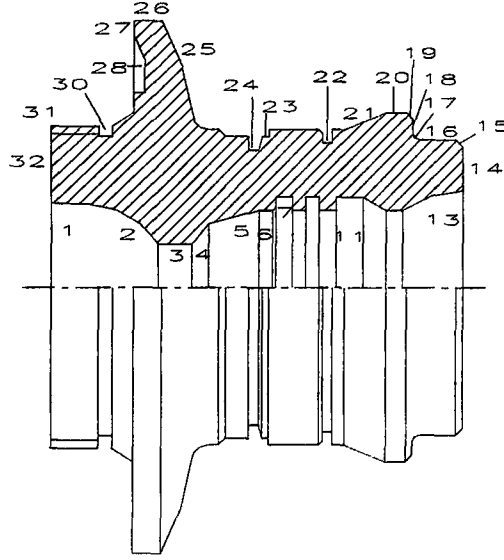
	18	17	14	9	8	7	4	2	1	10	5	11	6	15	16	13	12	3		
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1											1022
MTJNL										1	1									3072
MVJNL												1	1							12288
RF151														1	1	1	1	1		507904

Çizelge 6-21 TEST-B için takım ve işlem sırası

Takım Sırası	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	İşlem Sırası
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	1, 18, 17, 14, 9, 8, 7, 4, 2,
2	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	10, 5
3	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	11, 6
4	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	15, 16, 13, 12, 3



Örnek 3.



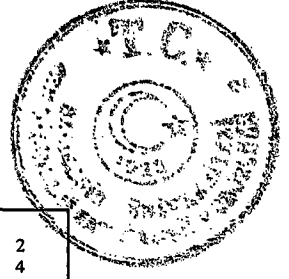
Şekil 6-23 Örnek iş parçası (TEST-C)

Çizelge 6-22 TEST-C için unsurlara atanan takım listesi ve ham işlem sırası

Unsur No	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	Uç Kalitesi
SAĞ DIŞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
26	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
25	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
20	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
19	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
18	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
17	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
16	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
15	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
14	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
24	RF151.22202030	N151.2.200-30-4G	GC235
23	RF151.22202060	N151.2.800-80-4G	GC235
22	RF151.22202030	N151.2.200-30-4G	GC235
21	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC4025
SAĞ İÇ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
3	R416.2-0370L40-41	WCMX 06 T3 08 R-53	GC235
4	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
5	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
6	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
8	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
10	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
12	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
13	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
7	L AG 151.32-32S-40	N151.3-500-40-4G	GC235
9	L AG 151.32-32S-40	N151.3-500-40-4G	GC235
11	S40V-PDUNL 15	DNMG 15 06 12-PM	GC4025
SOL DIŞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
27	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
29	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
32	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
30	RF151.22202030	N151.2.200-30-4G	GC235
31	L 166.4FG-2020-16	L166.0G-16MM01-050	GC1020
28	C3-MTJNR-22040-16	TNMG 16 04 12-PM	GC4025
SOL İÇ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
2	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025
1	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	GC4025

Çizelge 6-23 TEST-C için Çap Matrisi (Sağ Dış Bölge)

	26	25	20	19	18	17	16	15	14	24	22	23	21	
PCLNL	159	159	104	104	100	92	88	88	84					2
RF151A										90	94			4
RF151B												94		8
MVJNL													104	16
	318	318	208	208	200	184	176	176	168	360	376	752	1664	



Çizelge 6-24 TEST-C için takım sırası matrisi (Sağ Dış Bölge)

	26	25	20	19	18	17	16	15	14	21	23	22	24	
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1022
RF151A												1	1	12288
RF151B											1			2048
MVJNL										1				1024
	2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	2 ⁵	2 ⁶	2 ⁷	2 ⁸	2 ⁹	2 ¹⁰	2 ¹¹	2 ¹²	2 ¹³	

Çizelge 6-25 TEST-C için sonuç matrisi (Sağ Dış Bölge)

	26	25	20	19	18	17	16	15	14	21	23	22	24	
PCLNL	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1022
MVJNL										1				1024
RF151B											1			2048
RF151A												1	1	12288

Çizelge 6-26 TEST-C için sol dış bölge Çap matrisi

	27	29	32	30	
PCLNL	159	104	96		2
RF151A				96	4
	318	208	192	384	

Çizelge 6-27 TEST-C için sol dış bölge takım sırası ve sonuç matrisi

	27	29	32	30	
PCLNL	1	1	1		14
RF151A				1	16
	2 ¹	2 ²	2 ³	2 ⁴	

Bu örnekte, vida çekme ve alın yüzeyde kanal açma takımları, parça üzerinde en son işlem yapacak takımlar olduğundan optimizasyon süreci dışında tutulmuştur.

Çizelge 6.26 ve 6.27 'de görüldüğü gibi, bir bölge üzerinde kaba boşaltma takımları hariç, optimizasyon sürecine alınan sadece bir takım var ise optimizasyon ile takım ve işlem sırasında değişme olmamaktadır, çünkü kaba boşaltma takımı önceliğe

Çizelge 6-28 TEST-C üzerinde sağ bölgenin işlenmesi için takım ve işleme sırası

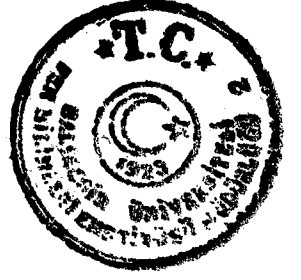
Takım Sırası	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	İşlem Sırası
DIŞ UNSURLAR			
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	14, 26, 25, 20, 19, 18, 17, 16, 15
2	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	21
3	RF151.22202060	N151.2.800-80-4G	23
4	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	22, 24
İÇ UNSURLAR			
1	R416.2-0370L40-41	WCMX 06 T3 08 R-53	3
2	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	4, 5, 6, 8, 10, 12, 13
3	L AG 151.32-32S-40	N151.3-500-40-4G	7, 9
4	S40V-PDUNL 15	DNMG 15 06 12-PM	11

Çizelge 6-29 TEST-C üzerinde sol bölgenin işlenmesi için takım ve işlem sırası

Takım Sırası	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	İşlem Sırası
DIŞ UNSURLAR			
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	27, 29, 32
2	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	30
3	L 166.4FG-2020-16	L166.0G-16MM01-050	31
4	C3-MTJNR-22040-16	TNMG 16 04 12-PM	28
İÇ UNSURLAR			
5	S25T-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	1, 2

sahiptir ve ikinci takım kaba boşaltma takımından sonra işleme alınmaktadır. Bu nedenle de takım sırasında ve işleme sırasında bir değişiklik olmamaktadır.

İç bölgeler için, işlem sırası ve takım sırası optimizasyonu, aynı takım ile işlenecek yüzeyler gruplandırılarak yapılmaktadır. Burada delme ve iç kaba boşaltma takımları, öncelikli takımlar olup kanal açma takımları için, hangi takımın öncelikli olacağının önemi yoktur. Bunun nedeni, işlemler takımlara göre gruplandırma yapıldıktan sonra, bir kanal takımı parça üzerinde işleyebileceği bütün kanalları işledikten sonra diğer kanal takım(lar)ı devreye alınacaktır. Bu nedenle iç takımlar için optimizasyon süreci işletilmemektedir. TEST-C isimli parçayı işlemek için sağ bölgede kullanılacak takım listesi Çizelge 6.28 'de, sol bölgede kullanılacak takım listesi Çizelge 6.29 'da verilmiştir.



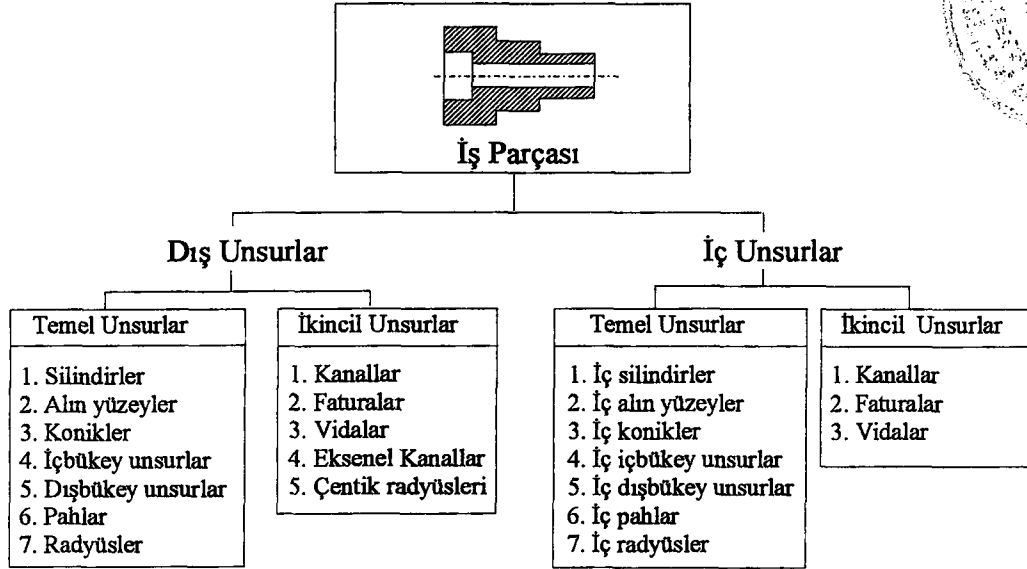
7. İŞLEM PLANLAMASI

7.1 Giriş

İşlem planlaması; herhangi bir iş parçasının hammadde halinden, ürün haline gelinceye kadar yapılması gereken işlemlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve belgelendirilmesi şeklinde tanımlanabilir. Bir iş parçasının işlem planının oluşturulması, önceden belirlenmiş olan işlem sırasına göre yapılmalıdır. İşlem planı içerisinde, bir unsurun işlenmesi için uygulanacak talaş kaldırma yöntemi, unsurun kaç pasoda işleneceği, kesme düzlemleri ve işleme zamanları yer almaktadır.

Bu çalışmada, uygulanan işlem planlaması için iş parçası, iç ve dış unsurlar olmak üzere iki bölüm halinde incelenmiştir. Bu bölümler de kendi aralarında temel ve ikincil unsurlar olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır (Şekil 7.1). Dış ve iç yüzeyleri oluşturan temel unsurlar; parça konturunu meydana getiren unsurlar olup talaş kaldırma işleminde ilk işlenmesi gereken unsurlardır. Bir unsurun ikincil unsur olarak adlandırılmasının nedeni, talaşlı imalat ile elde edilmeleri sırasında erişim açısından kendilerinden önce işlenmesi gereken unsurların bulunmasıdır. Örneğin, kanal açma işlemi, parça konturunun elde edilmesini sağlayan kaba boşaltma işlemi takiben yapılmalıdır.

Yapılan çalışmada işlem planlama modülü (İŞPL-MOD), CNCVETAB, TEZSEC, İBAMOD ve OTO-TAK modüllerinden elde edilen bilgileri kullanarak çalışmaktadır (Şekil 7.2). İşlem planının oluşturulması sırasında, kesme parametreleri, iş parçasının bağlama şekli, sayısı, bağlama elemanları ve seçilen takımlar gözönüne alınmıştır.

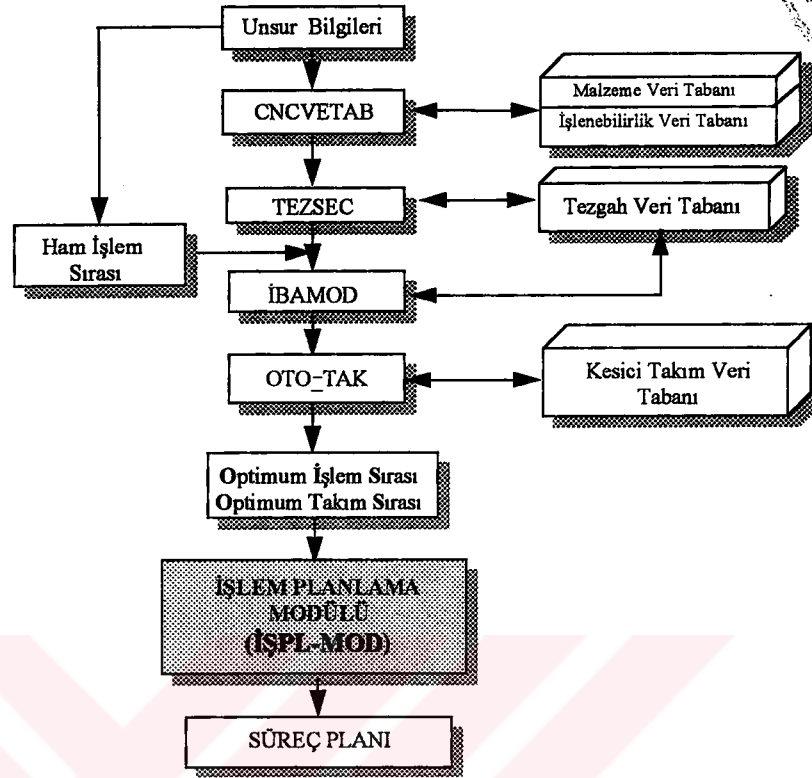
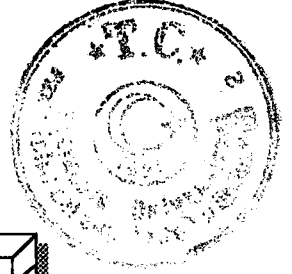


Şekil 7-1 İş parçası üzerindeki unsurların sınıflandırılması

7.2 İşlem Planlamasında Kullanılan Bilgiler

İşlem planının oluşturulması için, aşağıda özet olarak verilen ve önceki bölümlerde açıklanan bilgilerden yararlanılmaktadır. Bu bilgilere göre, işlem planı değişik şekillerde otomatik olarak oluşturulmaktadır. İŞPL-MOD ile etkileşimli diğer modüller ve ilişkileri Şekil 7.2 'de verilmiştir. İşlem planlama modülünce kullanılan bilgiler şu şekildedir:

- Kesme Parametreleri:** İş parçasının işlenmesi için gerekli olan kesme derinliği, kesme hızı ve ilerleme değerleri yardımıyla, bir unsurun kaç pasoda işleneceği ve işleme zamanlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- Tezgah Bilgileri :** İşlem planlama modülünde kullanılacak tezgah bilgileri, takımın hızlı hareketi esnasında X ve Z eksenlerindeki seri hareket hızlarıdır. Bu bilgi, takımın boşta gezdiği zamanın belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- Bağlama Yöntemi ve Bağlama Sayısı:** İŞPL-MOD, iş parçası bağlama yöntemi ve bağlama sayısını dikkate alarak uygulayacağı yöntemlere karar vermektedir.
- Kesici Takım Bilgileri:** İŞPL-MOD, bir unsurun işlenmesinde kullanılacak kesici takıma ait yerleştirme açısı ve kesici ucun açısını göz önünde bulundurarak, kesme düzlemlerinin oluşturulmasını sağlar.
- İşlem Sıralama:** Kesici takım seçimi sırasında en iyilenmiş bölgesel işlem sırasını dikkate alarak, ilgili sıraya ait unsurları araştırır.
- İş parçası unsur bilgileri :** İŞPL-MOD iş parçası unsur bilgilerini;



Şekil 7-2 İŞPL-MOD ile etkileşimli modüller ve ilişkileri

IF <KOŞUL> THEN <ETKİNLİK>

yapısı ile analiz ederek, yapılacak işlem tipini belirlemektedir. Bu çalışmada kullanılan unsurlara örnekler EK G. 'de, sistemin akış diyagramı ve karar mantığı ise EK H 'de verilmiştir.

İŞPL-MOD, bu bilgilerden yararlanarak iş parçasının imalatında kullanılacak olan işlem planını otomatik olarak belirlemektedir. İşlem planında bir unsurun işlenmesi için yapılan her paso, kesme düzlemleri ve kesme düzlemlerine ait boyutlar ile tanımlanmıştır.

7.3 İşlem Planlamada Kullanılan Karar Mantığı

Üretken süreç planlama sisteminde sistem karar mantığı, yazılımın odak noktasıdır ve programın akışını kontrol eder. Karar mantığı, hangi süreç veya

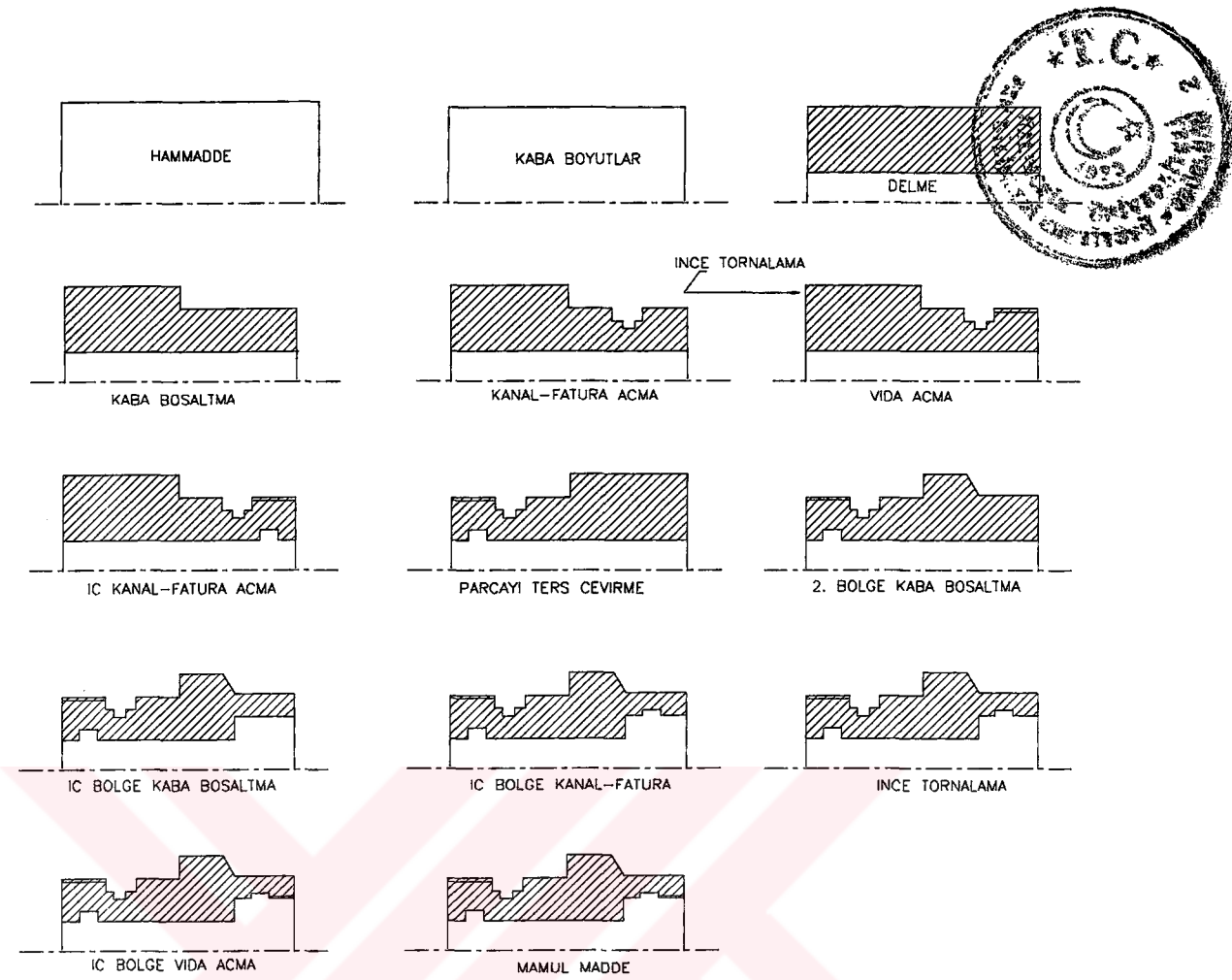


süreçlerin seçileceğini belirler. Karar mantığının en önemli fonksiyonu, tasarım özellikleriyle, bu özelliklerin elde edilmesi amacıyla kullanılacak üretim şekillerinin eşleştirilmesidir [9]. Karar ağaçları, karar tabloları ve yapay zeka dilleri olmak üzere üç değişik karar mantığı yöntemi vardır. Bu çalışmada karar verme mekanizmasında karar ağaçları yaklaşımı kullanılmıştır.

Bir ağaç; kök, gövde, ana dallar ve alt dallardan oluşmuştur. Kök; hammaddeyi, gövde; iş parçasının maksimum çapı ve uzunluğunu temsil eden kaba boyutları, ana dallar; iş parçası üzerindeki temel unsurları ve ana dallara bağlı alt dallar da, ikincil unsurları temsil eder. Ağaca ait kök, gövde, dallar ve alt dallar, sistemin bütünü oluşturmaktadır.

Kök ile gövde, gövde ile dallar ve dallar ile alt dallar arasındaki geçişler düğüm noktası olarak adlandırılabilir. Her düğüm noktasında bir koşul ve etkinlik vardır. Koşullar, **IF <KOŞUL> THEN <ETKİNLİK>** yapısı ile kontrol edilmekte ve koşul sağlandığı takdirde uygun etkinlik gerçekleştirilmektedir. Bu yapı imalat işlemlerinde kullanıldığında, önce köke bağlı gövde (parçanın dış kaba boyutları) ve gövdeye bağlı bütün ana dallar (yani temel unsurlar) elde edilmektedir. Ana dalların elde edilmesi işlemleri tamamlandığında ise ana dallardan alt dallara geçiş noktalarında yine IF...THEN yapısı kullanılarak ikincil unsurların elde edilmesine çalışılır. Bu olay ağaç üzerindeki bütün dallara erişim sağlanıncaya kadar tekrar edilir. En uçtaki dala erişim sağlandığında, ağaç yapısı tamamlanmış olur.

Karar ağaçlarının oluşturulmasında, geriye zincirleme ve ileriye zincirleme olmak üzere iki temel yöntem kullanılmaktadır. Geriye zincirleme tekniğinde, en uçtaki daldan ağaç kökünün elde edilmesine kadar bir süreç başlatılır. Bu çalışmada "*üretken tip süreç planlama*" hedeflendiğinden, bu tür planlamanın doğasına uygun olan ileri zincirleme tekniği kullanılmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere ileriye zincirleme tekniği, hammaddeden mamül maddeye erişim için yapılacak işlemlerin birbiri ardına sıralanmasıdır. İş parçası üzerindeki bütün unsurların işlenmesiyle ağaç yapısı elde edilmiş olmaktadır. Şekil 7.3 'te bu çalışmada kullanılan karar mantığına örnek olarak, hammaddeden mamül madde elde edilmesine kadar kullanılan süreçler



Şekil 7-3 Çalışmada kullanılan ağaç yapısına örnek (ileri zincirleme tekniği)

gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ilk işlem, hamparçanın, iş parçası kaba boyutlarına tormalanması işlemidir. Daha sonra parçanın delinmesi, kaba tormalanması, ince tormalanması, kanal açma ve vida çekme işlemleri yapılmaktadır. Gerekli olması halinde parça ters çevrilerek 2. bölge üzerindeki işlemler yine aynı sırada yapılmaktadır. Sistemde, ağacın her düğüm noktasında izlenecek yol tanımlanmış kurallara göre otomatik olarak belirlenir.

7.4 İşlem Planlamasında Kullanılan Kurallar

Planlama için, işlemlerin bir sıraya göre yapılması gereklidir. Bu sıra ise; bağlama yöntemi, iş parçası şekli ve unsurların geometrisine bağlı olarak çok değişik şekillerde gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, işlem planları, çeşitli kısıtlamalara bağlı olarak belirlenen bağlama yöntemi, bağlama sayısı, iş parçası üzerinde deliklerin

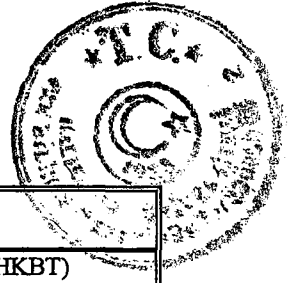


varlığı ve işleme önceliğine sahip bölge dikkate alınarak oluşturulmaktadır. (Çizelge 7.1). Çalışmada, işlem planının oluşturulması için, iç unsurların tornalanmasında kesici takım kataloglarında minimum 13 mm çapa kadar işleme yapabilen kesici takımlar bulunduğundan, 13 mm delik çapı sınır değer olarak alınmıştır. Çalışmada bir kanal-faturanın işlenmesi için gerekli hallerde birden fazla takım kullanılabilir. Bu çalışmada bağlama sayısı, standart bağlama yöntemlerinde maksimum "2" olarak belirlenmekte ve özel bağlama yöntemleri de dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada kullanılan üretim kurallarına örnekler Çizelge 7.1 'de verilmiştir. İşlem planı oluşturmak için kullanılan üretim kuralları, endüstride uygulanmaktadır.

İŞPL-MOD, kendisi ile etkileşimde bulunan diğer modüllerden öğrendiği bilgileri değerlendirerek, işlem planlamada kullanacağı bütün yöntemleri kendisi belirlemektedir. Sisteme, çalışma anında herhangi bir müdahale söz konusu değildir. Şekil 7.1 'de görüldüğü üzere, iş parçasını oluşturan temel unsurlar; silindirler, konikler, içbükey unsurlar, dışbükey unsurlar, pahlar ve radyüslerden, ikincil unsurlar da; kanallar, faturalar ve vidalardan oluşmaktadır. Bu sınıflandırma yöntemi diğer çalışmalara göre farklılık içermektedir. Bu farklılık, diğer çalışmalarda pahlar ve radyüslerin ikincil unsurlar olarak alınmasından kaynaklanmıştır. Bu çalışmada, CNC tezgahlar dikkate alındığından ve CNC tezgahlarda son derece karmaşık kızak hareketleri kolaylıkla yapılabildiğinden, pahlar ve radyüsler temel unsurlar olarak alınmıştır.

Diğer çalışmalarda bu unsurların ikincil unsurlar olarak alınmasının nedeni klasik tezgahlarda yapılan işlemlerden kalma bir alışkanlık olarak görülmektedir [105]. Bu çalışmada her ne kadar CNC tezgahlar dikkate alınmış ise de, CNC kodların tezgahtan tezgaha değişiklik göstermesi nedeniyle NC kodları oluşturulmamıştır. Bunun yerine NC kodların oluşturulmasına yardımcı olacak, kesme düzlemlerinin oluşturulması tercih edilmiş olup, gerekli olması halinde NC kodları da oluşturulabilir. Söz konusu kesme düzlemlerinin oluşturulması için kesme parametrelerinin dikkate alınması gerekir ki, bunun için kullanılacak parametre, kesme derinliği değeridir.

Çizelge 7-1 İşlem planlamasında kullanılan kurallara örnekler

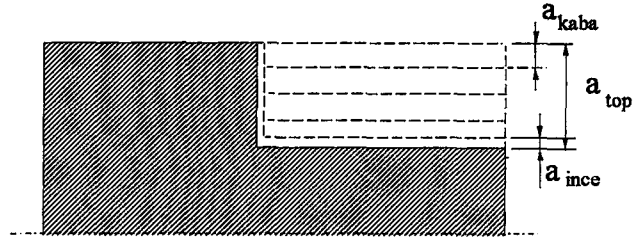
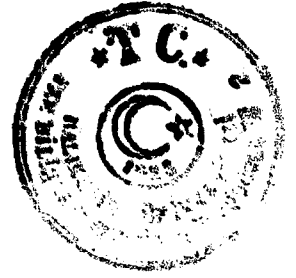


Bağlama Sayısı	Bağlama Elemanı	Delik	İşleme Önceliği	2. Bağ. (Dış/İç)	Uygulanan Yöntem
1	AYNA	YOK	SAĞ	-	Hamparçayı Kaba Boyutlara Tornala (HKBT) Sağ Dış Bölgede Kaba boşaltma yap ve kanal-fatura unsurlarını işle (SaDBK) Sağ Dış Bölgede İnce tornalamaları bitir (SaDBİ) Vida, Çentik ve Eksenel Kanal aç (VÇEK) KESme işlemini yap
1	AYNA-MERKEZ (AYME)	YOK	SAĞ	-	Punta Deliği Aç (PDA), HKBT, SaDBK, SaDBİ, VÇEK, KES (Karşı merkezi kaldırarak)
1	AYNA	YOK	SOL	-	HKBT Sol Dış Bölgede Kaba boşaltma yap ve kanal-fatura unsurlarını işle (SoDBK), VÇEK, KES
1	İKİ MERKEZ	YOK	SAĞ	-	Merkez Deliklerini Aç, HKBT, SaDBK, SoDBK, SaDBİ, SoDBİ, VÇ
2	AYNA	YOK	SAĞ	DIŞ	1. HKBT, SaDBK, SaDBİ, VÇ 2. SoDBK, SoDBİ, VÇ
2	AYNA	YOK	SOL	DIŞ	1. HKBT, SoDBK, SoDBİ, VÇ 2. SaDBK, SaDBİ, VÇ
2	1. AYNA 2. AYME	YOK	SAĞ	DIŞ	1. HKBT, Merkez Deliği Aç (MDA), SaDBK, SaDBİ, VÇ 2. SoDBK, SoDBİ, VÇ
2	1. AYME 2. AYNA		SAĞ	DIŞ	1. MDA, HKBT, SoDBK, SoDBİ, VÇ 2. SaDBK, SaDBİ, VÇ
2	AYNA	VAR	SAĞ	İÇ	1. HKBT, Mümkün Olan en Büyük Çapta Delme yap (MOBÇD), SaDBK, SaİBK, SaDBİ, SaİBİ, VÇEK 2. SoDBK, Sol İç Kaba Boşaltma (SoİBK(1))* , SoDBİ, SoİBİ(1) , VÇEK
2	1. AYNA 2. AYNA	SOL KAPALI	SOL	İÇ	1. HKBT, MOBÇD, SoDBK, SoDBİ, VÇEK, SoİBK, SoİBİ, 2. SaDBK, SaDBİ, VÇEK
2	1. AYNA 2. AYNA	SAĞ KAPALI	SAĞ	İÇ	1. HKBT, MOBÇD, SaDBK, SaDBİ, VÇ, SaİBK, SaİBİ, 2. SoDBK, SoDBİ, VÇEK,
2	1. AYNA 2. ÖZEL	VAR	SAĞ	ÖZEL	1. HKBT, MOBÇD, SaDBK, SaDBİ, VÇ, SaİBK, SaİBİ, 2. (Özel bağlama yöntemini kullan) SoDBK, SoDBİ, VÇEK,

*: Var ise

7.5 Paso Sayısının Belirlenmesi

Bu çalışmada, işlenebilirlik veri tabanı yazılımı CNCVETAB tarafından elde edilen kesme parametreleri kullanılmaktadır. CNCVETAB tarafından belirlenen kesme derinliği değerinden yararlanarak, bir unsurun kaç pasoda işleneceği belirlenmekte ve buna göre kesme düzlemleri hazırlanmaktadır. Bir unsurun kaç pasoda işleneceği ve bunun için gerekli işleme zamanının hesaplanmasına da yardımcı



Şekil 7-4 Bir unsurun işlenmesinde toplam talaş miktarı ve kaba pasolar

olmaktadır. Unsurun işlenmesi için gerekli paso sayısı, unsura ait toplam talaş derinliği değerinden ince paso değeri çıkarılıp, sonucun kaba paso değerine bölünmesiyle hesaplanabilir (Eşitlik 7.1). Şekil 7.4 'te iş parçası üzerindeki toplam talaş kaldırma miktarı, kaba ve ince paso miktarları sembolik olarak verilmiştir.

$$PS = \frac{a_{top} - a_{ince}}{a_{kaba}} \quad (7.1)$$

Burada;

- PS :Kaba talaş kaldırmada paso sayısı
a_{top} :Toplam talaş miktarı
a_{kaba} :Kaba talaş kaldırma için kesme derinliği
a_{ince} :İnce talaş kaldırma için kesme derinliği

şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada, PS tam sayı çıkmadığı takdirde, kaba paso sayısı bir üst değere yuvarlanmaktadır. Paso sayısı ve kesme derinliğinden yararlanarak kesme düzlemleri oluşturulmaktadır.

7.6 Kesme Düzlemleri

Kesme düzlemleri, çap değerleri ile birlikte, takımın parça ile ilk temas ettiği yerin üst ve alt köşe koordinatları ve takımın parçayı terkettiği yerin alt ve üst köşe koordinatları ile tanımlanmıştır.

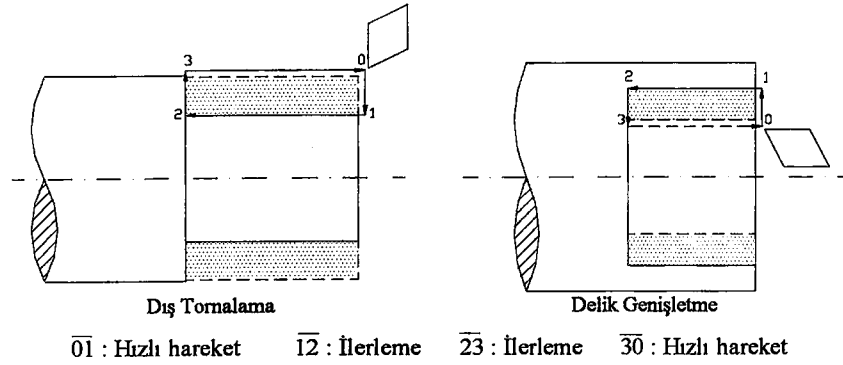
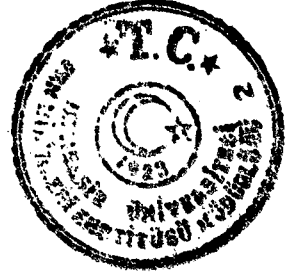


Kaba tornalama işlemleri sırasında, iş parçasının tezgaha bağlama yöntemine göre hamparçanın öncelikle alın yüzeyi işlenmekte ve gerekirse punta deliği veya delme işlemi gerçekleştirilerek, hamparçanın çapı iş parçasının maksimum çapına indirilmektedir. Burada ifade edilecek olan kesme düzlemleri; kaba boşaltma işlemlerinde ve kanal-fatıra açma işlemlerinde olmak üzere iki ana başlık altında işlenecektir.

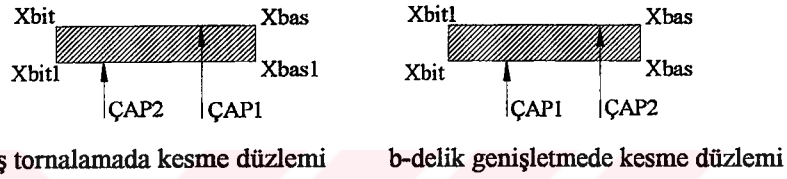
7.6.1 Kaba Boşaltma İşlemlerinde Kesme Düzlemleri

Talaş kaldırma sırasında kesme derinliği, iş parçası-takım malzemesi çiftine bağlı olarak sabit olup işlenebilirlik veri tabanından elde edilmektedir. Kaba talaş kaldırma işlemi sırasında takım, önce parça eksenine paralel bir yol izlemektedir. İlgili çapta kesit değişikliğinin başladığı noktada ise parça konturuna paralel bir yol izleyerek talaş kaldırma işlemini tamamlamaktadır. Bu işlemi takiben takım, başlangıç noktasına geri dönerek bir sonraki paso için yerini almaktadır. Parça konturuna paralel hareket sırasında takımın izlediği yol, elde edilmek istenen unsurun şekline göre değişmektedir. Kaba boşaltma işlemlerinde kesme düzlemlerinin tanımı, takımın hareket ettiği unsurun şekline bağlı olarak değişmektedir. Tornalama işlemlerinde takım hareketleri; alın, konik, içbükey ve dışbükey yüzeylere doğru olabilir.

Takım Hareketi Alın Yüzeye Doğru: İç veya dış tornalamada boyuna silindirik tornalama işlemlerinde, takımın ilerleme yönünün alın yüzeye doğru olduğu halde, kesme düzlemlerinin kağıt üzerindeki izdüşümü bir dikdörtgendir (Şekil 7.5). Takım 0-1 arasında hızlı hareket ederek talaş kaldırma işlemine başlamadan önceki konumunu almakta ve 1-2 arasında talaş kaldırma için ilerleme hareketi yapmaktadır. Takım, 2 noktasına geldiğinde ilerleme yönünü değiştirerek, 2-3 arasında parça konturuna paralel hareket izlemektedir. Talaş kaldırma işlemi tamamlandıktan sonra takım, 3-0 arasında hızlı hareket yapmaktadır. Bu işlemden sonra başka bir paso var ise takım, bir sonraki paso için uygun konuma hareket etmektedir. İşlem planlama modülünce, alın yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri; talaş



Şekil 7-5 Alın yüzeye doğru silindirik tornalama [106]

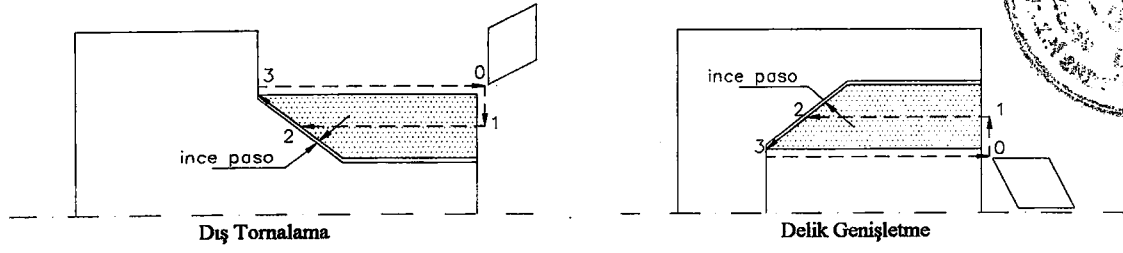
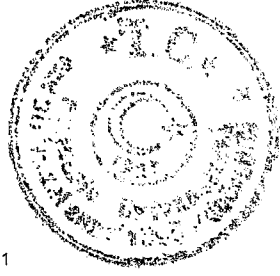


Şekil 7-6 Alın yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri

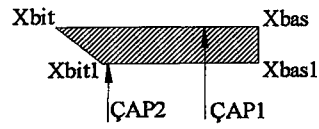
kaldırmadan önceki çap ve talaş kaldırmadan sonraki çap değeriyle, xbas, xbas1, xbit1 ve xbit şeklinde kesme düzlemlerinin köşe koordinatları ile tanımlanmaktadır. Şekil 7.6-a 'da dış tornalama, 7.6-b 'de iç tornalama için kesme düzlemleri verilmiştir.

Takım Hareketi Konik Yüzeye Doğru: Kaba talaş kaldırma esnasında, takımın konik yüzeye doğru izlediği yol, kesit değişikliğinin olduğu yere kadar parça eksenine paralel, kesit değişikliği olduğu noktadan itibaren de parça konturuna paraleldir (Şekil 7.7). Şekil 7.8 'de, takımın "0123" noktaları arasındaki hareketi sonucunda oluşan kesme düzlemleri verilmiştir.

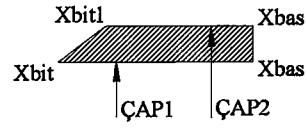
Takım Hareketi İçbükey/Dışbükey Yüzeye Doğru : Takımın içbükey yüzeye doğru hareket ettiği tornalama işlemlerinde kesme düzlemleri, daha önce ifade edildiği şekilde oluşmaktadır. Şekil 7.9 'da takımın içbükey yüzeye doğru hareketi ve Şekil 7.10 'da oluşan kesme düzlemleri verilmiştir. Şekil 7.11 'de takımın dışbükey yüzeye doğru hareketi ve Şekil 7.12 'de bu hareket sonucunda oluşan kesme düzlemleri verilmiştir.



Şekil 7-7 Konik yüzeye doğru silindirik tornalama

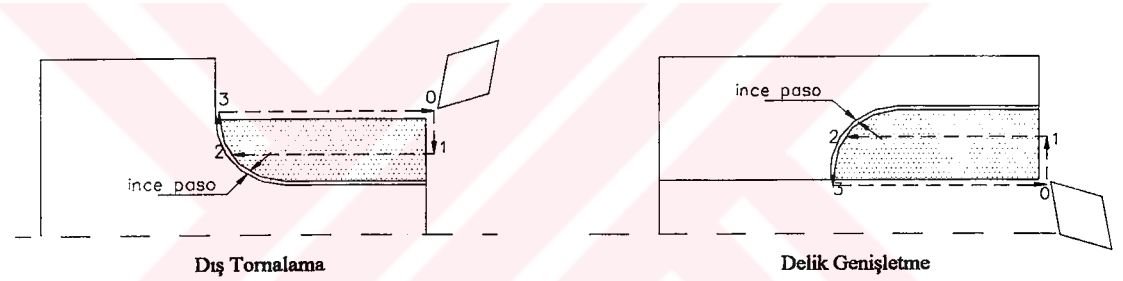


a-dış tornalamada kesme düzlemi

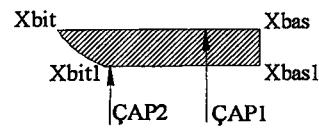


b-delik genişletmede kesme düzlemi

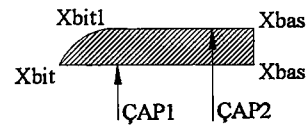
Şekil 7-8 Konik yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri



Şekil 7-9 İçbükey yüzeye doğru silindirik tornalama

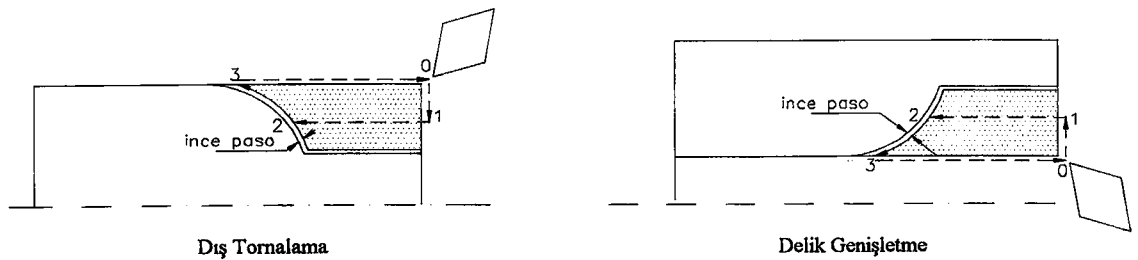


a-dış tornalamada kesme düzlemi

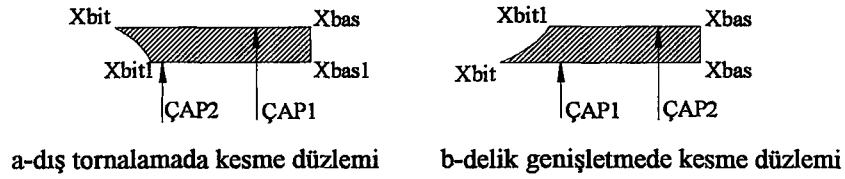
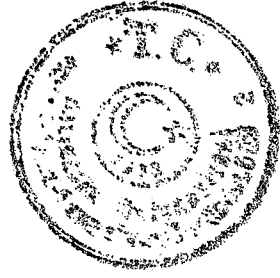


b-delik genişletmede kesme düzlemi

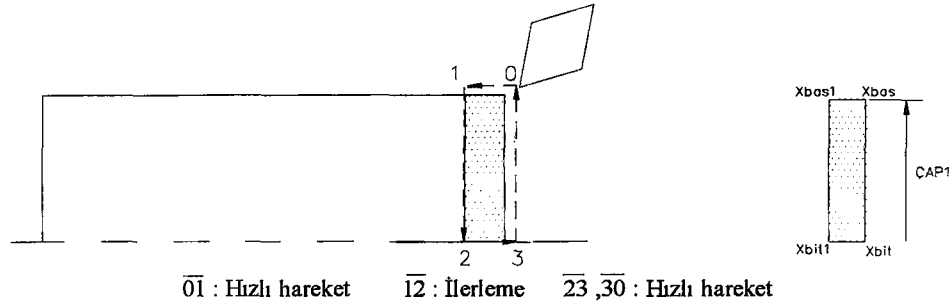
Şekil 7-10 İçbükey yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri



Şekil 7-11 Dışbükey yüzeye doğru silindirik tornalama



Şekil 7-12 Dışbükey yüzeye doğru silindirik tornalamada kesme düzlemleri



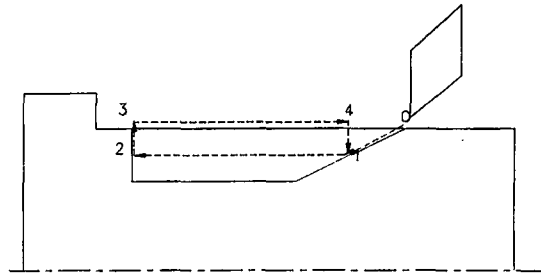
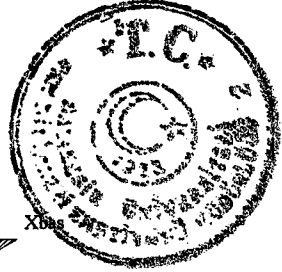
Şekil 7-13 Alın tornalama ve kesme düzlemleri

Alın Tornalama: Alın tornalama işlemlerinde takım parça eksenine dik hareket etmektedir. Burada kesme düzlemi; büyük çap, küçük çap ve kesme düzleminin başlangıç ve bitiş noktaları ile tanımlanmaktadır (Şekil 7.13).

7.6.2 Fatura ve Kanal Açma İşlemlerinde Kesme Düzlemleri

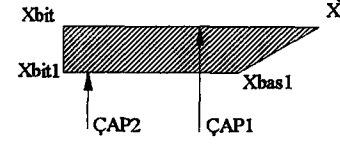
Fatura açma işlemlerinde takımın değişik hareketleri sonucu oluşan kesme düzlemlerine örnekler Şekil 7.14 'te verilmiştir. Fatura işlemlerinde, unsurun elde edilmesi için birden fazla paso gerekmesi durumunda; takım bir sonraki paso için alacağı konuma, "41" hızlı hareketi ile gitmektedir.

Faturaların işlenmesi için iki takım kullanılacak ise her iki takım için de kesme düzlemlerinin belirtilmesi gerekir. Şekil 7.15 'te iki takım ile işlenen fatura için kesme düzlemleri verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, birinci takım ile işlenemeyen "ABC" bölgesinin işlenmesi için, birinci takıma zıt yönlü bir takım kullanılmaktadır. İkinci takımın izlediği yol Şekil 7.15-b 'de verilmiştir.

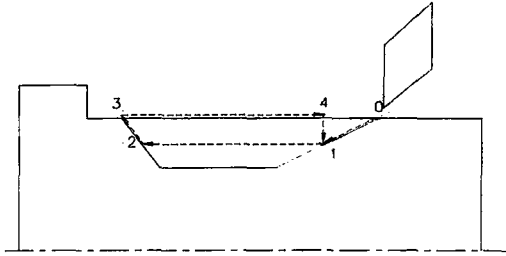


01 : ilerleme 12 : ilerleme 23 : ilerleme
34 : hızlı hareket 41 : hızlı hareket

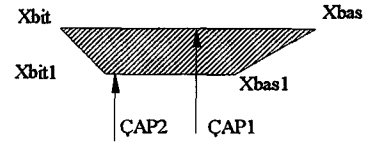
a



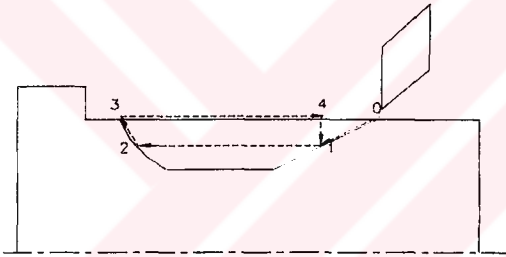
b



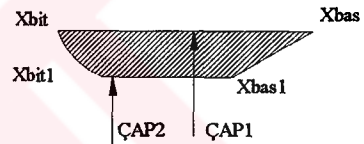
c



d



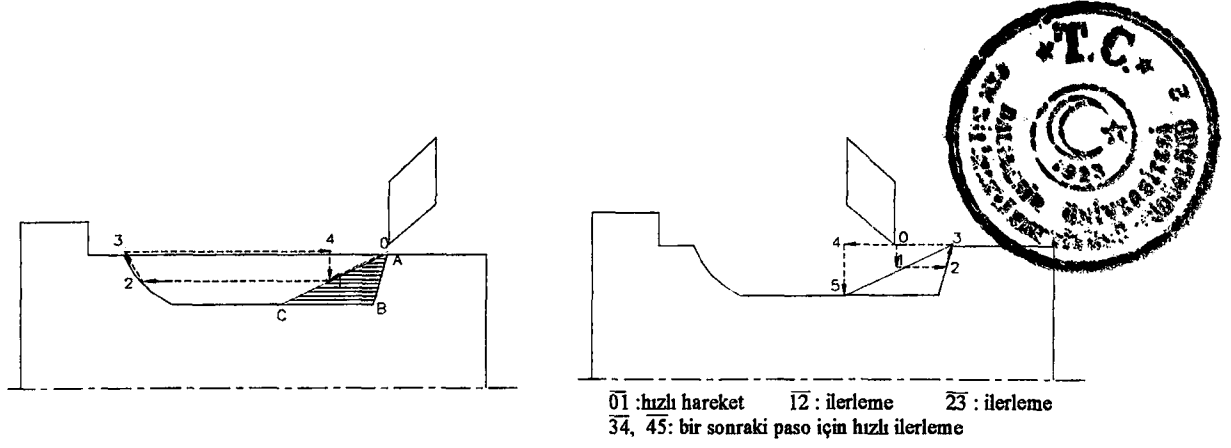
e



f

Şekil 7-14 Fatura açma işlemlerinde takım hareketleri ve kesme düzlemlerine örnekler

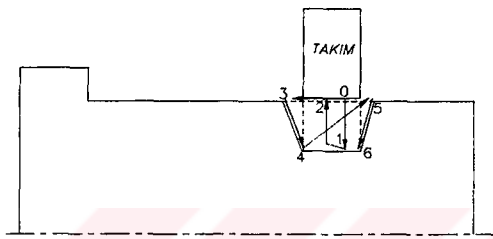
Kanal açma işleminde kesme düzlemleri sembolik olarak Şekil 7.16 'da verilmiştir. Şekilde kanalın kenarları, kanal tabanına göre 90° 'den küçük açı yapmaktadır. Takım, önce "01" ilerleme hareketi ile temel boşaltma işlemi yapmaktadır. "12" ve "23" hızlı hareketleriyle, sol kenarda kalan işlenmemiş bölgeyi işlemek üzere konumunu almakta, "34" ilerleme hareketi ile sol kenar işlendikten sonra "56" ilerleme hareketi ile sağ kenarda kalan işlenemeyen bölgeyi işlemektedir. Bu üç bölge için kesme düzlemleri Şekil 7.17 'de verilmiştir. Kanalın kenarları, tabanına göre 90° açı yapıyor ise kesme düzlemi, Şekil 7.17-b 'de görüldüğü şekilde olmaktadır. Kanal genişliği, uç genişliğinden büyük olduğu takdirde, kesme kuvvetleri nedeni ile kanal kenarlarının hasar görmesini engellemek amacıyla, kanalın her iki



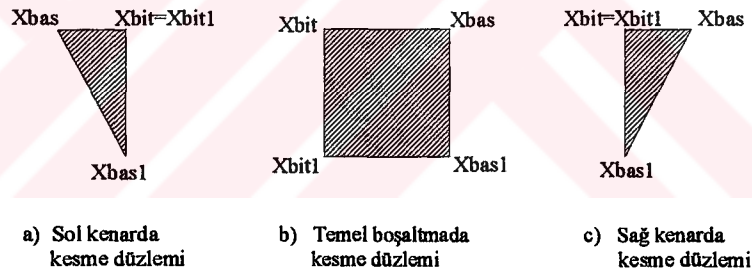
a- Birinci takımın izlediği yol

b- İkinci takımın izlediği yol

Şekil 7-15 Bir faturanın iki takım ile işlenmesi halinde takım hareketleri



Şekil 7-16 Kenar açıları 90° den farklı bir kanalın işlenmesi için takım hareketleri

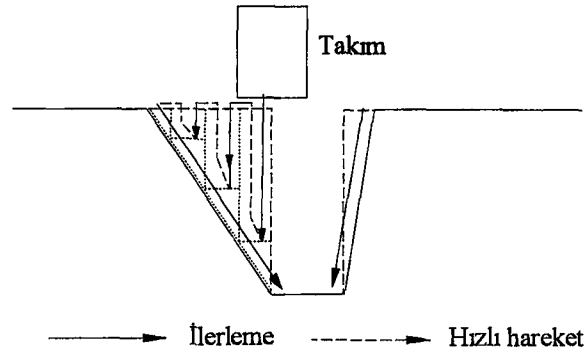
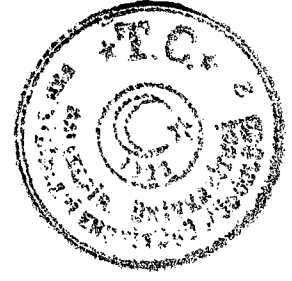


Şekil 7-17 Kanal açma işleminde kesme düzlemleri

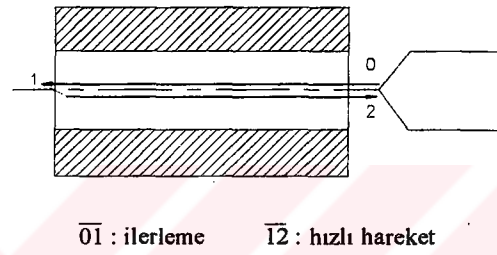
kenarından 1 mm ince işleme payı bırakılır. Temel boşaltma işlemini takiben kanalın her iki kenarında bırakılan ince işleme payları alınır. Kanal kenarının 90° 'den küçük açı yapması halinde, Xbas ve Xbas1 (bak Şekil 7.17-a,c) arasındaki mesafe, takım genişliğinden büyük ise buradaki işlenemeyen bölge kademeli olarak işlenir (Şekil 7.18).

7.6.3 Delme İşleminde Kesme Düzlemi

Tornalama işlemlerinde, iş parçası üzerinde iç unsurların olması halinde, minimum delik çapından büyük olmamak üzere mümkün olan en büyük çaplı matkap



Şekil 7-18 Kanal kenarının kademeli işlenmesi

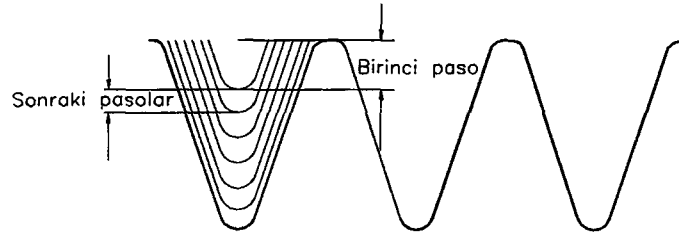
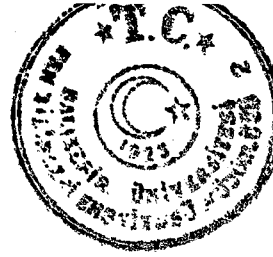


Şekil 7-19 Delme işleminde takım hareketleri

ile delme işlemi gerçekleştirilir. Delme işleminde takım, parça eksenini boyunca hareket etmektedir. Şekil 7.18 'de delme işleminde takım hareketleri sembolik olarak gösterilmiştir.

7.6.4 Vida Açma İşleminde Kesme Düzlemi

Bu çalışmada, vida açma işleminde tek kesici ağızlı vida açma takımları kullanılmıştır. Vida açma işlemi çok pasolu olarak tanımlayabileceğimiz bir operasyondur. Birinci pasoda kesme derinliği fazla olup, diğer pasolarda kesme derinliğinin değeri ilk pasoya göre daha azdır. Vida açma operasyonunda takım hareketleri sembolik olarak Şekil 7.19 'da verilmiştir.



Şekil 7-20 Vida açma operasyonunda takım hareketleri ve kesme derinlikleri

7.7 Üretim Zamanları

Tornalama işlemlerinde, üretim zamanları; esas işleme zamanı, takımın boşa geçen hareket zamanı, takım değiştirme zamanları, parça bağlama zamanı ve ayar zamanlarının toplamı şeklinde hesaplanmaktadır. Bu çalışmada, parça bağlama zamanı ve ayar zamanları dikkate alınmamış olup diğer zamanların toplamı yaklaşık üretim zamanı olarak alınmıştır.

7.7.1 Esas İşleme Zamanları

Esas işleme zamanı, takımın talaş kaldırma işlemi için harcadığı zaman olarak tanımlanabilir. Tornalama işleminde genel olarak işleme zamanı;

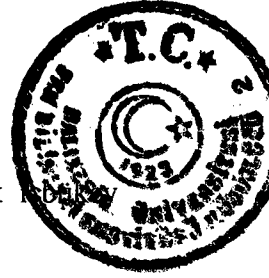
$$t = \frac{L}{s n} \quad (7.2)$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Burada;

- L : takımın ilerleme doğrultusunda katettiği yol (mm)
s : ilerleme (mm/dev)
n : devir sayısı (d/dak)

olarak tanımlanmıştır.

Konik tornalama, alın tornalama, içbükey ve dışbükey tornalama işlemlerinde de aynı bağıntı geçerli olup, L değeri değişmektedir [40]. Örneğin bir içbükey



tornalama işleminde, takımın katettiği yol, kesme derinliğine bağlı olarak yüzeyin yay uzunluğu olacaktır.

Delme işlemi için kullanılacak esas işleme zamanı için L, matkabın ilerlediği mesafe olarak alınmaktadır.

7.7.2 İşlem Dışı Zamanlar

Bu çalışmada işlem dışı zamanlar için, talaş kaldırma sırasında takımın hızlı hareketi esnasında geçen zaman ve takım değiştirme zamanları dikkate alınmıştır. Takımın boşta geçen zamanı, tezgahın X ve Z doğrultusundaki seri hareket hızlarına göre belirlenir. Takımın hızlı hareketi parça eksenine dik ise Eşitlik 7.3-a, paralel ise Eşitlik 7.3-b 'den yararlanarak, boşta geçen zamanlar hesaplanabilir.

$$t_{bz} = L/V_z \quad (7.3-a)$$

$$t_{bx} = L/V_x \quad (7.3-b)$$

Bu bağıntılarda;

- t_{bz} , t_{bx} : Z ve X yönünde hızlı harekette boş zamanlar
L : hızlı harekette alınan yol
 V_x , V_z : X ve Z doğrultusunda seri hareket hızı (m/dak)

Takım değiştirme zamanı için, takım değişikliği yapılacak güvenli bölgeye ulaşılan zaman ile takımın bir istasyondan diğerine geçişi sırasında geçen zaman ele alınmaktadır.

Bu çalışmada, esas işleme zamanı ve boş zamanlar bütün kesme düzlemleri için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

İşlem planlama ile ilgili örnekler Bölüm 8 ' de verilmiştir.



8. BDSP UYGULAMALARI

8.1 Giriş

Bu bölümde oluşturulan yazılım ile çeşitli örnek test parçaları için elde edilen sonuçlar verilecektir. İlk örnekte; BDSP sisteminin ekran görüntüleri de verilecek olup, diğer örneklerde elde edilen sonuçların verilmesi ile yetinilecektir.

Oluşturulan süreç planlama yazılımı Borland Pascal 7.0 ile yazılmış ve "Korumalı Mod" seçeneği ile derlenmiştir. Çalışma, unsur tanıma, kesme parametrelerini belirleme, takım tezgahı seçimi, bağlama yönteminin seçimi, takım seçimi, işlem planlama ve süreç planı oluşturma modüllerinin bir araya gelişi ile bir bütün oluşturmaktadır. Sisteme, çalışma konu başlığının ilk harflerinden oluşan **DİP-BDSP** adı verilmiştir. Bu çalışmada, parça unsur bilgileri başka bir çalışmadan alındığından, unsur tanımlama ile ilgili örnek verilmeyip, seçilen test parçasına ait bilgiler tablo halinde sunulacaktır.

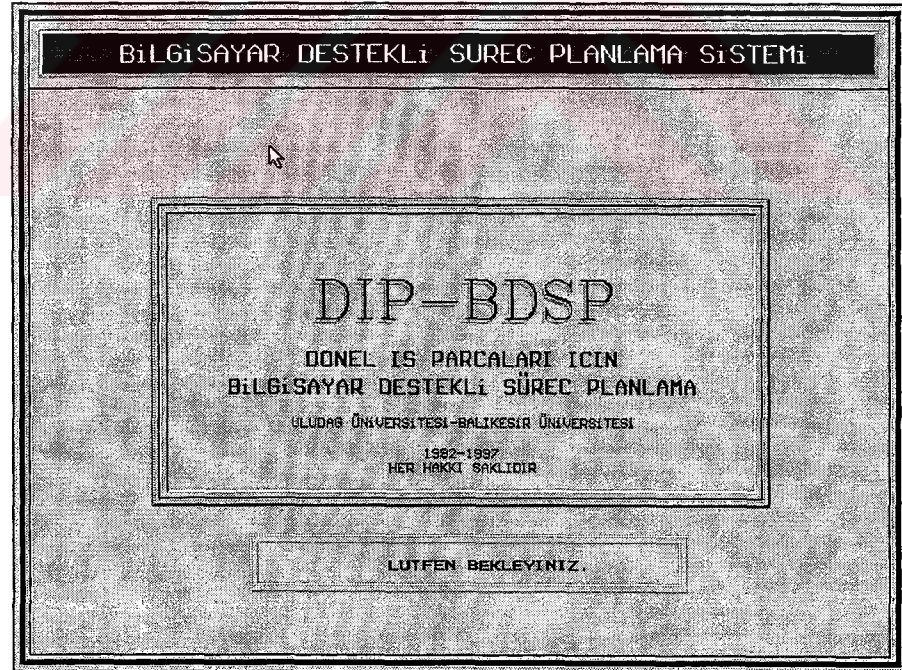
8.2 Örnekler

Şekil 6.22 'de verilen örnek Test-B isimli örnek iş parçasına ilişkin unsur bilgileri Çizelge 8.1 'de verilmiştir. Şekildeki iş parçası üzerindeki en büyük çap, soldaki 18 numaralı unsur üzerinde olup iş parçası tek bölgedir.

DİP-BDSP sistemi çalıştırıldığında ekrana ilk olarak Şekil 8.1 'de verilen görüntü gelmektedir. Bunu takiben iş parçası malzemesi seçiminin yapıldığı CNCVETAB yazılımı çalışmaya başlamaktadır (Şekil 8.2).

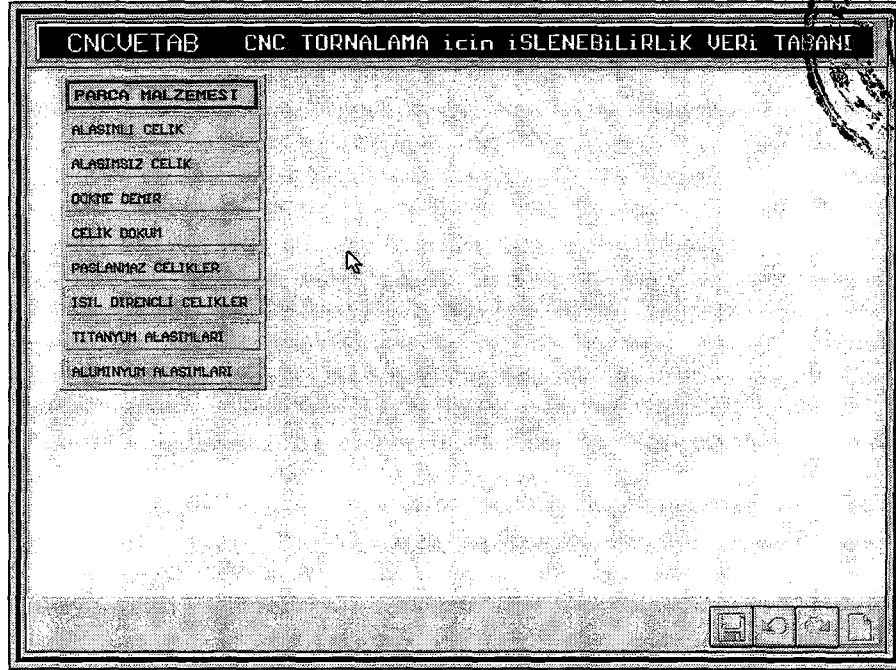
Çizelge 8-1 Test_B isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri

No	ISLEM	X1	Y1	X2	Y2	XC	YC	DER	solaci	sagaci	Kdrc	yupuz	hatve/ pahuz
1	ALIN	260	0	260	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	SSLN	260	20	257	20	0	0	0	0	0	0	10	0
3	KANAL	257	20	253	20	0	0	3	0	0	0	0	0
4	SSLN	253	20	249	20	0	0	0	0	0	0	10	0
5	VKN	249	20	178	20	0	0	2.5	20	20	0	0	0
6	VKN	220	17.5	199	17.5	0	0	2	35	35	0	0	0
7	SSLN	178	20	171	20	0	0	0	0	0	0	10	0
8	SAKNK	171	20	158	30	0	0	0	0	0	0	0	0
9	SSLN	158	30	145	30	0	0	0	0	0	0	3	0
10	SAG	151	30	56	30	0	0	3	0	20	0	0	0
11	VKN	116	25	76	25	0	0	5	35	35	0	0	0
12	KANAL	104	20	99	20	0	0	3	0	0	0	0	0
13	KANAL	94	20	89	20	0	0	3	0	0	0	0	0
14	SSLN	56	30	47	30	0	0	0	0	0	0	10	0
15	KANAL	46	30	40	30	0	0	3	0	0	0	0	0
16	KANAL	45	27	41	27	0	0	3	0	0	0	0	0
17	SSLN	40	30	30	30	0	0	0	0	0	0	10	0
18	ALIN	30	30	30	40	0	0	0	0	0	0	10	0
19	SSLN	30	40	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0
20	ALIN	10	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

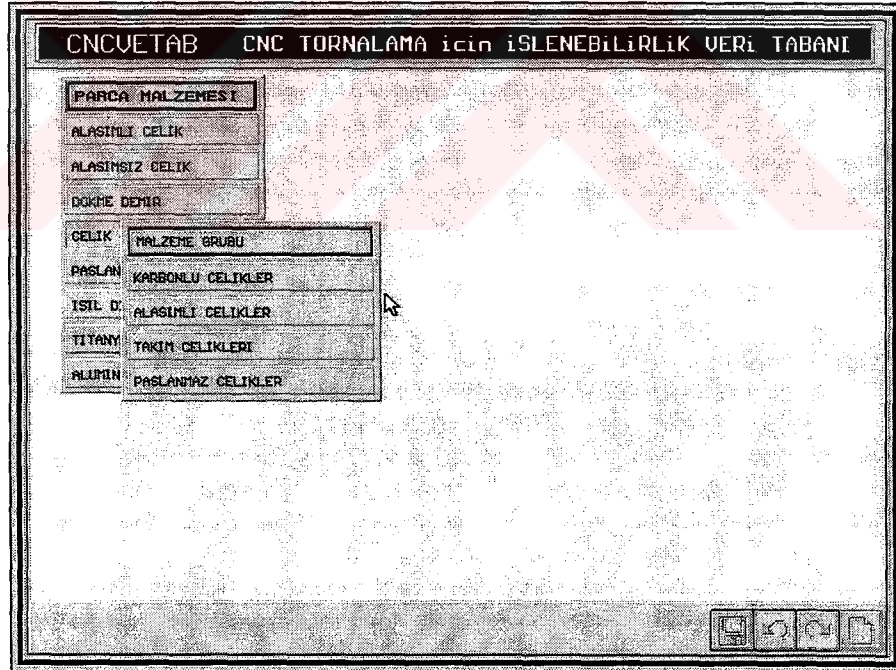


Şekil 8-1 DİP-BDSP açılış ekranı

Açılış ekranından sonra, iş parçası malzeme özelliklerinin belirlendiği CNCVETAB modülü çalışmaya başlamaktadır. Seçim işlemi, fare desteği ile yapılmaktadır.

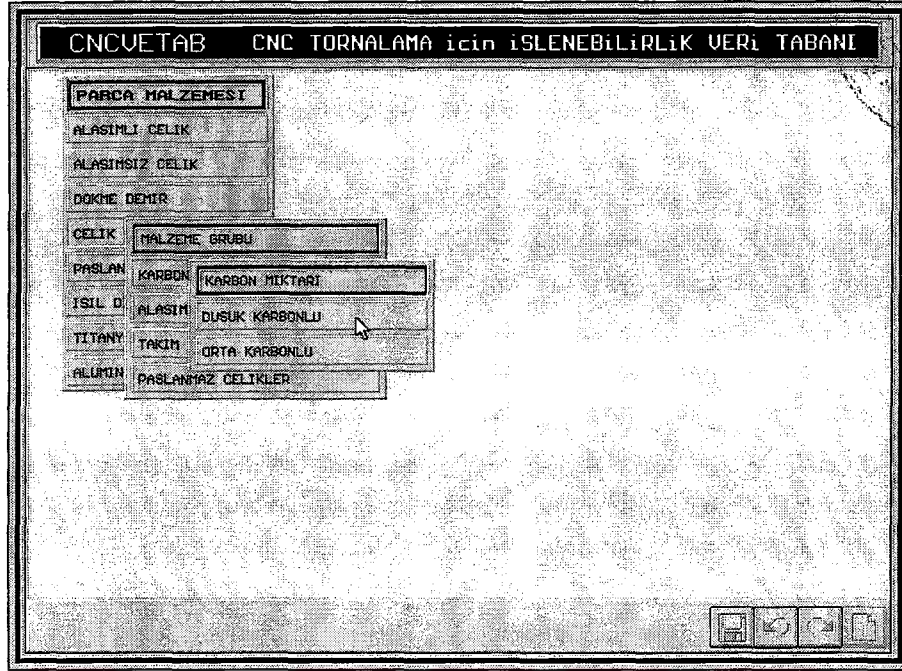


Şekil 8-2 CNCVETAB parça malzemesi seçim ekranı

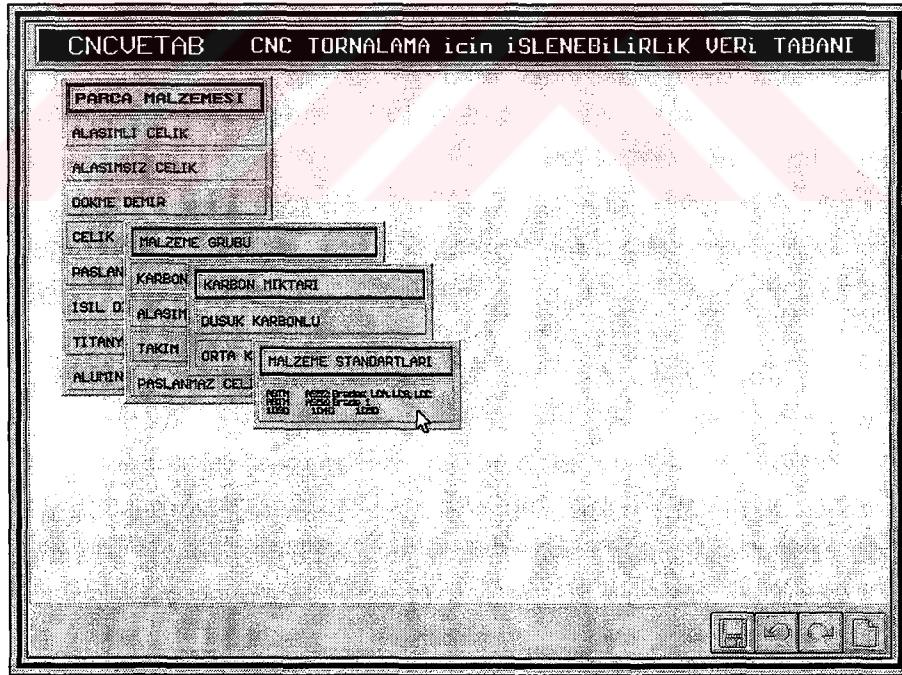


Şekil 8-3 Çelik dökümler için alt malzeme grubu seçim ekranı

Parça malzemesi seçimi Şekil 8.2 'de, bu malzemenin alt grubunun seçimi 8.3 'te verilmiştir.



Şekil 8-4 Kimyasal yapı seçim ekranı



Şekil 8-5 Malzeme standart grubunun seçim ekranı

Şekil 8.4 'te kimyasal yapının seçimi, 8.5 'te malzeme standart grubunun seçimleri yapılmaktadır.

CNCUETAB CNC TORNALAMA için İŞLENEBİLİRLİK VERİ TABANI

PARÇA MALZEMESİ	
ALASIMLI ÇELİK	
ALASIMSIZ ÇELİK	
DÖKME DEMİR	
ÇELİK	MALZEME GRUBU
PASLAN	KARBON
İSİL D.	ALASIM
TİTANY	TAKIM
ALUMİN	PASLANMAZ ÇELİK
	KARBON MİKTARI
	DÜŞÜK KARBONLU
	ORTA K
	MALZEME STANDARTLARI
	ÜRETİM ŞEKLİ
	TAULANMIS, NORMALIZE EDİLMİŞ VEYA
	NORMALIZE EDİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ
	SERTLESTİRİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ

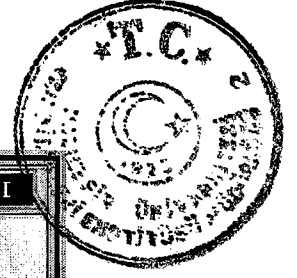
Şekil 8-6 Malzeme üretim şekli seçim ekranı

CNCUETAB CNC TORNALAMA için İŞLENEBİLİRLİK VERİ TABANI

PARÇA MALZEMESİ	
ALASIMLI ÇELİK	
ALASIMSIZ ÇELİK	
DÖKME DEMİR	
ÇELİK	MALZEME GRUBU
PASLAN	KARBON
İSİL D.	ALASIM
TİTANY	TAKIM
ALUMİN	PASLANMAZ ÇELİK
	KARBON MİKTARI
	DÜŞÜK KARBONLU
	ORTA K
	MALZEME STANDARTLARI
	ÜRETİM ŞEKLİ
	TAULANMIS, NORMALIZE EDİLMİŞ VEY
	NORMALIZE EDİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ
	SERTLESTİRİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ
	SERTLİK
	128-178 HB
	178-228 HB

Şekil 8-7 Malzeme sertliği seçim ekranı

Şekil 8.6 'da iş parçası malzemesinin üretim şekli ve 8.7 'de sertliğinin seçimi yapılmaktadır.



CNCVETAB CNC TORNALAMA için İŞLENEBİLİRLİK VERİ TABANI

OPERASYON SEÇİMİ

TORNALAMA TAKIM MALZEMESİ
KESME HSS TAKIM MALZEMESİ
FORM TORNALAMA SİNTERLENMİŞ KARBÜR SİNTERLENMİŞ KARBUR
DELJE
DELİK GENİŞLETME KAPLAMASIZ KAPLAMASIZ
VIDA ÇEKME KAPLAMALI LEHİMLİ
HAVSA BASI AÇMA
RAYBALAMA
ENC TOR PASO
KABİ 1 mm
İNCE 4 mm
8 mm
16 mm
DİĞER

Tavsiye Ap = 1 - 7.5 mm

Uc = 120 m/dak S = 0.5000 mm/dev

Şekil 8-8 İşlem tipinin seçimi ve elde edilen sonuç

Çizelge 8-2 CNCVETAB ile elde edilen kesme parametreleri

PARÇA MALZEMESİ	: ÇELİK DOKUM - KARBONLU ÇELİKLER						
URETİM SEKLI	: TAVLANMIS, NORMALIZE EDILMIS VEYA NORMALIZE EDILMIS VE TEMPERLENMIS						
SERTLIGI	: 175-225 HB						

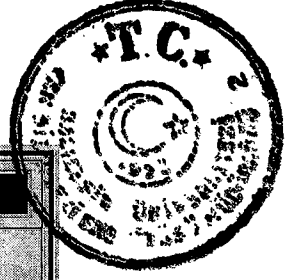
İŞLEM	MALZEME	KAPLAMA	BAG. SEKLI	GENISLIK	HIZ	İLERLEME	1.PASO

2.PASO							

KABA TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBILIR	-	120	0.5000	4.000
İNCE TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBILIR	-	150	0.1800	0.500
KANAL AÇMA	KARBÜR	KAPLAMASIZ	SOKULEBILIR	4	100	0.3000	-

Şekil 8.8 'de, işlem tipi ve takım değişkenlerinin seçimi yapılmaktadır. İşlem tipi seçiminden, kesme derinliği değerinin seçimine kadar ekran görüntüleri Bölüm 3 te verildiğinden burada tekrar verilmemiştir.

Parça malzemesi ve kesme parametreleri belirlendikten sonra, imalatta kullanılacak takım tezgahının seçilmesi gerekmektedir. Takım tezgahı, işlenecek parçanın boyutlarına ve güç gereksinimine bağlı olarak seçilmektedir. Bunun için, işlenecek parçanın unsur bilgileri sisteme tanıtılmaktadır. Şekil 8.9 'da unsur bilgilerinin verildiği ekran görülmektedir.



DIP-BDSP BILGI GIRISI

BILGI ve VERİ GIRIS MENUSU

PLANLAMACININ ADI SOYADI	A. ORAL
PARÇA TANIM DOSYASININ ADI	TEST_B.DAT

T1SIL.DAT
T2.DAT
T20.DAT
T21.DAT
T3.DAT
T4.DAT
T5.DAT
T6.DAT
T6SIL.DAT
T7.DAT
T8.DAT
T9.DAT
T91.DAT
TAK.DAT
TAK2.DAT
TEST2.DAT
TEST3.DAT
TEST4.DAT
TEST A.DAT
TEST_B.DAT
TIC1.DAT
TIC2.DAT

Şekil 8-9 Süreç planlama sistemi bilgi giriş ekranı

DIP-BDSP TEZGAH SECIM MODULU

VERİ GIRISI

TEZGAH SECİMİ

BDSP

CNC TEZGAH SECİMİ

Şekil 8-10 Tezgah seçimi açılış ekranı

Şekil 8.10 'da verilen ekranda, "Tezgah Seçimi" butonu tıklandığında verilen iş parçası için Bölüm 4 'te belirtilen kriterler dikkate alınarak, tezgah seçimi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 8.11).

DIP-BDSP TEZGAH SECIM MODULU

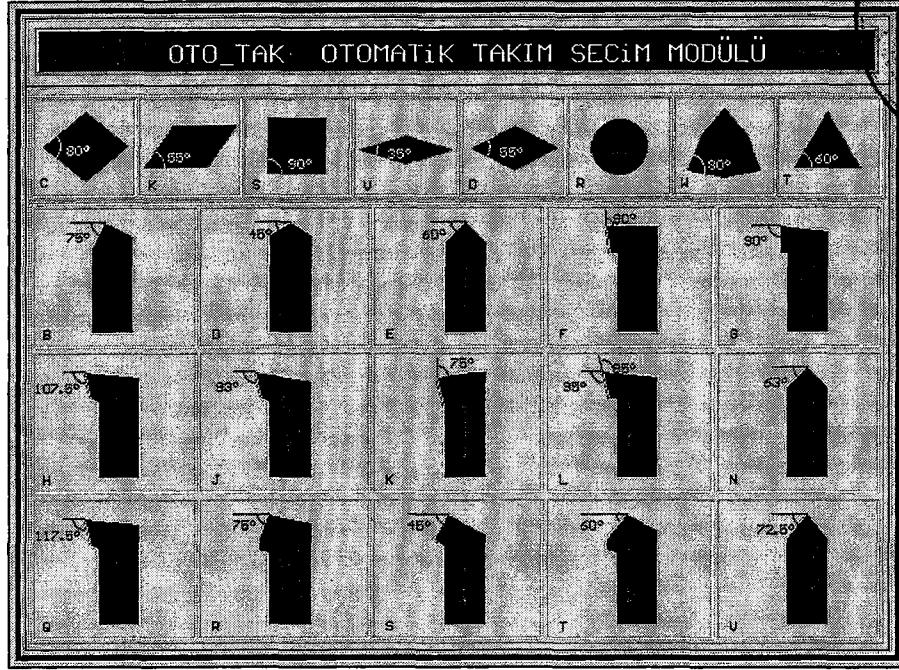
VERI GIRISI	DIGER SECENEKLER		SECILEN TEZGAH VERILERI	
	BORA	ONCU	Markasi	DORUK
TEZGAH SECIMI			Tornalama Capi	270
			Tornalama Uzunlugu	850
			Tezgaah Devir Sayisi	3600
			Tezgaah Gücü	9
			Takim Sayisi	12
			Takim Genisligi	20
			Takim Yüksekligi	20
			Takim Capi	30
			Hizli İlerleme(x,z)	10 15
			Cubuk Malzeme Capi	45
			Aşna dosyası	BOB

Şekil 8-11 TEST-B için seçilen tezgah bilgileri

Süreç planlama sisteminin bu aşamasında yapılması gereken iş; imalatın gerçekleştirilmesi için gerekli takımların seçimidir. Takım seçim modülü OTOTAK, iş parçası bağlama yöntemini ve tezgah takım magazini boyutlarını, kesme derinliği ve ilerleme değerlerini ve unsur bilgilerini dikkate alarak, kullanılacak takımları otomatik olarak belirlemektedir.

Seçilen tezgahın takım yeri ölçüleri 20 x 20 (mm x mm) boyutlarına sahiptir. Takım seçiminde, takımın kullanılabilirliği için, takım sap ölçülerinin belirlenmesinde bu ölçüler dikkate alınmaktadır.

Takım seçimi için oluşturulan yazılımın ekran görüntüsü, Şekil 8.12 'de verilmiştir. Bu işlem sırasında sistem ile herhangi bir etkileşim söz konusu değildir. Seçim sonucunda unsurlara atanan takım listesi Şekil 8.13 'teki rapor ekranında verilmiştir. İşlem sırası ve takım sırasının optimizasyonu çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar da Çizelge 6.21 ' de görülmektedir. Buradan elde edilen sonuçlar İŞPL-MOD tarafından değerlendirilerek, işlem planı ve sonrasında süreç planı

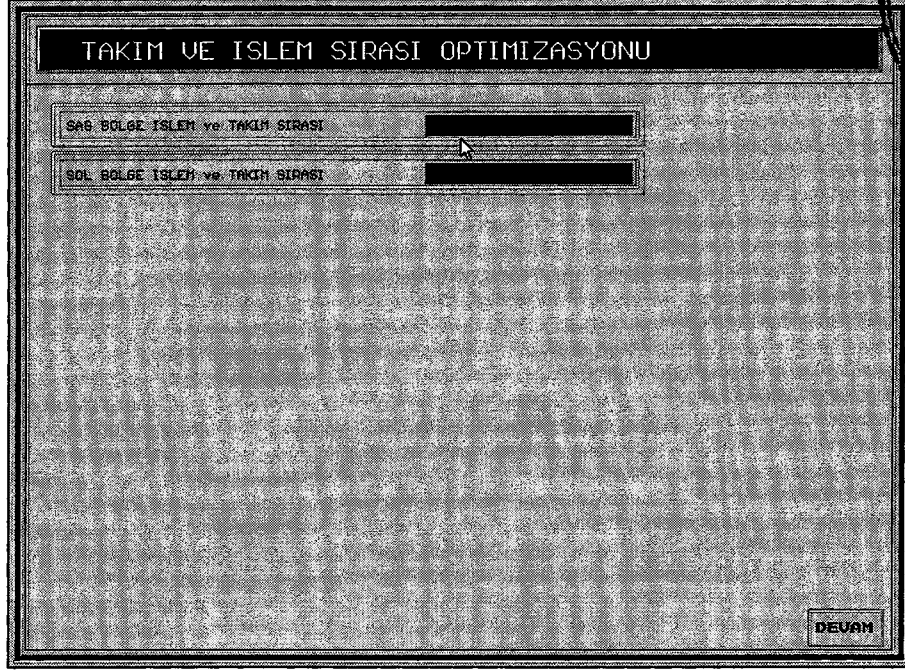


Şekil 8-12 OTO-TAK ekran görüntüsü

DİP-BDSP TAKİM SECİMİ SONUÇLARI									
Y.N	TUTUCU KODU	UC KODU	Y.A	U.A	L	F1	RE	KALİTE	
19	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
18	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
17	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
14	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
9	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
8	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
7	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
4	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
2	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
1	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	
16	RF151.22202030	N151.2.400-30-40	90	90.0	4.0	25.0	0.2	GC235	
15	RF151.22202030	N151.2.400-30-40	90	90.0	4.0	25.0	0.2	GC235	
13	RF151.22202030	N151.2.400-30-40	90	90.0	4.0	25.0	0.2	GC235	
12	RF151.22202030	N151.2.400-30-40	90	90.0	4.0	25.0	0.2	GC235	
11	MUJNL 2020K16	UNMG 16 04 12-PM	35	93.0	16.0	25.0	0.8	GC4025	
10	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	60	93.0	16.0	25.0	1.2	GC4025	
6	MUJNL 2020K16	UNMG 16 04 12-PM	35	93.0	16.0	25.0	0.8	GC4025	
5	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	60	93.0	16.0	25.0	1.2	GC4025	
3	RF151.22202030	N151.2.400-40-40	90	90.0	4.0	25.0	0.2	GC235	
20	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	80	95.0	9.0	25.0	0.8	GC4025	

Şekil 8-13 Takım seçimi rapor ekranı

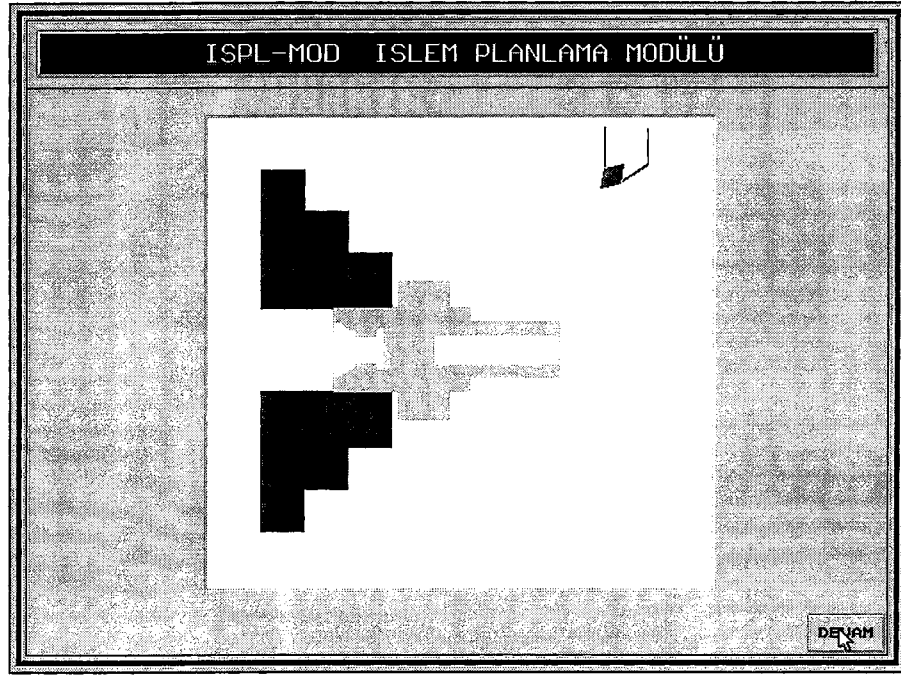
edilen sonuçlar da Çizelge 6.21 ' de görülmektedir. Buradan elde edilen sonuçlar İŞPL-MOD tarafından değerlendirilerek, işlem planı ve sonrasında süreç planı oluşturulmaktadır. İşlem planmaya başlangıç ekranı Şekil 8.15 'te, planlamanın bittiği andaki ekran 8.16 'da verilmiştir.



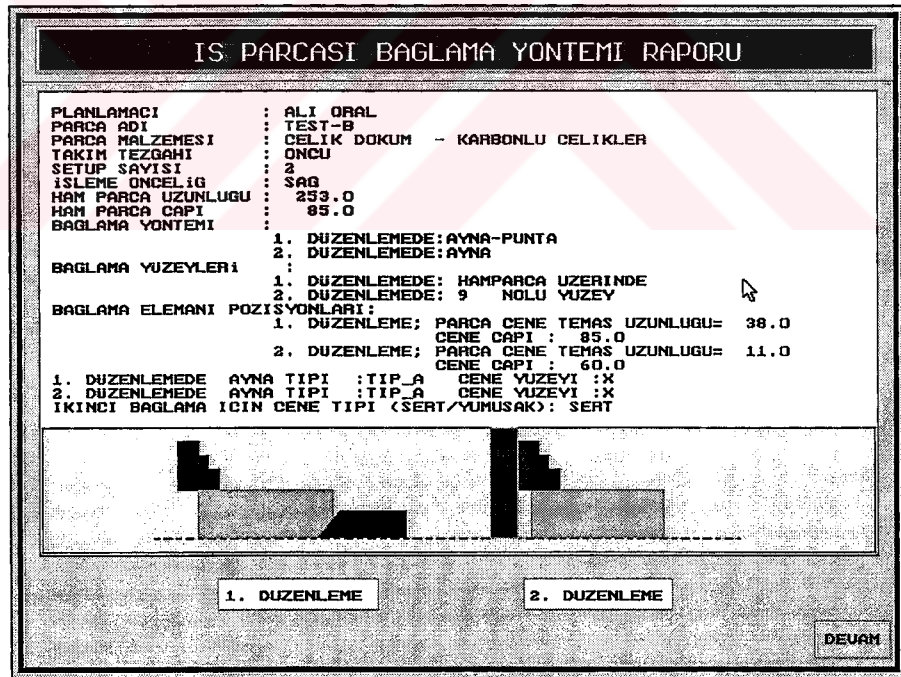
Şekil 8-14 Takım sırası ve işlem sırası optimizasyon yazılımı ekran görüntüsü



Şekil 8-15 İşlem planlama başlangıç ekranı

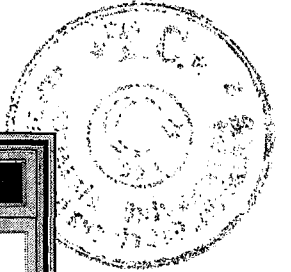


Şekil 8-16 İşlem planlamanın bitiş ekranı



Şekil 8-17 İBAMOD rapor ekranı

Şekil 8.15 ve 8.16, işlem planlamanın başlangıç ve bitişini göstermek için olup, programda simulasyon yapılmamaktadır. Şekil 8.17 'de bağlama yöntemi rapor ekranı, 8.18 'de işlem planlama rapor ekranı ve 8.19 'da süreç planı rapor ekranı görülmektedir.



DIP-BDSP İŞLEM PLANLAMA RAPORU

Planlamacı : ALI
 Parça adı : TEST-B

İPBYGN : AYNA-PUNTA SETSAY : 2 İSONCELİK : SAG HPARCAUZ : 253
 İSBYGN : AYNA İSCETIP : SERT


BSBYND : 2 BSBPD : 38.0 BSBEC : 95.0 BSBCTU : 39.0
 İSBYND : 9 İSBEPD : 147.0 İSBEC : 60.0 İSBPCTU : 11.0

SAGOLISSIR : 1 18 17 14 9 8 7 4 2 10 6 11 6 15 16 13 12 3
 SOBOLISSIR : 20 19

İŞLEM SIRALAMA

İşlem	ÇAP1	ÇAP2	XBas	Xbas1	Xbit1	Xbit	Xc	Yc
Alin	85.00	0.00	261.00	261.00	260.00	260.00	0.00	0.00
PDEL	0.00	8.00	260.00	260.00	260.00	260.00	0.00	0.00
Sslin	85.00	81.00	261.00	261.00	30.00	30.00	0.00	0.00
Sslin	81.00	73.00	261.00	261.00	30.80	30.80	0.00	0.00
SSlin	73.00	65.00	261.00	261.00	30.80	30.80	0.00	0.00
SSlin	65.00	61.00	261.00	261.00	30.80	30.80	0.00	0.00
Sikn	61.00	53.00	261.00	261.00	163.70	163.70	0.00	0.00
Sikn	53.00	45.00	261.00	261.00	168.90	168.90	0.00	0.00
Sikn	45.00	41.00	261.00	261.00	171.00	168.90	0.00	0.00

SAG BOLGEDEKİ KANAL ve FATURALAR


DEVAM

Şekil 8-18 İŞPL-MOD rapor ekranı

DIP-BDSP SUREC PLANI RAPORU


DIP-BDSP

PLANLAMACI : ALI
 KURULUS : BAU
 PARÇA ADI : TEST-B
 Tarih : 13/ 2/1997

Hamparca : ÇAP = 85, L = 253 (mm * mm)
 Malzeme : ÇELİK DOKUM - KARBONLU ÇELİKLER
 1. Bağlama: AYNA-PUNTA
 2. Bağlama: AYNA
 İkinci bağlama 9 nolu unsur üzerinden

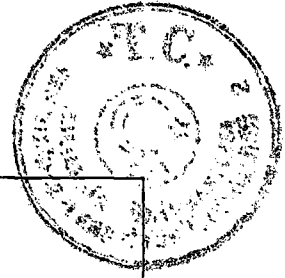
Y. NO	İŞLEM	TAKIM TUTUCU	KESİCİ UŞ	HIZ	PASO	S
1	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	1.50	0.400
18	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
17	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
14	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
9	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
8	SAKNIK	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
7	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
4	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
2	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
10	SAG	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
5	UKN	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
11	UKN	MUJNL 2020K16	UNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
6	UKN	MUJNL 2020K16	UNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
15	KANAL	RF151.22202030	NIS1.2.400-30-4G	110.0	4.00	0.500
16	KANAL	RF151.22202030	NIS1.2.400-30-4G	110.0	4.00	0.500
13	KANAL	RF151.22202030	NIS1.2.400-30-4G	110.0	4.00	0.500
12	KANAL	RF151.22202030	NIS1.2.400-30-4G	110.0	4.00	0.500
3	KANAL	RF151.22202030	NIS1.2.400-30-4G	110.0	4.00	0.500

SAG BOLGE INCE TORNALAMA İŞLEMLERİ


DEVAM

Şekil 8-19 Süreç planı raporu ekran görüntüsü

İŞPL-MOD tarafından oluşturulan işlem planlamasına ilişkin sonuçlar Çizelge 8.2 'de verilmiştir. İşlem planlaması, optimize edilmiş takım sırası ve işlem sırasına göre yapılmış olup, oluşturulan süreç planı Çizelge 8.3 'te verilmiştir.

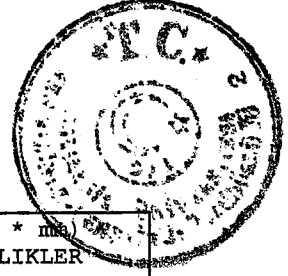


Çizelge 8-3 TEST-B için oluşturulan işlem planı

Planlamacı : ALI ORAL								
Parça adı : TEST-B								
ISBYON : AYNA	ISCETIP : SERT							
BSBYNO : 2	BSEPO : 38.0	BSEEC : 85.0	BSPCTU : 38.0					
ISBYNO : 9	ISBEPO : 147.0	ISBEC : 60.0	ISPPCTU : 11.0					
SABOLISSIR : 1 18 17 14 9 8 7 4 2 10 5 11 6 15 16 13 12 3								
SOBOLISSIR : 20 19								
ISLEM SIRALAMA								
Islem	ÇAP1	ÇAP2	XBas	Xbas1	Xbit1	Xbit	Xc	Yc
Alin	85.00	0.00	261.00	261.00	260.00	260.00	0.00	0.00
PDEL	0.00	8.00	260.00	260.00	250.00	250.00	0.00	0.00
Ssln	85.00	81.00	261.00	261.00	30.00	30.00	0.00	0.00
SSln	81.00	73.00	261.00	261.00	30.50	30.50	0.00	0.00
SSln	73.00	65.00	261.00	261.00	30.50	30.50	0.00	0.00
SSln	65.00	61.00	261.00	261.00	30.50	30.50	0.00	0.00
Slkn	61.00	53.00	261.00	261.00	163.70	158.50	0.00	0.00
Slkn	53.00	45.00	261.00	261.00	168.90	163.70	0.00	0.00
Slkn	45.00	41.00	261.00	261.00	171.00	168.90	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI KANAL ve FATURALAR								
Sakn	61.00	54.00	147.00	137.38	56.00	56.00	0.00	0.00
Vknl	41.00	35.00	249.00	240.56	186.44	178.00	0.00	0.00
Vknl	51.00	43.00	115.80	110.09	81.91	76.20	0.00	0.00
Vknl	43.00	41.00	110.29	108.66	83.34	81.91	0.00	0.00
Vknl	35.00	31.00	220.00	216.94	202.06	199.00	0.00	0.00
Duka	61.00	52.00	45.00	45.00	41.00	41.00	0.00	0.00
Duka	61.00	52.00	41.00	41.00	40.00	40.00	0.00	0.00
Duka	61.00	52.00	46.00	46.00	45.00	45.00	0.00	0.00
Duka	54.00	48.00	45.00	45.00	41.00	41.00	0.00	0.00
Duka	40.00	34.00	94.00	94.00	90.00	90.00	0.00	0.00
Duka	40.00	34.00	104.00	104.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Duka	41.00	32.00	257.00	257.00	253.00	253.00	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
Ialn	0.00	40.00	260.50	260.00	260.00	260.00	0.00	0.00
Isln	41.00	40.00	260.00	260.00	257.00	257.00	0.00	0.00
Isln	41.00	40.00	253.00	253.00	249.00	249.00	0.00	0.00
Isln	41.00	40.00	178.00	178.00	171.00	171.00	0.00	0.00
Iknk	40.00	60.00	171.00	171.00	158.00	158.00	0.00	0.00
Isln	61.00	60.00	158.00	158.00	147.00	147.00	0.00	0.00
Isln	61.00	60.00	56.00	56.00	47.00	47.00	0.00	0.00
Isln	61.00	60.00	40.00	40.00	30.00	30.00	0.00	0.00
Ialn	60.00	80.00	30.50	30.00	30.00	30.00	0.00	0.00
PARÇAYI TERS CEVIR ve SOL BOLGE UZERINDEKI UNSURLARI ISLE								
Alin	85.00	0.00	8.50	8.50	10.00	10.00	0.00	0.00
Ssln	85.00	81.00	8.00	8.00	30.00	30.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
Ialn	0.00	80.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00
Isln	81.00	80.00	10.00	10.00	30.00	30.00	0.00	0.00
BOS ZAMAN = 1.277428	DAK.							
iSLEM ZAMANI = 5.472614	DAK.							
TOPLAM ZAMAN = 6.750042	DAK.							

İş parçası tezgaha birinci bağlama sırasında, hamparça üzerinde silindirik yüzeyden bağlanmaktadır. Bu durum işlem planlama raporunda; "BSBYNO= 2" şeklinde bildirilmiştir.

Çizelge 8-4 TEST-B için oluşturulan süreç planı



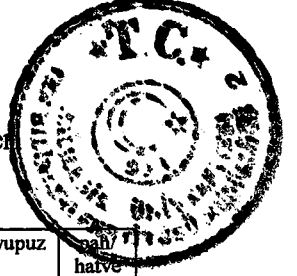
DİP-BDSP			Hamparca : CAP = 85, L = 253 (mm * mm)			
PLANLAMACI : ALİ ORAL			Malzeme : ÇELİK DOKUM - KARBONLU ÇELİKLER			
KURULUS : BAU			1.Bağlama: AYNA-PUNTA			
PARÇA ADI : TEST-B			2.Bağlama: AYNA			
Tarih : 13/2/1997			İkinci bağlama 9 nolu unsur üzerinden			
Y.No	İŞLEM	TAKIM TUTUCU	KESİCİ UÇ	HIZ	PASO	S
1	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	1.50	0.500
18	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
17	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
14	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
9	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
8	SAKNK	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
7	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
4	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
2	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
10	SAG	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
5	VKN	MTJNL 2020K16M1	TNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
11	VKN	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
6	VKN	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	120.0	4.00	0.500
15	KANAL	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	100.0	4.00	0.300
16	KANAL	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	100.0	4.00	0.300
13	KANAL	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	100.0	4.00	0.300
12	KANAL	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	100.0	4.00	0.300
3	KANAL	RF151.22202030	N151.2.400-30-4G	100.0	4.00	0.300
SAG BOLGE İNCE TORNALAMA İSLEMLERİ						
1	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
2	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
4	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
7	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
8	SAKNK	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.253
9	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
14	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
17	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.219
18	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.253
PARÇAYI TERS CEVİR						
20	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	1.50	0.500
19	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	120.0	4.00	0.500
SOL BOLGE İNCE TORNALAMA İSLEMLERİ						
20	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179
19	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	150.0	0.50	0.179

Örnek 2.

Şekil 6.21 'de verilen iş parçasına ait unsur bilgileri Çizelge 8.5 'te verilmiştir. TEST-A için seçilen takımlar ile ilgili bilgiler süreç planında verilmiştir.

TEST-A isimli örnek test parçası için yapılan süreç planlama çalışmasına ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir. Çizelge 8.6 'da, kesme parametreleri, 8.7 'de bağlama yöntemi raporu, 8.8 'de işlem planlama ve 8.9 'da süreç planı verilmiştir.

Çizelge 8-5 TEST-A isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri

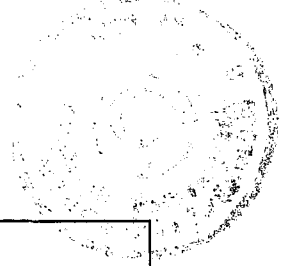


	ISLEM	X1	Y1	X2	Y2	XC	YC	DER	solaci	sagaci	Kdrc	yupuz	sağ / harve
1	ICKNK	72	0	72	15	0	0	0	0	0	0	10	0
2	ICSL	72	15	105	15	0	0	0	0	0	0	5	0
3	IKNL	105	15	109	15	0	0	3	0	0	0	0	0
4	ICSL	109	15	114	15	0	0	0	0	0	0	10	0
5	ISAG	114	15	130	15	0	0	3	0	30	0	0	0
6	ICSL	130	15	140	15	0	0	0	0	0	0	10	0
7	IKNL	140	15	145	15	0	0	3	0	0	0	0	0
8	ICSL	154	15	165	15	0	0	0	0	0	0	20	0
9	ISAG	165	15	181	15	0	0	3	0	20	0	0	0
10	ICSL	171	15	183	15	0	0	0	0	0	0	10	0
11	ICAL	183	15	183	20	0	0	0	0	0	0	5	0
12	ICSL	183	20	200	20	0	0	0	0	0	0	5	0
13	ALIN	200	20	200	30	0	0	0	0	0	0	10	0
14	SSLN	200	30	188	30	0	0	0	0	0	0	20	0
15	VKN	188	30	140	30	0	0	3	22	22	0	0	0
16	VKN	174	27	164	27	0	0	3	60	60	0	0	0
17	SSLN	140	30	132	30	0	0	0	0	0	0	10	0
18	ALIN	132	30	132	35	0	0	0	0	0	0	10	0
19	SSLN	132	35	122	35	0	0	0	0	0	0	10	0
20	SAG	122	35	59	35	0	0	4	0	30	0	0	0
21	KANAL	100	31	87	31	0	0	4	0	0	0	0	0
22	KANAL	98	27	95	27	0	0	3	0	0	0	0	0
23	KANAL	91	27	88	27	0	0	3	0	0	0	0	0
24	SSLN	59	35	54	35	0	0	0	0	0	0	20	0
25	KANAL	54	35	48	35	0	0	4	0	0	0	0	0
26	KANAL	52	31	49	31	0	0	4	0	0	0	0	0
27	SSLN	48	35	42	35	0	0	0	0	0	0	5	0
28	ALIN	42	35	42	40	0	0	0	0	0	0	10	0
29	SAKNK	42	40	34	50	0	0	0	0	0	0	15	0
30	SOKNK	34	50	20	30	0	0	0	0	0	0	15	0
31	ALIN	20	30	20	10	0	0	0	0	0	0	20	0

Çizelge 8-6 TEST-A için kesme parametreleri

ISLEM	MALZEME	KAPLAMA	BAG. SEKLI	GENISLIK	HIZ	ILERLEME	1. PASO	2. PASO
PARÇA MALZEMESİ : ALAŞIMLI ÇELİK - OTOMAT ÇELİKLERİ								
URETİM SEKLI : HADDELENMİŞ, NORMALİZE EDİLMİŞ, TAVLANMIŞ VEYA SOĞUK ÇEKİLMİŞ								
SERTLİĞİ : 150-200 HB								
KARA TORNA	KARBUR	KAPLAMALI	SOKULEBİLİR	-	215	0.4000	4.000	-
İNCE TORNA	KARBUR	KAPLAMALI	SOKULEBİLİR	-	215	0.1800	0.500	-
DELME	KARBUR	-	-	29.50	115	0.0109	-	-
DELİK GEN.	KARBUR	KAPLAMALI	SOKULEBİLİR	-	115	0.4000	2.500	-
DELİK GEN.	KARBUR	KAPLAMALI	SOKULEBİLİR	-	185	0.088	0.250	-
KANAL AÇMA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	3	110	0.500	-	-

Çizelge 8-7 TEST-A için oluşturulan işlem planı



Planlamacı	: ALI ORAL							
Parça adı	: TEST-A							
ISBYON	:AYNA		:ISCETIP		:SERT			
BSBYNO	: 2	BSBPO	: 38.0	BSBEC	: 105.0	BSPCTU	: 38.0	
ISBYNO	: 14	ISBEPO	: 188.0	ISBEC	: 60.0	ISPPCTU	: 12.0	
SABOLISSIR	:13	1	29	28	27	24	19	18
		17	14	13	15	20	21	16
		25	26	23				
		22	2	4	6	8	10	11
		12	3	7	5	9		
SOBOLISSIR	:31	30						
ISLEM SIRALAMA								
Islem	ÇAP1	ÇAP2	XBas	Xbas1	Xbit1	Xbit	Xc	Ya
Alın	105.00	0.00	201.00	201.00	200.00	200.00	0.00	0.00
Delm	0.00	29.50	210.00	210.00	72.50	72.50	0.00	0.00
Ssln	105.00	101.00	201.00	201.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Slkn	101.00	91.00	201.00	201.00	38.50	34.50	0.00	0.00
Slkn	91.00	81.00	201.00	201.00	42.50	38.50	0.00	0.00
Ssln	81.00	71.00	201.00	201.00	42.50	42.50	0.00	0.00
Ssln	71.00	61.00	201.00	201.00	132.50	132.50	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI KANAL ve FATURALAR								
Vknl	61.00	54.00	188.00	179.14	148.86	140.00	0.00	0.00
Sakn	71.00	62.00	122.00	114.21	59.00	59.00	0.00	0.00
Duka	62.00	54.00	99.00	99.00	91.00	91.00	0.00	0.00
Duka	62.00	54.00	88.00	88.00	87.00	87.00	0.00	0.00
Duka	62.00	54.00	100.00	100.00	99.00	99.00	0.00	0.00
Duka	54.00	48.00	170.54	170.54	162.54	162.54	0.00	0.00
Dktm	54.00	48.00	174.00	170.54	170.54	170.54	0.00	0.00
Dktm	54.00	48.00	167.46	167.46	167.46	164.00	0.00	0.00
Duka	71.00	60.00	53.00	53.00	50.00	50.00	0.00	0.00
Duka	71.00	60.00	49.00	49.00	48.00	48.00	0.00	0.00
Duka	71.00	60.00	54.00	54.00	53.00	53.00	0.00	0.00
Duka	62.00	54.00	52.00	52.00	49.00	49.00	0.00	0.00
Duka	54.00	48.00	91.00	91.00	88.00	88.00	0.00	0.00
Duka	54.00	48.00	98.00	98.00	95.00	95.00	0.00	0.00
SAG IC BOLGE								
Icsl	29.50	34.50	201.00	201.00	183.25	183.25	0.00	0.00
Icsl	34.50	39.50	201.00	201.00	183.25	183.25	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	108.00	108.00	105.00	105.00	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	106.00	106.00	105.00	105.00	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	109.00	109.00	108.00	108.00	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	144.00	144.00	141.00	141.00	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	141.00	141.00	140.00	140.00	0.00	0.00
Icdü	29.50	36.00	145.00	145.00	144.00	144.00	0.00	0.00
Sakn	29.50	34.50	130.00	125.67	114.00	114.00	0.00	0.00
Sakn	34.50	36.00	125.67	124.37	114.00	114.00	0.00	0.00
Sakn	29.50	34.50	181.00	174.13	165.00	165.00	0.00	0.00
Sakn	34.50	36.00	174.13	172.07	165.00	165.00	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
Ialn	40.00	60.00	200.50	200.00	200.00	200.00	0.00	0.00
Isln	61.00	60.00	200.00	200.00	188.00	188.00	0.00	0.00
Isln	61.00	60.00	140.00	140.00	132.00	132.00	0.00	0.00
Ialn	60.00	70.00	132.50	132.00	132.00	132.00	0.00	0.00
Isln	71.00	70.00	132.00	132.00	122.00	122.00	0.00	0.00
Isln	71.00	70.00	59.00	59.00	54.00	54.00	0.00	0.00
Isln	71.00	70.00	48.00	48.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Ialn	70.00	80.00	42.50	42.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Iknk	80.00	100.00	42.00	42.00	34.00	34.00	0.00	0.00
SAG IC BOLGE INCE TORNALAMA								
Icis	39.50	40.00	200.00	200.00	183.00	183.00	0.00	0.00
Icia	40.00	30.00	183.25	183.00	183.25	183.00	0.00	0.00
Icis	29.50	30.00	183.00	183.00	171.00	171.00	0.00	0.00
Icis	29.50	30.00	165.00	165.00	154.00	154.00	0.00	0.00
Icis	29.50	30.00	140.00	140.00	130.00	130.00	0.00	0.00
Icis	29.50	30.00	114.00	114.00	109.00	109.00	0.00	0.00

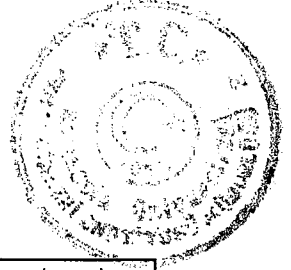
Çizelge 8.7 ' nin devamı

Iais	29.50	30.00	105.00	105.00	72.00	72.00	0.00	0.00
PARÇAYI TERS CEVİR ve SOL BOLGE UZERINDEKI UNSURLARI ISLE								
Alin	105.00	0.00	18.50	18.50	20.00	20.00	0.00	0.00
Ssln	105.00	101.00	18.00	18.00	42.00	42.00	0.00	0.00
Sskn	101.00	93.00	19.00	19.00	31.27	34.00	0.00	0.00
Sskn	93.00	85.00	19.00	19.00	28.54	31.27	0.00	0.00
Sskn	85.00	77.00	19.00	19.00	25.80	28.54	0.00	0.00
Sskn	77.00	69.00	19.00	19.00	23.07	25.80	0.00	0.00
Sskn	69.00	61.00	19.00	19.00	20.34	23.07	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
Ialn	20.00	60.00	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00	0.00
Iknk	60.00	100.00	20.00	20.00	34.00	34.00	0.00	0.00
BOS ZAMAN = 1.289618 DAK.								
ISLEM ZAMANI = 4.227121 DAK.								
TOPLAM ZAMAN = 5.516739 DAK.								

Çizelge 8-8 TEST-A için bağlama yöntemi raporu

PLANLAMACI	: A.ORAL
PARÇA ADI	: TEST-A
PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMLI CELİK - OTOMAT CELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: DORUK
SETUP SAYISI	: 2
İSLEME ONCELİĞİ	: SAĞ
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 183.0
HAM PARÇA CAPI	: 105.0
BAGLAMA YONTEMI	:
	1. DÜZENLEMEDE:AYNA
	2. DÜZENLEMEDE:AYNA
BAGLAMA YÜZEYLERİ	:
	1. DÜZENLEMEDE: HAMPARÇA UZERINDE
	2. DÜZENLEMEDE: 14 NOLU YUZEY
BAGLAMA ELEMANI POZISYONLARI:	:
	1. DÜZENLEME; PARÇA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 38.0 CENE CAPI : 105.0
	2. DÜZENLEME; PARÇA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 12.0 CENE CAPI : 60.0
1. DÜZENLEMEDE AYNA TIPI	:TIP_A CENE YUZEYİ :X
2. DÜZENLEMEDE AYNA TIPI	:TIP_A CENE YUZEYİ :X
İKİNCİ BAGLAMA İCİN CENE TIPI (SERT/YUMUSAK)	: SERT

Çizelge 8-9 TEST-A için oluşturulan süreç planı



DIP-BDSP		Hamparca : CAP = 105, L = 183 (mm * mm) Malzeme :ALASIMLI CELİK - OTOMAT CELİKLERİ 1.Bağlama: AYNA 2.Bağlama: AYNA İkinci bağlama 14 nolu unsur üzerinden				
PLANLAMACI : ALI ORAL KURULUS : BAU PARCA ADI : TEST-A Tarih : 13/2/1997						
Y.NO	ISLEM	TAKIM TUTUCU	KESICI UÇ	HIZ	PASO	S
13	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	1.50	0.400
1	DELME	R416.2-0290L32-41	WCMX 05 03 08 R-53	115.0	29.50	0.109
29	SAKNK	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
28	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
27	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
24	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
19	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
18	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
17	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
14	SSLN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
15	VKN	MTJNL 2020M16M1	TNMG 16 04 12-PM	215.0	5.00	0.400
20	SAG	MVJNL 2020M16	VNMG 16 04 12-PM	215.0	5.00	0.400
21	KANAL	RF151.22252560	N151.2.800-60-4G	110.0	8.00	0.500
16	VKN	RF151.22252560	N151.2.800-60-4G	110.0	8.00	0.500
25	KANAL	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	110.0	3.00	0.500
26	KANAL	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	110.0	3.00	0.500
23	KANAL	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	110.0	3.00	0.500
22	KANAL	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	110.0	3.00	0.500
2	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
4	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
6	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
8	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
10	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
11	ICAL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
12	ICSL	S20S-PCLNL 09	CNMG 09 03 08-PM	115.0	2.50	0.400
3	IKNL	L AG 151.32-20Q-25	N151.3-300-25-4G	70.0	3.00	0.400
7	IKNL	L AG 151.32-20Q-25	N151.3-300-25-4G	70.0	3.00	0.400
5	ISAG	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 08-UM	115.0	2.50	0.400
9	ISAG	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 08-UM	115.0	2.50	0.400
SAG BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ						
13	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.179
14	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.253
17	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.179
18	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.179
19	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.179
24	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.253
27	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.126
28	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	185.0	0.50	0.179
29	SAKNK	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.219
12	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.126
11	ICAL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.126
10	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.179
8	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.253
6	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.179
4	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.179
2	ICSL	S20S-SDUCL 11-M	DCMT 11 T3 02 - UF	185.0	0.25	0.126
PARCAYI TERS CEVIR						
31	ALIN	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	1.50	0.400
30	SOKNK	PCLNL 2020K09	CNMG 09 03 08-PM	215.0	5.00	0.400
SOL BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ						
31	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.253
30	SOKNK	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	215.0	0.50	0.219



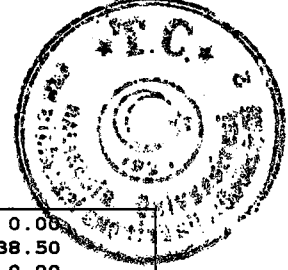
Örnek 3. Şekil 6.23 'de görülen örnek iş parçasına ait unsur bilgileri Çizelge 8-10 'da, imalatta kullanılacak kesme parametreleri Çizelge 8-11 'de, işlem planlama raporu Çizelge 8-12 'de verilmiştir.

Çizelge 8-10 TEST-C isimli örnek test parçasına ait unsur bilgileri

ISLEM	X1	Y1	X2	Y2	XC	YC	DER	solaci	sagaci	Kdrc	yupuz	hatve/ pahuz
ICSL	3	25	10	25	0	0	0	0	0	0	9	0
ICIB	10	25	20	19	4.4	0.5	0	0	0	0	9	0
ICSL	20	19	50	19	0	0	0	0	0	0	9	0
ICDB	50	19	55	25	17	38.5	0	0	0	0	9	0
ICKN	55	25	60	29	0	0	0	0	0	0	9	0
ICSL	60	29	64	29	0	0	0	0	0	0	9	0
ILUPDK	64	29	70	29	0	0	4	45	0	0	9	1
ICSL	70	29	74	29	0	0	0	0	0	0	9	0
IRURDK	74	29	78	29	0	0	4	0	0	1	9	0
ICSL	78	29	83	29	0	0	0	0	0	0	9	0
ISAG	83	29	98	29	0	0	4	0	25	0	9	0
ICSL	98	29	107	29	0	0	0	0	0	0	9	0
ICIB	107	29	121	32.78	121	5	0	0	0	0	9	0
ALIN	121	32.28	121	42	0	0	0	0	0	0	11	0
PAH	121	42	119	44	0	0	0	0	0	0	11	2
SSLN	119	44	108	44	0	0	0	0	0	0	11	0
KRAD	108	44	106	46	104	46	0	0	0	0	11	0
ALIN	106	46	106	50	0	0	0	0	0	0	20	0
PAH	106	50	104	52	0	0	0	0	0	0	20	2
SSLN	104	52	98	52	0	0	0	0	0	0	20	0
LIRK	98	52	40	52	45	52	5	0	35	0	0	0
UPK	83	47	78	47	0	0	4	45	45	0	0	1
SOL	63	47	48	47	0	0	2	35	35	0	0	0
SAG	61	45	55	45	0	0	4	0	75	0	0	0
DBKYAY	40	52	32	80	-34	43	0	0	0	0	20	0
SSLN	32	80	23	80	0	0	0	0	0	0	20	0
ALIN	23	80	23	52	0	0	0	0	0	0	20	0
EAKNL	23	75	23	58	0	0	4	0	25	0	0	0
SOKNK	23	52	17	48	0	0	0	0	0	0	15	0
KANAL	17	48	14	48	0	0	4	0	0	0	0	0
VIDA	14	48	3	48	0	0	0	0	0	0	10	3
ALIN	3	48	3	25	0	0	0	0	0	0	20	0

Çizelge 8-11 TEST-C için kesme parametreleri

ISLEM	MALZEME	KAPLAMA	BAG. SEKLI	GENISLIK	HIZ	ILERLEME	1. PASO	2. PASO
KABA TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	150	0.6440	6.300	-
İNCE TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	220	0.2500	0.600	-
DELME	KARBUR	-	-	37.50	110	0.1867	-	-
DELİK GEN.	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	115	0.4000	2.500	-
DELİK GEN.	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	190	0.1500	0.250	-
VIDA ÇEKME	KARBUR	-	-	-	73	-	0.400	0.013
KANAL ACMA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	3	100	0.500.	-	-



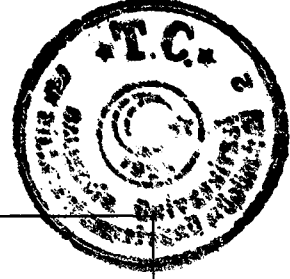
Çizelge 8-12 'nin devamı

Icık	58.00	50.00	60.00	60.00	55.00	55.00	0.00	0.00
Icid	50.00	38.00	55.00	55.00	50.00	50.00	17.00	38.50
Icis	37.50	38.00	50.00	50.00	20.00	20.00	0.00	0.00
PARÇAYI TERS CEVİR ve SOL BOLGE UZERINDEKI UNSURLARI ISLE								
Alin	165.00	0.00	1.50	1.50	3.00	3.00	0.00	0.00
Ssln	165.00	160.80	1.00	1.00	32.00	32.00	0.00	0.00
Ssln	160.80	148.20	2.00	2.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Ssln	148.20	135.60	2.00	2.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Ssln	123.00	110.40	2.00	2.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Ssln	85.20	72.60	2.00	2.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Ssln	72.60	67.00	2.00	2.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Sskn	104.80	96.80	2.00	2.00	17.67	23.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKİ KANAL ve FATURALAR								
Duka	96.00	88.00	17.00	17.00	14.00	14.00	0.00	0.00
eksV	150.00	116.00	23.00	25.50	23.00	23.00	0.00	0.00
eksV	139.28	116.00	25.50	27.00	23.00	23.00	0.00	0.00
SOL IC BOLGE								
Iciy	37.50	42.50	2.00	2.00	16.10	19.75	4.40	0.50
Iciy	42.50	47.50	2.00	2.00	9.46	16.10	4.40	0.50
Iciy	47.50	49.50	2.00	2.00	19.75	9.46	4.40	0.50
SOL BOLGEDEKİ UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
Ialn	50.00	96.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00
Isln	96.80	96.00	3.00	3.00	14.00	14.00	0.00	0.00
Iknk	96.00	104.00	17.00	17.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Ialn	104.00	160.00	23.00	23.00	23.00	23.00	0.00	0.00
Isln	96.80	96.00	3.00	3.00	15.00	15.00	0.00	0.00
Vida	96.00	95.20	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	95.20	94.70	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	94.70	94.20	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	94.20	93.70	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	93.70	93.20	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	93.20	92.70	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
Vida	92.70	92.32	2.00	2.00	16.00	16.00	0.00	0.00
SOL IC BOLGE INCE TORNALAMA								
Icis	49.50	50.00	3.00	3.00	10.00	10.00	0.00	0.00
Icii	50.00	38.00	10.00	10.00	20.00	20.00	4.40	0.50
BOS ZAMAN = 1.922762 DAK.								
ISLEM ZAMANI = 8.186975 DAK.								
TOPLAM ZAMAN = 10.109737 DAK.								

Çizelge 8-13 'de, TEST-C için bağlama yöntemi raporu, Çizelge 8-14 'te DİP-BDSP tarafından oluşturulan süreç planı verilmiştir.

Çizelge 8-13 TEST-C için bağlama yöntemi raporu

PLANLAMACI	:	ALI ORAL
PARÇA ADI	:	TEST-C
PARÇA MALZEMESİ	:	DOKME DEMİR - GRI DOKME DEMİR
TAKIM TEZGAHI	:	ONCU
SETUP SAYISI	:	2
İSLEME ÖNCELİĞİ	:	SAG
HAM PARÇA UZUNLUĞU	:	121.0
HAM PARÇA CAPI	:	165.0
BAGLAMA YONTEMI	:	
		1. DÜZENLEMEDE:AYNA
		2. DÜZENLEMEDE:AYNA
BAGLAMA YÜZEYLERİ	:	
		1. DÜZENLEMEDE: HAMPARÇA UZERINDE

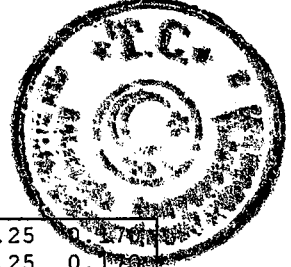


Çizelge 8-13 'ün devamı

2. DÜZENLEMEDE: 16 NOLU YUZEY	
BAGLAMA ELEMANI POZISYONLARI:	
1. DÜZENLEME; PARCA CENE TEMAS UZUNLUGU=	10.0
CENE CAPI :	165.0
2. DÜZENLEME; PARCA CENE TEMAS UZUNLUGU=	11.0
CENE CAPI :	88.0
1. DÜZENLEMEDE AYNA TIPI :	TIP_B CENE YUZEYI : Z
2. DÜZENLEMEDE AYNA TIPI :	TIP_A CENE YUZEYI : X
IKINCI BAGLAMA ICIN CENE TIPI (SERT/YUMUSAK): SERT	

Çizelge 8-14 TEST-C için oluşturulan süreç planı

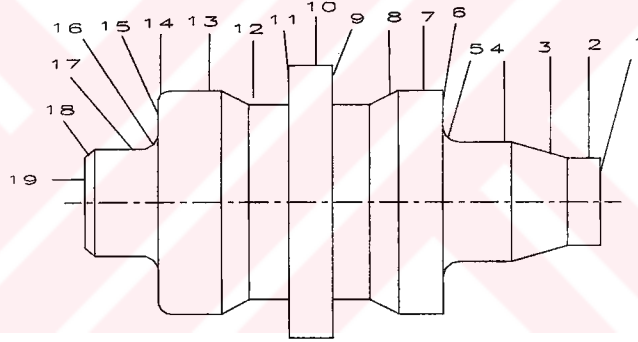
DİP-BDSP		Hamparca : CAP = 165, L = 121 (mm * mm)				
PLANLAMACI : ALI ORAL		Malzeme : DOKME DEMİR - GRI DOKME DEMİR				
KURULUS : BAU		1.Baglama: AYNA				
PARCA ADI : Tak		2.Baglama: AYNA				
Tarih : 12/2/1997		ikinci baglama 16 nolu unsur üzerinden				
Y.NO	ISLEM	TAKIM TUTUCU	KESICI UÇ	HIZ	PASO	S
14	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	1.50	0.644
3	ICSL	R416.2-0370L40-41	WCMX 06 T3 08 R-53	110.0	37.50	0.187
26	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
25	DBKYAY	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
20	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
19	PAH	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
18	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
17	KRAD	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
16	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
15	PAH	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
21	LIRK	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-QM	150.0	6.30	0.644
23	SOL	RF151.22252560	N151.2.800-60-4G	100.0	8.00	0.500
22	UPK	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	100.0	3.00	0.500
24	SAG	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	100.0	3.00	0.500
4	ICDB	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
5	ICKN	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
6	ICSL	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
8	ICSL	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
10	ICSL	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
12	ICSL	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
13	ICIB	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
7	ILUPDK	L AG 151.32-32S-40	N151.3-500-40-4G	80.0	5.00	0.500
9	IRURDK	L AG 151.32-32S-40	N151.3-500-40-4G	80.0	5.00	0.500
11	ISAG	S40V-PDUNL 15	DNMG 15 06 08-MR	115.0	2.50	0.400
SAG BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ						
14	ALIN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.188
15	PAH	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.188
16	SSLN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.188
17	KRAD	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.188
18	ALIN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
19	PAH	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
20	SSLN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
25	DBKYAY	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
26	SSLN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
13	ICIB	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
12	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
10	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
8	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
6	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170



Çizelge 8-14 'ün devamı

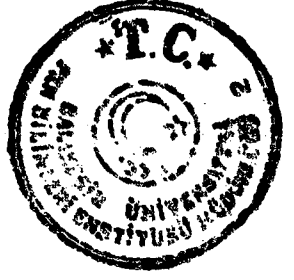
5	ICKN	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
4	ICDB	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
3	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
PARCAYI TERS CEVIR						
32	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	1.50	0.644
27	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
29	SOKNK	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-MR	150.0	6.30	0.644
30	KANAL	RF151.22202030	N151.2.300-30-4G	100.0	3.00	0.500
28	EAKNL	C3-MTJNR-22040-16	TNMG 16 04 12-MR	115.0	2.50	0.400
2	ICIB	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
1	ICSL	S25T-PCLNL 12	CNMG 12 04 08-MR	115.0	2.50	0.400
SOL BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ						
32	ALIN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
29	SOKNK	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.219
27	ALIN	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.253
31	VIDA*	PDJNL 2020K15	DNMG 15 04 04-QM	220.0	0.40	0.179
31	VIDA	L 166.4FG-2020-16	L166.0G-16MM01-050	73.0	0.40	0.013
1	ICSL	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170
2	ICIB	S25T-SDUCL 11 - M	DCMT 11 T3 02 - UF	190.0	0.25	0.170

* : Vida açılacak unsurun ince tornalanması



Şekil 8-20 Örnek iş parçası (T1)

Bundan sonraki örnekler; üzerinde şekil, konum ve yön toleransları bulunan bir iş parçasının bağlama yöntemi, takım seçimi, işlem planı ve süreç planındaki değişimleri iyi bir şekilde sergilemektedir. Şekil 8-20 'de görülen T1 isimli test parçası üzerinde herhangi bir şekil, konum ve yön toleransının bulunmadığı durumdaki bağlama yöntemi seçimi, takım seçimi, işlem planı ve süreç planı Örnek 4 'te verilmiştir. Örnek 5 'te bu şekil üzerindeki 2 ve 6 numaralı yüzeyler arasında diklik toleransı bulunması halinde gerekli seçim işlemleri ve raporlar, Örnek 6 'da aynı şekil üzerinde 2 ve 17 numaralı yüzeyler arasında paralellik şartı olması halinde gerekli seçim işlemleri ve raporlar verilmiştir.



Örnek 4.

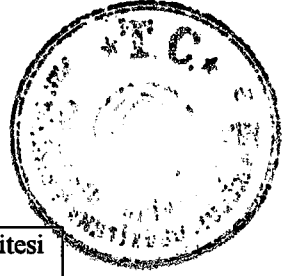
Çizelge 8-15 T1 isimli örnek iş test parçası için unsur bilgileri

ISLEM	X1	Y1	X2	Y2	XC	YC	DER	solaci	sagaci	Kdrc	yupuz	pahuz
ALIN	150	10	150	20	0	0	0	0	0	0	9.5	0
SSLN	150	20	130	20	0	0	0	0	0	0	15.0	0
SAKNK	130	20	110	25	0	0	0	0	0	0	15.0	0
SSLN	110	25	103	25	0	0	0	0	0	0	20.0	0
KRAD	103	25	100	28	103	28	0	0	0	3	6.5	0
ALIN	100	28	100	35	0	0	0	0	0	0	6.5	0
SSLN	100	35	85	35	0	0	0	0	0	0	9.5	0
SAG	85	35	75	35	0	0	4	0	30	0	3.5	0
ALIN	75	35	75	40	0	0	0	0	0	0	3.5	0
SSLN	75	40	60	40	0	0	0	0	0	0	3.5	0
ALIN	60	40	60	35	0	0	0	0	0	0	3.5	0
SOL	60	35	50	35	0	0	4	30	0	0	3.5	0
SSLN	50	35	40	35	0	0	0	0	0	0	15.0	0
DISRAD	40	35	36	31	40	31	0	0	0	4	15.0	0
ALIN	36	31	36	25	0	0	0	0	0	0	15.0	0
KRAD	36	25	31	20	31	25	0	0	0	5	15.0	0
SSLN	31	20	15	20	0	0	0	0	0	0	15.0	0
PAH	15	20	10	15	0	0	0	0	45	0	15.5	5
ALIN	10	15	10	10	0	0	0	0	0	0	15.5	0

Çizelge 8-16 T1 isimli iş parçası için bağlama yöntemi raporu

PLANLAMACI	:	ALI ORAL
PARCA ADI	:	T1
PARCA MALZEMESİ	:	ALASIMSIZ CELİK - OTOMAT CELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	:	ONCU
SETUP SAYISI	:	2
İSLEME ÖNCELİĞİ	:	SAG
HAM PARÇA UZUNLUĞU	:	143.0
HAM PARÇA CAPI	:	85.0
BAGLAMA YONTEMI	:	
		1. DÜZENLEMEDE:AYNA
		2. DÜZENLEMEDE:AYNA
BAGLAMA YÜZEYLERİ	:	
		1. DÜZENLEMEDE: HAMPARCA UZERİNDE
		2. DÜZENLEMEDE: 2 NOLU YUZEY
BAGLAMA ELEMANI POZISYONLARI:		
		1. DÜZENLEME; PARCA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 38.0 CENE CAPI : 85.0
		2. DÜZENLEME; PARCA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 20.0 CENE CAPI : 40.0
1. DÜZENLEMEDE	AYNA TIPI	:TIP_A CENE YUZEYİ :X
2. DÜZENLEMEDE	AYNA TIPI	:TIP_A CENE YUZEYİ :X
İKİNCİ BAGLAMA İCİN CENE TIPI (SERT/YUMUSAK):		SERT

Çizelge 8-17 'de her iki bölge üzerindeki unsurlar için, iş parçası iki düzenlemede işleneceğinden OTO-TAK tarafından aynı takımlar seçilmiştir.



Çizelge 8-17 T1 için unsurlara atanan takımlar

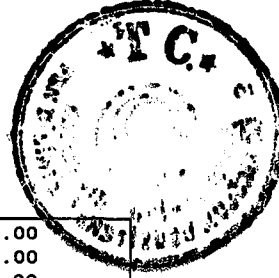
Unsur No	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	Uç Kalitesi
SAĞ DIŞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
10	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
9	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
7	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
6	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
5	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
4	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
3	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
2	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
1	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
8	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC 4025
SOL DIŞ BÖLGEDEKİ UNSURLARA ATANAN TAKIMLAR			
11	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
13	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
14	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
15	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
16	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
17	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
18	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
19	PCLNL2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
12	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC 4025

Çizelge 8-18 T1 için kesme parametreleri

PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMSIZ CELİK - OTOMAT CELİKLERİ							
URETİM SEKLI	: HADDELENMİS VEYA TAVLANMIS							
SERTLİGI	: 100-150 HB							
İSLEM	MALZEME	KAPLAMA	BAG. SEKLI	GENISLIK	HIZ	İLERLEME	1. PASO	2. PASO
KABA TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	175	0.5625	5.000	-
İNCE TORNA	KARBUR	KAPLAMASIZ	SOKULEBİLİR	-	240	0.1800	0.400	-

Çizelge 8-19 T1 için işlem planlama raporu

Planlamacı	: ALI ORAL							
Parça adı	: T1							
IPBYON	:AYNA	SETSAY	: 2	ISONCELİK	: SAG	HPARCAUZ	: 143	
ISBYON	:AYNA	ISCETIP	:SERT					
BSBYNO	: 2	BSBPO	: 38.0	BSBEC	: 85.0	BSPCTU	: 38.0	
ISBYNO	: 2	ISBEPO	: 130.0	ISBEC	: 40.0	ISPPCTU	: 20.0	
SABOLISSIR	: 1 10 9 7 6 5 4 3 2 8							
SOBOLISSIR	: 19 11 13 14 15 16 17 18 12							
İSLEM SIRALAMA								
İslem	ÇAP1	ÇAP2	XBas	Xbas1	Xbit1	Xbit	Xc	Yc
Alin	85.00	0.00	151.00	151.00	150.00	150.00	0.00	0.00
Ssln	85.00	80.80	151.00	151.00	75.00	75.00	0.00	0.00
SSln	80.80	70.80	151.00	151.00	75.40	75.40	0.00	0.00
SSln	70.80	60.80	151.00	151.00	100.40	100.40	0.00	0.00
SSln	60.80	56.80	151.00	151.00	100.40	100.40	0.00	0.00
Slkr	56.80	50.80	151.00	151.00	103.00	100.50	103.00	28.00
Slkn	50.80	40.80	151.00	151.00	130.50	110.50	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKİ KANAL ve FATURALAR								
Sakn	70.80	62.00	85.00	77.38	75.00	75.00	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKİ UNSURLARIN İNCE TORNALAMA İSLEMLERİ								
Ialn	20.00	40.00	150.40	150.00	150.00	150.00	0.00	0.00
Isln	40.80	40.00	150.00	150.00	130.00	130.00	0.00	0.00
Iknk	40.00	50.00	130.00	130.00	110.00	110.00	0.00	0.00



Çizelge 8-19 'un devamı

Isln	50.80	50.00	110.00	110.00	103.00	103.00	0.00	0.00
Ikrd	50.00	56.00	103.00	103.00	100.00	100.00	103.00	28.00
Ialn	56.00	70.00	100.40	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Isln	70.80	70.00	100.00	100.00	85.00	85.00	0.00	0.00
Ialn	70.00	80.00	75.40	75.00	75.00	75.00	0.00	0.00
Isln	80.80	80.00	75.00	75.00	60.00	60.00	0.00	0.00
PARÇAYI TERS CEVIR ve SOL BOLGE UZERINDEKI UNSURLARI ISLE								
Alin	85.00	0.00	8.50	8.50	10.00	10.00	0.00	0.00
Ssln	85.00	80.80	8.00	8.00	75.00	75.00	0.00	0.00
Ssln	80.80	70.80	9.00	9.00	60.00	60.00	0.00	0.00
Ssdr	70.80	62.80	9.00	15.00	36.00	40.00	40.00	31.00
Ssln	62.80	52.80	9.00	9.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Ssln	52.80	50.80	9.00	9.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Sskr	50.80	40.80	9.00	9.00	31.00	36.50	31.00	25.00
Sspa	40.80	30.80	9.00	9.00	10.00	15.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI KANAL ve FATURALAR								
Sokn	70.80	62.00	50.00	58.31	60.00	60.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI UNSURLARIN INCE TORNALAMA ISLEMLERI								
Ialn	20.00	30.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00
Ipah	30.00	40.00	10.00	10.00	15.00	15.00	0.00	0.00
Isln	40.80	40.00	15.00	15.00	31.00	31.00	0.00	0.00
Ikrd	40.00	50.00	31.00	31.00	36.00	36.00	31.00	25.00
Ialn	50.00	62.00	36.00	36.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Idrd	62.00	70.00	36.00	36.00	40.00	40.00	40.00	31.00
Isln	70.80	70.00	40.00	40.00	50.00	50.00	0.00	0.00
Ialn	70.00	80.00	60.00	60.00	60.00	60.00	0.00	0.00
BOS ZAMAN = 0.744791 DAK.								
iSLEM ZAMANI = 2.328566 DAK.								
TOPLAM ZAMAN = 3.073357 DAK.								

Çizelge 8-20 T1 için süreç planı

DİP-BDSP		Hamparça : CAP = 85, L = 143 (mm * mm) Malzeme : ALASIMSIZ CELIK - OTOMAT CELIKLERI						
PLANLAMACI : ALI ORAL		1.Bağlama: AYNA						
KURULUS : BAU		2.Bağlama: AYNA						
PARÇA ADI : T1		İkinci bağlama 2 nolu unsur üzerinden						
Tarih : 2/12/1997								
Y.NO	ISLEM	TAKIM	TUTUCU	KESICI	UÇ	HIZ	PASO	S
1	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	1.50	0.563
10	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
9	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
7	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
6	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
5	KRAD	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
4	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
3	SAKNK	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
2	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
8	SAG	MVJNL	2020K16	VNMG	16 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
SAG BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERI								
1	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.174
2	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
3	SAKNK	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
4	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.253
5	KRAD	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.144
6	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.144
7	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.174
9	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106
10	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106
PARÇAYI TERS CEVIR								
19	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	1.50	0.563
11	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563

Çizel 8-20 'nin devamı

13	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
14	DISRAD	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
15	ALIN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
16	KRAD	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
17	SSLN	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
18	PAH	PCLNL	2020K12	CNMG	12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
12	SOL	MVJNL	2020K16	VNMG	16 04 12-PM	175.0	5.00	0.563
SOL BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ								
19	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.223
18	PAH	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.223
17	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
16	KRAD	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
15	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
14	DISRAD	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
13	SSLN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219
11	ALIN	PDJNL	2020K11	DNMG	11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106

Çizelge 8-21 T1 için diklik toleransı dikkate alınarak oluşturulan bağlama yöntemi

PLANLAMACI	: ALI ORAL
PARÇA ADI	: T1
PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMSIZ CELİK - KARBONLU CELİKLER
TAKIM TEZGAHI	: ONCU
SETUP SAYISI	: 2
İSLEME ONCELİĞİ	: SAG
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 143.0
HAM PARÇA CAPI	: 85.0
BAGLAMA YONTEMI	:
	1. DÜZENLEMEDE:AYNA-PUNTA
	2. DÜZENLEMEDE:AYNA
BAGLAMA YÜZEYLERİ	:
	1. DÜZENLEMEDE: HAMPARÇA UZERİNDE
	2. DÜZENLEMEDE: 2 NOLU YUZEY
BAGLAMA ELEMANI POZISYONLARI:	
	1. DÜZENLEME; PARÇA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 38.0 CENE CAPI : 85.0
	2. DÜZENLEME; PARÇA CENE TEMAS UZUNLUĞU= 20.0 CENE CAPI : 40.0
1. DÜZENLEMEDE	AYNA TIPI :TIP_A CENE YUZEYİ :X
2. DÜZENLEMEDE	AYNA TIPI :TIP_A CENE YUZEYİ :X
İKİNCİ BAGLAMA İCİN CENE TIPI (ŞERT/YUMUSAK):	SERT

Örnek 5. 2 ve 6 no 'lu unsurlar arasında diklik toleransı olması halinde iş parçası yine iki düzenlemede işlenmekte, birinci düzenlemede diklik toleransı nedeniyle "AYNA-PUNTA" arasında, ikinci düzenlemede ise sadece aynaya bağlanarak işlenmektedir. Buna göre bağlama yöntemi ve punta deliği açma haricinde, iş parçasının işlenmesinde kullanılacak takım listesi, işlem planı ve süreç planı aynı olmaktadır. Çizelge 8.21 'de 2 ve 6 no 'lu yüzeyler arasındaki diklik toleransı dikkate alınarak yapılan bağlama yöntemi seçim raporu verilmiştir.



Çizelge 8-22 T1PAR için bağlama yöntemi raporu

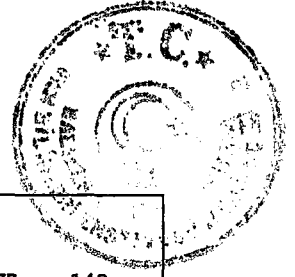
PLANLAMACI	: ALI ORAL
PARÇA ADI	: T1PAR
PARÇA MALZEMESİ	: ALASIMSIZ CELİK - OTOMAT CELİKLERİ
TAKIM TEZGAHI	: ONCU
SETUP SAYISI	: 1
İSLEME ONCELİĞİ	: SAG
HAM PARÇA UZUNLUĞU	: 143.0
HAM PARÇA CAPI	: 85.0
BAGLAMA YONTEMI	: İKİ MERKEZ ARASINDA
BAGLAMA ELEMANI POZİSYONLARI:	HAMPARÇA UZERİNDE HER İKİ ALIN YUZEY

Çizelge 8-23 T1PAR için unsurlara atanan takım listesi

Yüzey No	Takım Tutucu Sipariş Kodu	Kesici Uç Sipariş Kodu	Uç Kalitesi
SAĞ BÖLGEDEKİ UNSURLAR A ATANAN TAKIMLAR			
10	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
9	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
7	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
6	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
5	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
4	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
3	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
2	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
1	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
8	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC 4025
SOL BÖLGEDEKİ UNSURLAR A ATANAN TAKIMLAR			
11	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
13	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
14	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
15	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
16	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
17	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
18	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
19	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	GC 4025
12	MVJNR 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	GC 4025

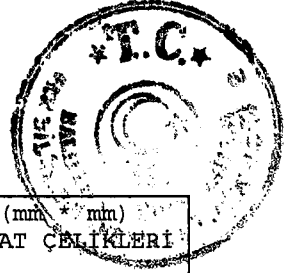
Örnek 6. İş parçası üzerinde paralellik toleransı olması halinde, paralellik ilişkisi olan yüzeylerin aynı bağlamada işlenmesi gereklidir. Buna göre, T1 isimli örnek parça üzerinde, 2 ve 17 numaralı yüzeyler arasında paralellik toleransı verildiği takdirde, iş parçası iki merkez arasında işlenmektedir (Çizelge 8-22). Paralellik toleransına sahip olan bu iş parçası T1PAR olarak isimlendirilmiştir. İşparçasının iki merkez arasında işlenmesi, iş parçasının tezgaha bir bağlamada işlenebilmesine olanak tanımaktadır. Kesici takım seçiminde, her iki bölgeyi işleyebilecek şekilde takım seçimi yapılmaktadır (Çizelge 8-23).

Çizelge 8-24 T1PAR için işlem planı

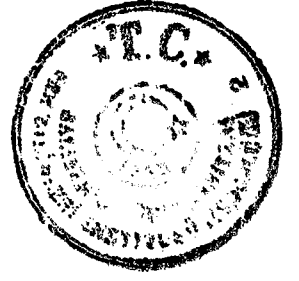


Planlamacı	: ALI ORAL							
Parça adı	: T1PAR							
İPBYON	: İKİ MERKEZ ARASINDA		SETSAY	: 1	İSONCELİK	: SAG	HPARCAUZ	: 143
BSBYNO	: 1-3	BSBPO	: 0.0	BSBEC	: 0.0	BSPCTU	: 0	
SABOLISSIR	: 1 10 9 7 6 5 4 3 2 8							
SOBOLISSIR	: 19 11 13 14 15 16 17 18 12							
İSLEM SIRALAMA								
İslem	ÇAP1	ÇAP2	XBas	Xbas1	Xbit1	Xbit	Xa	Yc
Alin	85.00	0.00	151.50	151.50	150.00	150.00	0.00	0.00
PDEL	0.00	8.00	150.00	150.00	140.00	140.00	0.00	0.00
Alin	85.00	0.00	8.50	8.50	10.00	10.00	0.00	0.00
PDEL	0.00	8.00	150.00	150.00	20.00	20.00	0.00	0.00
Ssln	85.00	80.80	151.00	151.00	9.00	9.00	0.00	0.00
SSLn	80.80	70.80	151.00	151.00	75.40	75.40	0.00	0.00
SSLn	70.80	60.80	151.00	151.00	100.40	100.40	0.00	0.00
SSLn	60.80	56.80	151.00	151.00	100.40	100.40	0.00	0.00
Slkr	56.80	50.80	151.00	151.00	103.00	100.50	103.00	28.00
Slkn	50.80	40.80	151.00	151.00	130.50	110.50	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI KANAL ve FATURALAR								
Sakn	70.80	62.00	85.00	77.38	75.00	75.00	0.00	0.00
SAG BOLGEDEKI UNSURLARIN İNCE TORNALAMA İSLEMLERİ								
Ialn	20.00	40.00	150.40	150.00	150.00	150.00	0.00	0.00
Isln	40.80	40.00	150.00	150.00	130.00	130.00	0.00	0.00
Iknk	40.00	50.00	130.00	130.00	110.00	110.00	0.00	0.00
Isln	50.80	50.00	110.00	110.00	103.00	103.00	0.00	0.00
Ikrd	50.00	56.00	103.00	103.00	100.00	100.00	103.00	28.00
Ialn	56.00	70.00	100.40	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00
Isln	70.80	70.00	100.00	100.00	85.00	85.00	0.00	0.00
Ialn	70.00	80.00	75.40	75.00	75.00	75.00	0.00	0.00
Isln	80.80	80.00	75.00	75.00	60.00	60.00	0.00	0.00
İKİNCİ BOLGEDEKI PROFİLLERİN İSLENMESİ								
Ssln	80.80	70.80	9.00	9.00	60.00	60.00	0.00	0.00
Ssdr	70.80	62.80	9.00	15.00	36.00	40.00	40.00	31.00
Ssln	62.80	52.80	9.00	9.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Ssln	52.80	50.80	9.00	9.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Sskr	50.80	40.80	9.00	9.00	31.00	36.50	31.00	25.00
Sspa	40.80	30.80	9.00	9.00	10.00	15.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI KANAL ve FATURALAR								
Sokn	70.80	62.00	50.00	58.31	60.00	60.00	0.00	0.00
SOL BOLGEDEKI UNSURLARIN İNCE TORNALAMA İSLEMLERİ								
Ialn	20.00	30.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00
Ipah	30.00	40.00	10.00	10.00	15.00	15.00	0.00	0.00
Isln	40.80	40.00	15.00	15.00	31.00	31.00	0.00	0.00
Ikrd	40.00	50.00	31.00	31.00	36.00	36.00	31.00	25.00
Ialn	50.00	62.00	36.00	36.00	36.00	36.00	0.00	0.00
Idrd	62.00	70.00	36.00	36.00	40.00	40.00	40.00	31.00
Isln	70.80	70.00	40.00	40.00	50.00	50.00	0.00	0.00
Ialn	70.00	80.00	60.00	60.00	60.00	60.00	0.00	0.00
BOS ZAMAN	=	0.809424	DAK.					
İSLEM ZAMANI	=	2.520460	DAK.					
TOPLAM ZAMAN	=	3.329885	DAK.					

Cizelge 8-25 T1PAR için oluşturulan süreç planı



DİP-BDSP		Hamparca :CAP = 85, L = 143 (mm * mm) Malzeme :ALASIMSIZ ÇELİK - OTOMAT ÇELİKLERİ 1.Bağlama:İKİ MERKEZ ARASINDA					
PLANLAMACI : ALI ORAL							
KURULUS : BAU							
PARÇA ADI : T1PAR							
Tarih : 12/2/1997							
Y.NO	ISLEM	TAKIM TUTUCU	KESICI UÇ	HIZ	PASO	S	
1	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	1.50	0.563	
10	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
9	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
7	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
6	ALIN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
5	KRAD	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
4	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
3	SAKNK	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
2	SSLN	PCLNL 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
8	SAG	MVJNL 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
SAG BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ							
1	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.174	
2	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
3	SAKNK	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
4	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.253	
5	KRAD	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.144	
6	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.144	
7	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.174	
9	ALIN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106	
10	SSLN	PDJNL 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106	
İKİNCİ BOLGE							
19	ALIN	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	1.50	0.563	
13	SSLN	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
14	DISRAD	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
15	ALIN	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
16	KRAD	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
17	SSLN	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
18	PAH	PCLNR 2020K12	CNMG 12 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
12	SOL	MVJNR 2020K16	VNMG 16 04 12-PM	175.0	5.00	0.563	
SOL BOLGE INCE TORNALAMA ISLEMLERİ							
19	ALIN	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.223	
18	PAH	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.223	
17	SSLN	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
16	KRAD	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
15	ALIN	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
14	DISRAD	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
13	SSLN	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.219	
11	ALIN	PDJNR 2020K11	DNMG 11 04 04-PF	240.0	0.40	0.106	



9. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

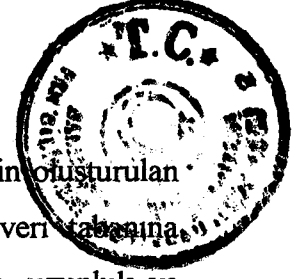
9.1 Sonuçlar

Bu çalışma ile, deneyimli bir süreç planıcısının karar verme mekanizması, yazılım aracılığıyla taklit edilerek, dönel iş parçaları için üretken tip süreç planlama sistemi oluşturulmuştur. Süreç planlama sisteminin karar mantığı, ileri zincirleme tekniğine göre oluşturulmuştur. Hammaddeden ürüne erişim için verilmesi gereken tüm kararların, oluşturulan yazılım ile verilmesi hedeflenerek çalışmalar sürdürülmüştür.

Çalışma sonucunda oluşturulan DİP-BDSP yazılımı, altı alt modülden oluşmaktadır.

Bunlardan birincisi; unsur tanıma modülü olup, bu çalışmada unsurların tanınması için bir yazılım oluşturulmamış, unsur bilgileri bu amaç için UÜ. 'de yapılan bir çalışmadan elde edilmiştir.

İkincisi; CNC tezgahlar için işlenebilirlik verilerinin belirlenmesi için oluşturulan yazılımdır. CNCVETAB adı verilen bu yazılım, endüstride en çok kullanılan malzemeler ve takım malzemeleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Yazılımda kullanılan veriler [84] no'lu kaynaktan alınmıştır. Bu kaynakta bulunmayan bazı değerler kesici takım kataloglarından elde edilmiştir. Bu modül, diğer modüllerden bağımsız olarak çalışabilmektedir. İşlenebilirlik verilerinin CNCVETAB ile belirlenmesi durumunda, işlenebilirlik verilerinin el kitaplarından tespitindeki sıkıcılık ortadan kalkmış, verilere hızlı bir erişim sağlanmış ve güvenilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu amaç için oluşturulan sistemde, kesici takım talaş kırma alanlarından elde edilen tavsiye kesme derinliği değerleri seçim işlemi yapan kişiye sunulurken, seçim işleminde kullanılabilir kesme parametreleri elde edilmiştir.

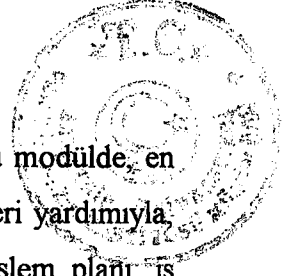


Üçüncüsü; imalat işleminin yapılacağı takım tezgahının seçimi için oluşturulan yazılımdır. TEZSEC adı verilen bu yazılım ile, mevcut tezgahlar veri tabanına yüklenerek, tezgah veri tabanı oluşturulmaktadır. İş parçasına ait çap, uzunluk ve kesme parametreleri dikkate alınarak, imalatın yapılacağı tezgah, oluşturulan veri tabanından otomatik olarak seçilmektedir.

Dördüncüsü; İş parçası unsur bilgilerini, kesme parametrelerini, bağlama yöntemini ve takım tezgahının özelliklerini dikkate alarak kesici takım seçimi yapan otomatik takım seçimi modülüdür. OTO-TAK adı verilen bu yazılım unsur tabanlı olup, iş parçası ham işlem sırası dikkate alınarak unsurların işlenmesi için kullanılacak takım tipi, çarpışma kontrolleri yapılarak belirlenmektedir. Kesme parametreleri dikkate alınarak, kesici uç boyutları belirlenmekte, iş parçası bağlama yöntemi, bağlama sayısı dikkate alınarak takımın ilerleme yönü belirlenmekte ve tezgah özellikleri dikkate alınarak kesici takım sap ölçüleri belirlenmektedir. Çalışmada, iş parçası malzemesi dikkate alınarak takım kalitesi ve talaş kırıcı tipi seçimi de yapılmıştır. Ham işlem sırası dikkate alınarak yapılan takım seçiminde her unsura onu işleyebilecek bir takım atanmaktadır.

Bütün unsurlara takım ataması tamamlandıktan sonra, minimum takım değişikliği ve unsurlara erişim için, ROC yönteminden yararlanarak geliştirilen yeni bir optimizasyon yöntemi ile takım sırası ve işlem sırası optimize edilmiştir.

Beşincisi; iş parçası bağlama yönteminin otomatik olarak belirlenmesi için oluşturulan yazılımdır. İBAMOD adı verilen bu yazılım ile, iş parçası sağ ve sol olmak üzere iki temel bölgeye ayrılmaktadır. Bu bölgeler üzerindeki unsurların boyutları, yüzey kalitesi, çap/uzunluk oranı, kesme kuvvetleri nedeniyle oluşan sehim değeri ve tezgah kısıtlamaları dikkate alınarak iş parçası bağlama yöntemi otomatik olarak belirlenmektedir. Bu çalışmada standart bağlama yöntemlerine ek olarak, özel bağlama yöntemleri de dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmada, iş parçasının karmaşıklığı ve parça üzerinde bağlama yüzeyi olmaması bir sorun oluşturmamaktadır.



Altıncısı; işlem planlama modülüdür. İŞPL-MOD adı verilen bu modülde, en iyilenmiş işlem sırası ve takım sırası dikkate alınarak, kesme parametreleri yardımıyla ileri zincirleme yöntemi kullanılarak işlem planları oluşturulmuştur. İşlem planı, iş parçası üzerindeki unsurların işlenmesi için, her pasodaki kesme düzlemleri ile verilmiştir. Bu çalışmada son derece karmaşık iş parçaları için işlem planları oluşturulmaktadır. Çalışma ile konu üzerinde daha önceki araştırmacıların önerdikleri, iç içe kanalların işlenmesi de sağlanmıştır. İşlem planlarının oluşturulmasında sistem, mevcut durumu analiz ederek karar verme mekanizmasına sahiptir. İşlem planlamasında endüstride kullanılan kurallardan yararlanılmıştır.

Oluşturulan DİP-BDSP yazılımı ile, son derece karmaşık dönel iş parçalarının süreç planları, oldukça hızlı bir şekilde otomatik olarak oluşturulmaktadır.

8.2 Çalışmanın Devamına İlişkin Öneriler

Bu çalışmada, simulasyon yaptırılmamıştır. Oluşturulan sistem ile bütünleşik bir simulasyon çalışması yapılabilir.

Sistemde, sadece torna tezgahı üzerinde gerçekleştirilebilecek unsurlar dikkate alınmıştır. Herhangi bir unsurun, torna tezgahı haricinde bir tezgahta işlenmesi gerektiği durumda, gerekli tezgah seçimi de dikkate alınarak süreç planlamanın kapsamı genişletilebilir.

Kesme düzlemlerine göre kesme parametrelerinin optimizasyonunun yapılması, konu ile ilgili eksiklerin giderilmesine katkıda bulunacaktır.

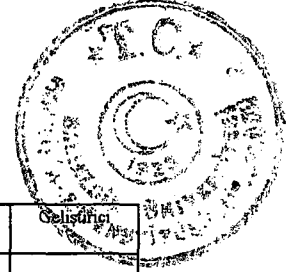
Oluşturulan sisteme ilave olarak, NC kodlarının oluşturulması da, diğer bir öneri olarak sunulabilir.

EK A. Dönel Parçalar İçin Mevcut Süreç Planlamaları



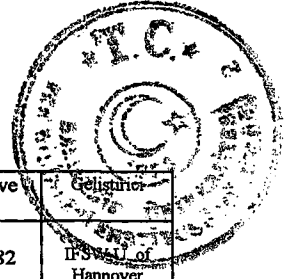
	Sistem	Parça Şekli	Yaklaşım	Özellikleri ve Ticari durum	Programlama dili	Referans ve zaman	Geliştirici
1	ABTOTPZK	Dönel	Varyant			Ewersheme ve Schulz-1985	COMB Bulgaristan
2	ACAPS	Dönel	Yarı üretken	Parça ailesi kodlama	FORTRAN IV	Emerson ve Ham - 1982	Westinghouse Elec. Co. USA
3	AC/PLAN	Hepsi	Varyant ve üretken			Apollo Comput. Cataloge-1986	American channels (USA)
4	ACPSAP		Üretken	KK-3 Kodlama şeması		Wang ve Wysk 1986	Penn. State U. (USA)
5	ACUDATA/ UNIVATION	Dönel ve prizmatik	Varyant	Parça sayısı gerekli		Chang ve Wysk 1985	Allis Chalmers (USA)
6	AIMSI	Dönel	Üretken	CAD/CAM ile tümleşik		Wang ve Wysk 1988	State U. of New York (USA)
7	APLAN	Dönel ve prizmatik	Üretken			Everheim ve Schulz- 1985	Gebr. Honsberg (Almanya)
8	APP	Hepsi	Üretken	CAD ile etkileşimli		Haas ve Chang 1987	Ge ve LA(USA)
9	APS		Varyant ve üretken			Moseng-1984	VTL/WZL (Almanya)
10	AUSPLAN	Dönel	Yarı üretken	DCLASS sistem tabanı	FORTRAN 77	Lin ve Bedworth- 1988	Arizona State U. (USA)
11	AUTAP	Dönel ve levha	Üretken	CAD ile etkileşimli		Eversheim ve ça.-1980	WZL (Almanya)
12	AUTAP-NC	Dönel ve Levha	Üretken	Parça programı CAD ile etkileşimli		Eversheim ve Holz - 1982	WZL (Almanya) RWTH
13	AUTOCAP	Dönel	Varyant		BASIC	Wright ve ça - 1987	UMIST (İngiltere)
14	AUTODAK	Dönel	Üretken	Otomatik tornalar için		Weill ve ça. 1982	IPK (Almanya)
15	AUTODYN	Dönel				Eversheim ve Schulz - 1985	Hoff. ve Partner (Almanya)
16	AUTOGAM					Weil ve ça.1982	CETİM (Fransa)
17	AUTOPLAN	Dönel	Varyant ve üretken	Girdi için özel dil kullanıyor	FORTRAN IV	Wolfe-1985	MRA (USA)
18	AUTOPRO GRAMMER	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz - 1985	Oerlikon-Boch. (Almanya)
19	AUTOPROS		Varyant			Moseng -1984	NAKK Jiang ve Xu - 1987(Norveç)
20	BGCAP	Hepsi	Varyant	Girdi şekil yüzeyi	BASIC	Jiang ve Xu - 1987	BIME (Çin)
21	BHCAP	Dönel	Varyant	Girdi şekil yüzeyi	BASIC	Jiang ve Xu - 1987	BIAA (Çin)
22	BITCAPP	Dönel	Yarı Üretken	Temel başvuru girdisi	FORTRAN	Jiang ve Xu - 1987	BIT (Çin)
23	CACAPSS	Dönel	Varyant	GT kodu ve girdi şekil yüzeyi	BASIC	Jiang ve Xu - 1987	Sheryong No.3 Machine Tool Works (Çin)
24	CAOS	Dönel	Üretken	Otomatik torna tezgahları için	FORTRAN	Huang ve ça.- 1986	Nort Western Polytechnical U. (Çin)
25	CAPE	Hepsi	Varyant	CAD ile etkileşimli		Haas ve Chang 1987	Carrett Turbine (USA)
26	CAPES	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Methods Workshop (UK)

EK A 'nın Devamı



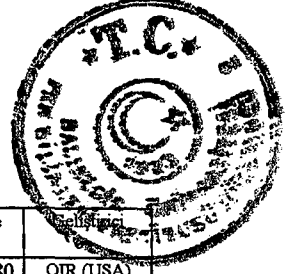
	Sistem	Parça Şekli	Yaklaşım	Özellikleri ve Ticari durum	Programlama dili	Referans ve zaman	Geliştirici
27	CAPEX	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz-1985	EXAPT (Almanya)
28	CAPP	Hepsi	Varyant	Kullanıcı ile etkileşimli	FORTTRAN	Link -1976 Tulkoff -1978	CAM-I(USA)
29	CAPP-I	Dönel	Varyant	GT kodu ve şekil yüzeyi girdisi	BASIC	Jiang ve Xu -1987	The Sth Ins. of Ministry of Machine Building (Çin)
30	CAPSY	Dönel	Üretken	Etkileşimli girdi		Spur ve ça-1978	IPK (Almanya)
31	CMPP	Dönel	Üretken	CAD/CAM ile etkileşimli İngilizce benzeri programlama dili (COPP) kullanılır	FORTTRAN 77	Sack Jr.-1982 Austin_1986	UTRC (USA)
32	COATS	Dönel	Üretken	PICAP içerisinde dönüş için alet seçimi	PROLOG	Giusti ve ça-1986	Pisa U. (İtalya)
33	COBAPP	Dönel	Üretken	Girdi için APPOIC kodlama sistemi kullanılır		Chang ve Wysk-1985	Philips/Purdue (USA)
34	COMCAPP V	Dönel ve prizmatik	Varyant	Girdi için JCODE sistemi kullanılır		Chang ve Wysk-1985 Wolfe-1985	MDSI (USA)
35	COMP2		Üretken	Uzman sistem		Special report-1987	Colding International Co.(USA)
36	COPICS	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz-1985	MTU(Almanya)
37	CORE-CAPP	Dönel	Yarı Üretken	GT kodu kullanılır		Li ve ça.-1987	Penn. State U. (USA)
38	COROCUT	Dönel	Varyant			Corocut Handbook-1986	Sandvik (İsveç)
39	C-PLAN	Hepsi	Varyant			CAD Centre Ltd-1987	CAD Centre (İngiltere)
40	CPPP	Dönel	Üretken	Etkileşim için COPPL programlama dili kullanılır		Nau ve Chang-1983	UTRC (USA)
41	CSD ve AML					Special report-1987	Rath ve Serang Co. Lexington (USA)
42	CUTDATA	Dönel ve prizmatik	Varyant			Special report-1987	MRAT (USA)
43	CUTPLAN	Dönel ve prizmatik	Varyant	Sadece proses tayin etme		Tulkoff-1987	MRAT (USA)
44	CUTTECH	Dönel	Üretken	İşlem planlama için bilgiye dayalı		Barkocyc ve Zdeblick-1984	MRAT (USA)
45	CWOS-GPP	Dönel ve prizmatik	Üretken			Haas ve Chang-1987	Texas Instrument (USA)
46	DAPP	Dönel ve prizmatik	Varyant ve Üretken	CAD ile Etkileşimli		Haas ve Change 1987	NBS (USA)
47	DATASAAB	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Shulz-1985	Saab Scania (İsveç)
48	DCLASS	Hepsi	Varyant ve Üretken	Ağaç yapıtlı sistem	FORTTRAN 77	Allen ve Smith-1980, Allen-1987	B.Y.U. (USA)
49	DISAP	Hepsi	Üretken	AUTAP 'ın yeni sürümü		Weil-1982	WZL,Almanya

EK A 'nın Devamı



	Sistem	Parça Şekli	Yaklaşım	Özellikleri ve Ticari durum	Programlama dili	Referans ve zaman	Geliştirici
50	DREKAL	Dönel	Üretken			Weil- 1982	IFS W.U. of Hannover (Almanya)
51	EASE		Varyant			Special report-1987	Ease Co. Calif. (USA)
52	EMAPS	Hepsi	Üretken	Uzman sistem		Tipnis- 1987	Tipnis Co. (USA)
53	EXAPT	Dönel ve prizmatik	Varyant	NC program		Budde_ 1973	EXAPT-Verein (USA)
54	EXCAP	Dönel	Üretken	Uzman sistem AUTOCAD' den yönetilir	PROLOG	Wright ve ça.-1987, Davies ve Darbyhire-1984	UMIST (İngiltere)
55	AXCAPP	Dönel	Üretken	Uzman sistem	PROLOG	Du ve Liu-1988	BIAA (Çin)
56	FAUN		Varyant	NC Programlama karmaşık yüzey		-Eversheim ve Schulz 1985	TU Budapest (Macaristan)
57	FFS		Varyant	NC Programlama karmaşık yüzey		-Eversheim ve Schulz 1985	Computer ve Auto. Inst. (Macaristan)
58	GECAPP-PLUS	Hepsi	Varyant			Wolfe- 1985	GE Co. (USA)
59	GEMOS		Üretken	Bilgiye dayalı CUTTECH		Schaffer- 1986	MRAT ve GE Co. (USA)
60	GENPLAN	Hepsi	Varyant ve Üretken	Parça ailesi kodu kullanılır		Tulkoff- 1987	Lockheed-Georgia (USA)
61	GENTECH	Dönel	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	CIOM (Bulgaristan)
62	GETURE	Hepsi	Varyant			Chang ve Wysk- 1985	GE (USA)
63	GLEDA-FT/-SZ	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Inst. of Tech. (Macaristan)
64	GLIM	Dönel	Varyant			Halevi ve Weil- 1980, Weil 1982	ITT (İsrail)
65	GT-CAPP	Hepsi	Varyant	Parça ailesi sayısı kullanılır		Strohmeier- 1987	Rockwell Inc. (USA)
66	GTIPROG-E	Dönel	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Inst. of Tech. (Macaristan)
67	HAL-TI FT/-AZ	Dönel				Eversheim ve Schulz- 1985	Hal-Rob.Ltd. (İsrail)
68	HIMAPP	Dönel	Üretken	Yapay zeka	Inter-LISP	Berenji- 1986	U. of S. Cal. (USA)
69	INTELLI-CAPP	Hepsi	Üretken	Uzman sistem, GT, Tanımlı veri tabanı		Tulkoff- 1987	UMIST (İngiltere)
70	IPROS	Dönel	Varyant	Girdi için COMPAC kullanılır		Moseng-1984 Rasch- 1987	APS (Almanya-Norveç)
71	J2CAPP	Hepsi	Varyant	GT kodu ve temel başvuru girdisi	BASIC	Jiang ve Xu- 1987	Jinan No.2 Machine Tool Works (Çin)
72	KAPPS	Dönel ve prizmatik	Üretken	Tekniğe dayalı uzman sistem	Common-LISP	Iwata ve Fukuda- 1986,1987	Kobe U. (Japonya)
73	MASTER PARTS LIST	Hepsi	Varyant			Haas ve Chang- 1987	Genera.Dynam Co. (USA)
74	MAYCAPP		Varyant	DCLASS tabanlı	FORTRAN 77	Zandin-1982 Wolfe- 1985	Maynard H.B. (USA)

EK A'nın Devamı



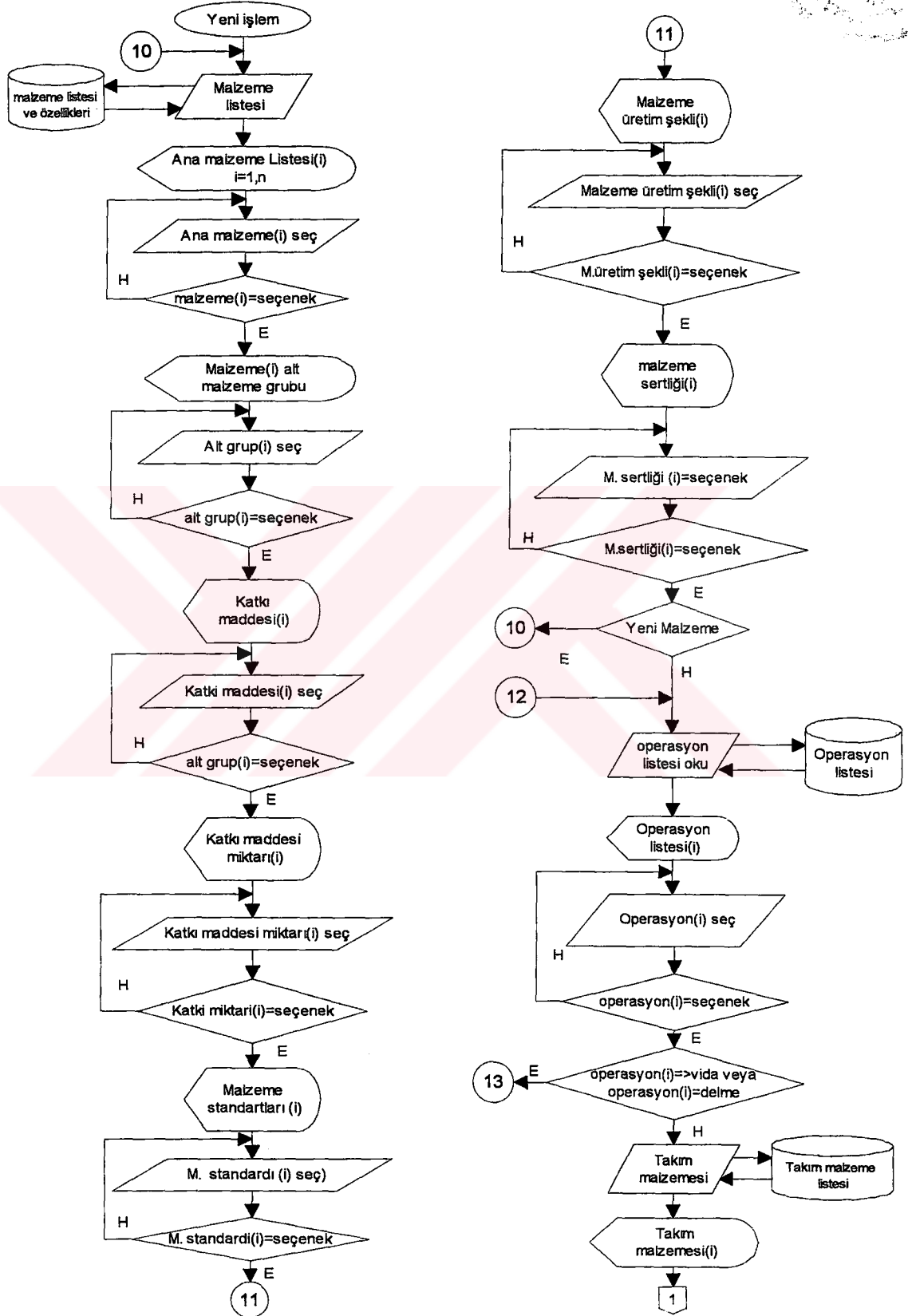
	Sistem	Parça Şekli	Yaklaşım	Özellikleri ve Ticari durum	Programlama dili	Referans ve zaman	Üretici
75	MIAPP	Dönel ve prizmatik	Varyant	MICLASS tabanlı		Schaffer- 1980	OIR (USA)
76	MICAPP	Dönel	Varyant		M-BASIC	Sundaram ve Cheng- 1986	Tennessee TU (USA)
77	MICON	Dönel ve prizmatik	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	TU Budapest (Macaristan)
78	MICRO-CAPP	Dönel	Varyant	KK-3 kodlama sistemi kullanılır		Wang ve Wysk- 1986	Penn. State U. (USA)
79	MICRO-GEPPS	Dönel	Yarı Üretken			Wang ve Wysk- 1986	Penn. State U. (USA)
80	MICRO-PLAN	Dönel	Üretken	CAD ile etkileşimli bilgiye dayalı		Philips ve ça.- 1987	U. of III. at Chicago (USA)
81	MIPLAN	Dönel ve prizmatik	Varyant	MICLASS tabanlı		Houtzeel- 1976, Lesko- 1983	OIR ve GE Co. (USA)
82	MITURN	Dönel	Varyant			Koloc-1971, Bockholts ve ça.- 1973	TNO ve OIR (hollanda USA)
83	MSA	Dönel	Varyant			Haas ve Chang- 1987	MSA (USA)
84	MULTI-CAPP II	Hepsi	Varyant	MICLASS tabanlı		OIR Product News- Advance- 1987,OIR Grup Tech.- 1986	OIR (USA)
85	OLPS		Varyant			Tulkoff-1981	Boeing Co. (USA)
86	OMS	Hepsi	Varyant	CAD ile Etkileşimli		Haas ve Chang- 1987	Cummins Engine (USA)
87	OPEX	Dönel	Üretken	Uzman sistem	PROLOG	Gams ve ça.- 1986	FME Ljubljana (Yugoslavya)
88	PCCAPP	Hepsi	Varyant	GT kodu girdisi	BASIC	Jiang ve Xu- 1987	JIT (Çin)
89	PICAP	Dönel	Üretken	COAST ile etkileşimli	PROLOG	Santochi ve Giusti- 1986	Pisa U. (İtalya)
90	PI-CAPP	Hepsi	Varyant			Chang ve Wysk- 1985	Planning Insti. (USA)
91	POPULAR	Dönel	Varyant ve Üretken	CAD ile Etkileşimli		Sakamoto ve ça. 1987	KOMATSU Ltd. (Japonya)
92	PROPLAN	Dönel ve levha				Marshal-1985	PERA (İngiltere)
93	PROTEMPS					Weill- 1982	ADEPA (Fransa)
94	PS-SYSTEM	Hepsi	Üretken			Eversheim ve Schulz- 1985	PS-Technik (Almanya)
95	RATIBERT	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Magdeburg (Almanya)
96	ROUND	Dönel	Üretken		FORTRAN	Houton- 1986	Twente U. of Tec.(Hollanda)
97	PRO/CAM	Dönel	Varyant	Autoplan tabanlı	FORTRAN	Vogel ve Dawson- 1980	MRAT ve GE Co. (USA)
98	SAGT		Varyant			Chang ve Wysk- 1983	Purdue Uç (USA)
99	SAPT	Dönel ve prizmatik	Üretken	GT tabanlı	PROLOG-86	Milacic ve ça.- 1987	Beograd U. (Yugoslavya)
100	SIPP		Üretken	Yarı zeki uzman sistem	PROLOG	Nau ve Chang	U. of Maryland (USA)
101	SIPPS	Hepsi	Üretken	Bilgiye dayalı	FORTRAN- 77	Liu ve Allen- 1986	Saouthampton U. (İngiltere)
102	SIPS		Üretken	SIPP yarı zeki sistem yerine	LISP	Nau ve Gray- 1986, Luce- 1987	U. of Maryland (USA)

EK A'nın Devamı

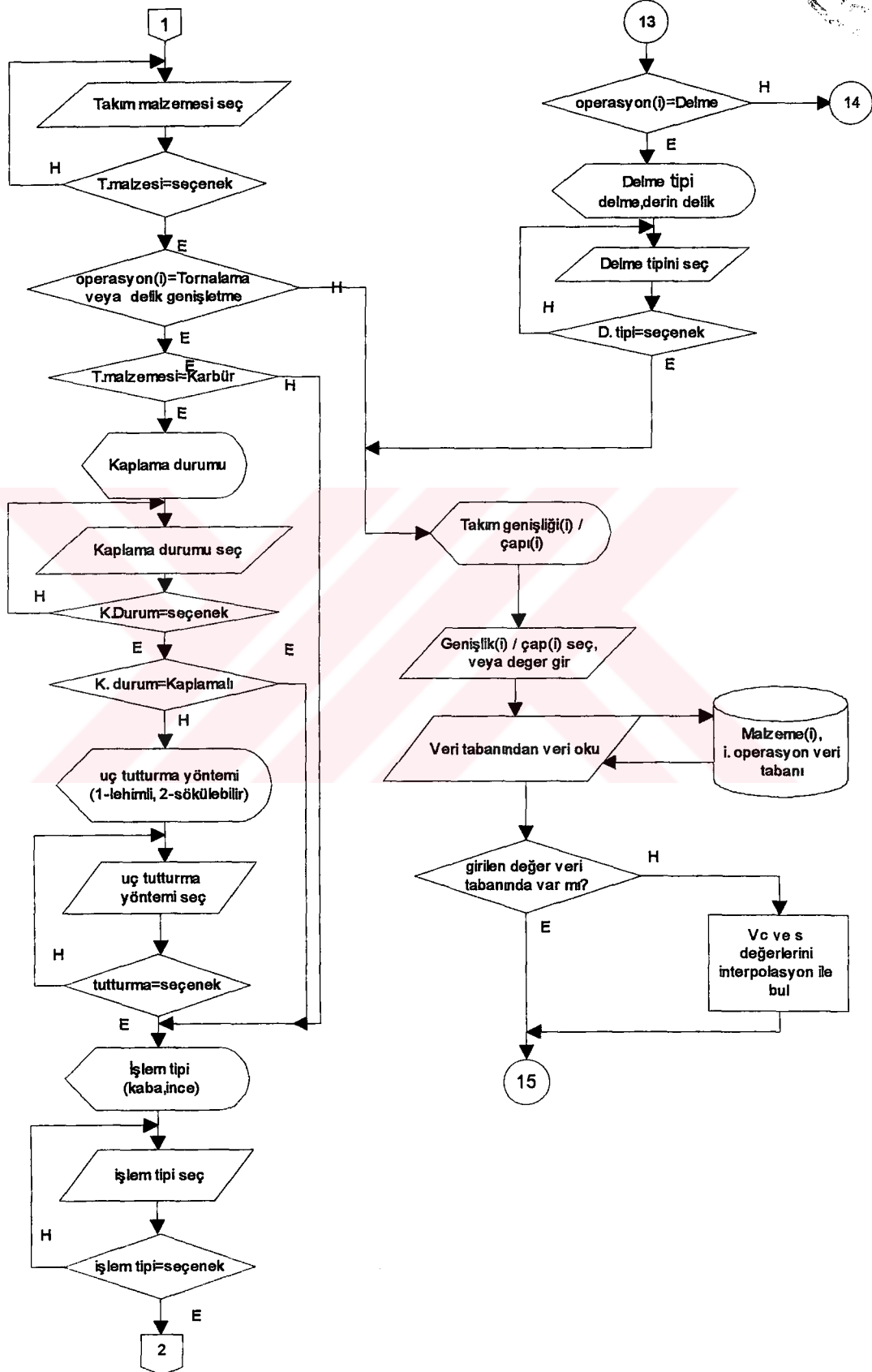


	Sistem	Parça Şekli	Yaklaşım	Özellikleri ve Ticari durum	Programlama dili	Referans ve zaman	Geliştirici
103	SISPA	Dönel	Üretken	SIB tabanlı		Weill ve ça.- 1982	Siemens AG (Almanya)
103	STAR	Hepsi	Varyant			Haas ve Chang- 1987	Grumman Co. (USA)
104	SOPS	Hepsi	Varyant	İşlem planlama sırası	FORTRAN-77	Pinte- 1987	WTCM/CR17 (Belçika)
105	System AV	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Microdata (Almanya)
106	System RW	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Weber Daten (Almanya)
107	TOJCAP	Hepsi	Varyant	GT kodu ve şekil yüzeyi girdisi	BASIC	Zhang ve ça.- 1984	Tongji U. (Çin)
108	TOM	Dönel	Üretken	COMPAC ve EXAPT ile etkileşimli uzman sistem	PASKAL	Matsushima ve ça.- 1982	U. of Tokyo (Japonya)
109	TOPS	Dönel	Varyant	DCLASS tabanlı	FORTRAN 77	Pinte- 1987	WTCM/CRIF (Belçika)
110	TRAUPROG-T	Dönel	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	Inst. of Tech. (Macaristan)
111	TTR-S	Dönel	Varyant		FORTRAN	Hoffmann ve Garzo- 1982	Lang Eng. Works (Macaristan)
112	TURBO-CAPP	Dönel	Üretken	CAD ile etkileşimli bilgiye dayalı	PROLOG	Wang ve Wysk- 1987 a,b	Penn. State U. (USA)
113	TURN2	Dönel ve prizmatik	Varyant			Special report- 1987	MICAPP Inc. (USA)
114	VARGEN	Hepsi	Varyant			Eversheim ve Schulz- 1985	CRIF-K.U. (Belçika)
115	VERDI	Dönel ve prizmatik	Üretken			Eversheim ve Schulz- 1985	IPA-TU Stuttgart (Almanya)
116	WICAPP	Hepsi	Varyant	DCLASS tabanlı	FORTRAN 77	Schwartz ve Shreve- 1982	Westinghouse (USA)
117	XPLAN	Hepsi	Üretken	DCLASS tabanlı uzman sistem	FORTRAN 77	Lenau ve Altling 1986, Altling ve ça.- 1988	Tech. U. of DK. (Danimarka)
118	XPLAN-R	Dönel	Üretken	DCLASS tabanlı uzman sistem	FORTRAN 77	Zhang- 1987	Tech. U. of DK. (Danimarka)
119	XPS-I	Hepsi	Varyant ve üretken	COPPL kullanılır	FORTRAN 77	Sack Jr.- 1983, Groppetti ve Semeraro- 1986	UTRC ve CAM-I (USA)
120	XPS-E		Üretken	GRAI tabanlı uzman sistem		Chryssolouris ve Wright- 1986	UTRC (USA)
121	ZCAPPS	Hepsi	Varyant ve Üretken	CAD ile Etkileşimli		Haas ve Chang- 1987	Zeus Data System (USA)
122	KRONOS	Dönel	Varyant	2 D Grafik Editörü	Pascal, C	KRITSIS 1995	EPFL
123	KAPLAN	Dönel	Üretken		Prolog	KRITSIS 1995	Pisa University
124	TB-LOGIC	Dönel	Varyant	2 D Grafik Editörü		KRITSIS 1995	Tornos Bechler Corp.
125	XROT	Üretken				KRITSIS 1995	Illinois University

EK B. CNCVETAB Akış Diyagramı

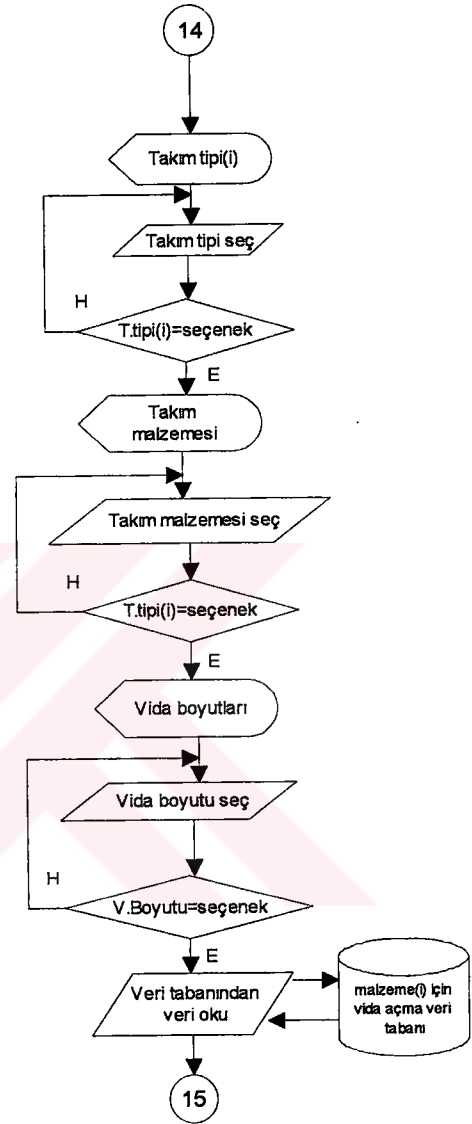
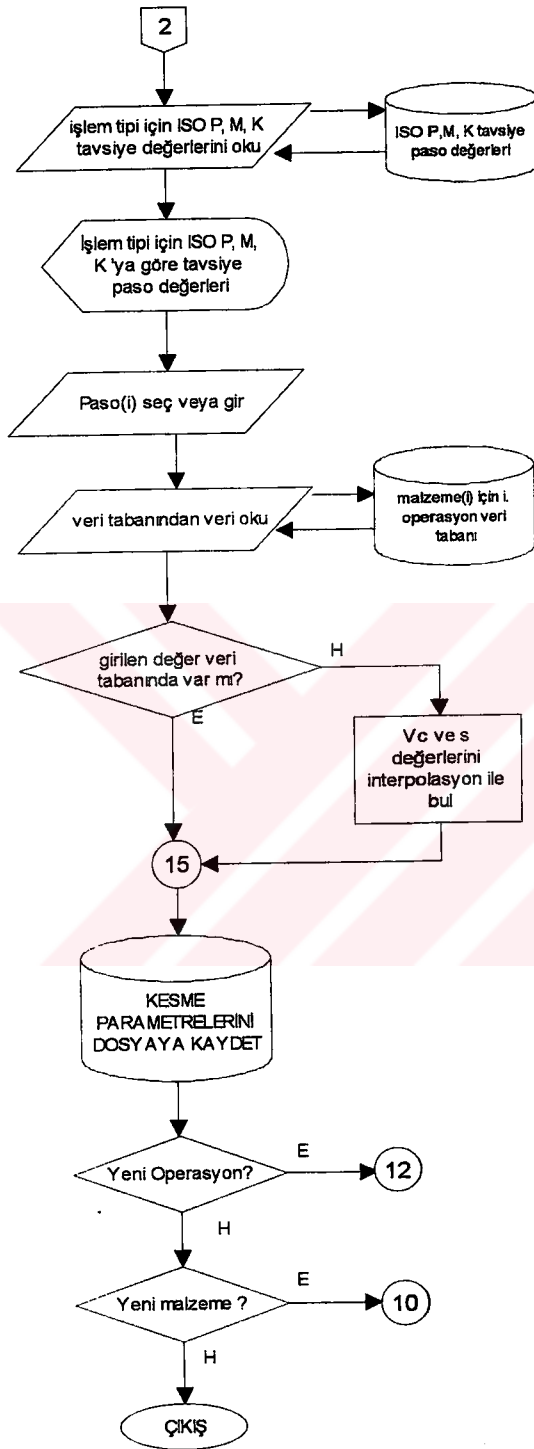


EK B 'nin devamı



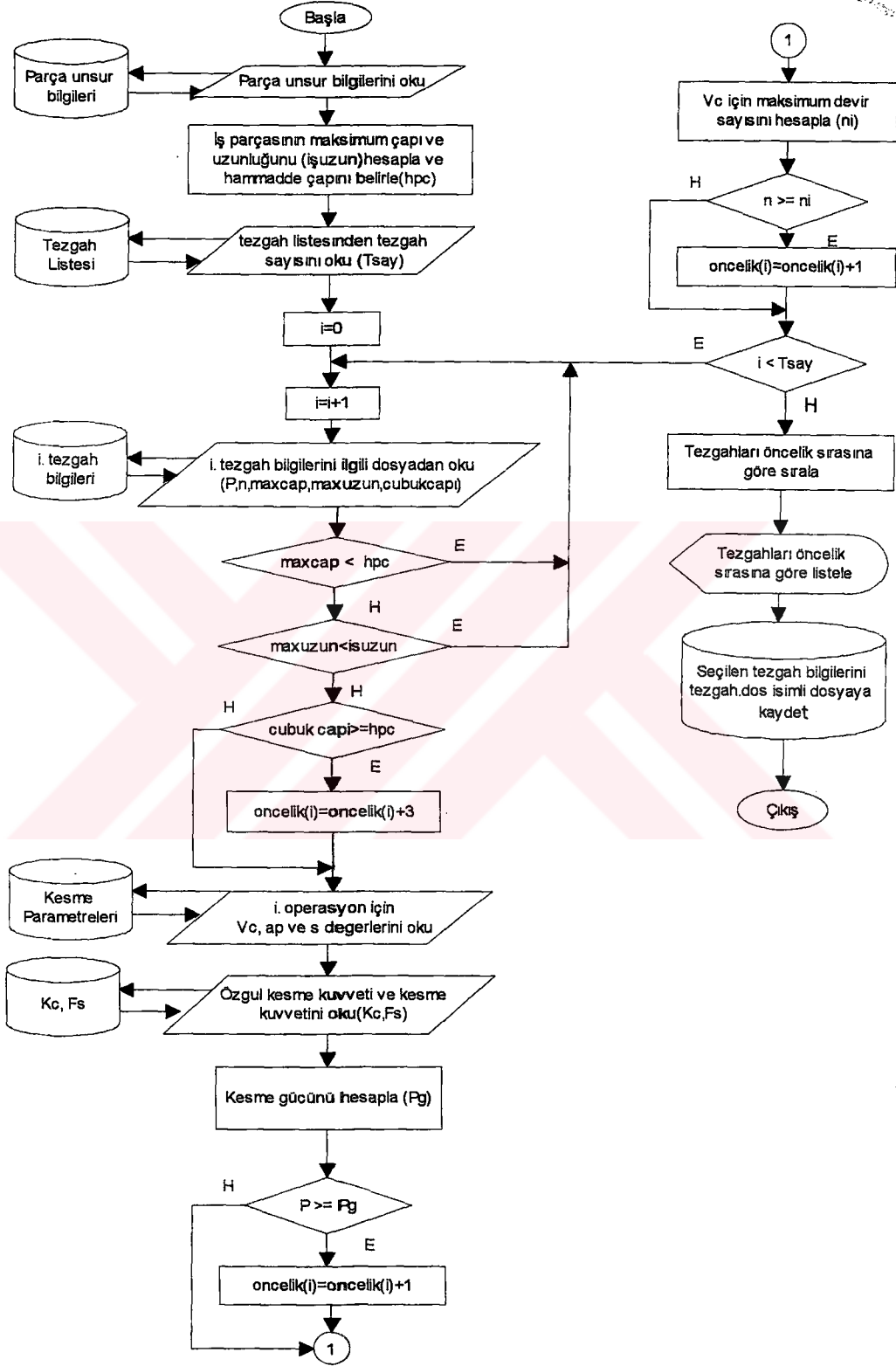


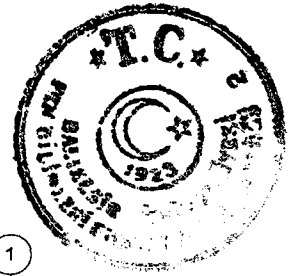
EK B 'nin devamı



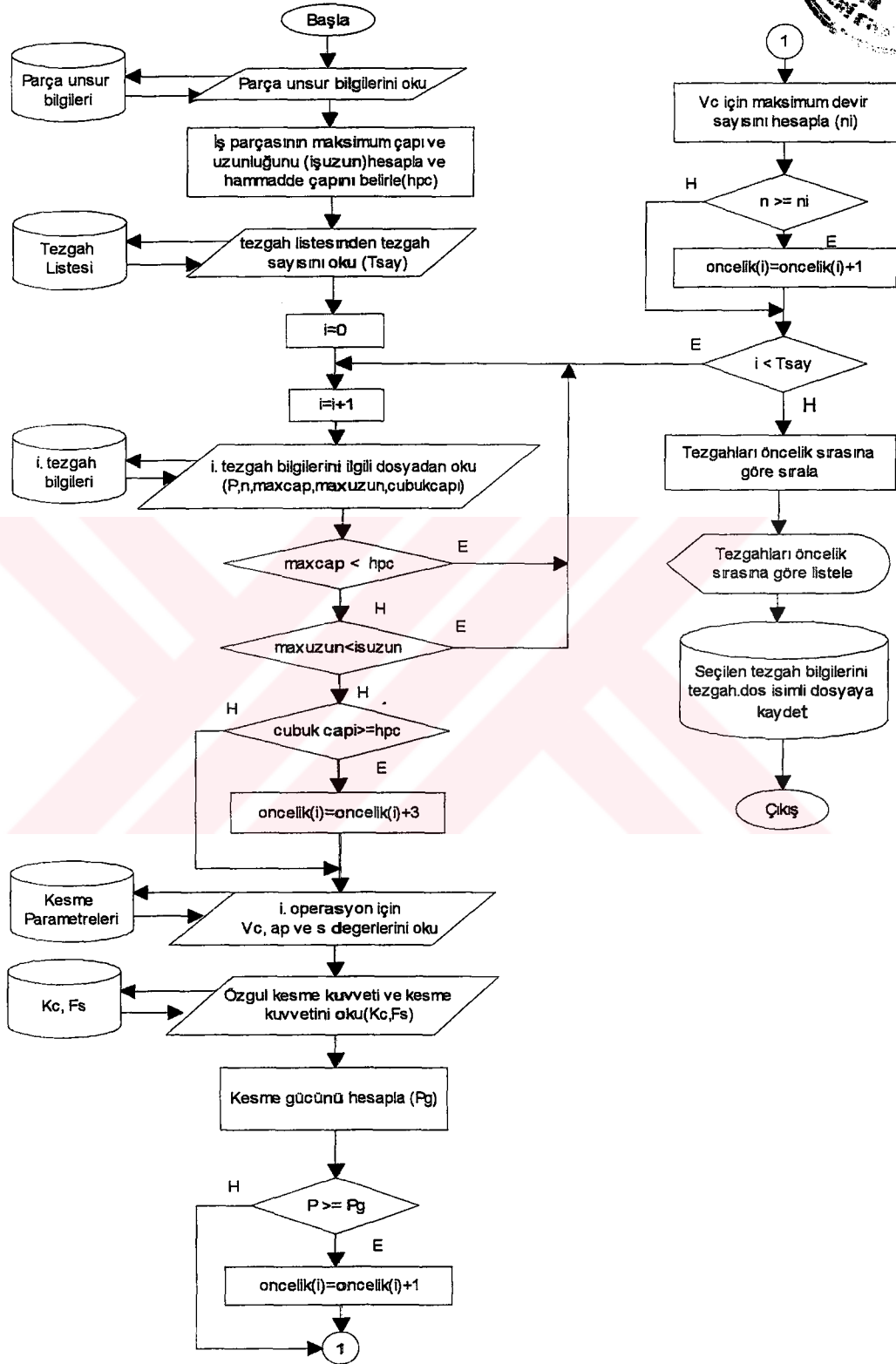


EK C. Tezgaç Seçimi Algoritma Şeması

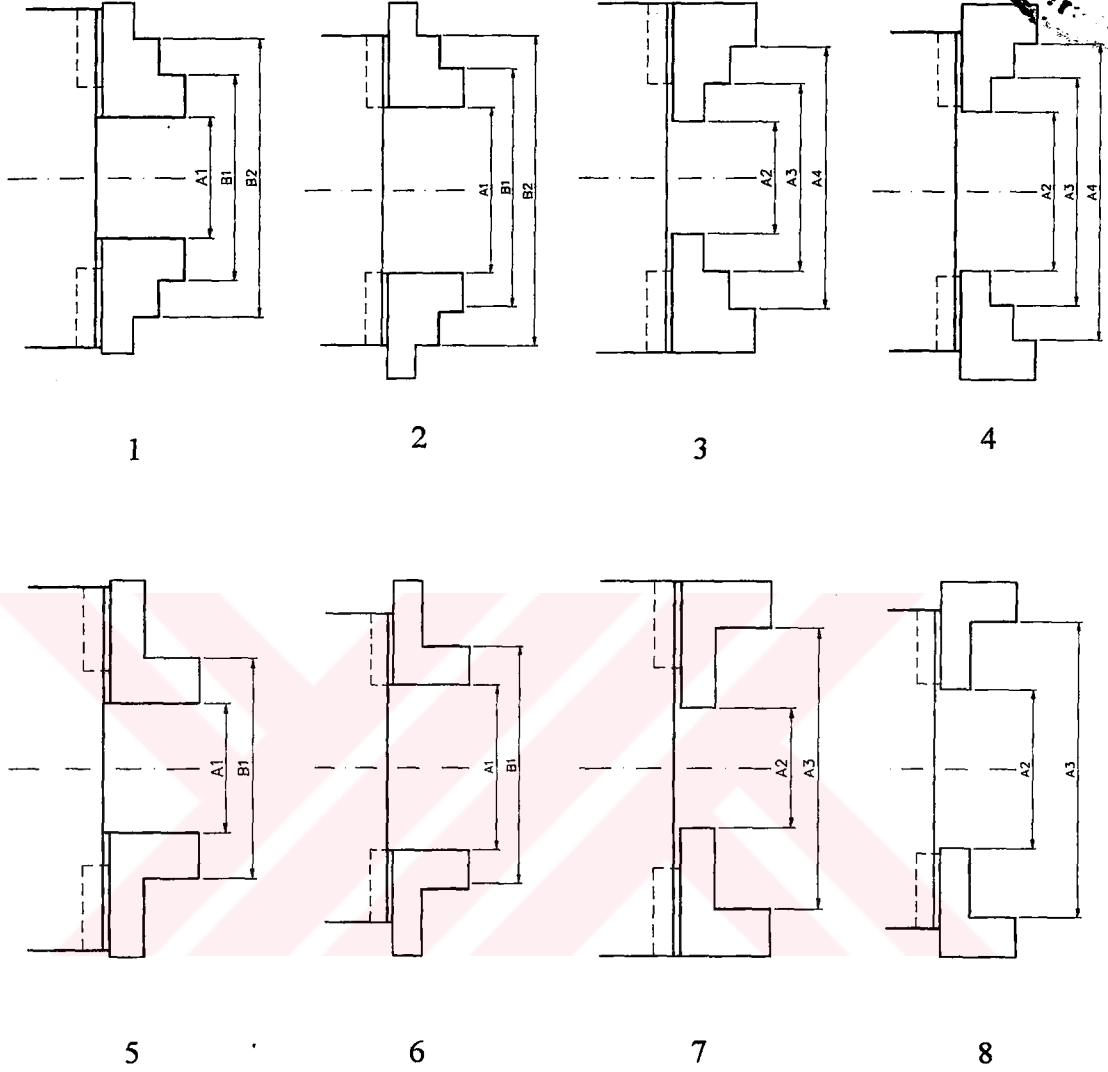
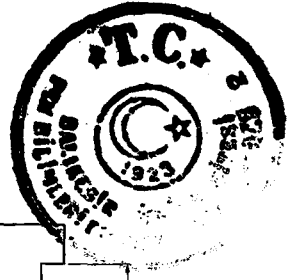




EK C. . Tezgah Seçimi Algoritma Şeması



EK D Sistemde Kullanılan Aynalar ve Boyutları

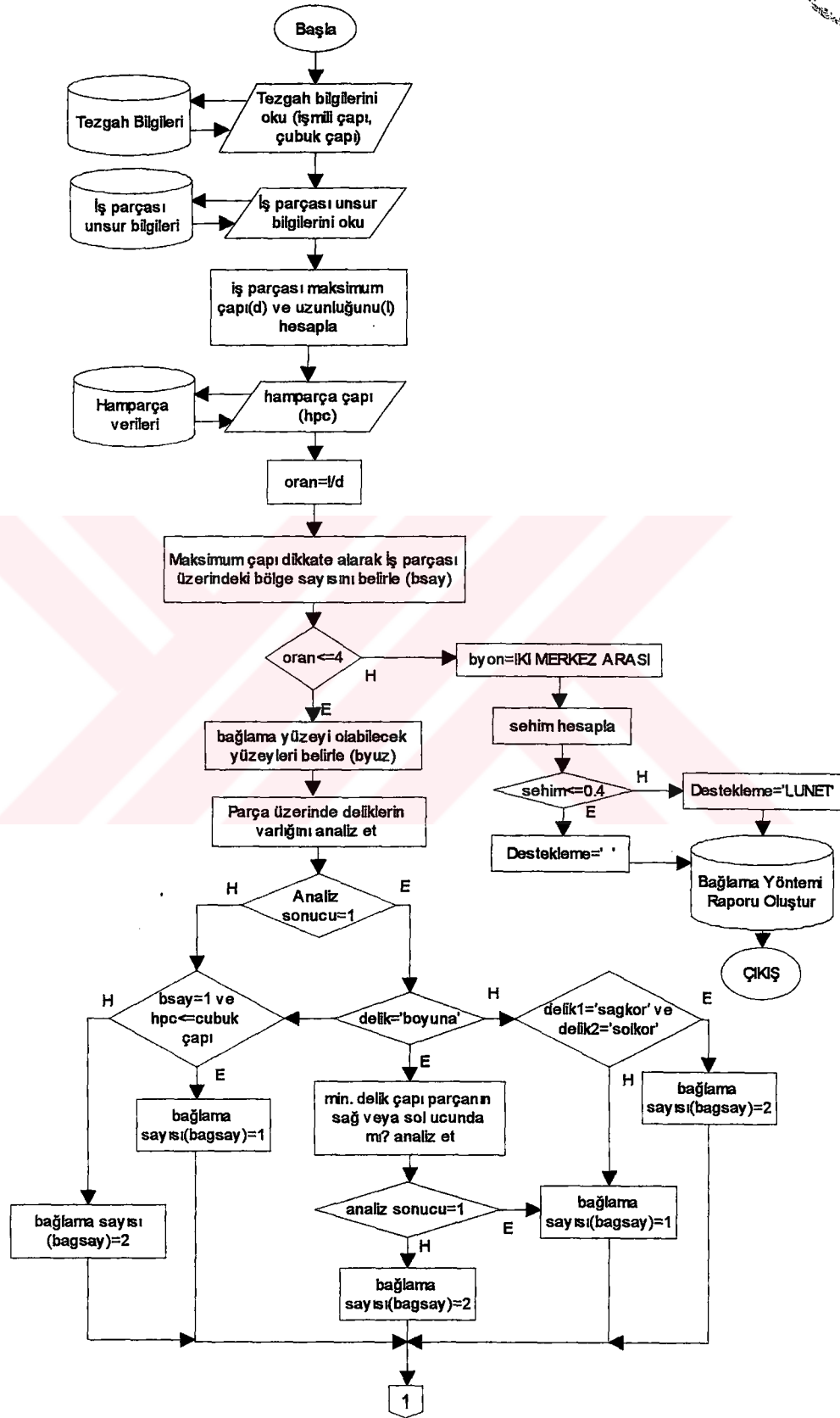


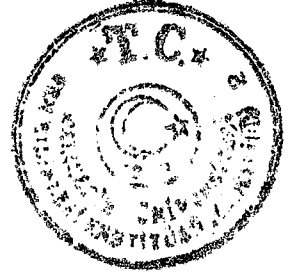
Çizelge B-1 Aynaların Boyutları

Ayna	Çene	Dış Yüzeyden Bağlama Sınırları								İç Yüzeyden Bağlama Sınırları			
		A1	Res No.	A2	Res No.	A3	Res No.	A4	Res No.	B1	Res No.	B2	Res No.
N - 08	HB08A1	30-65	1	13-30	3	75-100	3	110-140	3	106-145	1	145-160	1
		100-110	2	65-75	4	140-165	4	165-190	4	160-192	2	192-228	2
N - 12	HB12B1	44-112	5	—	—	168-236	7	—	—	118-186	5	—	—
		112-179	6	—	—	236-300	8	—	—	186-253	6	—	—
B - 08	HB08A1	11-45	1	11-34	3	71-96	3	100-132	3	91-130	1	130-150	1
		60-107	2	45-85	4	107-145	4	145-185	4	150-185	2	185-226	2

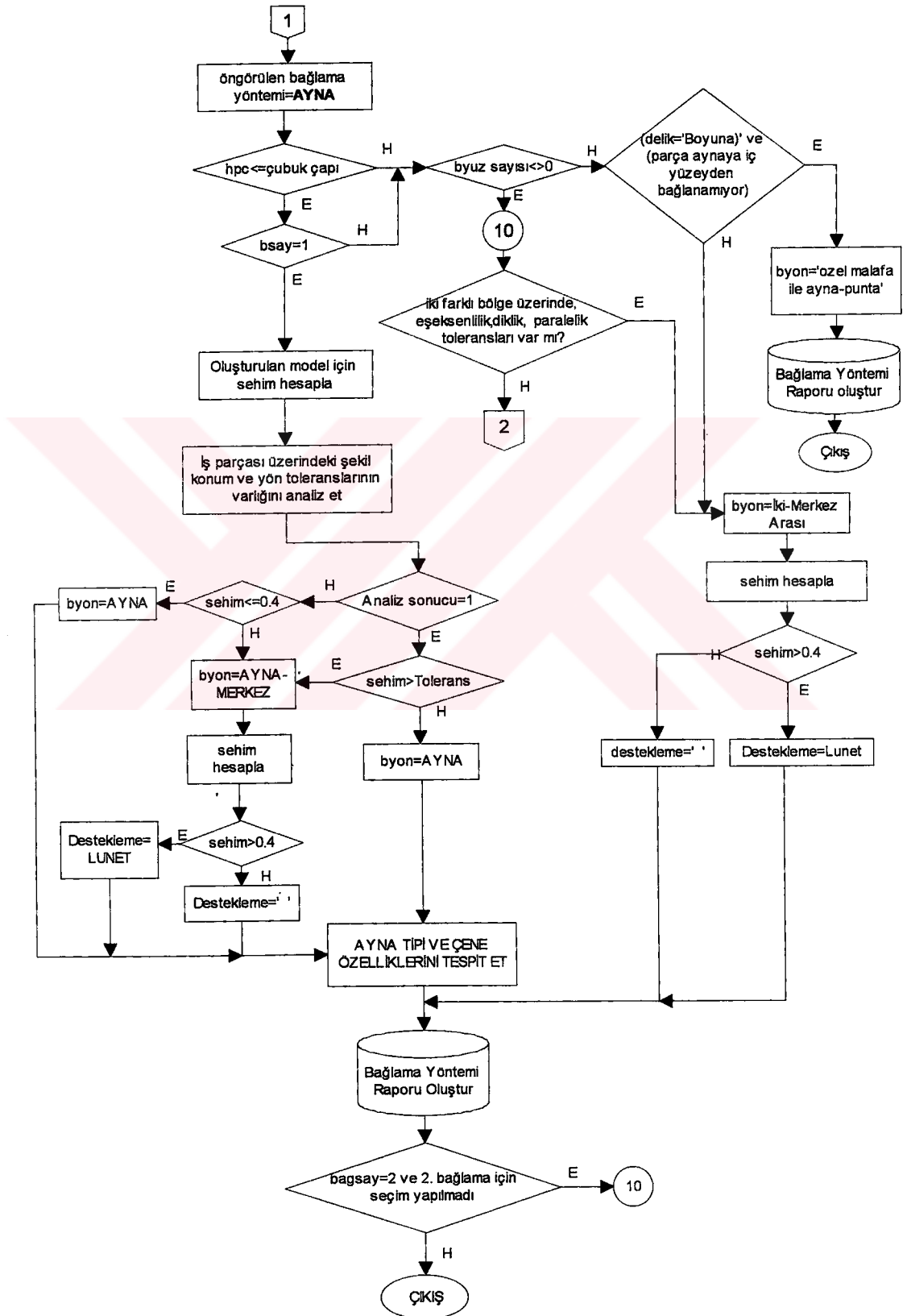


EK E. İş Parçası Bağlama Yöntemi Akış Diyagramı



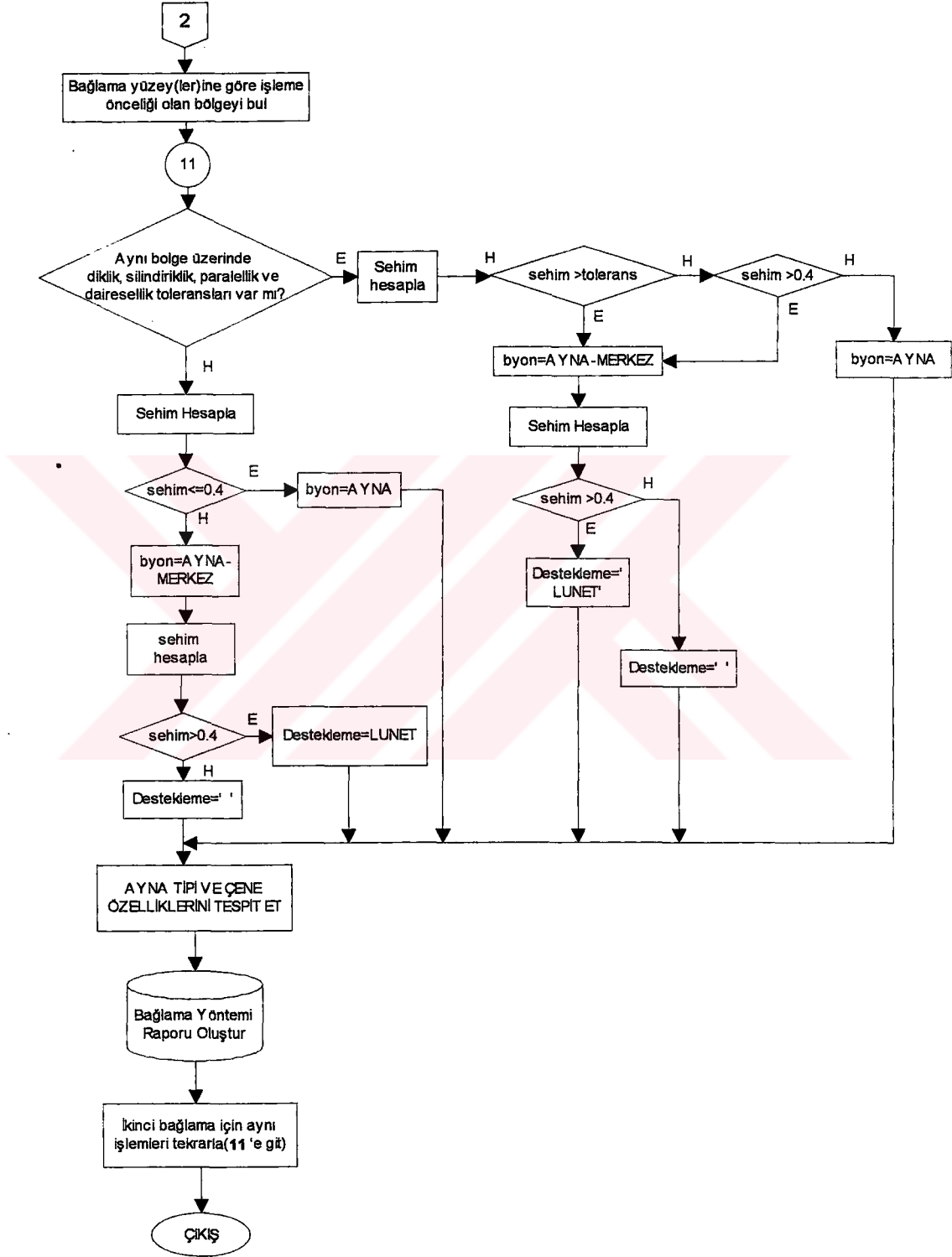


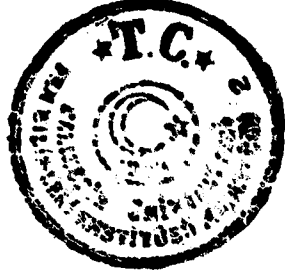
EK E 'nin devamı





EK E 'nin Devamı





EK E 'nin Devamı

BAĞLAMA YÜZEYLERİNİN BULUNMASI

A. Dış unsurlar üzerinde bağlama yüzeyi kontrolü;

1. Sağ bölge için

```
for i:=maxcap downto sagpoz+1 do
begin
  if (unsur[i]='SSLN') and (x1[i]-x2[i]>=10) and (yuzeypruz[i]>2)
    and ((x1[i-2]-x2[i]<=ceneuzunlugu) or (cap[i-2]<=ismilicapi))
    then begin SAKABAYU:=i;sag:=i;break; end;
end;

for il:=maxcap down to sagpoz+1 do
begin
  if (unsur[il]='SSLN') and (x1[il]-x2[il]>=10) and (yuzeypruz[il]<=2)
    and ((x1[il-2]-x2[il]<=ceneuzunlugu) or (cap[il-2]<=ismilicapi))
    then begin SAINBAYU:=il;sagince:=il;break; end;
end;
```

2. Sol Bölge için

```
for ii:=maxcap to solpoz-1 do
begin
  if (unsur[ii]='SSLN') and (x1[ii]-x2[ii]>=10) and (yuzeypruz[ii]>2)
    and ((x1[ii]-x2[ii+2]<=ceneuzunlugu) or (cap[ii-2]<=ismilicapi))
    then begin SOKABAYU:=ii;sol:=ii;break; end;
end;

for ii1:=maxcap to solpoz-1 do
begin
  if (unsur[ii1]='SSLN') and (x1[ii1]-x2[ii1]>=10) and (yuzeypruz[ii1]<=2)
    and ((x1[ii1]-x2[ii1+2]<=ceneuzunlugu) or (cap[ii1-2]<=ismilicapi))
    then begin SOINBAYU:=ii1;solince:=ii1;break; end;
end;
```

B. İç Unsurlar üzerinde bağlama yüzeyi kontrolü

1. Sağ iç bölge için

```
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SAINBAYU=0) AND (SOINBAYU=0) THEN
IF (DELİK='BOYUNA') OR (DELİK1='SAGKOR') AND (UNSUR[SAGPOZ-1]='ICSL') AND
((AYNACAP_A1)>CAP[SAGPOZ-1]) AND (AYNACAP_C2)>CAP[SAGPOZ-1]) AND
(X2[SAGPOZ-1]-X1[SAGPOZ-1]>5) THEN BEGIN ICSAG:=SAGPOZ-1; BYU:=SAGPOZ-1; END;
```

2. Sol iç bölge için

```
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SAINBAYU=0) AND (SOINBAYU=0) THEN
IF (DELİK2='SOLKOR') AND (UNSUR[SOLPOZ+1]='ICSL') AND
((AYNACAP_A1)>CAP[SOLPOZ+1]) AND (AYNACAP_A2)>CAP[SOLPOZ+1]) AND
(X2[SOLPOZ+1]-X1[SOLPOZ+1]>5) THEN ICSOL:=SOLPOZ+1;
IF (DELİK='BOYUNA') AND (UNSUR[1]='ICSL') AND
((AYNACAP_A1)>CAP[SOLPOZ+1]) AND (AYNACAP_C2)>CAP[SOLPOZ+1]) THEN
BEGIN ICSOL:=1; BYU:=1; END;
```




EK E 'nin Devamı

İŞLEME ÖNCELİĞİ OLAN BÖLGENİN BULUNMASI

```
IF (SAKABAYU<>0) THEN ONCELIK:='SAG';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SOINBAYU=0) AND (SAINBAYU<>0)
    THEN ONCELIK:='SAG';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SOINBAYU<>0) AND (SAINBAYU<>0)
    THEN ONCELIK:='SAG';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SOINBAYU=0) AND (SAINBAYU=0) AND
    (BYON='İKİ MERKEZ ARAST') THEN ONCELIK:='SAG';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SOINBAYU=0) AND (SAINBAYU=0) AND
    (ICSAG<>0) THEN ONCELIK:='SAG';
IF (BAGSAG=1) AND (DELİK='') AND (DELİK1='') AND (DELİK2='') THEN ONCELIK='SAG';
IF (BAGSAG=1) AND (DELİK='') AND (DELİK1='SAGKOR') AND (DELİK2='') THEN ONCELIK='SAG';
IF (BAGSAG=1) AND (DELİK='BOYUNA') AND (MINDCAP=CAP[SOLPOZ+1]) THEN ONCELIK='SAG';
IF (BAGSAG=2) AND (DELİK='') AND (DELİK1='SAGKOR') AND (DELİK2='SOLKOR')
    THEN ONCELIK='SAG';

IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU<>0) THEN ONCELIK:='SOL';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SAINBAYU<>0) AND (SOINBAYU=0)
    THEN ONCELIK:='SOL';
IF (BAGSAG=1) AND (DELİK='') AND (DELİK1='') AND (DELİK2='SOLKOR')
    THEN ONCELIK='SOL';
IF (BAGSAG=1) AND (DELİK='BOYUNA') AND (MINDCAP=CAP[SAGPOZ-1]) THEN ONCELIK='SOL';
IF (BAGSAG=2) AND (DELİK='BOYUNA') AND (MINDCAP<>CAP[SAGPOZ-1]) and
    (MINDCAP=CAP[SOLPOZ+1])
    THEN ONCELIK='SOL';
IF (SAKABAYU=0) AND (SOKABAYU=0) AND (SOINBAYU=0) AND (SAINBAYU=0) AND
    (ICSAG=0) AND (ICSOL<>0) THEN ONCELIK:='SOL';
```

AYNA ÇENE TIPLERİNİN BELİRLENMESİ

1. Dış Yüzeyden Bağlama için

```
if (BAGCAP>=c1) and(BAGCAP<=c2) then
    begin AYNATIP:='TIP_A';cenyuz:='X'; end;
if (BAGCAP>=c2) and(BAGCAP<=c3) then
    begin AYNATIP:='TIP_B';cenyuz:='İ'; end;
if (BAGCAP>=c3) and(BAGCAP<=c4) then
    begin AYNATIP:='TIP_B';cenyuz:='Z'; end;
if (BAGCAP>=c4) and(BAGCAP<=c5) then
    begin AYNATIP:='TIP_B';cenyuz:='W'; end;
```

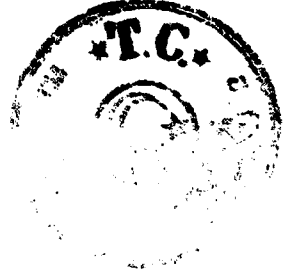
2.İç Yüzeyden Bağlama için

```
if (decap>=ic1) and(decap<=ic2) then
    begin AYNATIP2:='TIP_A';cenyuz2:='A'; end;
if (decap>=ic2) and (decap<=ic3) and (cenyza+cenyuzb<=(x2[BYU]-x2[BYU]) then
    begin AYNATIP2:='TIP_A';cenyuz2:='B'; end;
if (decap>=ic3) and (decap<=ic4) and (cenyza+ cenyzb+cenyuzc<=(x2[BYU]-x2[BYU])then
    begin AYNATIP2:='TIP_A';cenyuz2:='C'; end;
```

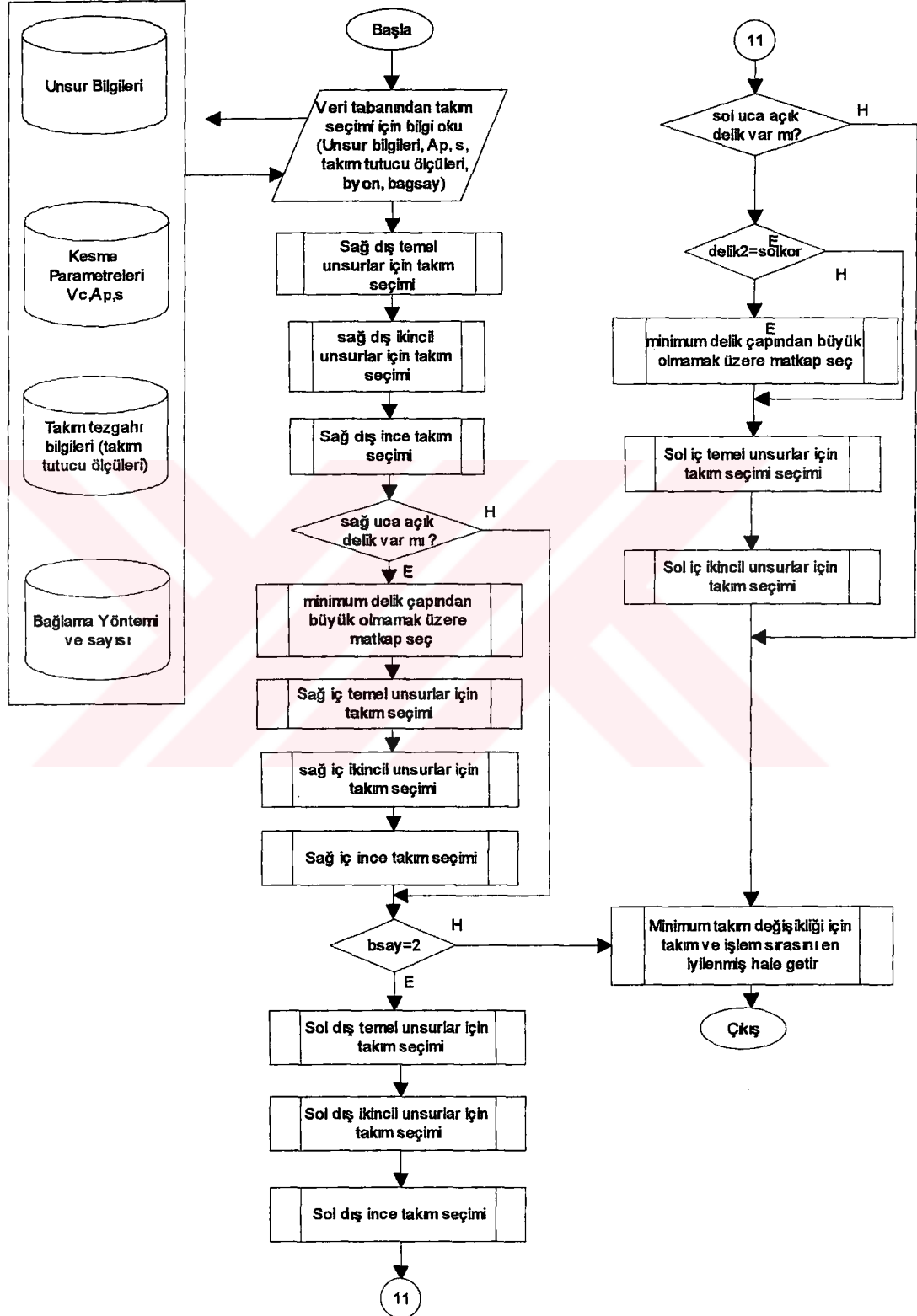


EK E 'nin Devamı

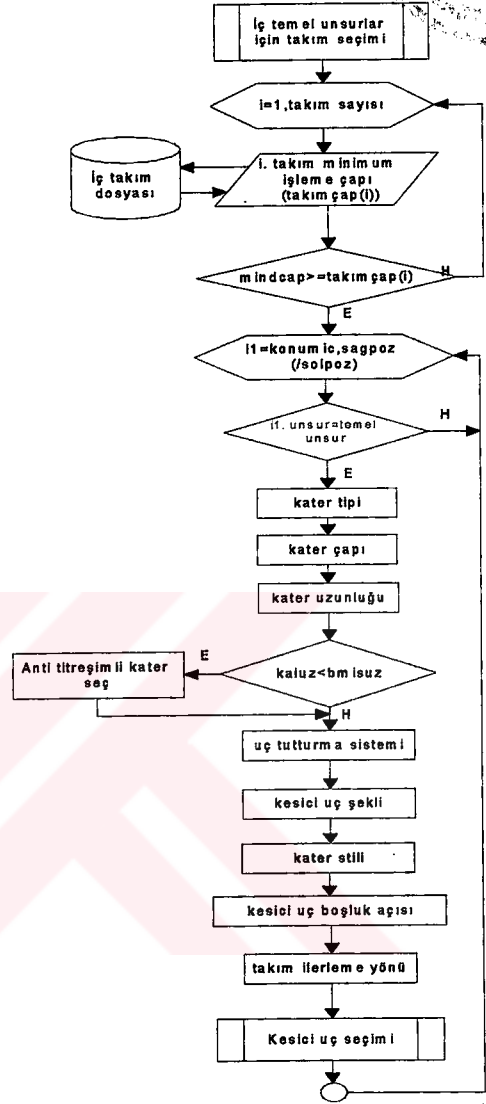
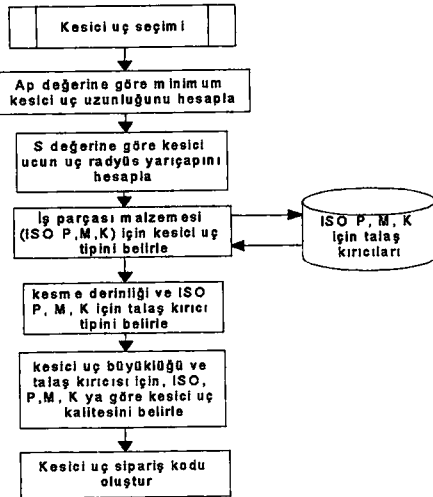
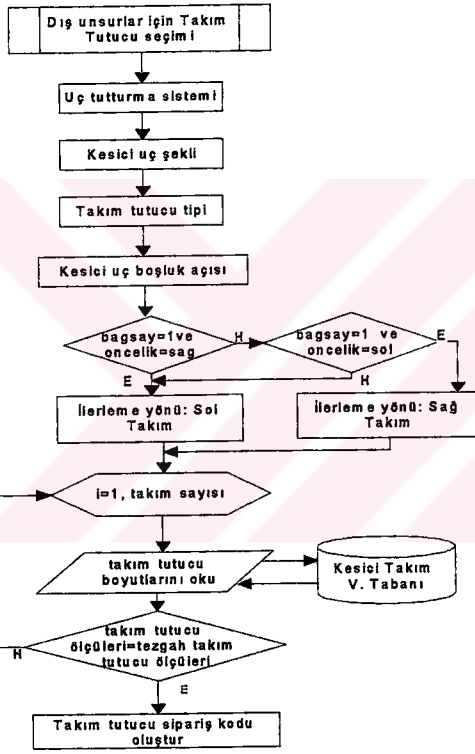
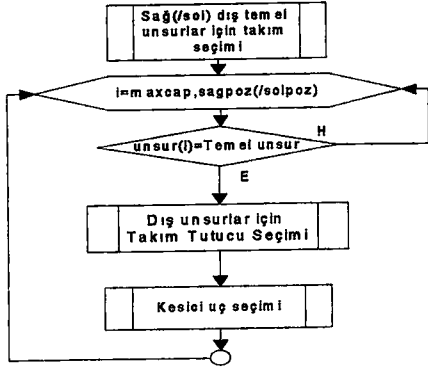
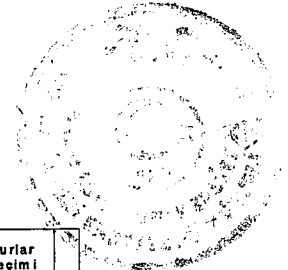
MAXCAP	:iş parçası üzerindeki maksimum çapa sahip unsurun numarası
ICSAG	:sağ iç yüzey bağlama yüzeyi için kullanılan değişken
ICSOL	:sol iç yüzey bağlama yüzeyi için kullanılan değişken
DELİK	:boyuna delik tanımı için kullanılan değişken
DELİK1	:sağkor delik tanımı için kullanılan değişken
DELİK2	:solkör delik tanımı için kullanılan değişken
MINDCAP	:minimum delik çapı için kullanılan değişken
SAGPOZ	:iş parçasının sağ uç unsur numarası
SOLPOZ	:iş parçasının sol uç unsur numarası
SAKABAYU	:sağ bölgede kaba yüzeyden bağlama yüzeyini tanımlamak için kullanılan değişken
SOKABAYU	:sol bölgede kaba yüzeyden bağlama yüzeyini tanımlamak için kullanılan değişken
SAINBAYU	:sağ bölgede ince yüzeyden bağlama yüzeyini tanımlamak için kullanılan değişken
SOINBAYU	:sol bölgede ince yüzeyden bağlama yüzeyini tanımlamak için kullanılan değişken
DECAP	:dış yüzeye komşu delik çapı
C1,C2,C3,C4,C5	:ayna çene açıklığı çapları (minimum ve maksimum)
BAGCAP	:bağlama çapı:
AYNACAP_A1	:ayna kapalı iken çene-a yüzeyinin çapı (minimum)
AYNACAP_C2	:ayna tam açık iken çene-c yüzeyinin çapı (maksimum)
BYU	:iç unsur bağlama yüzeyi
AYNATIP	:iş parçasının dış yüzeyden bağlanacağını ifade etmek için kullanılan değişken
AYNATIP2	:iş parçasının iç yüzeyden bağlanacağını ifade etmek için kullanılan değişken



EK F. OTO-TAK Akış Diyagramı ve Takım Seçim Kuralları

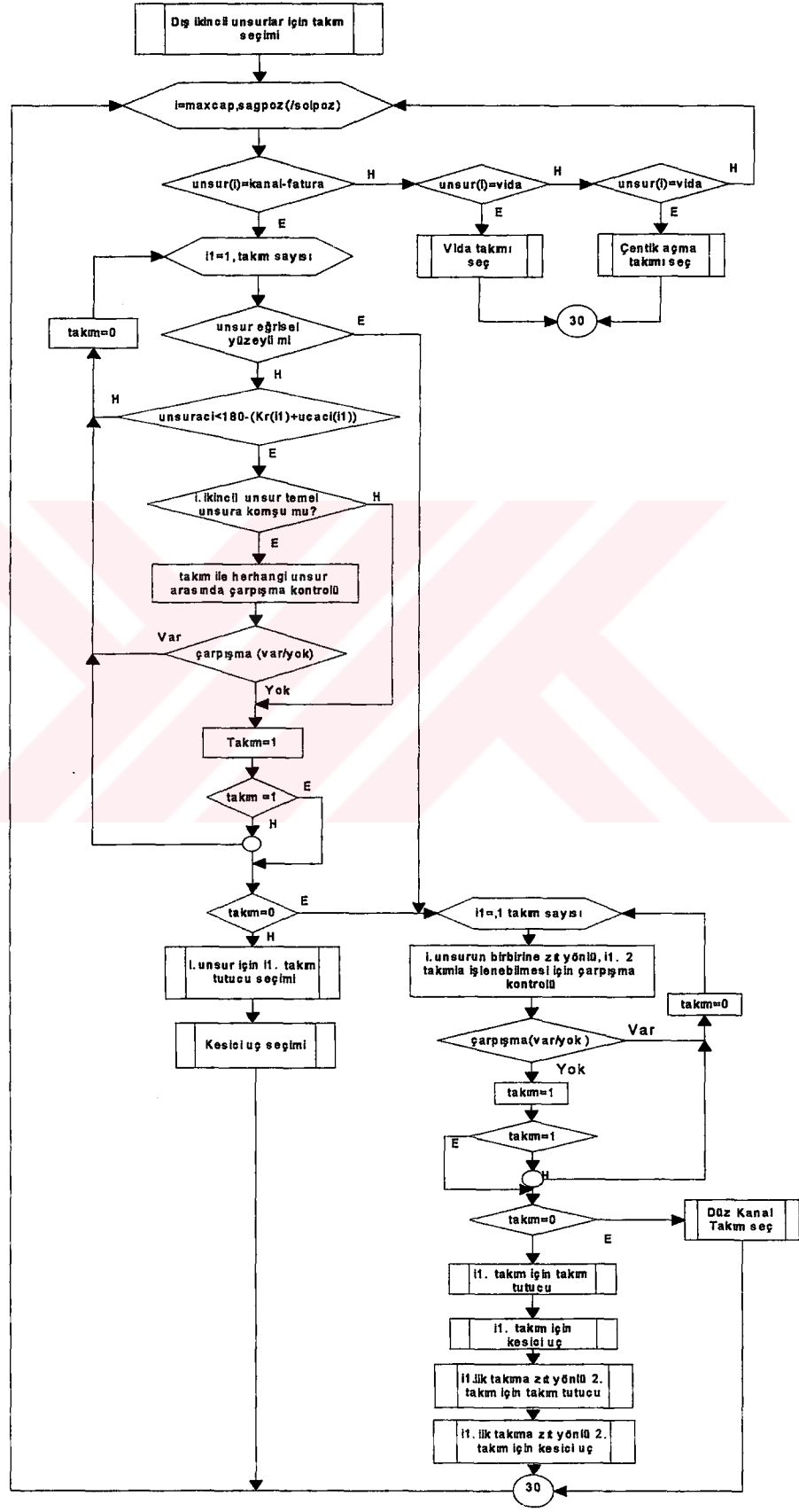


EK F ' nin devamı

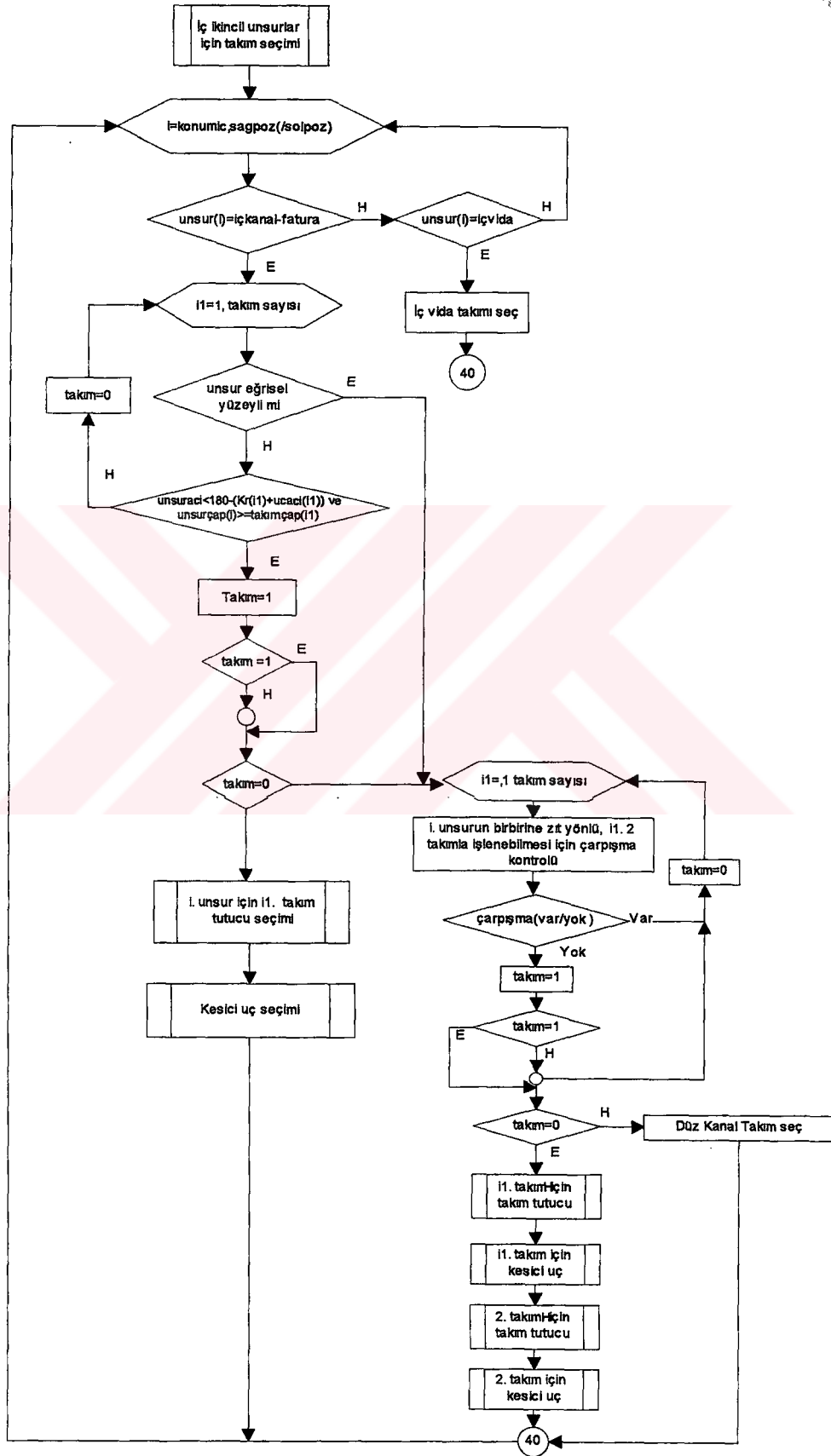




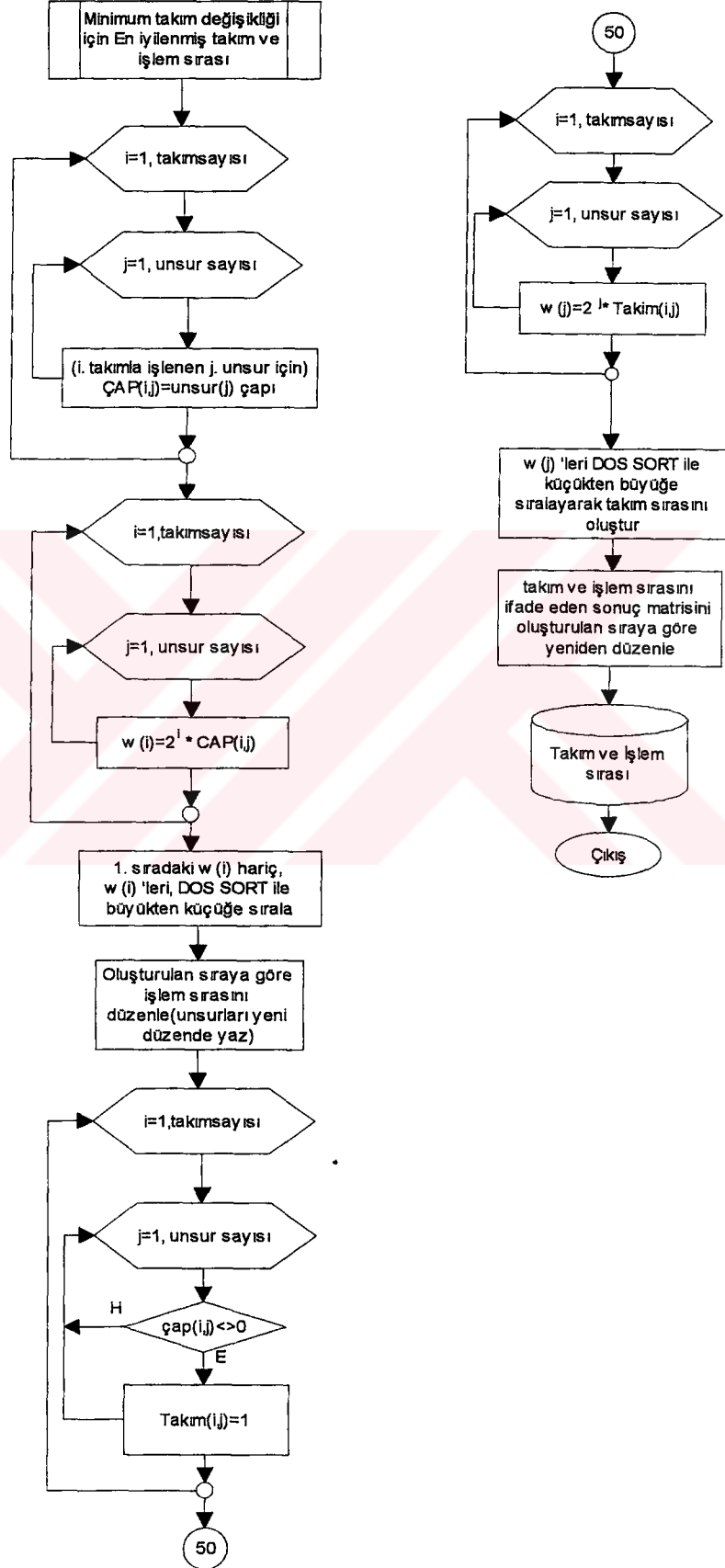
EK F 'nin devamı



EK F 'nin devamı



EK F'nin Devamı





EK F 'nin Devamı (Takım seçiminde kullanılan kural ve kısıtlamalar)

EK G 'de verilen unsur şekilleri aşağıda verildiği şekilde gruplandırılarak takım seçiminde aynı gruptaki unsurlar için mümkünse aynı takımlar seçilmiştir. Grupların oluşturulmasında tek takımla işlenmesi mümkün olabilecek unsurlar ve iki takım veya kanal takımları ile işlenebilecek unsurlar aynı gruplara toplanmıştır.

GRUP A, EK G'de verilen: 5,9,23,24,25,26,27,28,34,55,59 numaralı unsurlardan oluşmuştur.

GRUP B, EK G'de verilen: 6,10,28,29,30,31,35,36,38,40,56 numaralı unsurlardan oluşmuştur.

GRUP C, EK G'de verilen: 53,54,55

GRUP D, EK G'de verilen: 32,33,46

GRUP E, EK G'de verilen: 1,2,3,4,7,8,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,35,37,39,41,42,43,56,57,61,62,63,64,65 numaralı unsurlardan oluşmuştur.

GRUP F, EK... da verilen: 49,51,51 ve 52 numaralı unsurlardan oluşmuştur.

GRUP G, Vida ve çentik açmak için

(Takım seçiminde iç kanal faturalar da dış kanal faturalar ile aynı özelliklere sahiptir. Bu nedenle ayrıca gruplandırma yapılmamıştır. İç unsurlar için, seçim işleminde çap ve takımın işleyebileceği uzunluk kısıtlayıcılar olarak kullanılmıştır.

Eğer Unsur, A veya B gruplarından birinin üyesi ise o takdirde

A-B grup başla

Eğer $(AÇI > 0)$ ve $(AÇI \leq 22.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=60;MTJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 22.01)$ ve $(AÇI \leq 27.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=55;PDJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 27.01)$ ve $(AÇI \leq 44.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=35;MVJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 44.01)$ ve $(AÇI \leq 50.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=35;SVJB takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 50)$ çarpışma kontrolü yaparak iki takım seç;

Eğer iki takım seçimi halinde çarpışma var ise kanal takımı seç;

A grup bitir

Eğer Unsur, C grubu üyesi ise o takdirde

C grup başla

Eğer $(AÇI > 0)$ ve $(AÇI \leq 22.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=60;MTJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 22.01)$ ve $(AÇI \leq 27.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=55;PDJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 27.01)$ ve $(AÇI \leq 44.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=35;MVJN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 44.01)$ ve $(AÇI \leq 50.00)$ ise o takdirde KR:=93;NOSE:=35;SVJB takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 50.01)$ ve $(AÇI \leq 55.00)$ ise o takdirde KR:=60;NOSE:=60;MTENN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 55.01)$ ve $(AÇI \leq 60.00)$ ise o takdirde KR:=63;NOSE:=55;SDNCN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 60.01)$ ve $(AÇI \leq 70.00)$ ise o takdirde KR:=72.5;NOSE:=35;SVVBN takımı seç(1);

Eğer $(AÇI > 70)$ çarpışma kontrolü yaparak iki takım seç;

Eğer iki takım seçimi halinde çarpışma var ise kanal takımı seç;

C grup bitir;

Eğer Unsur, D grubu üyesi ise o takdirde

D grup başla

Eğer $(r \geq 5)$ ve $(\text{unsuraçı} \leq 90)$ ve $(\text{unsuraçı} > 27)$ ise o takdirde

Eğer takım işlenen unsura komşu unsura çarpıyor ise o takdirde SRDCN takımı seç;

Eğer takım işlenen unsura komşu unsura çarpıyor ise o takdirde SRDCR/L takımı seç;

Eğer $(r \geq 5)$ ve $(\text{unsuraçı} \leq 27)$ ise o takdirde SRSCR/L takımı seç;

Eğer $(r \geq 3)$ ve $(r < 5)$ ise o takdirde R/LF151 takımı seç;

C grup bitir;

Eğer Unsur, E grubu üyesi ise o takdirde

E grup başla

MTJN takımı için çarpışma kontrolü;

Eğer çarpışma yok ise o takdirde

Başla

MTJN takımı seç(1); (1. takımın seçimi)

MTJN takımı seç(2); (2. takımın seçimi)

Takım=1;

bitir;



EK F 'nin Devamı

Eğer takım \diamond 1 ise o takdirde

başla

PDJN takımı için çarpışma kontrolü;

Eğer çarpışma yok ise o takdirde

Başla

PDJN takımı seç(1);

PDJN takımı seç(2);

Takım=1;

bitir;

bitir;

Eğer takım \diamond 1 ise o takdirde

başla

MVJN takımı için çarpışma kontrolü;

Eğer çarpışma yok ise o takdirde

başla

MVJN takımı seç(1);

MVJN takımı seç(2);

Takım=1;

bitir;

bitir;

Eğer takım \diamond 1 ise o takdirde

başla

SVJB takımı için çarpışma kontrolü;

eğer çarpışma yok ise o takdirde

başla

SVJB takımı seç(1);

SVJB takımı seç(2);

Takım=1;

bitir;

bitir;

eğer takım \diamond 1 ise o takdirde düzkanal takımı seç;

E grup bitir;

Eğer Unsur, F grubu üyesi ise o takdirde

F grup başla

Eğer (unsurno=57) veya (unsurno=59) ise o takdirde MBS takım seç;

Eğer (unsurno=58) veya (unsurno=60) ise o takdirde

başla

{ Cc: Coromant Capto takım tutucu }

eğer (AÇI>22.00) ve (AÇI<=27.00) ise o takdirde Cc-MTJNR Takım seç;

eğer (AÇI>27.01) ve (AÇI<=30.00) ise o takdirde Cc-PDJNR Takım seç;

eğer (AÇI>30.01) ve (AÇI<=44.00) ise o takdirde Cc-SDJCR Takım seç;

eğer (AÇI>44.01) ve (AÇI<=50.00) ise o takdirde Cc-MVJNR Takım seç;

eğer (AÇI>50.01) ve (AÇI<=60.00) ise o takdirde Cc-SVJBR Takım seç;

eğer (AÇI>60.01) ve (AÇI<=70.00) ise o takdirde Cc-SVNBK Takım seç;

eğer (AÇI>70) ise o takdirde MBS takım seç;

bitir;

F Grup bitir;

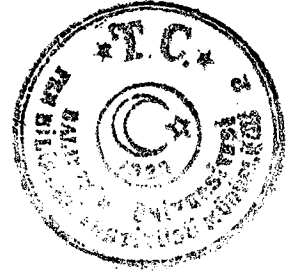
Eğer unsur GRUP G üyesi ise o takdirde

G Grup başla

Eğer unsur=vida ise o takdirde R/L166 Takım seç;

Eğer unsur=çentik ise o takdirde R/LS151 Takım seç;

G Grup bitir;



EK F 'nin Devamı

MATKAP SEÇİMİ İÇİN KURALLAR

uzor:=delme uzunluğu/minimum İÇÇAP(İÇÇAP);

Eğer (İÇÇAP \geq 2.5) ve (İÇÇAP \leq 12) ve (uzor \leq 3) ise o takdirde Coromant Delta-C matkap seç;

Eğer (İÇÇAP \geq 2.5) ve (İÇÇAP \leq 12) ve (uzor \leq 6) ise o takdirde Coromant Delta-S matkap seç;

Eğer (İÇÇAP \geq 9.5) ve (İÇÇAP \leq 30.4) ve (uzor \leq 3.5) ise o takdirde Coromant Delta Matkap seç;

Eğer (İÇÇAP \geq 9.5) ve (İÇÇAP \leq 20) ve (uzor \leq 5) ise o takdirde Coromant Delta Matkap;

Eğer (İÇÇAP \geq 12.7) ve (İÇÇAP \leq 41) ve (uzor \leq 3) ise o takdirde Coromant U Matkap (3d) seç;

Eğer (İÇÇAP \geq 12.7) ve (İÇÇAP \leq 41) ve ((uzor $>$ 3) ve (uzor \leq 4)) ise o takdirde Coromant U Matkap (4d) seç;

İÇ TEMEL UNSURLAR İÇİN TAKIM SEÇİMİNDE KULLANILAN KURALLAR

Eğer (İÇÇAP \geq 13.00) ve (İÇÇAP $<$ 16.00) ise o takdirde SDUCL takımı seç;(KR=93, UC-AÇI=55);

Eğer (İÇÇAP \geq 16.00) ve (İÇÇAP $<$ 18.00) ise o takdirde SCLCL takımı seç;(KR=95, UC-AÇI=80);

Eğer (İÇÇAP \geq 18.00) ve (İÇÇAP $<$ 20.00) ise o takdirde SDUCL takımı seç;(KR=93, UC-AÇI=55);

Eğer (İÇÇAP \geq 20.00) ise o takdirde

Başla

İC-PCLNL takımı seç;(KR=95, UC-AÇI=80);

Eğer ((İÇÇAP \geq 20) ve (İÇÇAP $<$ 32)) ve (işlenen uzunluk $>$ takımın işleyeceği uzunluk) ise o takdirde L571.01C takımı seç ;(uzun delik kateri);

Eğer ((İÇÇAP \geq 32) ve (İÇÇAP $<$ 40)) ve (işlenen uzunluk $>$ takımın işleyeceği uzunluk) ise o takdirde L571.01C takımı seç ;

Eğer (İÇÇAP \geq 40) ve (işlenen uzunluk $>$ takımın işleyeceği uzunluk) ise o takdirde L571.31C takımı seç ;

bitir;

Dış İkinci Unsurlardaki A Grubu Unsurlar için Takım Seçim Kuralları

Eğer (AÇI $>$ 0) VE (AÇI \leq 30.00) VE (İÇÇAP \geq 13.00) VE (İÇÇAP $<$ 22.00) ise o takdirde

Başla İÇ-SDUCL takımı seç;takım=1;bitir;

Eğer (AÇI $>$ 0) VE (AÇI \leq 35.00) VE (İÇÇAP \geq 22.00) ise o takdirde

Başla İÇ-SVQB takımı seç;takım=1;bitir;(kr=107.5, uc acısı=35)

Eğer (AÇI $>$ 35) VE (AÇI \leq 55.00) VE (İÇÇAP \geq 22.00) ise o takdirde

Başla İÇ-SVUB takımı seç;takım=1;bitir;(kr=93, uc acısı=55)

Eğer (AÇI $>$ 0) VE (AÇI \leq 24.00) ve (İÇÇAP \geq 3200) ise o takdirde

Başla İÇ-PTFNL takımı seç;takım=1;bitir;

Eğer (AÇI $>$ 24.01) VE (AÇI \leq 27.00) and (İÇÇAP \geq 3200) ise o takdirde

Başla İÇ-PDUNL takımı seç;takım=1;bitir;

Eğer (AÇI $>$ 0) VE (AÇI \leq 5000) and (İÇÇAP \geq 5000) then

Başla İÇ-MVUN takımı seç; takım=1;bitir;

Eğer (TAKIM $<$ 1) VE (AÇI \leq 30) VE İÇÇAP $>$ 20 ise o takdirde

Başla L571.05C takım seç;takım=1; bitir; (uzun delik kateri)

Eğer takım $<$ 1 ise o takdirde iç düz kanal takımı seç;

Dış İkincil Unsurlardaki B Grubu Unsurlar için Takım Seçim Kuralları;

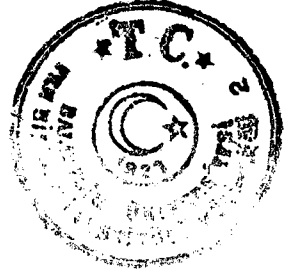
Eğer (AÇI $>$ 0) ve (AÇI \leq 30.00) ve (ıccap \geq 22.00) ise o takdirde

Başla ic-sducl takımı seç;takım=1;bitir;

Eğer (takım $<$ 1) ve (AÇI $>$ 0) ve (AÇI \leq 30.00) ve (ıccap \geq 22.00) ise o takdirde

Başla l571.05C-X takım seç; takım=1; bitir; (uzun delik kateri)

Eğer takım $<$ 1 ise o takdirde iç düz kanal takımı seç;



EK F 'nin Devamı

Dış İkincil Unsurlardaki C Grubu Unsurlar için Takım Seçim Kuralları;

Eğer (açı \leq 60) ve (iççap \geq 22) ise o takdirde

Başla L576.05C takım seç;takım=1; bitir;

Eğer takım \leq 1 ise Başla L AG151 takımı seç; takım=1;bitir;(iç düz kanal takımı);

Eğer takım \leq 1 ise

Başla

L AG551 takımı seç; takım=1;(düz kanal takımı için uzun delik kateri)

bitir;(iç düz kanal takımı seç);

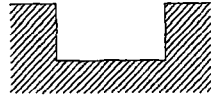
Dış ikincil Unsurlardaki E Grubu Unsurlar için Takım Seçim Kuralları;

Eğer unsur d grubu üyesi ise L AG151 takımı seç;(iç düz kanal takımı)

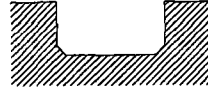
İç Vida Açmak için

Eğer unsur=ic vida ise o takdirde R/L 166.4KF takımı seç;

EK G. Süreç Planlama Sisteminde Tanınan Unsurlara Örnekler



1-KANAL



2-DPAH



3-LARI



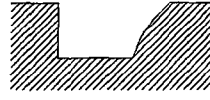
4-LIRA



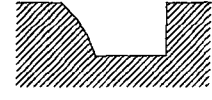
5-LIRK



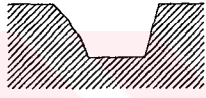
6-LKRI



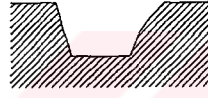
7-LARD



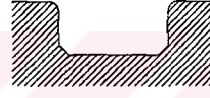
8-LDRA



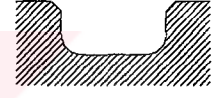
9-LDRK



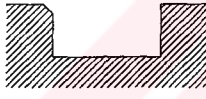
10-LKRD



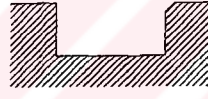
11-UYDP



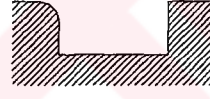
12-UPDY



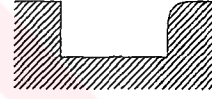
13-LUPDK



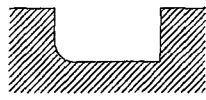
14-RUPDK



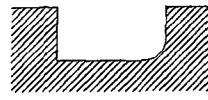
15-LURDK



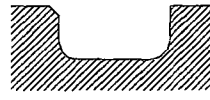
16-RURDK



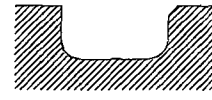
17-LARDKY



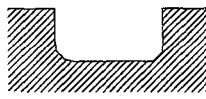
18-RARDKY



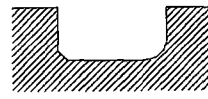
19-LUPDKY



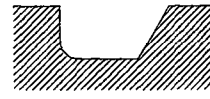
20-RUPDKY



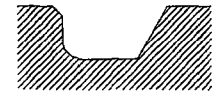
21-LAYRAP



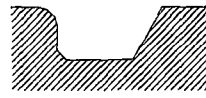
22-LAPRAY



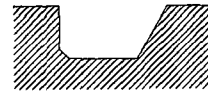
23-LARSAG



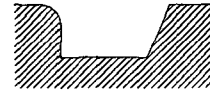
24-UPAYSA



25-URAPSA



26-LAPSAG

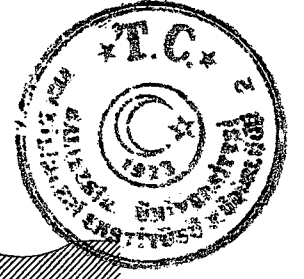


27-URSAG



28-ARSOL

EK G ' nin devamı



29-APSOL



30-ARUPSO



31-APURSO



32-YAYKN



33-IKYAY



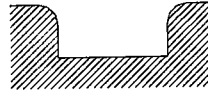
34-SADU



35-SODU



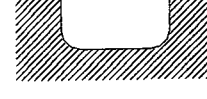
36-URSOL



37-UYUV



38-UPSOL



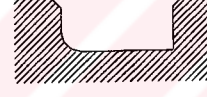
39-DKY



40-SOL



41-RARRUP



42-UPLAR



43-UPRAR



44-UPAR



45-LAPRD



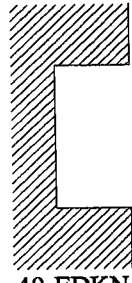
46-YAY



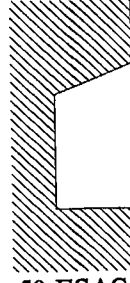
47-SAG



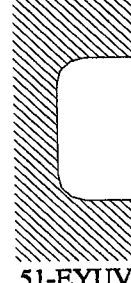
48-DKY



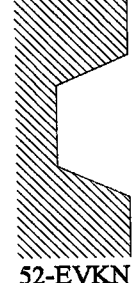
49-EDKN



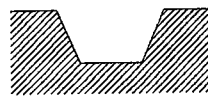
50-ESAG



51-EYUV



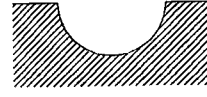
52-EVKN



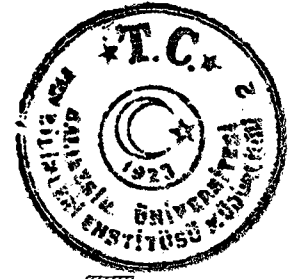
53-VKN



54-UCG



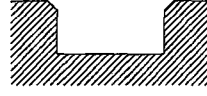
55-YUVR



EK G 'nin devamı



56-LRRAP



57-UPK



58-LDRAP



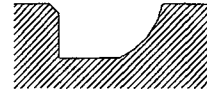
59-ACIV



60-URSAG



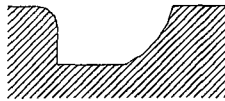
61-LARDP



62-LARIP



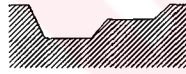
63-LIRAP



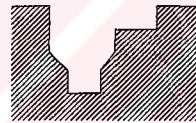
64-LARID



65-LIRAD



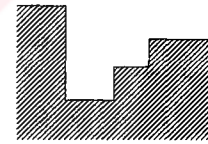
66-İç içe kanal



67-İç içe kanal



68-İç içe kanal



69-İç içe kanal



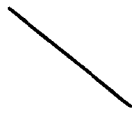
70-İç içe kanal



71-İç içe kanal



72-İç içe kanal



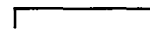
73-SAKNK



74-SOKNK



75-ALIN



76-SSLN



77-ICBKY



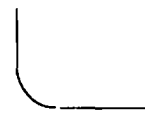
78-DBKYAY



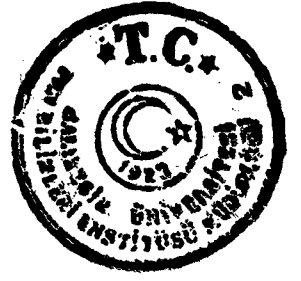
79-PAH



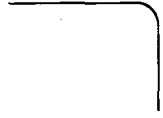
80-DKOSE



81-KRAD



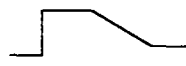
EK G 'nin Devamı



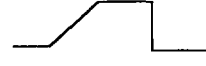
82- KOSED



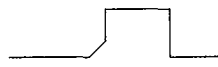
83- IKNL



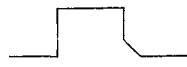
84- ISAG



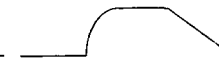
85- ISOL



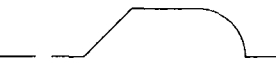
86-ILUPDK



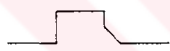
87-IRURDY



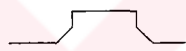
88-ILIRK



89-ILKRI



90-IRURDK



91-IUPK



92-IUYUV

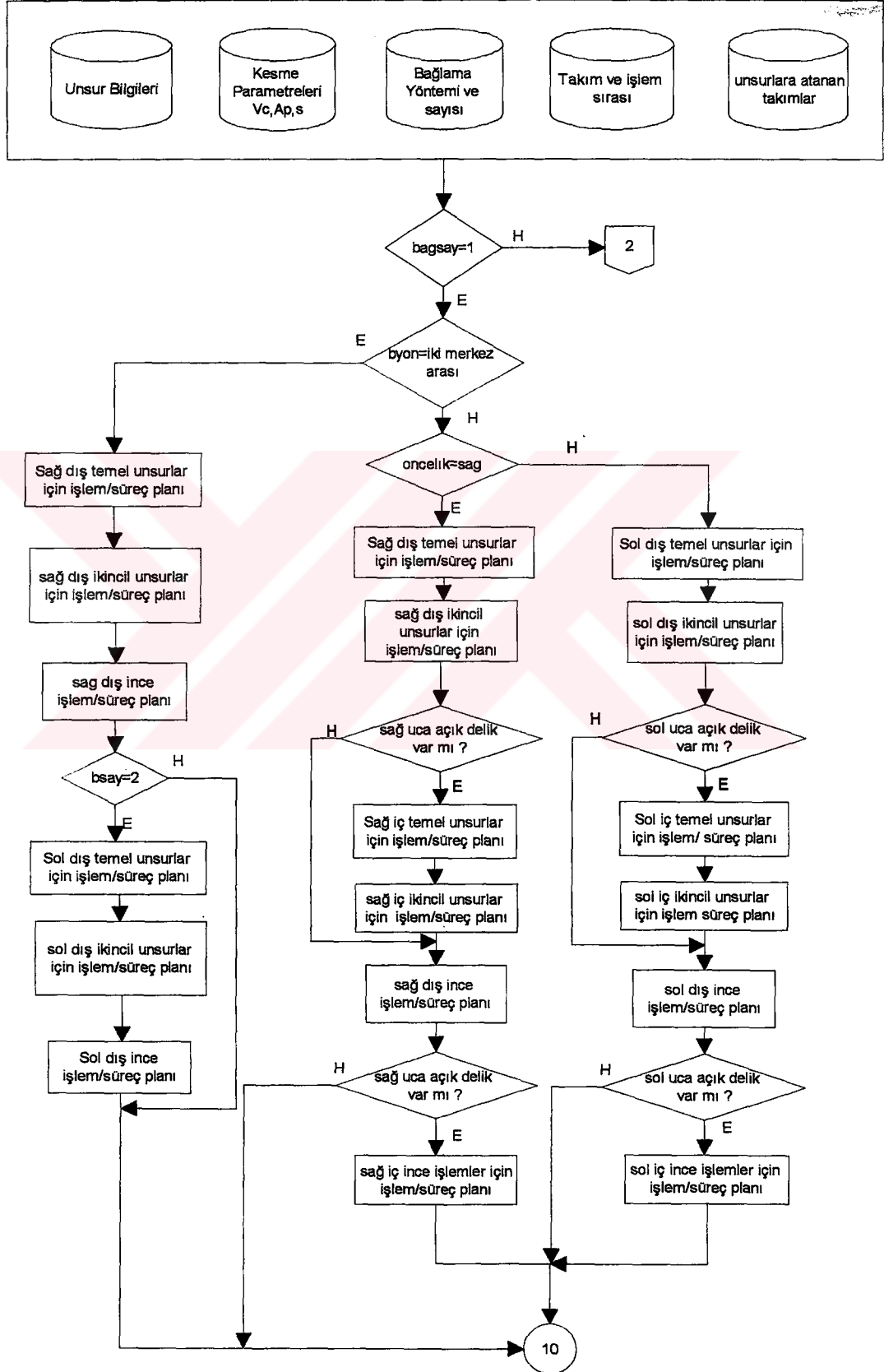


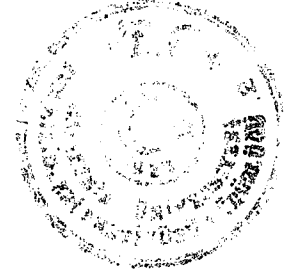
93-ILDRK



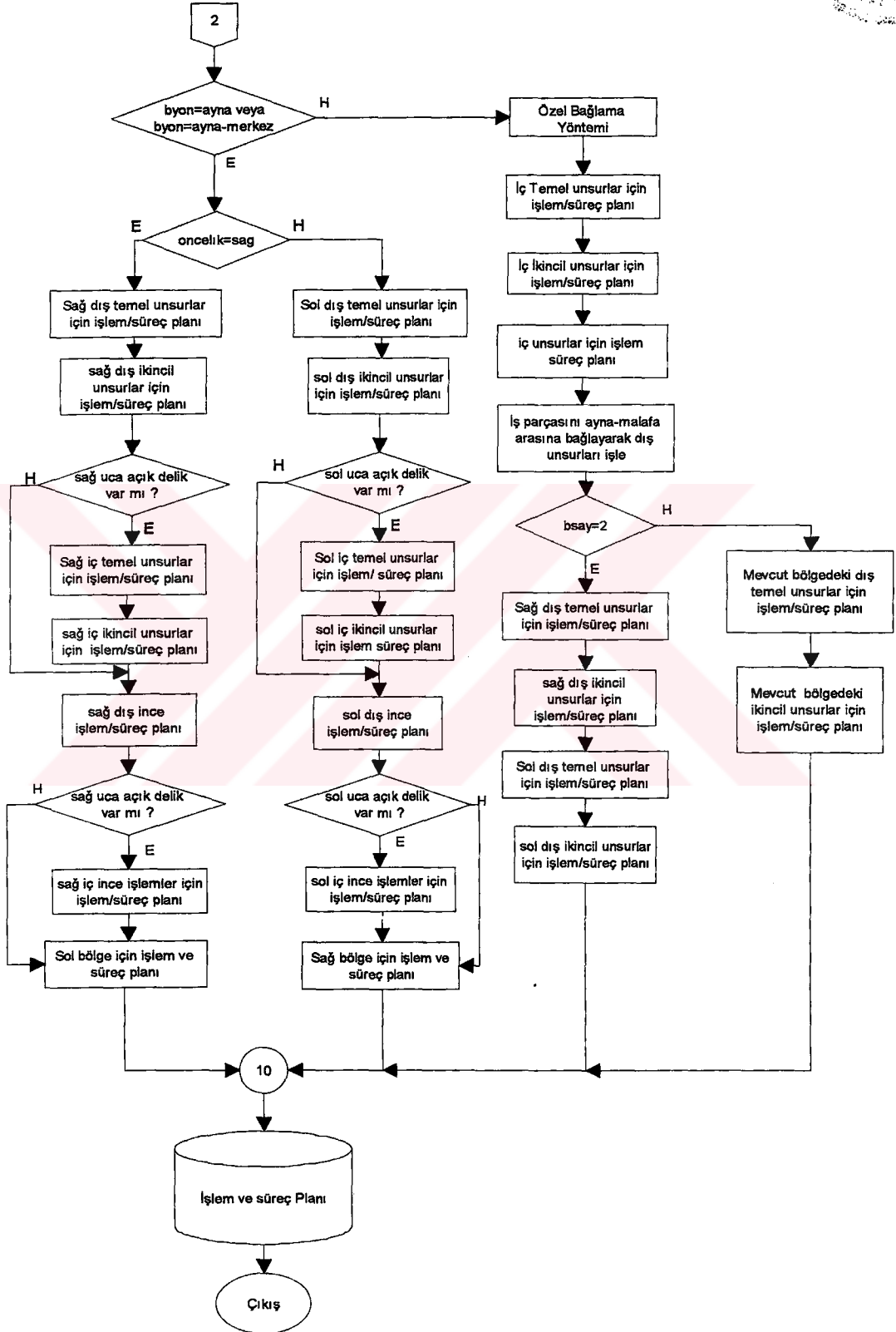
94-ILKRD

EK H İşlem Planlama ve Süreç Planı için Karar Mantığı ve Kurallar

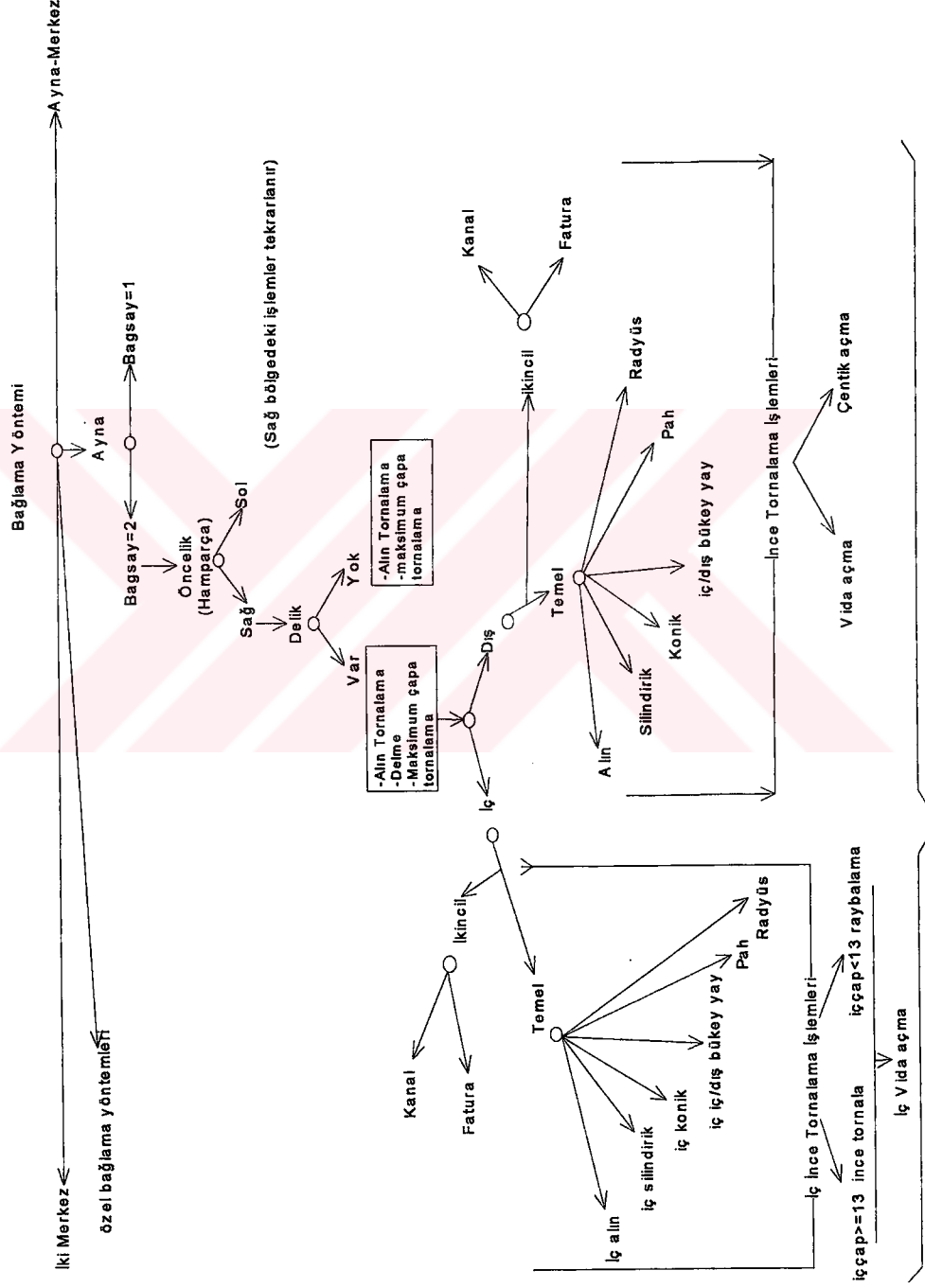




EK H'nin Devamı



EK H'nin Devamı



İki bölgeye sahip bir iş parçasının sağ bölgesi üzerindeki unsurlarını elde edilmesinde kullanılan karar ağacı





EK H ' nin Devamı

eğer (iş parçası '2. bağlama iç yüzeyden bağlanıyor ') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

eğer öncelik='sağ' ise o takdirde

başla

1. bağlama için;

sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağ iç temel unsurları işle; sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala;
delik var ise delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

2. bağlama için;

sol alın tornala; delik var ve önceki bağlamada delinmemiş ise delme yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;
sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
delik var ise sol iç unsurları ince tornala;

bitir;

eğer öncelik='sol' ise o takdirde

başla

1. bağlama için

sol alın tornala; delik var ise delme yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
sol iç unsurları ince tornala;

2. bağlama için

sağ alın tornala; delik varsa ve 1. bağlamada açılmamış ise delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala;
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

bitir;

bitir

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve (öncelik='sol') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

Sol alın tornala;
delik varsa delme işlemi yap
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
sol iç unsurları ince tornala;
iş parçasını kes;

bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve (öncelik='sağ') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

Sağ alın tornala; sağda delik varsa delme işlemi yap;
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala



EK H 'nin Devamı

delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;
iş parçasını kes;
bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sağ') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

Alın Tornala; Delik varsa delme yap yoksa Merkez deliği aç;
İş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
Sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
Sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;
İş parçasını kes;
bitir;

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sağ') ve (Bölge sayısı=2) ise o takdirde

başla

1. bağlama için

sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap yoksa Merkez deliği aç;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

2. bağlama için bağlama yöntemi ayna-punta ise sol alın tornala; delik var ise delme yap yoksa Merkez deliği aç

2. bağlama için bağlama yöntemi ayna ise sol alın tornala ;delik var ise delme yap hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
delik var ise sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
delik var ise sol iç unsurları ince tornala;
bitir

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sol') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

Alın tornala; delik var ise delme yap yoksa Merkez deliği aç
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
delik var ise sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
delik var ise sol iç unsurları ince tornala;
bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve (öncelik='sağ') ve (Bölge sayısı=1) ise o takdirde

başla

Alın tornala
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala



EK H 'nin Devamı

delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;
bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='iki merkez arasında') ve (bölge sayısı=1) ve (öncelik='sağ') ise o takdirde

başla

Alın tornala; Merkezleme deliklerini aç;
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala

bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='iki merkez arasında') ve (bölge sayısı=1) ve (öncelik='sol') ise o takdirde

başla

Alın tornala; Merkezleme deliklerini aç;
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;

bitir;

eğer (bağlama sayısı=1) ve (bağlama yöntemi='iki merkez arasında') ve (Bölge sayısı=2) ise o takdirde

başla

Alın tornala; Merkezleme deliklerini aç;
iş parçasını maksimum çap uzunluk değerine göre kaba boyutlara tornala;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;

bitir;

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sağ') ve (Bölge sayısı=2) ise o takdirde

başla

sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap yoksa Merkez deliği aç;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

2. bağlamda bağlama yöntemi ayna-punta ise sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap yoksa Merkez deliği aç;

2. bağlamda bağlama yöntemi ayna ise sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap

hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
delik varsa sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
delik varsa sol iç unsurları ince tornala;

bitir

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sol') ve (Bölge sayısı=2) ise o takdirde

başla

Bir önceki durumda yapılan işlemlerin tersi;

bitir



EK H 'nin Devamı

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sol') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde başla

sol alın tornala; delik var ise delme yap yoksa Merkez deliği aç;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
sol iç unsurları ince tornala;

2. bağlama Ayna-punta ise sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap; yoksa Merkez deliği aç;

2. bağlama Ayna ise sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

bitir

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna-punta') ve (öncelik='sağ') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde başla

Bir önceki durumda yapılan işlemlerin tersi;
bitir

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve (öncelik='sağ') ve (bölge sayısı=2) ise o takdirde başla

1. bağlama için
sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

2. Bağlama Ayna Merkez ise alın tornala; delik varsa delme yap yoksa Merkez deliği aç;

2. Bağlama Ayna ise alın tornala; delik varsa delme yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
delik varsa sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
sol iç unsurları ince tornala;

bitir

eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve (öncelik='sol') ve (bölge sayısı=2) ise o takdirde başla

1. Bağlama için
sol alın tornala; delik var ise delme yap; hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
delik varsa sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;
delik varsa sol iç unsurları ince tornala;

2. Bağlama Ayna Merkez ise alın tornala; delik varsa delme yap yoksa Merkez deliği aç;

2. Bağlama Ayna ise alın tornala; delik varsa delme yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;



EK H 'nin Devamı

sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;
bitir

**eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve
(öncelik='sağ') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde
başla**

sağ alın tornala; delik varsa delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağda delik varsa sağ iç temel unsurları ve sonra sağ iç ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
delik varsa sağ iç unsurları ince tornala;

2. Bağlama Ayna Merkez ise alın tornala; delik varsa delme yap yoksa Merkez deliği aç;

2. Bağlama Ayna ise alın tornala; delik varsa delme yap;

sol alın tornala; delik var ise delme yap; hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala
delik varsa sol iç temel unsurları işle; sol iç ikincil unsurları işle; sol dış bölge ince tornalama;
delik varsa sol iç unsurları ince tornala;

bitir

**eğer (bağlama sayısı=2) ve (bağlama yöntemi='ayna') ve
(öncelik='sol') ve (bölge sayısı=1) ise o takdirde
başla**

Bir önceki yöntemin tersi uygulanır.

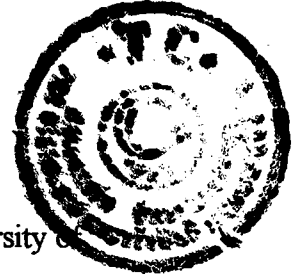
bitir

**eğer (bağlama yöntemi='ayna' veya ayna-punta) ve (özel='önce iç yüzey') ve (ikinci bağlama
özel yöntem) ise o takdirde**

başla

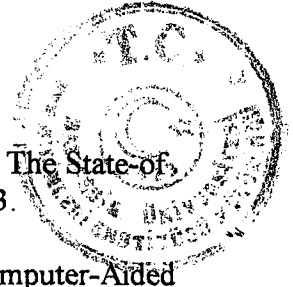
alın yüzeyleri tornala; delme işlemi yap;
hamparçayı iş parçasının maksimum çapına tornala;;
iç temel unsurları ve sonra iç ikincil unsurları işle;
iç unsurları ince tornala;
{Özel bağlama yöntemini kullanarak}
sağ dış temel unsurları işle; sağ dış ikincil unsurları işle;
sağ dış unsurları ince tornala
sol temel unsurları işle; sol ikincil unsurları işle;
sol dış bölge ince tornalama;

bitir



KAYNAKÇA

- [1] SÖNMEZ, A.İ., Principles of Production Engineering, University of Gaziantep, Gaziantep, (1996), 94.
- [2] KILINÇ, İ., ANLAĞAN, Ö., "Bilgisayar Tümüleşik Üretim Sisteminin Kurulması için Bir Algoritma", 5. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, ODTÜ-ANKARA, (1992),1.
- [3] SSEMAKULA, M.E., "Process Planning System in the CIM Environment", *Computer Ind. Engrn.*, V. 19, nos.1-4, (1990) 452.
- [4] ANLAĞAN, Ö., KILINÇ, İ., "Bilgisayar Tümüleşik Üretim", *Mühendis ve Makina*, Cilt.33, Sayı.384, (1992) 14.
- [5] FARAG, M.M., Selection of Materials and Manufacturing Processes for Engineering Design, Prentice Hall, UK, (1989), 316.
- [6] YOSHIKAWA, H., ANDO, K., "Intelligent CAD in Manufacturing", *CIRP Annals*, V.36/1, (1987) 77
- [7] JOSHI, S., VISSA, N.N., CHANG, T.C., "Expert Process Planning System with Solid Model Interface", *Int. J. Prod.Res*, Vol. 26/5, 5, (1988) 863.
- [8] CHANG, T.C., WYSK, R.A., WANG.H., Computer Aided Manufacturing, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey, (1991).
- [9] CHANG, T.C., WYSK, R.A., An Introduction to Automated Process Planning Systems, Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey, (1985).
- [10] KIM, I.H., CHO, K.K., "An Integration of Feature Recognition and Process Planning Functions for Turning Operation", *Computers ind. Engng.*, Vol. 27, Nos.1-4, (1994) 107.
- [11] IŞIK, İ., "Entegre Üretimde Bilgisayar Destekli Süreç Planlama", *Mühendis ve Makina*, Cilt.33, Sayı.395, (1992), 16
- [12] DEGARMO, E.P., BLACK, J.T., KOSHER, R.A., Materials and Processes in Manufacturing, Macmillan Publishing Company, New York, (1988), 21.
- [13] SIGNH, N., System Approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing, John Wiley&Sons Inc., New York, (1996).
- [14] AZARI, M., IIPPS, An Integrated and Interactive Process Planning System Based on Product Model and AI, Licentiate Thesis, Stockholm, (1990).



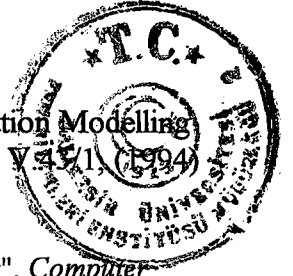
- [15] ALTING, L., ZHANG, H., "Computer Aided Process Planning: The State-of-the-Art Survey", *Int. J. Prod.Res.*, Vol. 27, No.4, (1989) 553.
- [16] IŞIK, İ., "Automated Feature Ordering for Generative Computer-Aided Process Planning of Rotational Components", M.Sc. Thesis, University of Bath, Bath, (1989).
- [17] STEUDEL, H.J., "Computer Aided Process Planning: Past, Present and Future", *Int. J. Prod.Res.*, Vol. 22, No.2, (1984) 253.
- [18] JURI, A. H., Reasoning About Machining Operations for Rotational Parts Using Feature-Based Models, Ph.D. Thesis, University of Leeds, Leeds, (1988).
- [19] FURTH, I.B., Automated Process Planning, Computer Integrated Manufacturing, Current Status and Challenges, Vol F49, Nato ASI Series, (1988).
- [20] LEE, I.B.H, LIM, B.S., NEE, A. Y., "Knowledge-Based Process Planning System for the Manufacture of Progressive Dies", *Int.J.Prod. Res.*, Vol. 31, No.2, (1993) 251.
- [21] Planning and Programming the Introduction of CAD/CAM Systems, United Nations Industrial, Vienna, (1990), 100.
- [22] PANDE, S.S., PALSULE, N.H., "GCAPPS - A Computer Assisted Generative Process Planning System for Turned Components", *Computer Aided Engineering J.*, (Aug. 1988) 163.
- [23] BOER ve ç.a., "A CAPP/CAM Expert System for a High Productivity, High Flexibility CNC Turning Center", *CIRP Annals*, V.39/1, (1990) 481.
- [24] KRITSIS, D., "A Review of Knowledge-Based Expert Systems for Process Planning Methods and Problems", *Int.J.Adv.Manuf.Technol.* Vol.10, (1995), 240.
- [25] GROOVER, M., Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall, New Jersey, (1987).
- [26] AMSTEAD, B.H., OSTWALD, P.F., BEGEMAN, M.L., Manufacturing Processes, John Wiley & Sons. Inc., New York, (1987).
- [27] TOKUROĞLU. N.T., ANLAĞAN. Ö., "Talaşlı Üretimde İşlenebilirlik Kavramı ve Tornalama işlemleri için İşlenebilirlik Veri Tabanı Uygulaması", *Mühendis ve Makina*, Cilt.34, Sayı.398, (1993) 7.
- [28] AKKURT, M., Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, İstanbul, (1992).



- [29] DROZDA. T.J., WICK C., Tool and Manufacturing Engineers Handbook, Society of Manufacturing Engineers, Michigan, (1987).
- [30] ARSECULARATNE, J.A., ve ç.a. "Optimum Cutting Conditions for Turned Components", *Proc. Instn. Engrs.* Vol.206, (1992) 15.
- [31] ÇAKIR, C., GERGER, N., ORAL, A., "Tornalama İşlemlerinde İşlenebilirlik Verilerinin Bilgisayar Desteği ile Belirlenmesi", III. Balıkesir Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, Balıkesir, (1995).
- [32] EL-MIDANY, T.T, DAVIES, B.J, "AUTOCAP-A Dialogue System For Planning the Sequence of Operations for Turning Components", *Int. J. Mach. Tool Des.*, V.21, No.3/4, (1981) 175.
- [33] OKURE. E., Development of a Software Process Planning Package for Rotational Part, Ms. Thesis, METU, Ankara, (1986).
- [34] Jia-MING, V.P., CHEN, Y.W., "A Mini CIM System for Turning", *CIRP Annals*, V.36/1, (1987),
- [35] HINDUJA, S., ve ç.a., "Calculation of Optimum Cutting Conditions for Turning Operations", *Proc Instn Mech Engrs*, V.199,B2, (1985) 81.
- [36] CHEN, S.J., HINDUJA, S., BARROW, G., "Automatic Tool Selection for Rough Turning Operations", *Int. J. Mach. Tools Manufact.*, V.29, No.4, (1989) 535
- [37] MAROPOULOS, P.G., HINDUJA, S., "Automatic Tool Selection for Rough Turning", *Int. J. Prod. Res.*, V.29, No.6, (1991) 1185.
- [38] Turning Guide, Sandvik Coromant, Sweden 1985
- [39] SAYGIN. C., A Rule Based Approach in Sequencing Machining Operations for Rotational Components, M.Sc. Thesis, METU, Ankara, (1992).
- [40] AKKURT, M., MESTÇİ, H., " Bilgisayar Yardımıyla Tornalama İşleminde Talaş Kaldırma Faktörlerinin Optimizasyonu", 5. Ulusal Makina Tasarımı ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, (1992) 113.
- [41] TOKUROĞLU, N.T., ANLAĞAN, Ö., "TurnBase 1.0: Tornalama İşlemleri için Hazırlanan Genel Amaçlı Bir İşlenebilirlik Veritabanı Sistemi Yazılımının Tanıtımı ve Gösterimi", 5. Ulusal Makina Tasarımı ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, (1992) 103.
- [42] FENTON, R.G., GAGNON, M.F.J., "Computer Aided Tool Material Selection for Metal Cutting Operations", *CIRP Annals*, V.42/1, (1993) 565.



- [43] GUPTA, R., BATRA, J.L., LAL, G.K., " Profit Rate Maximization in Multipass Turning with Constraints: a Geometric Programming Approach", *Int. J. Prod. Res.*, V.31, No.2, (1994) 1557.
- [44] Metals Handbooks - Machining, 8th Editions, V.3, American Society for Metals, 1980.
- [45] FİLİZ, İ.H., ve ç.a., "Bilgisayar Yardımıyla CNC Tornalama İşlemlerinde Kesme Parametrelerinin Eniyilenmesi", *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, Cilt.3, Sayı.2, (1996) 66.
- [46] HOUTEN, M.V., "Strategy in Generative Planning of Turning Processes", *CIRP Annals*, V.35/1, (1986) 331.
- [47] GIUSTI, F., SANTOCHI, M., "COATS: An Expert Module for Optimal Tool Selection", *CIRP Annals*, V.35/1, (1986) 337.
- [48] MATHIEU, L., BOURDET, P., "Tool Automatic Choice- A Step to Elaborate Automatically Process Planning", *CIRP Annals*, V.36/1, (1987) 347.
- [49] CHEN, S.C., HINDUJA, S., "Checking for Tool Collisions in Turning", *Computer Aided Design*, V.20, No.5, (1988) 281.
- [50] PANDE, S.S., PRABHU, B.S., "An Expert System for Automatic Extraction of Machining Features and Tooling Selection for Automats", *Computer Aided Engineering Journal*, (August,1990) 99.
- [51] DOMAZET, D., "The Automatic Tool Selection with the Production Rules Matrix Method", *CIRP Annals*, V.39/1, (1990) 497.
- [52] MAROPOULOS, P.G., HINDUJA, S., "Automatic Tool Selection for Finish Turning", *Proc Instn Mech. Engrs.*, V.204, (1990) 43.
- [53] PLUMMER, J.C.S., HANNAM, R.G., "Design for Manufacture Using a CAD/CAM system-a Metodology for Turned Parts", *Proc. Instn. Mech. Engrs*, Vol.197 B, (1983) 187.
- [54] HINDUJA, S., BARROW, G., "SITS-A Semi Intelligent Tool Selection System for Turned Components", *CIRP Annals*, V.42/1, (1993) 535.
- [55] ABDOU, G., CHENG, R., "TVCAPP, Tolerance Verification in Computer-Aided Process Planning", *Int. J. Prod. Res.*, V.31, No.2, (1993) 393.
- [56] ASHRAF,N., ANLAĞAN, Ö., "Automatic Tool Selection for Rotational Parts", 6th International Machine Design and Production Conference, METU, Ankara, (1994) 255.



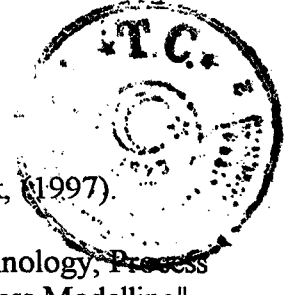
- [57] EWERSHEIM, W., LENHART, M. ve KATZY, B., "Information Modelling for Technology-Oriented Tool Selection", *CIRP Annals*, V.42/1, (1994) 429.
- [58] YEO, S.H., "Knowledge Based Feature Recognizer for Machining", *Computer Integrated Manufacturing Systems*, V.7, No.1, (1994) 29.
- [59] PANDE, S.S., DESAI, V.S., "Expert CAPP System for Single Spindle Automats", *Int. J. Prod. Res.*, V.33, No.3, (1995) 819.
- [60] ZHANG, J.H., HINDUJA, S., "Determination of The Optimum Tool Set for A Given Batch of Turned Components", *CIRP Annals*, Vol.44, No.1,(1995) 445.
- [61] GIUSTI, F., SANTOCHI, M., "KAPLAN: a Knowledge Based Approach to Process Planning of Rotational Parts", *CIRP Annals*, V.38/1, (1989).481.
- [62] HINDUJA, S., HUANG, H., "Automatic Determination of Work Holding Parameters for Turned Components", *Proc. Instn. Mech. Engrs.*, Vol.203, (1989) 101.
- [63] KAYACAN, C., "Computer Aided Process Planning System for Rotational Parts", Ph.D. Thesis, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, (1995).
- [64] ÇAKIR, M.C., ORAL, A., "Tornalama İşlemlerinde İş Parçası Bağlama Yönteminin Bilgisayar Desteği ile Belirlenmesi", 7. Uluslararası Makina Tasarımı ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, (1996) 445.
- [65] KAYACAN, C., FİLİZ, İ.H., "Tornalama İşlemleri için İşlem Sırası Optimizasyonu", 7. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, (1996) 475.
- [66] ZHANG, S., GAO. W.D., "TOJICAP- A System of Computer Aided Process Planning System for Rotational Parts" *CIRP Annals*, V.35, No.1,(1984), 299.
- [67] SSEMAKULA, M.E., RANGACHAR, R.M, "The Prospects of Process Sequence Optimization in CAPP Systems", *Computers Ind. Engng*, V.16, No.1, (1989) 161.
- [68] AKKURT, M., SEVİNÇ, A., "Bilgisayar Yardımlı Proses Planlama", 4. Ulusal Makina Tasarımı ve İmalat Kongresi, ODTÜ, ANKARA, (1990) 133.
- [69] HINDUJA, S., HUANG, H., "OP-PLAN: an Automated Operation Planning System for Turned Components", *Proc. Instn. Mech. Engrs.*, V.203, Part B, (1989) 145.



- [70] JURI, A.H., SAIA, A., DE PENNINGTON, A., "Reasoning about Machining Operations Using Feature-Based Models", *Int. J. Prod. Res.*, V.28, No.1, (1990) 153.
- [71] IŞIK, İ., MILEHAM, A.R., "Automated Feature Ordering for Generative Process Planning Systems", *Expert Sytem*, V.9, No.2, (1992) 89.
- [72] KORDE, U.P., BORA, B.C., STELSON, K.A., RILEY, D.R., "Computer Aided Process Planning for Turned Parts Using Fundamental and Heuristic Principles", *Transactions of ASME Journal of Engineering for Industry*, V.114, (1992) 31.
- [73] FİLİZ, İ.H., ve ç.a, "Dönel İş Parçalarının Bilgisayar Destekli Tasarımı ve İşlem Sırası Planlaması", 6. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, Trabzon, (1993), 279.
- [74] ÇAKIR, M.C., ORAL, A., "Dönel İş Parçalarının İmali için Bilgisayar Destekli İşlem Sıralama", 7. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, (1996) 465.
- [75] KURTOĞLU, A., "CAD ile CAM Arasında Önemli Halka", The Royal Institute of Technology, Sanayide Bilgisayar Kullanımı ve Otomasyon, İTÜ.İşletme Fak. End. Müh. Böl., (1991), 39.
- [76] REMBOLD, U., DILLMANN, R., "Computer Aided Design and Manufacturing", Second Edition, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 1986
- [77] GUPTA, T., GHOSH, B.K., "A Survey of Expert Systems in Manufacturing and Process Planning", *Computers in Industry*, V.11, (1988) 195.
- [78] KUSIAK, A., *Intelligent Manufacturing Systems*, Prentice Hall International Editions, USA, (1990) 146.
- [79] MOULESWARAN, C.B., FICHER, H.G., "A Knowledge-Based Environment for Process Planning", Proc. 1st Conf. On Applications of AI to Engineering Problems, Southampton, England, (1986) 1013.
- [80] KOCHAN, D., *CAM- Developments in Computer-Integrated Manufacturing*, Springer Verlag Berlin, (1986), 147.
- [81] CHO, K.K., LEE, S.H., AHN, J.H., "Development of Integrated Process Planning and Monitoring System for Turning Operation", *CIRP Annals*, V.40/1, (1991) 423.
- [82] GROOVER, M.M., ZIMMERS, E.W., *CAD/CAM: A Computer Aided Design and Manufacturing*, Prentice-Hall International Editions, (1984).



- [83] Modern Metal Cutting, a Practical Handbook, Sandvik Coromant, Sweden (1994).
- [84] Machining Data Handbook, 3th Edition, Machinability Data Center, USA, 1980.
- [85] AKKURT, M., "Takım Tezgahları, Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Teknolojisi", Birsen Yayınevi, İstanbul, (1985).
- [86] COROKEY, Sandvik Coromant, 1985
- [87] ASLAN, E., "BSD (CNC) Programlama Esasları ve Uygulamaları", 72 TDFO Ltd.Şti, Kırıkkale, (1995)
- [88] Borland Pascal Programming Guide, Borland International. Inc, (1992)
- [89] Borland Pascal Language Guide, Borland International. Inc, (1992)
- [90] Sandvik Turning Tools, Sandvik Coromant, Sweden, 1994.
- [91] Sandvik Turning Tools, Sandvik Coromant, Sweden, 1995
- [92] SSEMAKULA, M.E., CLOYD, W.J., "Functional Specification of a Dynamic Process Planning System", *Computers ind. Engng.*, Vol. 27, Nos. 1-4, (1994) 99.
- [93] WANG, H.P., WYSK, R.A., "A Knowledge-Based Approach for Automated Process Planning", *Int. J. Prod. Res.*, Vol.26, No.6, (1988) 999.
- [94] İNCEOĞLU, S., " Dönel Parçalardaki Unsurların Belirlenmesi için Etkileşimli Bir Sistemin Geliştirilmesi", U.U. Bitirme Tezi,(1996).
- [95] ELMARAGHY, H.A., "Evolution and Future Perspectives of CAPP", *CIRP Annals*, V.42/2, (1993) 739.
- [96] DÜZGÜN, D., "Uygulanmış Makina Elemanları Dizayn-Konstrüksiyon", TSE Dizayn Merkezi, ANKARA, (1994) 25.
- [97] Çev. KULAKSIZ, Ö., Editör: GÜLESİN, M., BORAN, K., "Metal Mesleğinde Tablolar", Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, (1995)
- [98] KITAGAWA IRON Works Co. Ltd. Catalogue, Japan, 1995
- [99] Tezsan CNC Torna Tezgahları Katalogları, Çayırova
- [100] Tutaş Ürün Kataloğu, Konya
- [101] Technical Information and Service Instructions Kosta Face Drivers, Sandvik Coromant, Sweden, (1985)



- [102] ÇAKIR, M.C., "Modern Talaşlı İmalat Yöntemleri", Basılacak, (1997).
- [103] MAROPOULOS, P.G., "Review of Research in Tooling Technology, Process Modelling and Process Planning Part I: Tooling and Process Modelling", *Comp. Int. Manuf. Tech. Systems*, V.8, No.1, (1995) 5.
- [104] Sandvik Rotating Tools, Sandvik Coromant, Sweden, 1995
- [105] TÖREDİ, N., "Kişisel Görüşme", SKT, Bursa, 1995, 1996
- [106] PUZTAI, J., SAVA, M., Computer Numerical Control, Prentice Hall, INC., Englewood Cliffs, New Jersey, 1983

