

CNC PROGRAMLAMA DİLİNDE SILUET
PROGRAMLAMA YAZILIMININ GETİRDİĞİ
FAYDALARIN ARAŞTIRILMASI

Ramazan ÜZER

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

Yüksek Lisans Tezi
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
1992

CNC PROGRAMLAMA DİLİNDE SİLÜET PROGRAMLAMA
YAZILIMININ GETİRDİĞİ FAYDALARIN ARAŞTIRILMASI

Ramazan ÖZER

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Konstrüksiyon ve İmalat Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cengiz MALKOÇ

Eylül 1992

RAMAZAN ÖZER 'in "YÜKSEK LİSANS " tezi olarak hazırladığı
"CNC PROGRAMLAMA DİLİNDE SİLÜET PROGRAMLAMA YAZILIMININ
GETİRDİĞİ FAYDALARIN ARAŞTIRILMASI " başlıklı bu çalışma ,
jürimizce lisansüstü yönetmenliğinin ilgili maddeleri
uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.22.1.12.1.1982

Üye: Prof.Dr. Dattel KUŞHAN

Üye: Doç.Dr. Soner ALANYALI

Üye: Yrd.Doç.Dr. Cengiz MALKOÇ
(Denişman)

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu 'nun
10.1.1982 gün ve 331/4 sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA
Enstitü Müdürü

ÖZET

CNC takım tezgahları son yıllarda endüstrinin vazgeçilmez unsurları olmuşlardır. Özellikle imalatta son derece hassas ve kaliteli üretimin gerçekleştirilmesi bilgisayarlı nümerik kontrollü tezgahların önemini artırmakta olup, tezgahlar sürekli yeni teknolojilerle donatılmaktadır.

Bu çalışmada amaç, CNC torna tezgahında üretimin kısa sürede gerçekleştirilmesi için uygulanan programlama yöntemlerini denemek, siluet programlama yöntemiyle üretimi yapılacak işparçalarının boyu, parça sayısı ve malzeme cinsini belirlemektir.

Çalışmada, CNC torna tezgahında işlenebilen altı farklı boydaki işparçasının klasik ve siluet programlama ile programları hazırlanıp tezgahta işlenmiştir. İş parçası malzemesi olarak pirinç ve St. 42 kullanılmıştır. Çalışmalarda seri üretime imkan veren parça sayısı tesbit edilmiş olup, siluet programlama yazılımının avantajlı olduğu parça sayısı, parça boyu ve malzeme cinsleri tesbit edilmiştir.

SUMMARY

On the recent years, have to give's CNC machine tools set industry. Peculiarity the responsive extremaly shaving manufacturing industry and of quality productive industry. Computer numeric control's machinetools, increasing important the new technological counters equipment.

The aim for thesis, to production shortest time CNC machinetools, the programming test methots, to make frontier programming methods production workpiece of the race, piece numbers and material kinds to define.

Firstly, to making CNC machinetools production six difference length workpieces classic and frontier programming production counters to work. Brass and steel to made workpiece. Firstly, to make up an account done workpieces numbers possibility series productions frontier programming reading advantage, workpieces numbers, length and kind of material.

TEŐEKKÜR

CNC programlama dilinde siluet programlama yazılımının getirdiği faydaların araştırılması başlıklı bu çalışmayı hazırlamamda beni destekleyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Cengiz MALKOÇ 'a , hazırladığım programları uygulama imkanı veren Diyarbakır Türk Alman Mesleki Eğitim Merkezi Proje Başkanlığına ve değerli öğretmenlerine teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SİMGELER DİZİNİ.....	XIII
1. LİTERATÜR TARAMASI.....	1
1.1. Bilgisayar Destekli Tasarım.....	1
1.2. Bilgisayar Destekli Üretim.....	1
1.3. Direkt Nümerik Kontrol.....	2
1.4. Esnek Üretim Sistemleri.....	2
2. CNC'ye Giriş.....	3
2.1. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol.....	3
2.2. Parça Programları için Hazırlık.....	4
2.2.1. Koordinat sistemleri.....	4
2.2.2. İş resmi.....	8
2.2.3. İş analizi.....	8
2.3. Kesici Takımların Analizi.....	9
2.4. Programlamaya Esas Teşkil Eden Kesme Şartlarının Seçimi.....	13
2.5. Örnek Hesaplamalar.....	25
2.5.1. Pirinç için yapılan hesaplar.....	25
2.5.2. St. 42 için yapılan hesaplar.....	26
2.5.3. St. 50 için yapılan hesaplar.....	27
2.6. G ve M Fonksiyonları.....	28
3. CNC PROGRAMLAMA.....	31
3.1. Giriş.....	31
3.2. Elle Programlama.....	34
3.3. Programın Hazırlanması Ve Hazırlık Fonksiyonları.....	34
3.3.1. G00 Doğrusal hızlı hareket.....	34
3.3.2. G01 Doğrusal kesme hareketi.....	35
3.3.3. G02-G03 Dairesel hareketler.....	35
3.3.4. G91-G92 Boyut fonksiyonu.....	39
3.3.5. Sabit iş devre fonksiyonları.....	39
3.3.6. G81 Matkapla delme çevrimi.....	39

iÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.3.7.	G82 Hareket sonunda bekleme çevrim	40
3.3.8.	G83 Delme çevrimi.....	40
3.3.9.	G84 Dikdörtgen talaş çevrimi.....	40
3.3.10.	G85 Raybalama çevrimi.....	42
3.3.11.	G86 Kanal açma çevrimi.....	42
3.3.12.	G88 Alın tornalama çevrimi.....	43
3.3.13.	G89 Beklemeli çevrim.....	44
3.3.14.	G78-G33 Diş açma çevrimi.....	44
3.3.15.	G90-92-94-95 komutları.....	49
3.4.	Endüstriyel Makinalarda Blok Yapıları....	50
3.5.	Otomatik Programlama.....	51
3.5.1.	APT Sistemi.....	53
3.5.1.1.	Klasik boyutlar.....	53
3.5.2.	Giriş formatları.....	54
3.5.2.1.	\$ Dolar işareti.....	54
3.5.2.2.	\$\$ Dolar işareti.....	55
3.5.2.3.	; işareti.....	55
3.5.2.4.	Eşit işareti.....	55
3.5.3.	Cümleler Ve Elemanları.....	56
3.5.3.1.	Numaralar.....	56
3.5.3.2.	Sözlük Kelimeleri.....	56
3.5.3.3.	Cümlelerin adlandırılması	58
3.5.4.	Eşanlımlı Kelimeler.....	58
3.5.4.1.	Standart cümleler.....	59
3.5.5.	Parça Programlarının Yapısı.....	60
4.	CNC PROGRAMLAMA UYGULAMALARI.....	64
4.1.	Giriş.....	64
4.2.	50 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	65
4.3.	100 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	86
4.4.	150 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	106
4.5.	200 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	122
4.6.	250 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	143
4.7.	300 Milimetre Boyundaki Parça Programı.	161
4.8.	Tezgahta Yapılan Konstrüktif Değişiklik	181
5.	SONUÇ.....	183
	KAYNAKLAR Dizini.....	185

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Hareket yolu örneği.....	5
2.2. Artırımlı sistem koordinat merkezleri.....	6
2.3. Mutlak sistemde ölçülendirme.....	6
2.4. CNC tezgah dönüş yönleri.....	7
2.5. XYZ eksen takımı ve pozitif yönler.....	7
2.6. Sağyan kalem kesit ve açıları	9
2.7. Solyan kalem kesit ve açıları.....	10
2.8. Nötr kalem kesit ve açıları.....	10
2.9. Dış dış kalemi.....	11
2.10. Keski kalemi.....	11
2.11. Çentik kalemi.....	12
2.12. iç dış kalemi.....	12
2.13. iç çap torna kalem kesiti.....	13
2.14. Takım karakteristiği.....	21
2.15. Tezgah karakteristiği.....	22
2.16. Üretim karakteristiği.....	23
2.17. Prodüksiyon karakteristiği.....	23
3.1. Elle programlama akış şeması.....	32
3.2. Doğrusal hareket yönleri.....	35
3.3. Dairesel hareket yönleri.....	36
3.4. I ve R görünüşü.....	36
3.5. K fonksiyonu uygulaması.....	37
3.6. I ve K nın gösterilmesi.....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.7. t,J,K nın X,Y,Z ekseninde gösterimi.....	38
3.8. G84 çevrimleri.....	40
3.9. G84 kodunda 1 nolu olasılık.....	41
3.10. Kanal açma çevrimi.....	42
3.11. G88 alın tornalama çevrimleri.....	43
3.12. 1 Nolu olasılık.....	44
3.13. ISO ve DIN normunda diş ölçüleri.....	45
3.14. Diş açma örneği.....	47
3.15. Diş açma kademeleri.....	48
3.16. G78 çevrim olasılıkları	48
3.17. Torna blok yapısı.....	50
3.18. Üiversal freze blok yapısı.....	51
3.19. Otomatik programlama sistemi.....	52
3.20. Şaft imalatı.....	61
4.1. İş resmi.....	65
4.2. Parçayı işlemede genel görünüm.....	66
4.3. Pirinç için işleme kademeleri.....	70
4.4. Pirinç için işleme kademeleri (devam).....	71
4.5. St. 42 için işleme kademeleri.....	77
4.6. St. 42 için işleme kademeleri (devam).....	78
4.7. 50 mm Out-line kalem hareketleri.....	81
4.8. 50 mm Parça üretim grafikleri.....	84
4.9. 100 mm parça resimleri.....	86
4.10. Parçayı işlemede genel görünüm.....	87
4.11. 100 mm Pirinç işleme kademeleri.....	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.12. 100 mm pirinç Out-line	94
4.13. 100 mm St. 42 işleme kademeleri.....	98
4.14. 100 mm St. 42 Out-Line	101
4.15. 100 mm Parça üretim grafikleri.....	104
4.16. 150 mm Parça resimleri.....	106
4.17. 150 mm Parça işlemede genel görünüm.....	107
4.18. 150 mm Pirinç işleme kademeleri.....	110
4.19. 150 mm Pirinç Out-Line.....	112
4.20. 150 mm St. 42 işleme kademeleri.....	115
4.21. 150 mm St. 42 Out-Line.....	117
4.22. 150 mm Parça üretim grafikleri.....	121
4.23. 200 mm iş resmi.....	123
4.24. 200 mm Talaş kaldırılacak kısımlar.....	124
4.25. 200 mm Parça işlemede genel görünüm.....	125
4.26. 200 mm Pirinç işleme kademeleri.....	134
4.27. 200 mm Out-Line kalem hareketleri.....	139
4.28. 200 mm Parça üretim grafikleri.....	142
4.29. 250 mm iş resmi	144
4.30. 250 mm Talaş kaldırılacak kısımlar.....	145
4.31. 250 mm Parça işlemede genel görünüm.....	146
4.32. 250 mm Pirinç işleme kademeleri.....	150
4.33. 250 mm Pirinç Out-line	152
4.34. 250 mm St. 42 Out-Line kalem hareketleri....	157
4.35. 250 mm Parça üretim grafikleri.....	160
4.36. 300 mm Parça resmi.....	162

ŒEKİLLER DİZİNİ (devam)

Sekil	Sayfa
4.37. 300 mm Talaş kaldırılacak kısımlar.....	163
4.38. 300 mm Parçayı işlemede genel görünüm.....	164
4.39. 300 mm Parça işleme kademeleri.....	169
4.40. 300 mm Pirinç ve St. 42 Out-Line	178
4.41. Out-Line programlama start devresi.....	182

TABLOLAR DİZİNİ

<u>TABLO</u>		<u>SAYFA</u>
2.1.	Cv ve ϵ_c değerleri.....	15
2.2.	n ve S değerleri.....	16
2.3.	Kesme hızı ve devir sayısı.....	19
2.4.	ilerleme hızı.....	20
3.1.	Hazırlık fonksiyonu grupları.....	34
3.2.	Diş ölçüleri	46
3.3.	Devir sayıları.....	46
3.4.	Cümleler ve eşanıamları.....	59

SİMGELER DİZİNİ

SİMGELERACIKLAMA

T	Takım cinsi (1 ile 8 arası)
F	Kesici takım ilerleme hızı, mm/dak.
t	Paso derinliği, mm.
s	Devir başına ilerleme, mm/dev.
C_v	Katsayı
E_v	Malzeme çiftine bağlı katsayı
q	Talaş kesiti, mm ²
T	Takım ömrü, dak.
n	Devir sayısı, dev/dak.
V	Kesme hızı, m/dak.
N	Tezgah gücü
P_d	Düşey kesme kuvveti
G	Esas fonksiyon simgesi
M	Yardımcı fonksiyon simgesi

1. LİTERATÜR TARAMASI

1.1. Bilgisayar Destekli Tasarım "CAD"

Konstrüksiyon faaliyetleri kaba hatlarıyla verilen bir görevin fiziksel esasını saptamak ve bunu şekille belirtme esasına dayanır. Bu nedenle konstrüksiyon iki ana bölümde incelenir. Tasarı ve şekillendirme olmak üzere iki kademeden meydana gelir. Sonuçta mühendislik faaliyeti; konstrüksiyon (tasarı + şekillendirme) + imalat (teknolojik plan + işlem) = Mamul şeklinde devam etmektedir.

Tasarım ve şekillendirme CAD ile adlandırılır. Dolayısıyla CAD sistemiyle parça, geometrik elementlerle açıklanır. Parça resmi çizimi ve imalat verileri burada belirtilir. Bu sistemle 2 ve 3 boyutlu nokta, doğru, eğri yüzey ve cisim gibi geometrik elementlere dayanarak amaca en uygun parça şekli oluşturulur. Parçanın genel yapısı ve kesitleri hesap yoluyla tayin edilir.

1.2. Bilgisayar Destekli Üretim "CAM"

Bilgisayar destekli üretim; imalatı temsil eder. İmalat; teknolojik plan, programlama ve CNC işleminden oluşur. Parçanın genel yapısı ve kesitleri hesap yoluyla tayin edildikten sonra, ayrıntılı inceleme, kesit belirlenmesi, geometrik bilgiler ve teknolojik veriler oluşturulur. İşleme göre program hazırlanıp, aynı işlem montaj içinde yapılır. İşlemin çıkışı olarak alfanümerik temsil tarzı, ekranda görüntüsü, standart parça resmi, parça listesi, teknolojik plan, CNC tezgahı için delikli bant, montaj için delikli bant gibi bilgiler elde edilir. Üretim için gerekli olan tüm verileri kapsar.

1.3. Direk Nümerik Kontrol "DNC"

DNC sistemi, merkezi bir bilgisayar yardımıyla kontrol edilen, bir grup CNC tezgahından oluşan bir sistemdir.

Genel olarak bir DNC sistemi, kütüphane belleği, merkez işlem ünitesi, çalışma belleği ve arayüz ünitelerinden oluşan merkezi bilgisayar, tezgahların giriş çıkış terminaleri, tezgahların kontrol ünitesi ve tezgahlardan meydana gelir.

Sistemin avantajları şöyle sıralanabilir. Daha emin ve daha çabuk bilgi iletişimi, bilgilerin merkezi olarak işlenmesi ve imalat sistemlerinde büyük bir esnekliğin sağlanması gibi üstünlüklere sahiptir. Çok pahalı olması ise dezavantajı olarak görülür.

1.4. Esnek Üretim Sistemleri "FMS"

Esnek imalat hücreleri çeşitli işlemler yapabilen ve aralarındaki bağıntı çok esnek olan, iki veya üç tezgahtan meydana gelir. İşlemler iş akış yönteminin saptanması, imalatın organizasyonu ve imalat olmak üzere üç kademede gerçekleştirilir. İş akış yönteminin saptanması bir merkezi bilgisayar, imalatın organizasyonu işleme ait bilgileri hesaplayan bir bilgisayar ve bu bilgileri ünitelere tayin eden ikinci bir bilgisayarla gerçekleştirilir. İmalat kademesinde ise CNC sistemine göre programın hazırlanması, PC sistemine göre kontrolün programlanması, yerel ünitelerin kontrolü, DNC arayüze ait bilgilerin hazırlanması gibi işlemlerin gerçekleştirilmesi ve bunların tezgaha, robotlara, malzeme nakliye sistemine ve ünitesine aktarılması yapılır.

2. CNC'YE GİRİŞ

2.1. Bilgisayarlı Nümerik Kontrol

Bilgisayarlı nümerik kontrollu tezgahlar mini komputerle donatılmış sistemlerdir. Mini komputerler, tezgah nümerik kontrol sisteminden ayrıdır. CNC sistemlerinde kelime uzunluğu 16 veya 32 bit ve bellek kapasitesi 32 kbyt'ten 64 kbyt'ta kadar olan mini kompüter veya mikro işlemci bulunur. Mini işlemci bir taraftan tezgaha diğer taraftan bant okuyucusu, görüntü ünitesine, yazıcı gibi çevre tertibatına bağlıdır. Mini işlemci; giriş-çıkış (I/O) üniteleri, aritmetik ve lojik işlemleri yerine getiren bir merkez ünitesi (CPU), belleği ve çalışma program belleğinden oluşur. Bu iki bellek ayrı veya blok şeklindedir. Program belleğinde çalışma programının komutları saklanır. CNC tezgahlarında programlar (sowtwore) yoluyla meydana getirilir. CNC tezgahlarının bir özelliği de elektrik kesilmelerinde, kızıkların o andaki verileri hatırlayabilmektedir. Bu da tezgahın enerji verildikten sonra çok çabuk harekete geçme özelliğini gösterir. Genel olarak özelliklerini şöyle özetleyebiliriz.

Tezgaha program; delikli bant, kaset veya direk programlanabilir. Tezgaha program bir kere verilir. Tezgah bu programı saklar, istenildiğinde verir. Mikro işlemciye belirli işlemler için bir takım alt programlar yerleştirilebilir. Bu işlemleri gerçekleştirmek için, programcı tarafından hazırlanan program basitleştirilebilir.

CNC tezgahlarının hafızasında bir çok program saklanabilir. Zamandan tasarruf amacıyla bir parça işlenirken, başka bir program tezgaha yüklenebilir. Tezgah, tezgah sistemlerinede bağlanabilir.

Mini işlemler, programın tümünün ve alt programları, büyük bir doğrulukta gerçekleşmesini sağlayacak şekilde programlanabilir. Alt programlar; ana milin hızını ve dönme yönünü, soğutma ve parça tutturma sistemini,

kızakların konumunu, tezgah kontrol tablosu ve düsterge tertibatını, parça besleme sistemini, bant okuyucusunu, giriş ve çıkış ünitelerini, kontrol eden program paketidir. Programlamada meydana gelebilecek bir hata sonucu tezgah çalışmaz ve durur. Alt programlar bellekte saklanır ve iş akışına göre ana programda belirlenen koşullarda kullanılır.

Mikro işlemcilerin belleği, uygun ilavelerle çok sayıda düzeltme programları saklayabilecek şekilde genişletilebilir.

Uygun bir mikroprogram sistemi ve özel test bandı ile arızalar ve bunların nedenleri tesbit edilebilir.

Mikroişlemcinin hatırlama özelliğine bağlı olarak, herhangi bir nedenden dolayı, duraklama, yanlış işlem sonucu boşa dönme gibi imalat esnasında sağladığı avantajlarda vardır.

2.2. Parça Programları İçin Hazırlık

İmalatı yapılacak parçanın teknik resmi ve nasıl işleneceği, hangi kalemlerin kullanılacağı, imalat teknik değerleri programcı tarafından belirlenir. İş akış şemaları çizilerek birbirini takip eden imalat safhaları tayin edilir. Bu değerler saptandıktan sonra programlama işlemi için gerekli doneler tayin edilir.

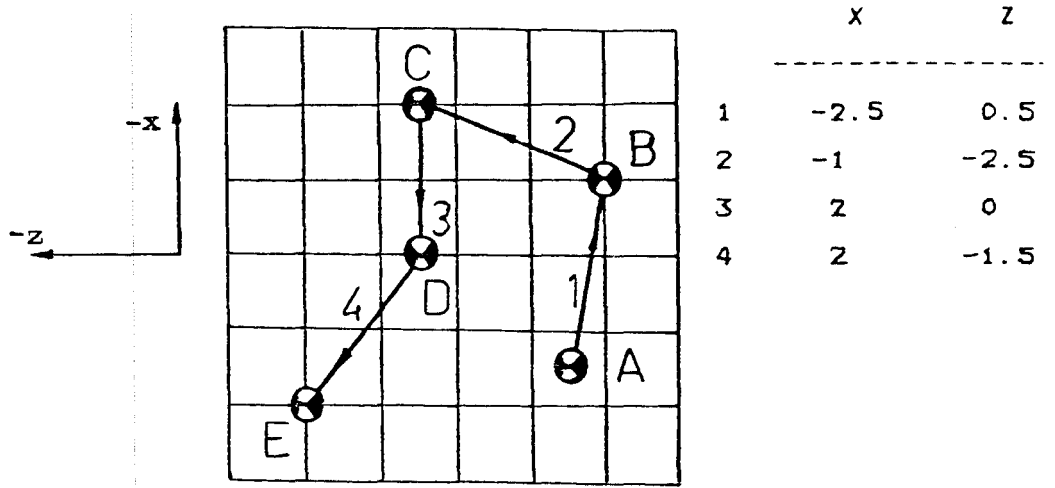
2.2.1. Koordinat sistemleri

CNC tezgahında ve diğer endüstriyel CNC tezgahlarında alışılacağı iki koordinat sistemi kullanılmaktadır. Torna kalemi hareket düzlemindeki noktaların belirlenmesinde farklılıklar gösterir. Bunlar;

- a) Artımlı sistem,
- b) Kartezyen koordinat sistemidir.

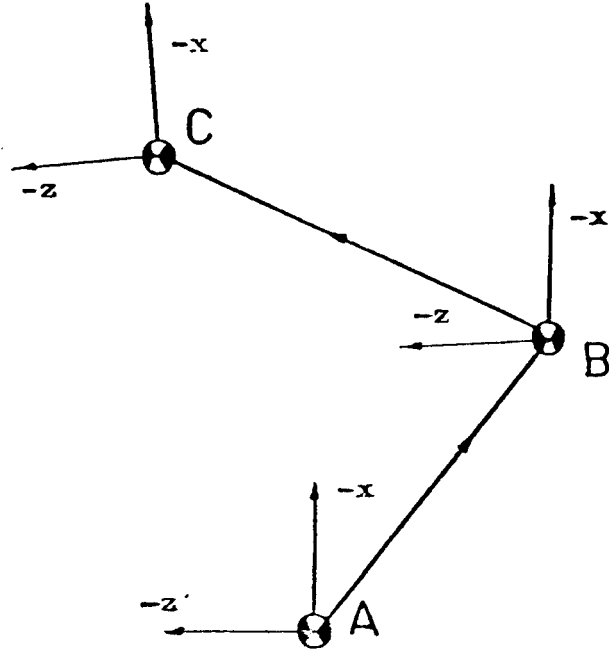
a) Artımlı Sistem; torna kaleminin istenilen hız ve şekilde girileceği yer o anda bulunan noktaya göre verilir.

Bir sonraki harekette yani gelinen noktaya göredir. Aşağıdaki şekilde; hareketleri yaptıracak nokta koordinatları verilmiştir.



Şekil.2.1. Hareket Yolu Örneği

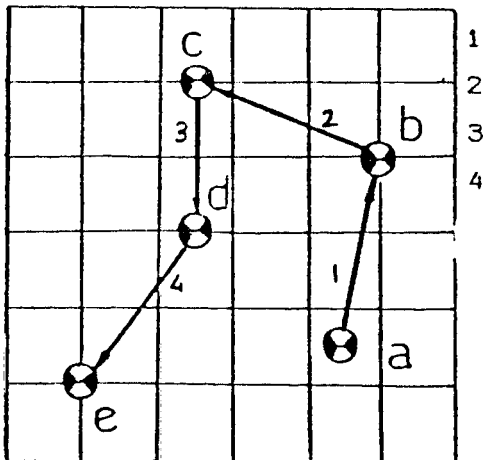
Artırımlı sistemde her hareketin sonunda yeni bir koordinat merkezi, belirlenmektedir. A noktasından B noktasına gidişi ele alalım. Burada eksen yönleri sabit kalmak şartı ile B noktasının x ve z bilgileri A noktası sıfır olacak şekilde C noktasının koordinatları ise B noktası sıfır olacak şekilde verilir. Aşağıdaki şekilde bu sistemler gösterilmiştir.



Sekil.2.2. Artımlı sistemde koordinat sistemi merkezleri

b) Mutlak sisteme göre: Bu sistemde birkez sıfır noktası belirlendikten sonra değiştirilmediği sürece her noktanın koordinatı belirlenen sıfır noktasının oluşturduğu sisteme göre verilir.

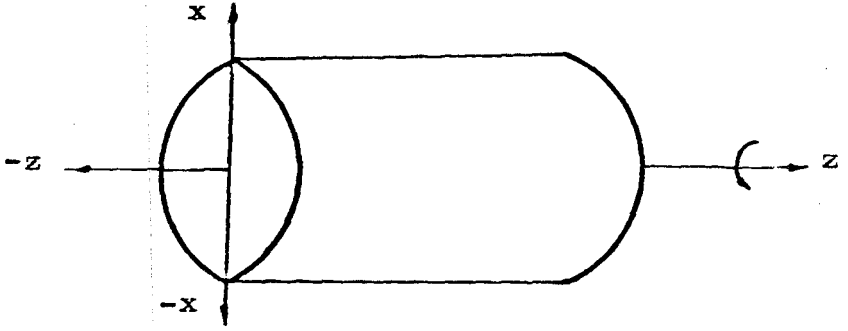
Sekilde A noktasının koordinatları belirlendiğinde her harekette verilecek x ve z koordinatı aşağıdadır.



	X	Z
1	-25	0,5
2	-3,5	-2
3	-1,5	-2
4	0,5	-3,5

Sekil.2.3. Mutlak sistemde ölçülendirme

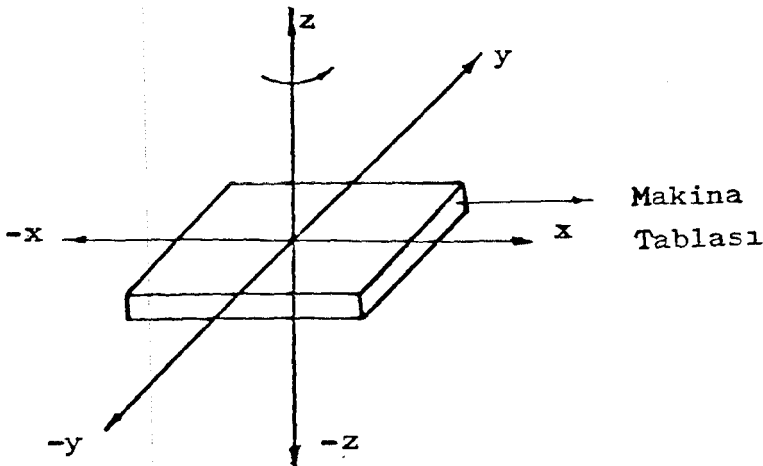
Burada dikkat edilmeye değer bir açıklama yapılırsa, torna eksen takımı; şöyle açıklanır. İş mili eksenine paralelde z; işmili eksenine dik olan ilerlemeler x ile açıklanır. x ve z'yi içeren iki eksen takımının pozitif ve negatif yönleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil.2.4. CNC tezgahı pozitif ve negatif dönüş yönleri

CNC tezgahlarında bilinen eksen sistemleri DIN 66217 ve ISO 641 olarak normlandırılmıştır.

x, y ve z indislerinden oluşan sistemin dönüş yönü ve programlamada izlenecek yol aşağıdaki şekildedir.



Şekil.2.5. x,y,z eksen takımı ve pozitif yönler

2.2.2. İş resmi

İmalatı yapılacak olan parçanın imalat resmidir. İmalat resmi çizimindeki en önemli nokta; parça büyütülerek yada küçültülerek çizilebilir. İmalat değerlerinin üzerinde bulunması gerekir. Ayrıca CNC tezgahları 1/100 milimetre hassasiyetindeki tezgahlardır. Kusursuz ve istenilen standartlara uygun imalatın gerçekleştirilebilmesi için parçanın mümkün olduğu kadar büyük çizilmesi ve bu değerlere göre dizayn edilmesi imalat esnasındaki problemleri minimuma indirir. Tecrübeyle edinilen bilgiler ayrıntıların ne kadar büyütülmüş olarak çizilip, bundan sonra program yapılması neticesinde doğabilecek hatalar en aza indirilmektedir.

2.2.3. İş analizi

Programlamacı eline aldığı iş resmini programlamaya başlamadan önce aşağıdaki sorulara cevap aramalıdır.

- Parça hangi metalden işlenecektir.
- Parçayı işlerken hangi devir ve kesme parametrelerini kullanacaktır.
- Aynı parça üzerinde değişik tezgahlarda yapılan işlemler için işleme sırasını nasıl tayin edecektir.
- Hangi tip programla parçayı programlayacaktır. Elindeki programlama yöntemiyle hangi sistem daha ekonomiktir.
- Parçanın boyu ve işleme hacminle gözönünde bulundurarak ekonomik olan yöntemi nasıl tayin edecektir.
- İş parçası ile elindeki tezgahlar arasında ekonomik yüklemeyi tesbit edecektir.

Yukarıda bir bölümü dikkate alınan ve çoğaltılması mümkün olan pek çok soruya cevap vermek zorundadır. Netice itibarıyla iyi bir analiz imalat esnasında programlamadan dolayı ortaya çıkabilecek sorunları en aza indirir.

2.3. Kesici Takımların Analizi

CNC tezgahlarında parçaların işlenmesi için pek çok takım kullanılmaktadır. Bu takımlar iki katagorite açıklanacaktır.

1- CNC torna tezgahında kullanılan takımlar

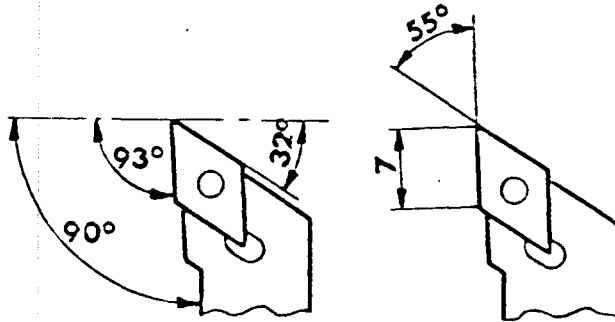
2- CNC çok amaçlı freze tezgahında kullanılan kesici takımlar.

Açıklanan sistem tüm tezgahlarda aynı olup tek farklılık takım boy ve kapasitelerinin değişmesidir.

1- CNC torna tezgahında kullanılan takımları şöyle sıralayabiliriz.

a) Sağ dış yüzey tornalama kalemı - sağ kalem (T01)

Kullanıldığı yerler: Silindirik yüzeylerin tornalanması, alın ve konik tornalama dairesel hareketle kesme işlemlerinde kullanılmaktadır.

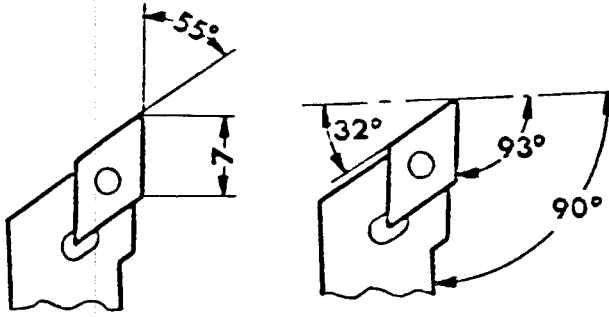


Sekil.2.6. Sağ yan kalem kesit ve açıları

Konik tornalamada maksimum koniklik 30° 'dir. Alın tornalamada ise alın talaş derinliği verilen açılarda en fazla 0,3 mm olmalıdır. Fazla talaş alınması için kesici uç açısı en az 100° olmalıdır. Ayrıca dairesel kesme işleminde, başlangıç ve bitiş noktası arasında ön görülen talaş derinlikleri 0,3 milimetreden fazla olmamalıdır.

b) Sol dış yüzey tornalama kalemı - sol kalem (T02)

Sol kalemde silindirik yüzey, alın ve konik tornalama ile dairesel talaş kaldırma işlemleri yapılmaktadır. Kalem kesitleri aşağıdaki şekildedir.

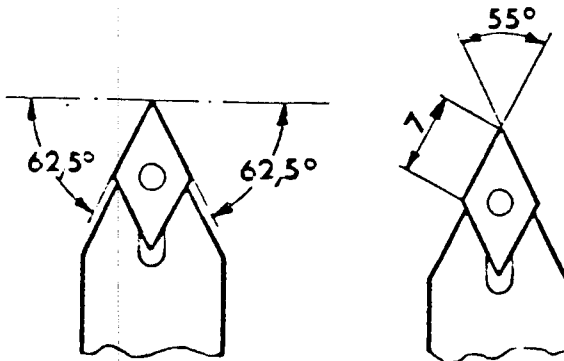


Şekil.2.7. Sol yan kalem ve açıları

x açısı 93° iken alın tornalamada 0,3mm olmalıdır. x açısı artırılırsa bu sınırlama ortadan kalkar. Konik tornalamada ise 30° olmalıdır.

c) Nötr Kalem (T03)

Kesme yönü her iki tarafa olan kalemdir. Silindirik yüzeylerin ve açısal tornalama işlemlerinde, dairesel kesme işlemlerinde, kullanılan bir kalemdir. kalem kesitleri ve kesebileceği max. kesme açısı aşağıdaki şekilde verilmiştir.

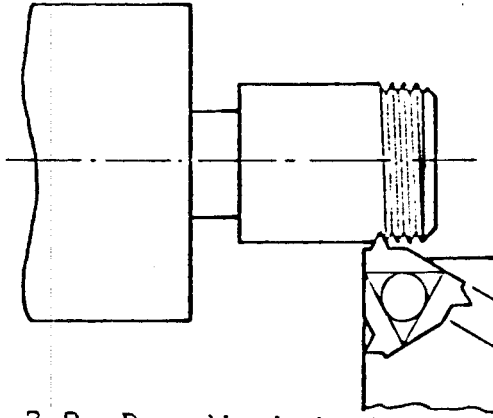


Şekil.2.8. Nötr kalem ve açıları

Konik tornalamada 60° derecelik bir kesme açısı ve paşa 0,3 mm'den fazla olmamalıdır.

d) Dış diş kalemi, sağ diş (T04)

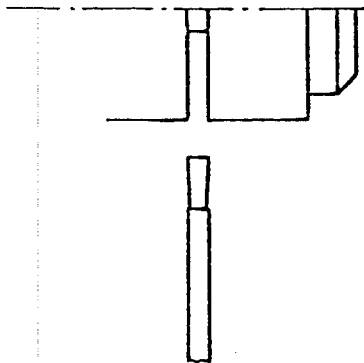
Dış adımları 0,5 ile 1,5mm arasında "x" açısı 60° olmalıdır.



Şekil.2.9. Dış diş kalemi

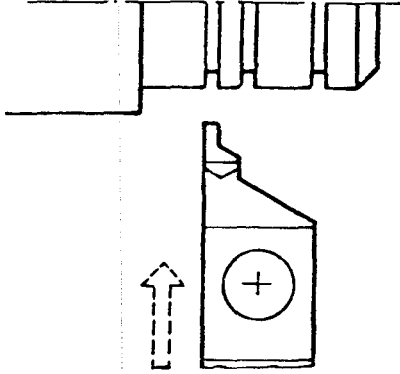
e) Keski kalemi-yüksek hız çeligi (T06)

Takım genişliği 3,5 milimetre veya 3 milimetredir.



Şekil.2.10. Keski kalemi

g) Çentik Kalem (T05)

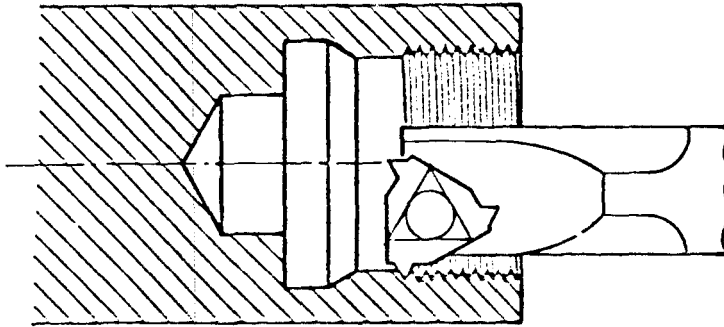


Şekil.2.11. Çentik kalem

Kullanıldığı yerler; parça üzerine kanal açıp, kalemin boşa çıkmasını sağlamak amacıyla kullanılır.

g) İç diş kalem, sağ diş (T07)

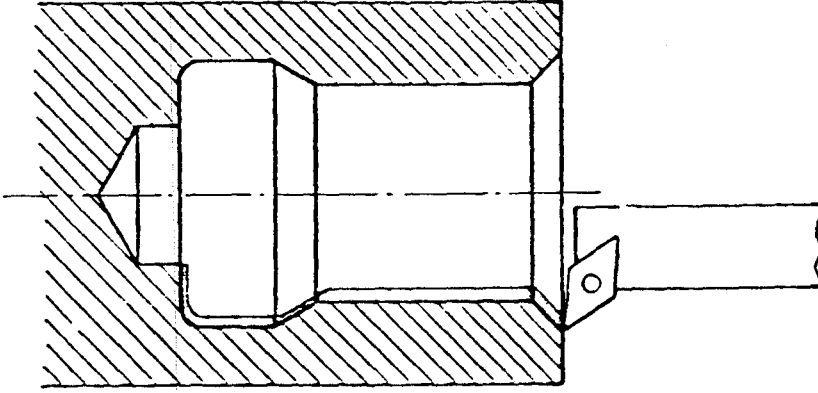
Diş adımları 0,5 ile 1,5 mm arasında "x" açısı 60° olduğu zamanlarda kullanılır. Bu kalemle diş üstü çapı 14 mm'den başlayarak daha büyük çaplı dişlerde kullanabiliriz.



Şekil.2.12. İç diş kalem, sağ diş

h) Delik Tornalama Kalem (T08)

Çapı 14 milimetreden daha büyük deliklerde kullanılır.



Şekil.2.13. İç çap torna kalemi kesit resmi

α açısı en fazla 90° ve a en fazla $0,3$ mm olur. İç yüzey konik tornalamada ise koniklik en fazla 30° olmalıdır.

CNC tezgahlarından universal freze tezgahı içinde genel haliyle üç adet kesici takım düşünülmüştür. Bu takımları genelleştirmek mümkün olabilmektedir.

T1 adı verilen kesici takımların kullanılma amacı, parça yüzey temizleme, talaş kaldırma şeklinde düşünülebilmektedir.

T2 adı verilen kesici takımın görevi; kanal açmaktır. Yalnız kullanılmadan önce; kanalın her iki ucunun boşaltılması gerekir.

T3 takımın görevi ise; (T) şeklinde bağlantı kanalları açmaktır.

Genel haliyle CNC tezgahında bu kalemler kullanılmakta olup, diğer kesici kalemler özel amaçlı kesici takımlar olarak adlandırılırlar.

2.4. Programlamaya Esas Teşkil Eden Kesme Şartlarının Seçimi

Kesme şartlarının (kesim hızı, ilerleme hızı, kesme derinliği) seçiminde belli bir sıra izleniyor.

İlk adımda kesme derinliği (t) hesap edilir. Eğer talaş kaldırma bir pasoda kaldırılabiliriyorsa kesme derinliği bu paya eşit alınır. Verilen paso miktarını eşitleyen şartları şöyle özetleyebiliriz. Takım tezgahı motor gücü, işparçasının rijitliği, işparçasının tezgaha bağlantı durumu gözönünde bulundurulur. Bu şartlar altında talaş derinliğini birkaç pasoda almak gerekir. Saptanması gereken diğer bir hususda ilerleme hızı (F) dir. İlerleme hızını etkileyen faktörler ise;

Takım tezgahının kapasitesi ve iş parçasının bağlantı durumu; "işleme durumudur." İşleme hassasiyeti ve yüzey kalitesi gibi işletme faktörleri özellikle çok yüksek sınıftan kalitesini gerektiren ince işlemlerde büyük önem taşırlar.

İlerleme hızını teşkil eden değerler takım tezgahı üzerinden alınır. Diğer hesap edilmesi gereken bir değer ise kesme hızıdır. Buda metal teorisinde verilen formüller yardımıyla hesap edilir.

Yukarıda verilen ön bilgilerin ışığı altında özellikle tornalamada talaş kaldırma işlemi yapılırken verilecek olan talaş derinliği (t) şu şekilde seçilir.

Kaba talaş kaldırma işleminde;
t (paso derinliği) $t = 1 \sim 2,5$ mm.
S (Devir başına ilerleme $S = 0,05 \sim 3$ mm/dev. arasında değerler seçilir.

İnce talaş kaldırma işleminde ise;
t (Paso derinliği) $t = 0,1 \sim 0,5$ mm
S (Devir başına ilerleme) $S = 0,05 \sim 1,5$ mm/dev.
olarak hesap edilir.

Bir pasoda amaç düzgün bir yüzey ve parçanın istenen boyutlara getirilmesidir. Bunun içinde paso miktarı küçük kesme hızı yüksek seçilerek istenen durum sağlanır.

Kesme hızının bulunmasında aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$V = \frac{C_v}{\epsilon_v^{1/n}} \dots \dots \dots (1)$$

Buradaki kesme hızı 60 dakikalık kesme hızına tekabül eden bir bağıntıdır.

C_v : işlenecek malzemenin cinsine takım ömrüne, takım malzemesine takım geometrisi ve ölçülerine, kesme şartlarına (kesme sıvısı kullanılıp kullanılmadığına) bağlı bir katsayıdır.

Sonuçta;

1 mm²'lik talaş kesidi ve 60 dakikalık kalem ömrü için kesme hızıdır.

ϵ_v ise başlıca malzeme çiftine bağlı bir üstür.

q ise $q=t \times s$ olarak verilir.

t/s oranı genellikle (5 ile 10 arasında seçilir)

60 dk'lık takım ömrüne tekabül eden kesme hızını bulabilmek için aşağıdaki tablo ortalama olarak verilmiştir.

Tablo 1. C_v ve ϵ_v Değerleri

Malzeme	Sabitler	
	C_v	ϵ_v
Pirinç	1.65	112
Bronz	2.23	80
Dökme çelik	2.75	28.7
Çelik 30 kg/mm ²	2.44	50
çelik > 50-60 kg/mm ²	2.44	35
çelik > 60 - 80 kg/mm ²	2.44	20
Krom-Nikel çelik	1.75	29
Dökme demir yumuşak	3.6	42
Dökme demir orta	3.6	26
Dökme demir sert	3.6	15

Hesaplanan değerler 60 dakikalık kesme hızını içerir.

Takım ömrünün belirlenmesinde aşağıdaki formül "Kronomberg bağıntısı" verilmiştir. Kesme hızı ile takım ömrü arasında aşağıda verilen bağıntı mevcuttur. Bu bağıntı uzun deneyler sonucunda ortaya çıkmıştır.

$$V.T^{1/n} = C \quad \dots\dots\dots(2)$$

Bağıntının doğru olabilmeleri için v ve T 'nin dışındaki bütün faktörlerin sabit olması gerekir.

Formüldeki (n) değeri malzeme çiftine bağlı bir sayıdır.

Takım ömrünün tayininde aşağıdaki kriterler gözönünde bulundurulur. İçin hassasiyetine göre takım ömrü seçimi şöyledir.

60 dakikalık kalem ömrü : Rastgele yapılan işler içindir.
 120 " " : Hassas işler için,
 240 " " : Yarı otomatik tornalarda
 480 " " : Otomatik tornalarda olması tavsiye edilir.

n değerinin seçimi ise şu şekilde (S) göre şöyledir.

Tablo 2. n ve s değerleri

Malzeme çifti	$S > 0,5$ mm	$S > 0,5$ mm
Karbon çeliği - çelik	5	13
Karbon çeliği-Dökme demir	13	13
Hız çeliği - çelik	8	10
Hız çeliği-Dökme demir	10	10
Stellit - dökme demir	7	7
Stellit-çelik	5.5	7
Sinterlenmiş KARBÜR-çelik	6	8
Sinterlenmiş KARBÜR-dökme demir	8	8

Istenen değerler bulunduktan sonra işleme için gerekli olan devir sayısı hesaplanabilir. Devir sayısını;

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots (3)$$

formüldeki,

v : kesme hızı

d : işparçasının çapını belirler

Malzeme çiftinin etkisine gelince iki ana katagoride işlemek mümkündür.

a) Kalem malzemesinin tesiri,

b) işlenen malzemenin tesiri,

Kalem malzemesinin tesirini aşağıdaki tabloda gösterebiliriz. işleme kabiliyetinde ise şu kriterleri göz önünde bulundurabiliriz.

1- Belirli şartlarda kalem ömrünün veya kesme hızının büyüklüğü; T ve v_c ne kadar büyükse işleme kabiliyeti o kadar iyidir.

2- Kesme kuvvetlerinin büyüklüğü ve veya güç sarfiyatı belirli kesme şartlarında bir malzeme ne kadar az kesme kuvveti veya güç tüketimi gerektiriyorsa işleme kabiliyeti o kadar iyidir.

3- iş parçasının yüzey düzgünlük derecesi belirli kesme şartlarında malzemenin yüzey düzgünlüğü ne derece iyi ise malzemenin işlenme kabiliyeti o kadar iyidir.

Kesme hızı m/dk cinsinden hesaplanan değerler bilgisayar tezgahında şöyle işleme konur.

CNC tezgahında kesme hızı F (mm/dk) cinsindedir. S (devir başına ilerleme) ise 0,01 ~ 0,2 arasında değişir.

Kesme hızı,

$$V_c (m/dk) = \frac{d_{mm} \times n \times s}{1000}$$

- V_s = Kesme hızı
 d = İşparçası çapı
 s = Ayna devridir

Ayna devri (S)

Malzemenin hangi kesme hızında çalışacağı ve işparçası çapı belli olduğu zaman ayna devri aşağıdaki formülle hesap edilir.

$$S = \frac{V_s(m/dk) \times 1000}{d \times \pi}$$

formülüyle bulunur.

CNC tezgahındaki F değeri (mm/dk) olarak alınmıştır.

$F = n(\text{dev/dak}) \times S$ (mm/devir) formülüyle bulunur.

Sonuç olarak hesaplanan değerler kısaca şöyle hesaplanır.

İlk adımda,

1) 60 dakikalık kesme hızı

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q}}$$

formlün yardımıyla hesaplanır.

İkinci adımda,

2) Malzemenin izleme durumuna göre takım ömrü tesbit edilip kesme hızı,

$V_{60} T^{1/n}_{60} = v_x T^{1/n}_x \rightarrow$ formülüyle istenen kesme hızı bulunur.

3) Kesme hızı bulunduktan sonra devir sayısı

$$n = \frac{V_s \times 1000}{d \times \pi}$$

formülü yardımıyla bulunur.

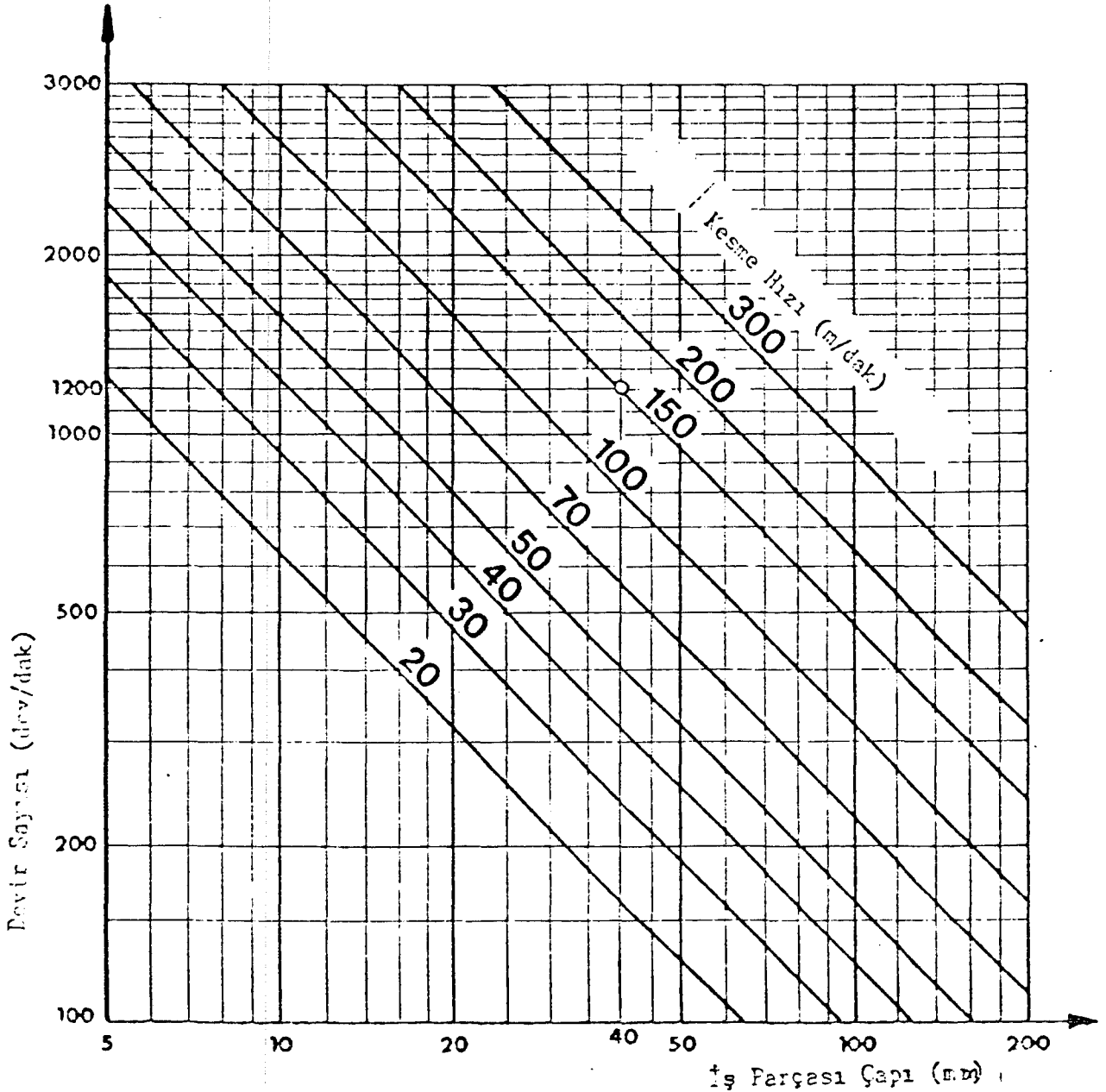
4) Ayna devri S (mm/dev) bulunduktan sora

$F = S * n$ formülüyle (mm/dk) olarak kesici takım ilerleme hızı bulunur.

Programlamaya esas teşkil eden kesme şartlarının seçimi-
minde yukarıdaki hesaplamalara ışık tutan iki tablo aşağıda
verilmiştir.

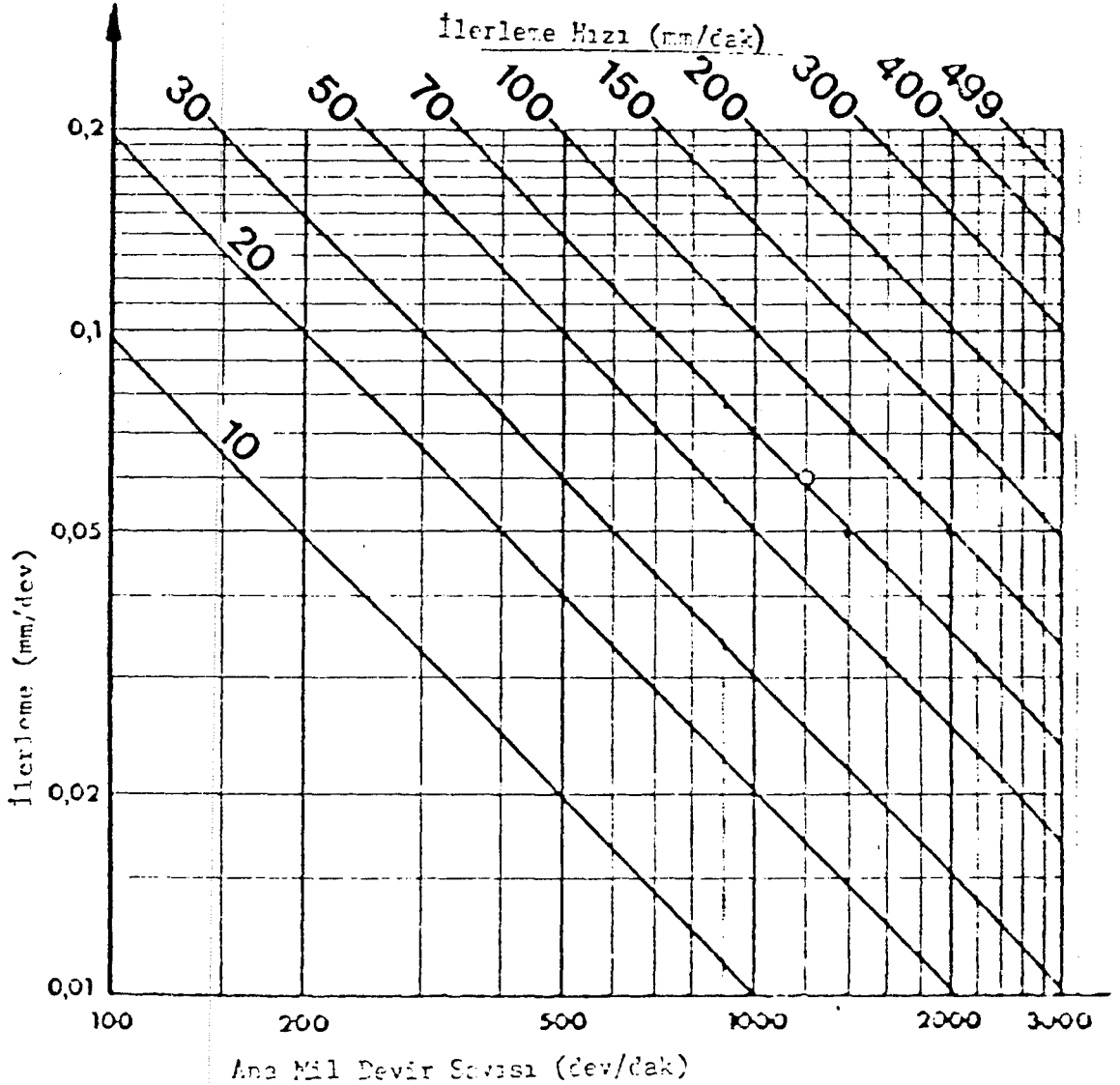
İstenilen takım ömrüne uygun kesme hızı (m/dk) olarak
hesaplandıktan sonra, işparçasının çapının bilindiği kabul
edilerek iki parametre kullanılarak Tablo 3'den tezgah
devir sayısı bulunur.

Tablo 3. Kesme Hızı ve Devir Sayısı

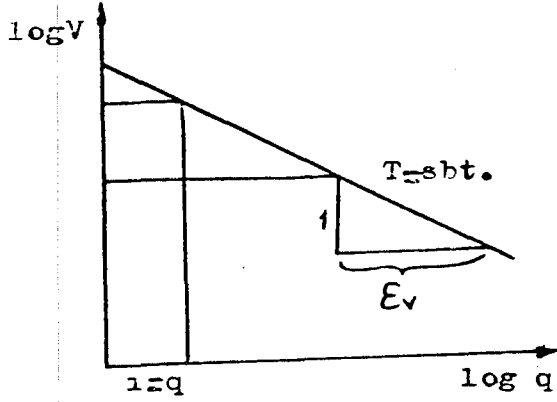


Devir sayısını bulduktan sonra, devir başına ilerleme ile Tablo 3'den kıyaslanarak kesici takım ilerleme hızı tayin edilir. Elde ettiğimiz (f) değeri CNC tezgahındaki programlamaya esas teşkil eden F değerini oluşturur. Tablo- lar aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. İlerleme Hızı ve ilerleme



a) Takım tezgah ve üretim karakteristikleri



Sekil.2.14. Takım Karakteristiği

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q}} = \frac{112}{1.65 \sqrt{1 \times 0.5}} = 170,47$$

$$vT^{1/n} = 170,47(60)^{1/n}$$

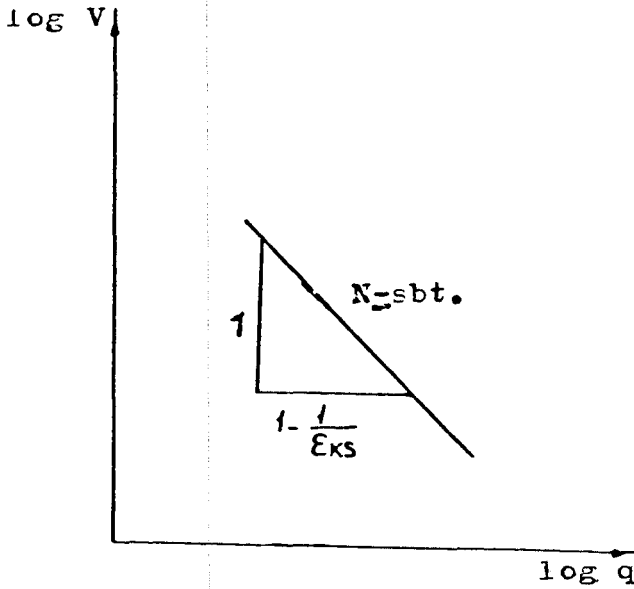
T= sbt ise

$$= 170,47(60)^{1/14}$$

$$v = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q} \cdot \left(\frac{T}{60}\right)^{1/n}}$$

Sonuçta talaş hacmi arttıkça takım kesme hızı azalır logaritmik değişimi yukarıda görülmektedir.

b) Tezğah karakteristiği



Şekil.2.15. Tezğah Karakteristiği

$$\eta \cdot N = P_d \cdot v \quad ks = \frac{C_{ks}}{\epsilon_{ks} \sqrt{q}}$$

$$N = \frac{K_s \cdot q \cdot v}{4500 \eta} \quad N = \frac{q \cdot v \cdot C_{ks}}{4500 \eta \epsilon_{ks} \sqrt{q}}$$

$$N = \frac{C_{ks}}{\eta \cdot 4500} \cdot q^{1 - \frac{1}{\epsilon_{ks}}} \quad v = \frac{q \cdot v}{4500 \eta} \cdot \frac{C_{ks}}{q^{1/\epsilon_{ks}}}$$

$$N = \frac{C_{ks}}{4500} \cdot v \cdot q^{1 - 1/\epsilon_{ks}}$$

N = st ise

$$v \cdot q^{1 - 1/\epsilon_{ks}} = N \cdot \frac{\eta \cdot 4500}{C_{ks}}$$

$$\log v = - \left(1 - \frac{1}{\epsilon_{ks}} \right) - \log q + \log k$$

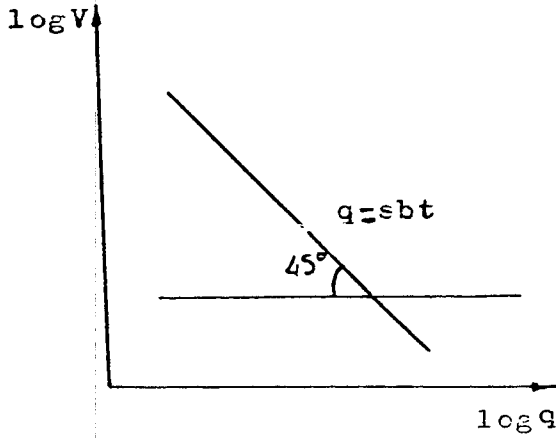
c) Prodüksiyon karakteristiği

Üç grafiğin üstüste çalıştırılmalarıyla prodüksiyon karakteristiği elde edilir.

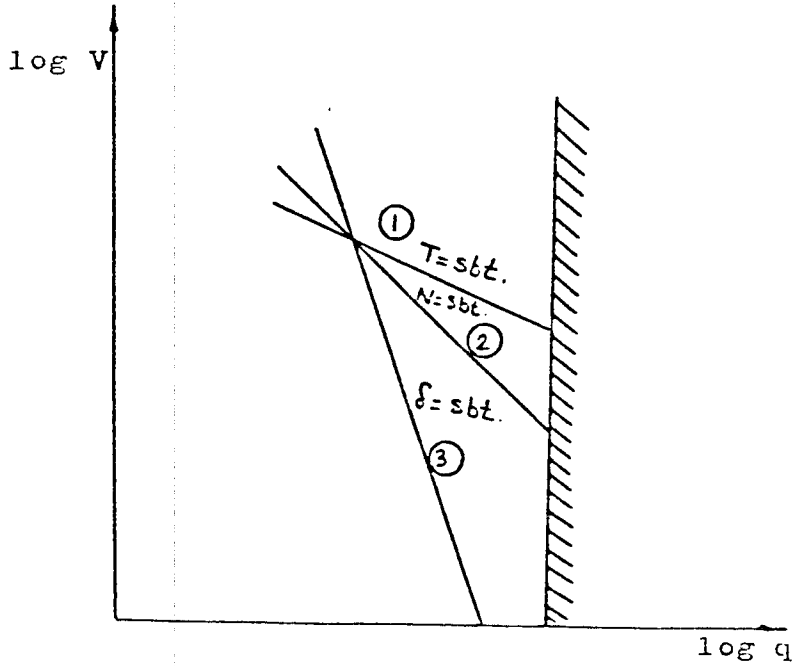
$\delta = v \cdot q$ (cm^3/dk) olarak dakikada çıkan talaş hacmini verir

$$\log \delta = \log v + \log q$$

$$\log v = \log \delta - \log q$$



Şekil.2.16. Üretim Karakteristiği



Şekil.2.17. Prodüksiyon Karakteristiği

1) Takım Karakteristiği

2) Tezgah Karakteristiği

Konstrüksiyonundan ileri gelen sınır talaş kesildi.

q , δ , T fakat q üstten sınırlı

$v_{min} \rightarrow q_{max}$ Kaba talaş

$v_{max} \rightarrow q_{min}$ Hassas talaş

v_{max} üstten sınırlı (kalem ömrü azalır)

Tezgah gücü; kesme hızı, talaş kesidi ve kesme kuvveti arasında şöyle bir bağıntı sözkonusudur.

Tezgahın (η) verimi ile (N) gücü verilirse; 60

dakikalık takım ömrüne tekabül eden yükleme talaş kesidi şu şekilde tayin edilir.

$$\eta \cdot N = \frac{F_a \cdot V}{60 \cdot 75} \cdot (BG) \quad F_a = K_s \cdot q$$

60 dakikalık takım ömrü için

$$\eta \cdot N = \frac{1}{4500} \cdot K_s \cdot q \cdot v_{60}$$

$$K_s = \frac{C_{ks}}{\epsilon_{ks} \sqrt{q}} = C_{ks} \cdot q^{-1/\epsilon_{ks}}$$

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q}} = C_v \cdot q^{-1/\epsilon_v}$$

yukarıda fomülde yerine konacak olursa;

$$\eta \cdot N = \frac{C_{ks} \cdot C_v}{4500} \cdot q^{1 - \frac{1}{\epsilon_{ks}} - \frac{1}{\epsilon_v}}$$

$$1 - \frac{1}{\epsilon_{ks}} - \frac{1}{\epsilon_v} = \alpha$$

$$\eta \cdot N = \frac{C_{ks} \cdot C_v}{4500} \cdot q^a$$

olur. q çekilirse

$$q = \sqrt[a]{\frac{4500}{C_{ks} \cdot C_v} \eta \cdot N}$$

olur. Birimi (mm_2) dir

2.5 Örnek Hesaplamalar

2.5.1 Piring için yapılan hesaplamalar

Hız çeligi bir kalem için tablo 1'den

$$\begin{aligned} \epsilon_v &= 1,65 & q &= s \cdot t & s &= 0,5 \text{ mm/dev.} \\ c_v &= 112 & & & t &= 1 \text{ mm alınacaktır.} \\ n &= 14 & & & & \end{aligned}$$

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{q}} = \frac{112}{1,65 \sqrt{1 \times 0,5}}$$

$$v_{60} = 170,47 \text{ m/dk}$$

$$v_{60} T_{60}^{1/n} = v_{120} T_{120}^{1/n}$$

$$V_{120} = v_{60} \left(\frac{T_{60}}{T_{120}} \right)^{1/14}$$

$$V_{120} = 170,47 \left(\frac{60}{120} \right)^{1/14} \cong 162 \text{ m/dk}$$

$$V_{120} = 162 \text{ m/dk}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{162 \cdot 1000}{\pi \cdot 25}$$

$$n = 2065 \text{ dev/dk}$$

Emco eğitim tezgahında kullanılacak değerler

$$V = 162 \text{ m/dak.}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$n = 2065 \text{ dev./dak.}$$

$$S = 0,05 \text{ mm/dev.}$$

$$F = 2065 \times 0,05$$

$$F = 100 \text{ mm /dak}$$

Malzemeyi kesip koparmak için

$$F = 2065 \times 0,02 = 40 \text{ mm/dak.}$$

2.5.2. St 42 için yapılan hesaplamalar

120 dk. takım ömrü alınacaktır. (Hassas işler için Tablo 1'den)

$$N = 10 \quad t = 0,5 \quad S = 0,1 \text{ mm/dev.}$$

$$c_v = 50 \quad \epsilon_v = 2,44$$

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{t \cdot S}} = \frac{50}{2,44 \sqrt{0,5 \times 0,1}}$$

$$v_{60} = 170,67 \text{ m/dak}$$

$$v_{60} \cdot T_{60}^{1/n} = v_{120} \cdot T_{120}^{1/n} \Rightarrow v_{120} = v_{60} \left(\frac{T_{60}}{T_{120}} \right)^{1/n}$$

$$v_{120} = 170,67 \left(\frac{60}{120} \right)^{1/10}$$

$$v_{120} = 159,24 \text{ m/dak}$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{159,24 \times 1000}{\pi \cdot 25}$$

$$n \cong 2000 \text{ dev/dak}$$

Emco eğitim tezgahı için alınan değerler şöyledir.

$D=25$ mm $v = 160$ m/dak. $n = 2000$ dev/dak.
 $S=0,04$ mm/dev.

V ve D için Tablo 2'den $n=2000$ dev/dak.

n ve S için Tablo 3'den $F=75$ mm/dak.

Kesip koparmak için $F = 2000 \times 0,015 = 30$ mm/dak.

2.5.3. St50 için yapılan hesaplamalar

$D = 25$ mm ve 120 dak. takım ömrü için;

$n = 10$ $t = 0,5$ $S = 0,1$ mm/dev

$c_v = 35$ $\epsilon_v = 2,44$

$$v_{60} = \frac{C_v}{\epsilon_v \sqrt{t \cdot S}} = \frac{35}{2,44 \sqrt{0,5 \times 0,1}}$$

$$v_{60} = 119,475 \text{ m/dak}$$

$$v_{60} \cdot T_{60}^{1/n} = v_{120} \cdot T_{120}^{1/n}$$

$$v_{120} = v_{60} \left(\frac{T_{60}}{T_{120}} \right)^{1/n}$$

$$v_{120} = 119,475 \times \left(\frac{60}{120} \right)^{1/10}$$

$$v_{120} = 111,47 \text{ m/dk}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 111,47}{\pi \times 25}$$

$$n = 1419 \text{ dev/dak}$$

Emco eğitim tezgahı için alınan değerler şunlardır.

$D = 25$ mm $v = 111,47$ m/dak $n = 1400$ dev/dak

S = 0,04 mm/dev F= 57 mm/dak F = 28 mm/dak
(kesme)

2.6. G. ve M. Fonksiyonları

CNC tezgahına nasıl bir yol takip edeceğini bildiren iki komut vardır. Bunlar G ve M fonksiyonlarıdır. G fonksiyonları hazırlık fonksiyonlarını içerir. M fonksiyonları da yardımcı fonksiyonları içerir. Herbirinin CNC makina dilinde bir anlamı mevcuttur. Bu fonksiyonlar DIN 66025 ve ISO (International Symbols Organization)'a göre tanımlanmışlardır. Hazırlık fonksiyonlarını içeren G komutları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Standart G Kodu	Özel G Kodu	Açıklamalar
G00	G00	Çabuk doğrusal hareket
G01	G01	Doğrusal interpolasyon
G02	G02	Dairesel interpolasyon
G03	G03	Dairesel interpolasyon
G04	G04	Belirli kısa zaman bekleme
G10	G10	Program için değerleri kontrol
G20	G20	İnç olarak değerlerin girilmesi
G21	G21	Metrik olarak değerlerin girilmesi
G22	G22	Program sonu
G23	G23	Birleşik hareketler (+,-)
G27	G27	Referans noktasına dönüşün kontrolü
G28	G28	Referans noktası için dönüş
G29	G29	Referans noktasında dönüş
G30	G30	İkinci referans noktası için dönüş
G31	G31	Atlamalı kesme
G32	G32	Diş açma, vida açma
G33	G33	Diş açma, vida açma
G34	G34	Diş açma, azalan veya büyüyen hatve
G36	G36	Otomatik takım dengeleme
G37	G37	Otomatik takım dengeleme
G40	G40	Takım telafisinin iptali
G41	G41	Takım telafisi (sol)
G42	G42	Takım telafisi (sağ)
G50	G92	Mutlak programlamada sıfır noktası, Maksimum dönme hızının kontrolünde
G53	G53	Doğrusal kaydırmanın iptali
G54-G56	G54-56	Orijinin doğrusal kaydırması (x,y,z'ye göre)
G57-G59	G57-G5	Orijinin doğrusal kaydırması (x ve y, x ve z, y ve z'ye göre)
G60	G60	Konumlama doğruluğu 1
G61	G61	Konumlama doğruluğu 2
G62	G62	Çabuk konumlama
G63	G63	Kılavuz ile vida açma
G64	G64	İlerleme ve ana mil hızının değişmesi
G65	G65	Konumlama için ayrılmış fonksiyonlar
G66	G66	" " "
G67	G67	Konumlama için ayrılan fonk. iptali
G68	G68	Ayna görüntüsünü ekranda görme
G69	G69	Ana görüntüsünü ekranda kapama
G70	G70	Açının bitişi
G71	G71	Yerdeğiştirme (dönmede)
G72	G72	Yüzeyde yerdeğiştirme
G73	G73	Yol tekrarlama
G74	G74	z ekseninde delme kapasitesi
G75	G75	x ekseninde büyütme
G76	G76	Dişli kesme zamanı
G90	G77	A kesme devri
G92	G78	Diş açma
G94	G79	B. kesme devri
G96	G96	Sabit yüzeylerdeki hızın kontrolü
G97	G97	Sabit yüzeylerdeki hızı kontrol iptali
G98	G94	feed/dak.
G99	G95	feed oranı değeri
-	G90	Mutlak programlama
-	G91	Artırmalı programlama

Yardımcı fonksiyonları içeren M. kodları aşağıda verilmiştir.

M.fonksiyon	Açıklama
M00	Programın durması
M01	Isteğe bağlı durma
M02	Programın bitişi
M03-M04	Ana milin dönüş yönü
M05	Ana milin durması
M06	Takım değiştirme
M07-M08	1 ve 2 nolu soğutmanın açılması
M09	Soğutma sisteminin kapatılması
M10	Tutturma
M11	Çözme
M12	Serbest
M13-M14	M03-M04 ile birlikte soğutma sisteminde devr- eye girmesi
M19	Daha önceden belirlenen bir konumda ana milin durması
M21	x yönündeki ayna görüntüsü
M22	y yönündeki ayna görüntüsü
M23	Ayna görüntüsünün kapatılması
M30	Bantın sonu
M31	Bay-pass ile bağlama
M32-35	Sabit kesme hızı
M36-37	1 veya iki ilerleme hızı alanı
M38	1 veya iki ana mil hız alanı
M41	Kısa boşluk
M42	Uzun boşluk
M60	Parça değiştirme
M70-72	Parçanın açısal sıfır sapması
M98	Alt programa giriş
M99	Alt programdan dönüş

Yardımcı fonksiyonları içeren m kodları makinanın yardımcı elemanlarının çalıştırılmasında ve imalatta kullanılır.

Yukarıdaki açıklamalarda hazırlık fonksiyonları ve yardımcı fonksiyonları içeren G ve m kodları arasındaki belirgin özellik; m fonksiyonlarının hiç bir şekilde talaş kaldırma işleminde kullanılmaması, sadece diğer etkenlerde kullanılması en çarpıcı özelliğidir. Böylece imalat esnasındaki bir karışıklık yada programlama esnasındaki bir tereddütte ortadan kaldırılmış olunur.

3. CNC PROGRAMLAMA

3.1. Giriş

CNC programlama işlemini içeren bilgiler iki grupta toplanır. Bunlar;

- a) Geometrik bilgiler
- b) Teknolojik bilgiler

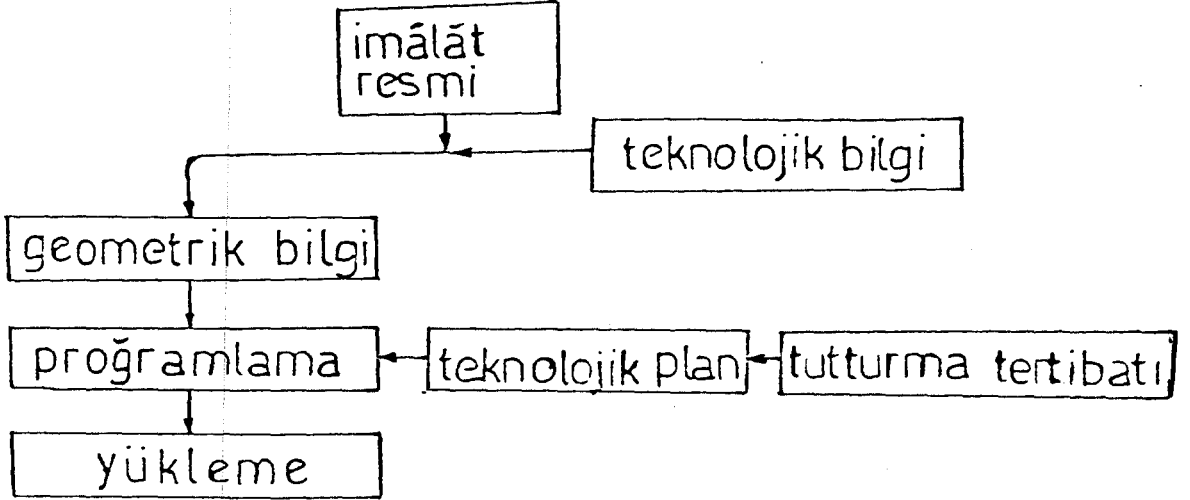
Geometrik bilgiler; parçanın geometrik şeklini tayin eder ve boyutlara bağlıdır. Kızak yolunu yada takım izini oluşturan noktaların koordinatlarıyla belirlenir. Teknolojik bilgiler ise; kesme ilerleme gibi talaş kaldırmayı gerçekleştiren bilgilerdir.

CNC programlama elle programlama ve bilgisayar yardımıyla programlama olmak üzere iki şekilde yapılır.

3.2. Elle Programlama

Elle programlama şu işlemlerden meydana gelir.

1. İmalat resmine dayanarak parçanın boyutları, tezgahın koordinat sistemine göre ifade edilir.
2. İşlem için teknolojik değerler hazırlanır.
3. Teknolojik plan ve parçanın koordinat sistemine göre verilen boyutlarına dayanarak program hazırlanır.
4. Programdaki bilgiler tezgaha yüklenir. Bu işlem direkt bilgisayar tuşlarına basılarak girilebilir. Yada program taşıyıcılarına aktarılarak, program taşıyıcısı yardımıyla tezgaha yüklenir. İşlemin akış şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil:3.1. Elle programlama akış şeması

3.2.1. İmalat resmi

İmalat resmi üzerinde engemel haliyle yapılan işlem; parçanın boyutlarını tezgah eksenlerine uygun bir koordinat sistemine göre ifade etmektir. Eksen takımları bir önceki konuda işlenmiştir. Parçanın koordinat sistemi tezgah koordinat sistemine uygun olarak seçilir. Yapılacak işlem; parçanın sıfır noktasını, tezgahın sıfır noktasını, takımın uç noktasını ve takım taşıyıcısının referans noktasını tayin etmektir.

3.2.2. Teknolojik plan

Teknolojik plan; işleme operasyonlarını, operasyonların sıralanmasını, kesme hızlarını, ilerleme ve paso derinliklerini, işlemler için kullanılan takımları kapsamaktadır. Bu bilgileri içeren konular bir önceki bölümde incelenmiştir. Teknolojik plan hazırlanırken, kodlamalar hakkında da bilgi sahibi olunması gerekir.

Bilgisayarlı sayısal kontrollü "CNC" tezgahlarda ACII (American Standart Cod for information interchange) kod esasına dayanan ISO (ISO R 1056, 1057, 1058), EIA (EIA RS-274-A.B) ve DIN (DIN 66025) gibi aynı içerikli kod sistemleri kullanılır.

Program iki şekilde yazılabilir. Adresli kelimeler bloku ve cetvel şeklinde bloklar yada karışık şekilde olabilir. Bir blok aşağıdaki kelimelerden oluşur.

1. N; blok sırasını gösteren kelime (N veya n)
2. G; Hazırlık işlemlerini gösteren kelime (G veya g) arada bazı kelimeler boş bırakılsa da G00 ile G95 kadar kelimeleri içerir.
3. M; yardımcı işlemleri gösteren kelime; (M veya m) M00'dan M99'a kadar kodları vardır.
4. (x,y,z,U,V,W,P,Q,R,A,B,C,D,E veya x,y,z,k,v,w,p,q,r,a,b,c,d,e) koordinat eksenlerini gösteren kelimelerdir.
5. F; kesici kalemin ilerleme hızını gösterir. Tezgahın özelliğine göre değişir. Her birim milimetrenin yüzdebirini gösterir.
6. (I,J,K veya i.j.k); interpolasyon parametrelerini
7. (S veya s); Ana milin dönme sayısı şeklinde, kesme hızını gösteren kelime
8. (T veya t); Takım adresidir. M06 komutuyla tezgaha takımın değiştirileceği bildirilince aynı sütündeki T adresiyle mevcut takımın hangi takımla değiştirileceği bildirilir.
9. H; H adresiyle, çevrim yapan komutlarda her bir çevrimde kesici takımın ne kadar talaş alması gerektiği bildirilir.
10. H; Kanal açılması komutu verilen bu blokta kanal kaleminin kalınlığı bildirilir.
11. K; Diş açma komutunun verildiği bir blokta bu adresle dişin adımı bildirilir.

Bolk adreslerinde kullanılan nümerik değerlerin analizinde; milimetre olarak kullanılıyorsa yüzde bir hassasiyetinde, inç olarak değerlendiriliyorsa binde bir hassasiyetindedir.

3.3. Programın Hazırlanması ve Hazırlık Fonksiyonları

Hazırlık fonksiyonları ISO sisteminde G EIA sisteminde 9 ile verilir. Hazırlık fonksiyonlarının hepsi kullanılmamaktadır. En çok kullanılan fonksiyonlar aşağıdaki cetvelde gruplar halinde verilmiştir.

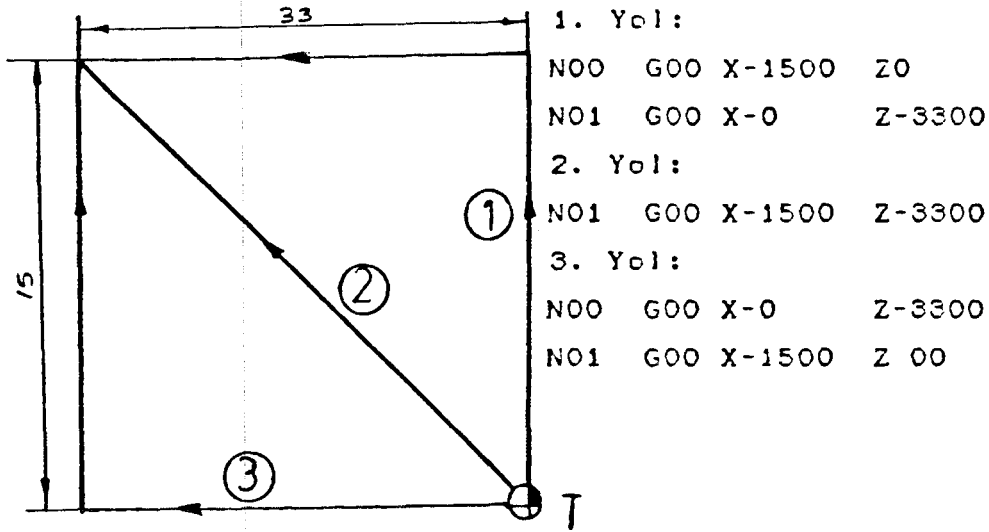
Tablo 3.1. Hazırlık Fonksiyonu Grupları

GRUP	1	2	3	4	5	6
Kodu	G01 G02 G03 G00 G33	G04	G17 G18 G 19	G33 G39	G40 G41 G42	G43 G44
	7	8	9	10	11	
	G53 G54 G55	G60 G63 G64	G90 G91	G92	G80 G81 G82 G83 G84	

Bu gruplardan en çok kullanılan G kodlarından bazılarını şöyle açıklayabiliriz.

3.3.1. G00 Doğrusal hızlı hareket

Takımın bulunduğu noktadan hareket sınırları içerisindeki diğer bir noktaya hızla gitmesi istendiğinde G00 kodu kullanılır. Hareket esnasında parça işleme veya talaş kaldırma söz konusu değildir. Hareket eksenlere paralel yada köşegen üzerinden olabilir.



Sekil.3.2.Doğrusal Hareket Yönleri

3.3.2. G01 Doğrusal kesme hareketi

Interpolasyon sistemi olmayan tezgahlarda, doğrusal kesme hareketini ifade eder. Interpolasyon sistemiyle donatılmış tezgahlarda, blokta bir eksen varsa eksene paralel, iki eksen varsa eksenlere eğik bir kesme hareketinin oluşturulmasını sağlar. Yazılımı şöyledir.

N00 G01 X(100) Z(100) F100 şeklinde ifade edilir. Bu durumda eğik bir kesme yapacak demektir. Eksenlere paralel kesme işleminde ise hangi eksene paralel olacaksa, o eksene dik olan eksen değerine sıfır değeri verilir.

Genel haliyle G01 komutu ile

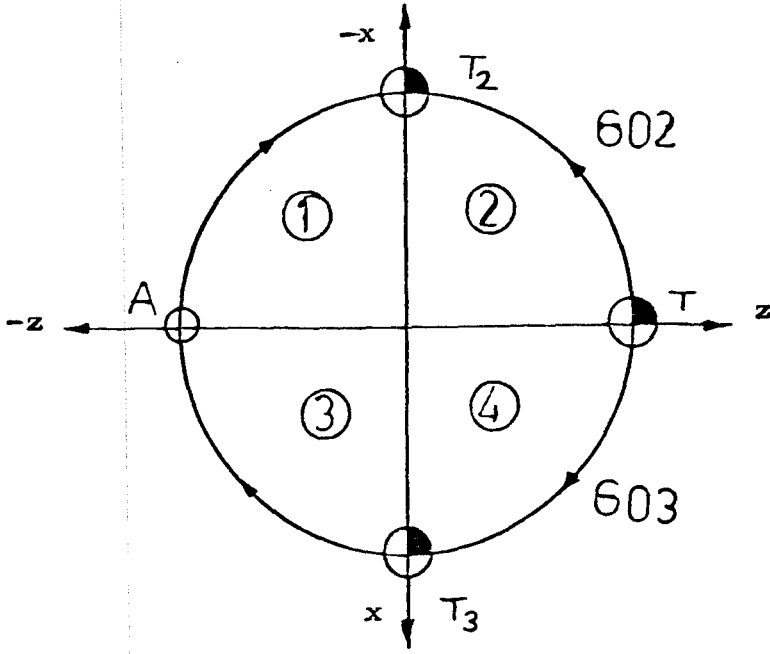
Silindirik yüzey tornalama

Konik tornalama

Alın tornalama işlemleri yapılmaktadır.

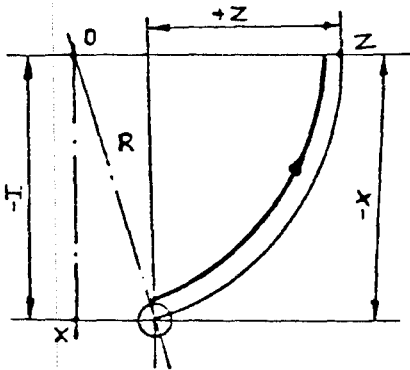
3.3.3. G02-G03 Dairesel Hareketler

Dairesel yüzeylerin işlenmesi için kullanılan bu kodlarda, saat yönündeki hareketler için G03; saat yönü tersindeki hareketler için G02 komutu ile ifade edilir. Hareketlerin 90°'ye eşit ve küçük olduğu hareketler için Şekil 2.3'de ifade edilmiştir.



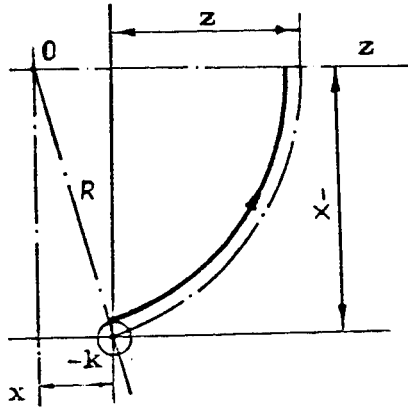
Şekil.3.3. Dairesel hareket yörüngeleri

x , y , z koordinat sisteminde XY , XZ , YZ düzlemleri meydana gelir. Bu düzlemler $G17$, $G18$, $G19$ fonksiyonları ile ifade edilir. Dairesel hareket için kullanılan I fonksiyonu x eksenine paralel dairenin merkezi ile kesme işleminin başlangıç noktasına kadar olan mesafeyi gösterir. Şekil 3.4'de görülmektedir.



Şekil:3.4. I ve R 'nin görünüşü

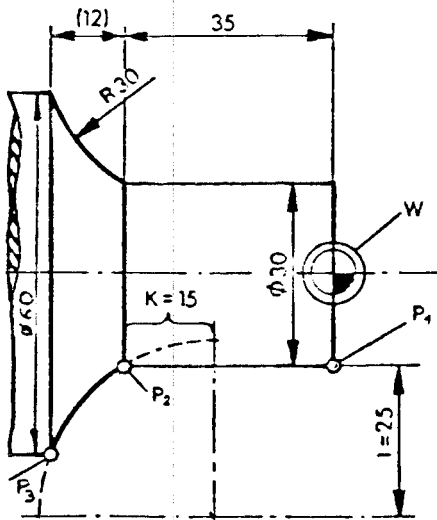
K fonksiyonu ise aynı mesafeyi z eksenine paralel olarak dairenin merkezi ile kesme işleminin başlangıç noktasına kadar olan mesafeyi gösterir. Şekil 3.5'te k fonksiyonu görülmektedir.



Şekil:3.5. K fonksiyonunun uygulaması

J fonksiyonu ise y eksenine paralel dairenin merkezi ile kesme işleminin başlangıç noktasına kadar olan mesafeyi gösterir.

Şekil:3.6'da I.K'nın aynı anda kullanıldığı parçanın kesiti ve kullanılışına ait kısa bir program verilmiştir.



Program şu şekilde yazılır.

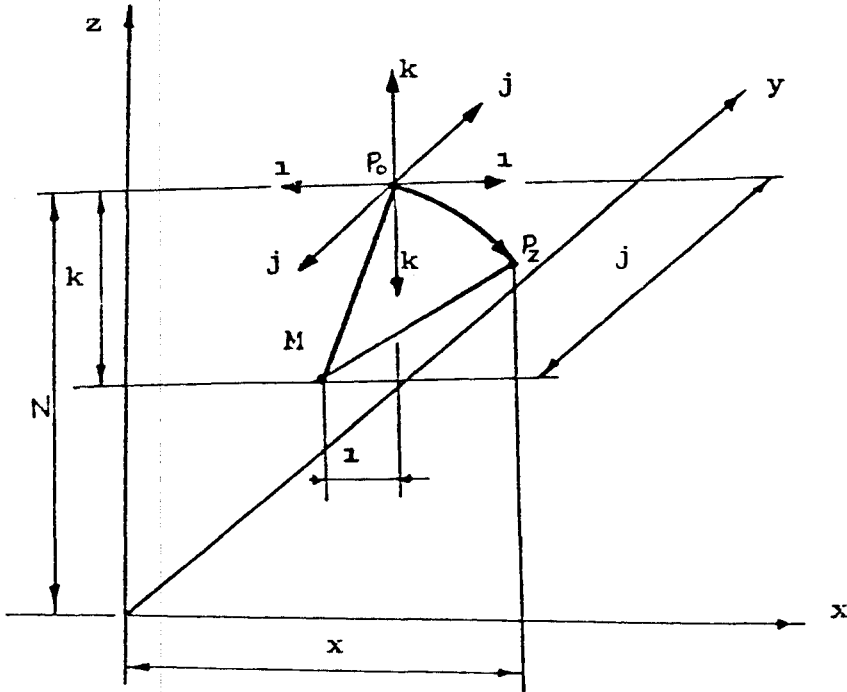
N	G	X	Z	I	K
10	01	30	-35		
20	02	60	-47	25	15

Şekil:3.6. I.K'nın gösterilmesi

10. no'lu blokta kalem P_1 noktasından P_2 noktasına gider. 20 no'lu blokta x eksenine paralel dairenin merkezi ile kesme işleminin başlangıç noktasına olan mesafe olan I değeri 25 verilmiştir. K değeri ise z eksenine paralel dairenin merkezi ile kesme işleminin başlangıç noktasına olan mesafe $K=15$ verilmiştir.

Genel olarak I ve K, J değerleri 90° 'den küçük daire parçalarının programlanmasında kullanılır. 90° 'den büyük daire parçalarının programlanmasında ise, 90° eşit parçaya bölünerek artan yay parçası için I, J, K değerleri kullanılarak programlanır.

x, y, z koordinat sisteminde I, J, K 'nin gösterilişi ise aşağıdaki Şekil.3.7'de verilmiştir.



Şekil.3.7. I, J, K 'nin x, y, z koordinat sisteminde gösterilişi

G41 kodu ile takım kaydırmanın, takım yolunun sol tarafta bulunduğu, G42 kodu ile takım kaydırmanın, takım yolunun sağ tarafta bulunduğu durumlarda kullanılır.

Ayrıca pozitif takım kaydırma için G43 ve negatif takım kaydırma için G44 fonksiyonları kullanılır.

G00, G01, G02, G03, G41, G43, G44 fonksiyonları modaldır. Yani geçerlilikliğini iptal eden veya başka bir modal G fonksiyonu gelmedikçe geçerli olurlar.

3.3.4. G91-G92 boyut fonksiyonu

Parça boyutlarının mutlak veya artırılmış olarak verilmesi ile ilgilidir. G91; parça boyutlarının mutlak G90 ise parça boyutlarının eklemeli olarak verildiği durumlarda kullanılır. Mutlak fonksiyonda hareketin yönü ve uzunluğu parça orijinine göre verilir. Eklemeli sistemde bu söz konusu değildir. G90 ve G91 birbirlerine göre modaldırlar. Biri verilince diğeri ortadan kalkar. Programlamada bir sefer verildiğinde yeterlidir.

3.3.5. Sabit iş devresi fonksiyonları

Ardı ardına tekrarlanan benzer işlere sabit iş devresi denilir. Bu işlemler sabit devre denilen fonksiyonlarla gerçekleştirilir. Programı büyük ölçüde kısaltan bu fonksiyonlar G81'den G89'a kadar simgelerle gösterilir.

3.3.6. G81 Matkapla delme çevrimi

Bu fonksiyonda delik açan matkap geri çıkarak başladığı noktaya gelip durur. G81 komutuyla delme işleminde program satırına girilen data N.../G81/z../F/H şeklinde formatlanır. x ekseninde herhangi bir hareket sözkonusu olmadığı için x değeri girilmez. H değeri her bir çevrimde matkabın dalma miktarını gösterir.

3.3.7. G82 hareket sonunda beklemeli delme çevrimi

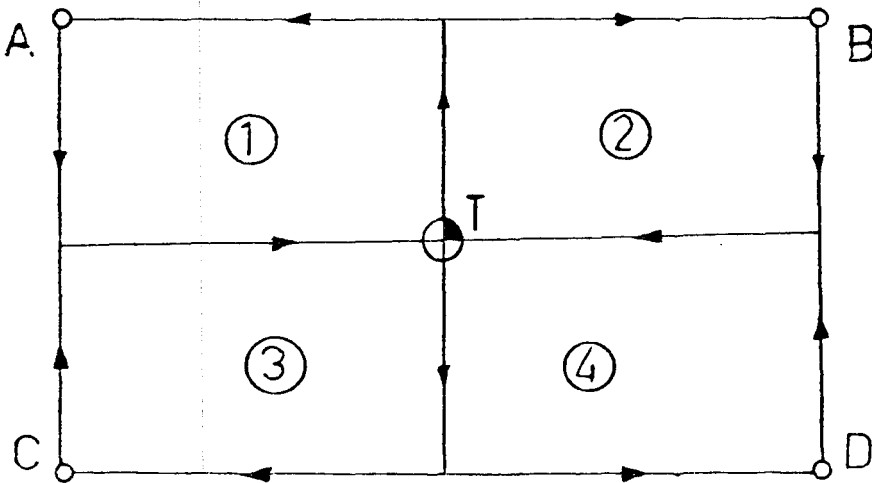
Bu çevrimin G81 delme çevriminden tek farkı keserek delme işlemini tamamlayan matkap ucunun, geri çıkmadan önce bir süre dönerek beklemesi olayıdır. Amaç talaş temizliğidir.

3.3.8. G83 matkapla delinecek derin bir deliği kademeli delme çevrimi

Bu çevrimde, matkap delikleri kademeli olarak deler. İlk harekette verilen değerin yaklaşık yarısı kadar gider ve geri çıkar. Tekrar kaldığı yerden parçanın diğer bölümüne dalar ve geri çıkar. Son çevrimde ise; işlemi bitirir ve başlangıç noktasına geri döner.

3.3.9. G84 Dikdörtgen talaş kaldırma çevrimi

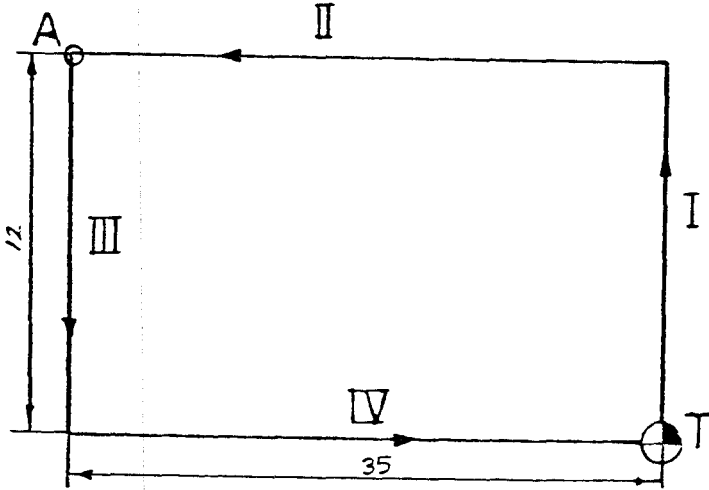
Eksenlere paralel olarak tornalama-talaş alma birçok kez yapılacaksa G84-çevrimin kodunun kullanılması daha ekonomik olur. Bu komut dört hareketten oluşur. Olasılıklar Şekil.3.9'de gösterilmiştir.



Şekil:3.8. G84 çevrimleri

Şekil.3.9'da T-noktası başlangıç noktasıdır. Bu noktaya gelen ve giden hareketler G00-kodu ile yapılmış gibi düşünülebilir. G84 kodu ile verilen x ve z

bilgilerinin işaretleri ile seçilir. Seçilen x ve z bilgisi olarak A,E,C,D noktalarının T'ye göre koordinatları verilir. I nolu dikdörtgen çevrimi ele alınırsa; Şekil 2.10'da şöyle açıklanabilir.



Şekil.3.9. G84 kodunda 1.nolu olasılık

N 15 G84 Z-1200 Z-3500 F100 H50

bloğu verilebilir. I ve V nolu hareketler G00 ile II ve III nolu hareketler G01 ile yapılmış gibi düşünülebilir. İlerleme hızı 100 mm/dak dır. H değeri ise maksimum 0,5 milimetre olmalıdır. Eğer tezgah kapasitesine göre küçük ise, x değeri H değerine eşit alınır. Aksi takdirde talaş kesitlerinde sarkmalar meydana gelir. Bu işlem G00 ve G01'i kullanarak yapılacak olursa;

I	N 15	G00	X-1200	Z-0	
II	N 16	G01	X0	Z-3500	F 100
III	N 17	G01	X1200	Z-0	F 100
V	N 18	G00	X-0	Z-3500	

Şeklinde yazılması gerekir. İkisi arasında hiçbir fark yoktur. Sonuçta kalem başlangıçtaki yerine dönecektir. İkinci bir talaş alma-tornalama işlemi için hazır olur.

3.3.10 . G85 raybalama çevrimi

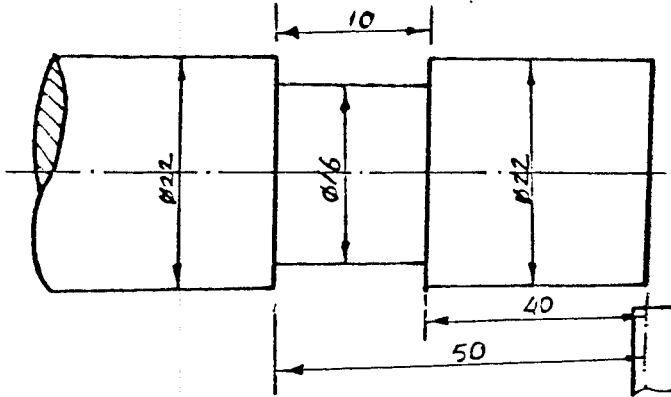
Matkapla delinmiş olan deliğin iç yüzeyinin raybalanmasını sağlar. G81 çevriminde matkap geri çıkarken iş yapmaz. Raybalama işleminde hem girerken hem de çıkarken iş yapar. Yazılım ise

N.../G85 / z.. /F şeklidir.

3.3.11. G86 kanal açma çevrimi

Kanal açma çevriminde takımın ucu bir doğru parçası olup, bu doğrunun uzunluğu kanal kaleminin genişliğidir. Takım ile ilgili data, kanal kalemi sağ uç noktasıdır. Bu noktaya göre çevrim kurulup işleme yapılır. Kanal komutunun verildiği bir program bloğundan satır formatı aşağıdaki gibidir.

N.../G86 / x.../ z.../F.../H... şeklidir. Burada H değeri; kanal açma kaleminin uç genişliğidir. Aşağıdaki örnek konuya açıklık getirir.



Şekil:3.10. Kanal açma çevrimi

N00/M03

N01 G00 x-100 z-4200

N02 G86 x-400 z-1000 F 60 H 300

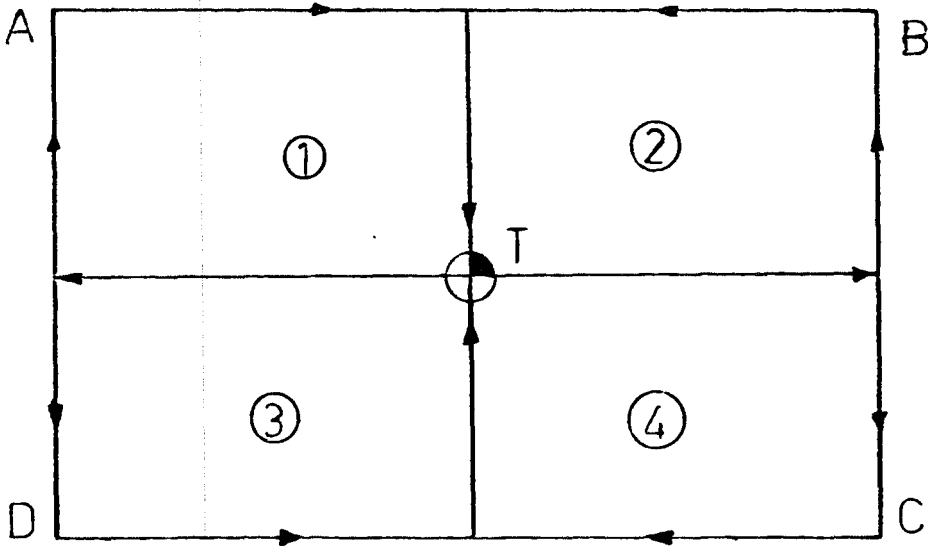
N03 G00 x 100 z-4200

Bu işlemden kanal kalem 1000 mm'lik mesafeyi 4 işlemden alır. Yalnız dikkat edilmesi gereken husus, H değeri x değerinden yüksek olursa tezgah alarm mesajı verecektir.

3.3.12. G88 Alın tornalama çevrimi

Bu komutta G00 ile G01 işlemlerinin birleştirilmiş hali söz konusudur. Tek farkı talaş kaldırma işleminin x eksenine paralel olmasıdır. Takım ucu ve doğrultusu z eksenine paraleldir.

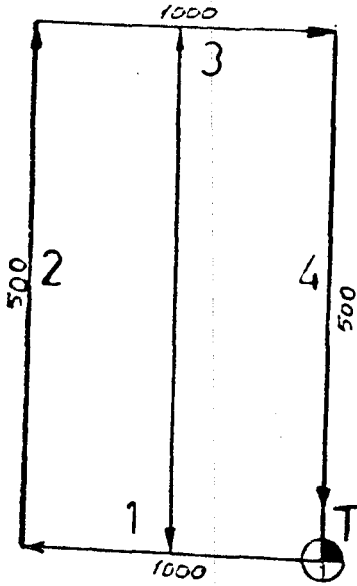
G88 çevrim komutu dört hareketten oluşur. Olanılıklar Şekil:3.11'de gösterilmiştir.



Şekil.3.11. G88 Alın tornalama çevrimleri

Şekil:3.12'de A ihtimali gözönüne alınırsa bloğu şöyle yazabiliriz.

N01 G88 x... z... F... H... şeklinde yazılabilir. Sayısal örnek verilirse;



Takım 1.dogrusunda talaş kaldırır. 2. ve 3 nolu işlemleri yaparken talaş kaldırır. 4 nolu dogruyla çevrimi tamamlar. Yazılım ise şöyledir.

N01 G68 X-500 Z-1000 F100 H100

Şekil.3.12. Bir nolu olasılık

bloktaki H değeri her çevrimde alından alınacak paso durumunu gösterir. Pratik olarak H değeri 0,5 milimetreyi geçerse H z değerine eşit alınıp işlem birkaç blokta tamamlanır.

Pratik olarak şekil.3.12'deki çevrimlerde 1 ve 2 nolu çevrim parçanın dış noktasından merkezine doğru talaş kaldırma işleminin olduğu durumlarda, 3 ve 4 nolu çevrim ise içerden dışarı doğru talaş kaldırma işleminin olduğu durumlarda kullanılır.

3.3.13. G69 Hareket sonunda beklemeli, raybalama çevrimi

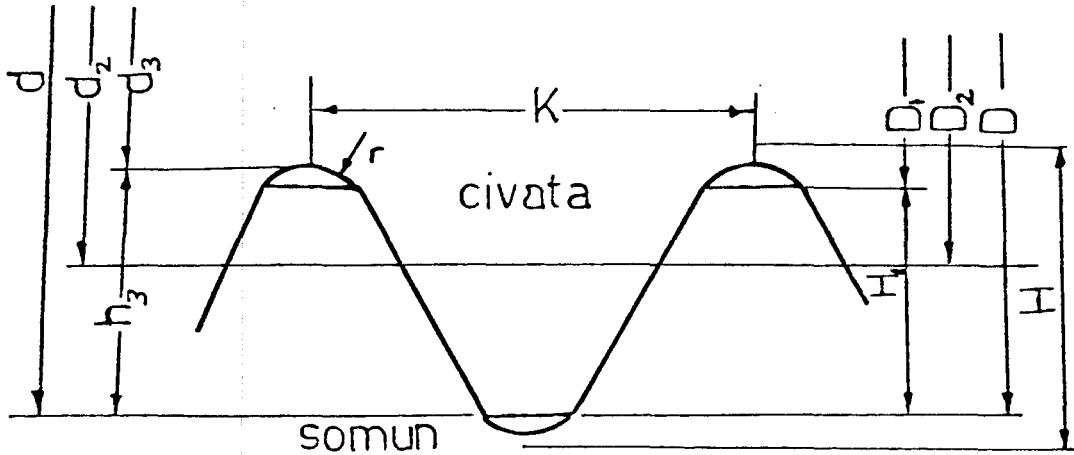
Raybalama çevriminde takım talaş kaldırarak, gider ve döner. Bu çevrimin farkı en son noktada yarım saniye beklemesidir. Özel amaç için kullanılır. Blok

N.../ G69 / z... /F... şeklinde yazılır.

3.3.14. G78-G33 diş ağma

Bilgisayarlı nümerik kontrollü tezgahlarda ISO ve DIN standartlarına göre çeşitli büyüklüklerde pek çok diş ağma işlemi yapılabilir. Diş yönü "sağ diş, sol diş" parçanın

dönüş yönüne ve takımın hareket yönüne bağlı olarak tayin edilir. ISO ve DIN standartlarında diş ölçüleri şekil:3.13'de verilmiştir.



Şekil:3.13. ISO ve DIN standartlarında diş ölçüleri

- K = Dış adımı
d = Vida çapı
 $D=d$ = Civata ve somun için nominal çap
 $d_2=D_2$ = Bölüm dairesi çapı
 d_3 = Diş dibi çapı
 D_1 = Somundaki en küçük çap
H = Profil yüksekliği
 h_3 = diş yüksekliği
r = diş dibi yuvarlaklık yarıçapı

Metrik ISO-DIN 13'e göre standart dişli tablosuda şöyledir. Örnek olması açısından 10 ve 20 mm'lik değerler verilecektir.

Tablo 3.2. Diş Ölçüleri

Diş nominal çapı	Diş adımı	Bölüm dairesi çapı	En küçük diş dibi çapı		Diş derinliği		Yuvarlaklık
			d_s	D_1	h_s	h_1	
$d=B$	K	$d_2=B_2$	d_s	D_1	h_s	h_1	r
10	1,5	9,026	9,160	8,376	0,920	0,812	0,217
20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361

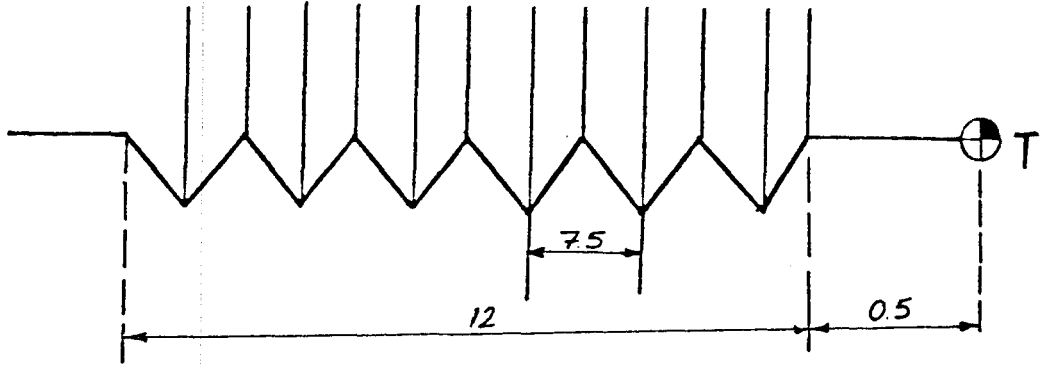
Diş açarken açılan dişin adımına uygun olarak seçilmesi gereken maksimum ayna devirleride aşağıdaki gibi olmalıdır.

Tablo:3.3. Devir Sayıları

Diş adımı		Maksimum ayna devri (dev/dak)
Metrik (mm)	İnç (")	
0,02-0,5	0,002-0,02	950
0,5-1	0,02-0,04	500
1-1,5	0,04-0,06	320
1,5-2	0,06-0,08	250
2-3	0,08-0,12	170
3-4	0,12-0,16	120
4-4,99	0,16-0,199	100

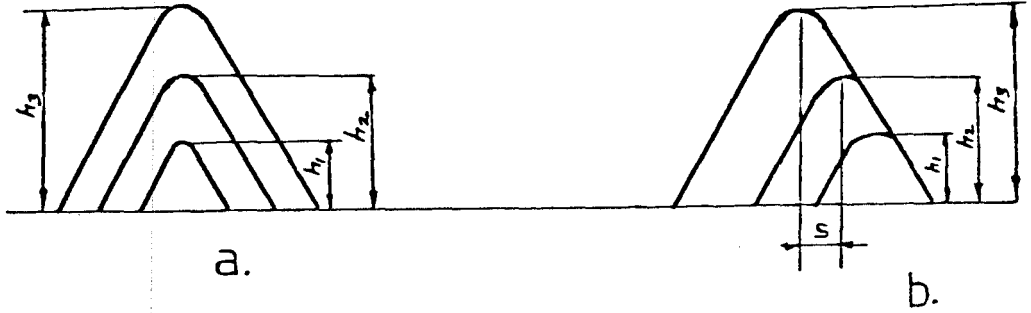
Tezgahta diş açmak için gerekli bilgiler z ve F kısımlarında verilir. z kısmında diş uzunluğu F kısmında da diş adımı $\text{mm} \times 100$ olarak verilir. Yapılan işlem Tablo.3.3'den diş adımına uygun ayna devri tayin edilir. Adıma uygun F değeri tayin edildikten sonra blok şu şekilde yazılabilir.

N01 G33 $z...$ $F...$ şeklinde ifade edilir. Örnek verilecek olursa



Şekil: 3.14. Diş açma örneği .

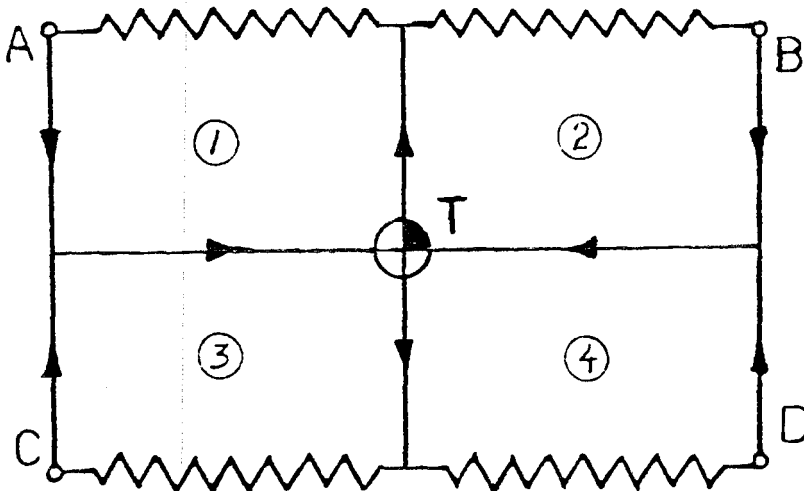
N01 G33 X-0 $z-1250$ $F 75$ olarak blok tayin edilir. Diş derinliği bir defada istenilen ölçüye getirilmez. İlk kesme 0,2 mm, diğer kesmeler 0,1 mm ve son işlem ise 0,05 mm alınmalıdır. Kesme işlemi iki şekilde yapılabilir. Bunlar yalnız x eksen yönünde, yada hem x hem de z yönünde olabilir. x eksen yönündeki kesme işleminde x 'e eksi değerler de olabilir. x eksen yönündeki kesme işleminde x -e eksi değerler verilerek kesme işlemi yapılır. x ve z yönündeki kesmelerde ise s kadar z eksen yönünde de kaydırma işlemi yapılır. Şekil.3.15'de işlem görülmektedir.



Şekil:3.15. Diş açma kademeleri

Şekil.3.15'de diş açma şekli için her kademe de kalem $-z$ yönünde s kadar, $-x$ yönünde $h_2 - h_1$ yada $h_3 - h_2$ kadar T noktasından ötelemek gerekir. Eğer dişin birçok kademe açılması istenirse G33 yerine G78 kodunun kullanılması daha ekonomik olur.

G78 kodu bir diş açma çevrimidir. G84 çevrimine benzetilebilir. Ancak ilerleme hızları bakımından farklıdır. G78 diş açma çevrimindeki olasılıklar Şekil.3.16'da verilmiştir.



Şekil:3.16. G78 çevrim olasılıkları

Diş açma çevrim kodu G78 ile birlikte istenilen diş sınıfına göre A, B, C veya D noktalarının koordinatı ve diş adımı verilir. Buradaki hareketler şöyle sınıflandırılabilir.

1. Sağ diş vida
2. Sol diş vida
3. İç sağ diş
4. İç sol diş

Şekil.3.16'da verilen değerlerde T -noktasına yaklaşan iki doğru parçası hızlı hareketlerde (G00) her bir olasılığa ait 3 doğru parçaları ise F kısmında programlanan diş adımı ile gerçekleşir. Program bloğu şöyle gösterilir.

N... G78 X... Z... F.... H... şeklindedir.

X-değeri diş boyuna eşittir. ISO ve DIN'e göre diş yüksekliğidir.

Z-diş açılan toplam uzunluk

F-değeri diş adımına eşittir. 1/100 hassasiyetindedir.

H-değeri, her bir çevrimde alınacak talaş derinliğidir.

$H = 0$ olursa bir çevrimde iş biter.

$H > 0$ olursa sistem alarm verir.

Genelde pratik olarak x değeri takım ucu ile parça arasındaki mesafe ile diş yüksekliği toplanarak verilir. H değeri ise ortalama bir kesme değeri alınarak verilir. Diş açma işleminde H değerinin bir çevrimde belirli bir kesme sınırlaması yoktur. Çünkü talaş sarkması olayı sözkonusu değildir. Diş açılan bölümün her iki tarafıda boşaltılmıştır. Hassasiyet değerleri tüm bloklarda 1/100 mm oranındadır.

3.3.15. G90, G92, G94, G95 komutları

G90 komutları sıfır noktasını tayin etmek için kullanılır. Bu komut girildiği anda takımın bulunduğu nokta sıfır noktası kabul edilir.

G92: Komutu; kartezyon koordinat sistemini kurmak için kullanılır. Ancak mümkün olan her nokta sistemin merkezi olarak seçilebilir. Yalnız blok üzerinde bu noktaların koordinatları verilir.

G91 Artırımlı sistem; her hareketin başlangıcında bulunan yeri sıfır noktası kabul eder, ulaşılabacak noktaya ait koordinat yada yarıçap bilgisi bu sıfır noktasına göre verilir.

G94 ve G95 ilerleme hızı birimi; torna kaleminin ilerleme hızı mm/dak, inch/dak yada mm/dev (inc/devir) olarak seçilebilir. G94 seçilmiş ise;

hassasiyet 1 mm/dak yada 1/10 inç/dak

geçerli F 2-499 mm/dak yada 2-199 (0,2-19,9 inç/dak)

G95 seçilmiş ise;

hassasiyet 1/1000 mm/devir yada 1/10.000 inc/devir
geçerli F 2-499 (0,002-0,499 mm/dev. yada 2-199
(0,0002-0,0199 inch/devir) olarak alınır.

3.4. Endüstriyel Makinalarda Programlama Blok Yapıları

CNC tezgahlarında programcının tezgahı yönlendirilebilmesi için gerekli olan bilgilerin içerilmesidir. CNC torna tezgahında işlenecek bir parçanın programlanmasında kullanılan blok yapısı şöyledir.

N	G	X	Z	I	K	F	R	n	T	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Şekil:3.17. Torna blok yapısı

z,k; koordinat sistemi eksen takımıdır.

M; yardımcı fonksiyonlardır.

R; kontrol ünitesinde görev yapar. Sabit kesme hızını kontrol eder. Kesme hızı parça çapı değiştiğinde değişeceği için, talaş kaldırma işlemi boyunca kesme hızının sabit kalmasını sağlayan bir değerdir.

n; dev/dak cinsinden ayna devridir.

F; mm/dak yada verilen birimler cinsinden kesici takım ilerleme hızıdır.

l/K değerleri; X ve Z eksen takımında; kalemin bulunduğu noktadan yarıçapın X eksenine uzaklığı l ile, Z eksenine paralel dairenin başlangıç noktasına olan uzaklığıda K değeri ile verilir.

U/W değeri X ve Z eksenlerine paralel ikinci hareketleri gösterir.

T değeri; Takımın cinsini gösterir.

Uygulamada frezede işlenecek bir parçanın blok yapısında şu şekildedir.

N	G	X	Y	Z	F	n	T	M	Açıklama
		I(D)	J(S)	(K)					

Şekil:3.18. Universal freze program blok yapısı

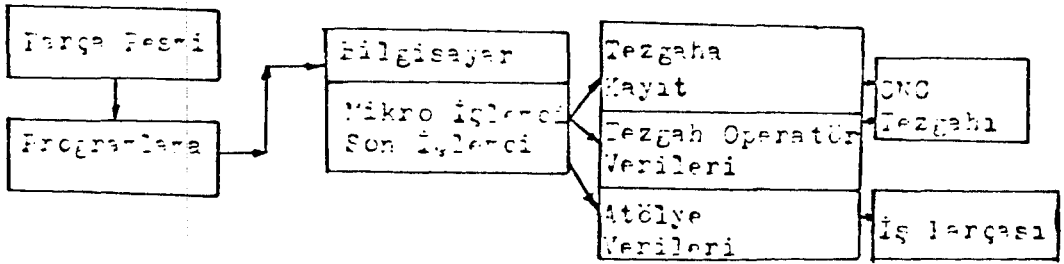
3.5. Otomatik Programlama

Elle programlama esas olarak basit işlemler için uygulanan bir programlama türüdür. Karışık işlemlerde, uzun zaman almakla beraber, hata yapma oranı da artar. Bu nedenlerle otomatik programlama uygulanır.

Bu programlama türünde belirli bir program türüne göre hazırlanmış geometrik ve teknolojik bilgiler, tezgah sistemine dahil olan bir bilgisayara verilir. Şekil.3.19'da otomatik programlama gösterilmiştir.

Bilgisayar mikro işlemci ve son işlemci olmak üzere iki bölümden oluşur. Mikro işlemcide verilecek bilgiler genel bir çözüm şeklinde ifade edilir. Elde edilen çözüm son işlemcide tezgaha uyarlanır ve tezgaha verilmek üzere kaydedilir.

Ayrıca son işlemciden takım listesi ve iş organizasyonu ile tutturma tertibatlarının listesinde alınabilir.



Şekil:3.19. Otomatik programlama sistemi

Otomatik programlama için kullanılan diller geneldir. Bunlar sırasıyla,

EXAPT

ADAPT

IFAPT

MINIAPT

NEL-NC gibi sistemler geliştirilmiştir. Bu dillerin tümünü içeren

APT sistemi geliştirilmiştir.

EXAPT sistemi ise; delme, delik işleme frezeleme işlemleri için EXAPT 1; eğrisel kontrollü tornalamada EXAPT 2 ve eğrisel eksenli işlemler EXAPT sistemleride mevcuttur.

ADAPT ; APT'nin orta boyutundaki işlemleri için kullanılır.

IFAPT ; eğrisel kontrol sistemi için geliştirilmiştir.

Otomatik programlama için geliştirilen APT dili en geniş ve kapsamlı dildir. Bu nedenle APT dili ele alınacaktır.

3.5.1. APT sistemi

Parça programlarında en basitten karmaşık programlamaya kadar uygulanan APT "otomatik programming tool" dili 3 ile 5 eksenli tezgahlara uygulanan 300 kelimedenden meydana gelir. Kelimelerin yarısı takım tezgahına diğer kısımlarıda, geometriyi tanımlama, takım geometrisini tanımlama, bilgisayar fonksiyonlarına kumanda etmekte kullanılır. Genel olarak APT şu görüntüler altında incelenir.

1) Geometrik büyüklüklerin tanımı

APT dilinin aslı geometrik büyüklüklerdir. Geometrik kısımların büyüklüğünün değişimini tanımlar. Noktalar, doğrular, açılar, düzlemler, silindirik yüzeyler, koniler, konikler, daireler, kuadrikler, silindirik cetveller, çizgisel yüzeyler APT için esas yüzeylerdir. Her geometrik yüzey için bir değer tablosu tahsis edilmiştir.

2) Hareket değerleri talaş kaldırma esnasında kalemin hareket yönünün ve koordinatlarını tanımlayan büyüklüklerdir.

3) Ön işlem değerleri; makina takım ve işleme gibi değerleri tanımlar. Bu değerler önceden tanımlanır.

4) Hesaplama değerleri; karışık ve nümerik değerlerin hesaplanmasında kullanılan APT sözcükleridir. Genel olarak belirtilen değerlerden oluşur.

3.5.1.1. Klasik boyutlar

APT sisteminde sabit yada değişken boyutlar kullanılır. APT büyük harflerden oluşur. Ana kelimeler olduğu gibi yazılır. Fakat bazı kelimeler özel formda yazılır. Sembollerin gösterimi nümerik, sembolik yada bilgi işlem kelimeleri olur. Temel öğeler dikey listede oluşturulur. Örnek verilirse,

CIRCLE / CENTER, POINT, RADIUS, VALUE

Burada CIRCLE / CENTER ve RADIUS büyük harflerden oluşur ve temel cümlelerdir ve bu formda yazılır. APT dilinde yazılımları ise,

CI = CIRCLE / CENTER, PI, RADIUS, 2,5

CI = Özel bir cümledir. Genel değildir.

Özel olarak gösterilen semboller temel formatların önüne yazılabilir.

3.5.2. Giriş formatları

APT parça programlarında giriş için elde edilen giriş setleri parça programlarını oluşturur. APT dilinde İngilizce cümleler kullanılır. Seksen kolondan oluşturulan bir giriş bölümü mevcuttur. Birden yetmişikiye kadar olan bölüm giriş için kullanılıp, kalan sekiz bölüm yardımcı fonksiyonlar için kullanılır. İlk bölümde hangi program istenirse yazılabilir. Kolaylık açısından da istenilen yere yazılır. Bloklar bu kurallar için geçerli değildir.

Normalde bir cümle her bir satıra dahil olur. İmkanlar ölçüsünde tek bir cümle ard arda gelen kartlarda devam edebilir. Birkaç cümlede tek bir kartta oluşturulabilir. Komutlar cümle bilgisiyle komut olabilir. Bunlarda \$, \$\$ ve (i) işaretleriyle ifade edilir.

3.5.2.1. \$ Dolar işareti

Cümlenin sonuna konular ve cümle bilgisinin sona erdiğini gösterir. Cümle herhangi bir kartın numarasında devam edebilir. Cümle sonunda tek dolar işareti konur. Dolar işaretinin sağına konan herhangi bir bilgi iptal edilir. Yalnız çıktıda görülür. Örnek incelenirse üç karttan oluşan cümlede dolar işaretinin sonunda cümle vardır. Fakat işlem görmez.

PLI = PLANE / POINT / 3,5,2), SPOCKET BOTTOM PLANE

(POINT/1,8,7), \$

(POINT /9,8,7)

3.5.2.2. \$\$ Dolar işareti

7 inci kolondan önce programı oluşturan cümlelerin sona erdiğini gösterir. Komutlar çift dolar işaretinin sağına yerleştirilir. Çift dolar işaretinin sağında cümle görünürse sadece komuta kartı gibi işlem görüp APT diline etkisi yoktur. Örneğin,

FEDRAT /SO \$\$ set miling Feedrate

\$\$ INDEX TURRET TO DRILLING TOOL

3.5.2.3. (;) işareti

Birbirini takip eden cümlelerin noktalı virgül kullanarak tek satırda yazılmasını sağlar.

Kolon veya Kapalı parantez

Kolon işareti olan (:) olayında açıklanması istenen değer yazılır. Şöyle 1B : JUMPTO / 3C şeklindedir.

Kapalı parantez matematiksel fonksiyonların ifade edilmesinde kullanılır.

$K = \tan F(B)$

Değişken semboller kullanılır.

MLD = MATRIX / XYROT, 15.

3.5.2.4. Eşit işareti

Eşitliğin sağ tarafındaki değerleri sol tarafa eşitler. (+), (-), (*), (**) işaretleri ise toplama çıkarma çarpma ve üstel ifadeler için kullanılır. Örneğin

Yazılım $A = B/C/D$ APT dilinde $A = B/(C/D)$ şeklindedir. Nokta işareti kesirli ifade belirtir. Virgül işareti yan yana yazılan ifadeleri ayırır.

Örnek verilirse,

A=1; B=2; PI=POINT/A.B şeklinde yazıldığı gibi

A=1

B=2 PI = POINT /A,B şeklinde yazılabilir.

Bazı APT cümleleri tek kelime yapısına sahiptir. Bunlar yarım cümleyle ifade edildiği gibi yeni cümlelerle de ifade edilebilir. Virgülle ayrılıp ayrı bir komut oluşturabilme yerine yarım cümle ile ifade edilip tek kartta yazılabilir. Örneğin;

GO HOME, STOP

GO HOME, STOP

RAPID, TLLFT, GOLFT /L1, L2

RAPID; TLLFT; GOLFT /L1, L2

3.5.3. Cümleler ve elemanları

Cümleler ve elemanları APT parça programları içindeki ana birimdir. İngilizcenin herhangi bir kelimesiyle kıyaslanabilir.

Cümleyi numara, sembol ve özel karakterler, operatörler veya özel karakterleri oluşturur.

CI = CIRCLE /CENTER, P1, RADIUS, 4

Bu cümlede P1 ve CI semboldür. CIRCCE, CENTER, RADIUS kelimedir. 4 ise numaradır. Eşitlik işareti, oran ve virgüller delme karakterleridir.

3.5.3.1. Numaralar

APT dilinde standart matematiksel notasyonlar kullanılır. Numara kesirli bir bölüme sahipse kesir atılır veya tama getirilir. APT dilinde sayılar şöyle yazılabilir.

1. 5. -4 2. 2.0 +2 +2.000

3.5.3.2. Sözlük kelimeleri

Sözlük kelimeleri APT programlarını açıklayıcı bir kelimedir. Sözlük kelimeleri altı yada birkaç karakterden oluşur. En fazla alfabetik karakter, bir kaçıda nümerik karakterlerden oluşur. Bazı sözlük kelimeleri birden fazla ingilizce kelimedenden oluşup APT programı tarafından tek tek

kelime olarak kabul edilir. Örneğin GOLFT APT kelimesi "GO" ve "LEFT" şeklinde kabul edilir. İki çeşit sözlük kelimesi vardır. Major ve Minörler.

Major kelimeler "Esas kelimeler"; cümle içerisinde en önemli kelime olduğu için major kelimeler olarak adlandırılır. Bazı esas kelimeler kendileri tarafından tekbaşına bütün anlamını ifade eder. Örneğin

RAPID ve STOP
(çabuk) (Dur)

Diğer major kelimeler ilave bilgi gerektirir. Bu durumlarda esas kelime bölüm işaretinin soluna yazılır. İlave bilgi bölüm işaretinin sağına yazılır. Örneğin

CUTTER / 0.28

FEDRAT / 30. IPM

Minör kelimeler "yardımcı kelimeler"

Minör kelimeler yalnızca bölmenin (/) sağında görülebilir. Örneğin,

GORGT / L1, PAST, L2

GOOLNT/ON

Past ve on minör kelimelerdir. Minör kelimeler virgül (.) ile ayrılır.

Sembollerse; sembolleri izah etmek istendiğinde herhangi bir ifadeyi belirtmek istediğimizde kullanılır. Örneğin,

P1 = POINT /3,7

Bu cümlede P1 sembolü belirli bir koordinat sistemini ihtiva eder. Bir sembol birden altıya kadar olan alfabetik veya nümerik karakterlerden oluşabilir. En azından bir tanesi alfabetik olmalıdır. Enson teknoloji olan UCC APT dili sembollerde bir kısıtlama getirmez. Fakat bir sözcük kelimesi bir smbol gibi kullanılırsa parça programı için

yanlış sözcük kelimesi neyi temsil ettiğini belirten sembolleri kullanarak programlamaya yardımcı olur. Örneğin; P1, P2, P3 vb. noktalar için anlamlıdır.

L1, L2 satırlar için,

HL1, HL2, yatay doğrular için

VL1, VL2, dik doğrular için kullanılır.

3.5.3.3. Cümlelerin adlandırılması

APT programlama dilinde her satırda bulunan cümleler bir satır numarası yada harflerle adlandırılır. Bunlar nümerik olduğu kadar alfabetikte olabilir. Örneğin

S1) GOTO / 1,2,3

A) FEDRAT / 20

256) B= A+1

Burada S1, A ve 456 cümlelerin adlarıdır. Genel olarak satır numaralarını ihtiva eden değerler olarak yorumlanır.

3.5.4. Eşanlamlı cümleler

Eşanlamlı cümleler, APT sözlük kelimelerinin değişik yazımına imkan verir. Yazılışı

SYN/ yeni yazım, kelime, yeni yazım, kelime

Kaydın değişik numara çiftleri sağlanabilir. Her çiftin ilk kaydı, ikinci kayıt çifti sözcük kelimesi için yeni yazımdır. Örnek verilirse,

SYN / PT, POINT, LN, LINE, GT, GOTO

Bu cümlede

PT, POINT için; LN, LINE için; GT, GOTO için değişik yazım şeklidir.

Eşanlamlı kelimeler sadece sözlük kelimeleri için kullanılır. Semboller için kullanılmaz.

3.5.4.1. Standart eş anlamlılar

APT sistemini kuran standart eş anlamlılar seti aşağıdaki cümlelerin herbiri tarafından kullanılabilir hale getirilir.

SYN/ON

SYN/PRINT

SYN/PRINT cümlesi standart eş anlamlıların çıktısını ve onların eşdeğer sözlük kelimelerini üretir.

Eş anlamları verilen bazı cümleler aşağıda verilmiştir. Bu cümlelerin dışındaki cümleler için cümlenin kendisi kullanılır.

Tablo: 3.4. Cümleler ve Eş Anlamları

AA	ATANGL	LF	LEFT	TU	TURN
AP	AUTOPS	LN	LINE	TE	TURRET
AV	AVOID	LR	LINEAR	UT	UTURN
BO	BORE	MX	MATRIX	VE	VECTOR
CA	CANON	OB	OBTAIN	XL	XLARGE
CE	CENTER	OS	OPSTOP	XS	XSMALL
CK	CHECK	OR	ORIGIN	YL	YLARGGE
CI	CIRCLE	LL	PARALEL	YS	YSMALL
CP	CLEARP	PN	PATERN	ZZ	ZIGZAG
CO	COOLNT	PL	PLANE	ZL	ZLARGE
CN	CORNER	PP	PERPTO	ZS	ZSMALL
CC	CUTCOM	PT	POINT		
CU	CUTTER	Q1	QUAND1		
CY	CYCLE	Q2	QUAND2		
CL	CYLNDR	Q3	GUAND3		
DI	DIAMTR	Q4	QUAND4		

DC	DNTCUT	RA	RADIUS
DR	DRILL	RN	RANDOM
EB	EBOUNT	RP	RAPID
FC	FACE	RE	RETRCT
FD	FEDRAT	RT	RIGHT
FI	FILLET	RO	ROTABL
GB	GOBACK	SB	SBOUND
GD	GODLTA	SP	SPINDL
GF	GOFWD	TT	TANTO
GL	GOLFT	TA	TAPER
GR	GORGT	TS	THRDSQ
GT	GOTO	TH	THREAD
IV	INTOF	TL	TLLFT
IP	INDIRP	TN	TLON
IV	INDIRV	TR	TLRGT
LS	LATHSQ	TC	TRACUT

3.5.5. Parça programlarının yapısı

APT parça programları hazırlanırken belirli bir işlem yolu takip edilir. Bunlar

PARÇA NO

MAKİNE TÜRÜ

GEOMETRİK BÜYÜKLÜKLER

HAREKET BÜYÜKLÜKLERİ VE TAKİM KOMUTA KOMUTLARI

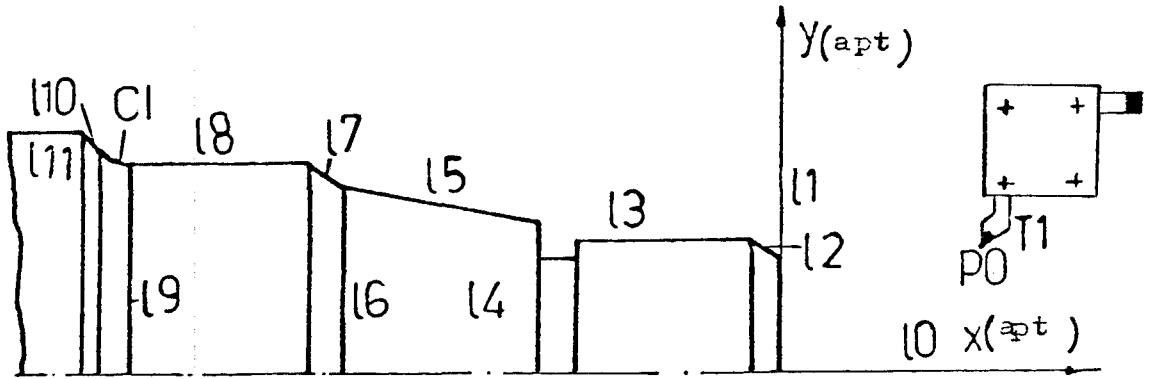
PROGRAM SONU "FINI"

Parça numarası program yüklenirken verilir ve çıktıdan alınan sonuçların karıştırılmaması için önem taşır.

Makina türü; programın yüklendikten sonra, çıktılar arasındaki farklılıkları ortadan kaldırmak amacıyla, makinanın özelliklerine uygun program yapma imkanını verir.

Geometrik büyüklükler şöyle özetlenebilir. Parçadaki noktalar, doğrular, açılar, karmaşık yüzeyler geometrik büyüklükler olarak adlandırılır. Hareket büyüklükleri ve kesme değerleri, kesme hızları, takımlar bu bölümde incelenir.

Program sonu ise; cümlelerin bittiğini gösterir. "FINI" kelimesi program sonunda yazılmazsa; program çalışmaz. Örnekle açıklanırsa,



Şekil:3.20. Şaft imalatı

Şekil.3.20'de görülen şaft; torna tezgahında imal edilecektir. Tezgah iki eksenlidir. X ve Z kesme büyüklükleri X ve Y düzlemine göre tanımlanacak ve CNC parça programı ise X ve Z kodlarına uygun hazırlanacaktır.

Programın yazılışı ise şöyledir.

PARTNO SHAFT PROGRAM

MACHIN/LATH1 ** THE POSTPECESSOR

CUTTER/0.02 ** THE CUTTER NOSE RADIUS IS 0.01 "Kesme hızı inçtir"

** UNITS/INCHES

FEDRAT/IFR, 0.005

COOLNT/ON

SPINDL/750, CCLW \$\$ DÖNÜŞ HIZI

\$\$ MALZEME MAKİNA ÇELİĞİ

LOADTL/1, SETOOL,0,0,0

L1'den L11'e kadar geometrik büyüklükler

\$\$ cümle değerleri tanımı ve son işlemler

FROM/PO

RAPID

GO/L3, /PLANE/0,0,1,0), L1

TLLFT, GOLFT/L1, TO, L2

TLRGT, GORGT/L2, PAST, L3

GOLFT/L3, L4

GORGT/L4, PAST, L5

GOLFT/L5, L6

GORGT/L6, PAST, L7

GOLFT/L7, PAST, L8

GOLFT/L8, TANTO, C1

GOFWD/C1, TANTO, L9

GOFWD/L9, PAST, L10

GOLFT/L10, PAST, L11

RAPID

GOTO/PO

LOADTL/2, SETOOL, 0,1,0,2,0 \$\$ KOORDİNATLAR 0.1 , 0.2,

ve

\$\$ 2 TAKIM DEĞİŞİKLİĞİ

CUTTER/0.01 \$\$ ÇAP İŞLEME 0/005

RAP'D

GO/ON L5, (PLANE/0,0,1,0), L4

FEDRAT/0,002

TTLFT, GOLFT/L4, L12

RAPID

GOTO/PO

SPINDL/OFF

COOLNT/OFF

END

FINI

4. CNC PROGRAMLAMA UYGULAMALARI

4.1. Giriş

CNC programlamada uygulama olarak 6 katagoride incelenmiştir. İş parçası malzemeleri ve St 42'dir. Çalışma değerleri ikinci bölümde hesaplanan piring ve St 42 için alınan değerlerdir. Buna göre;

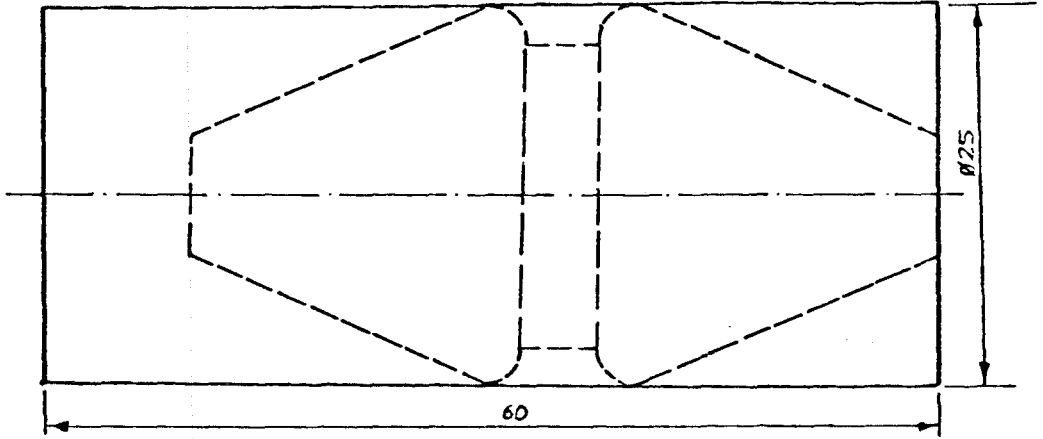
Piring için	St 42 için
F= 100 mm/dak.	F= 75 mm/dak.
n= 2065 dev/dak.	n= 2000 dev/dak.
F _k =40 mm/dak.	F _k = 30 mm/dak

olarak hesaplanmıştır. izlenilen yol şöyle izah edilebilir. İş parçası boyutları, işlenmiş boyutları, işleme kademeleri, programı ve out-line programlama olarak verilmiştir.

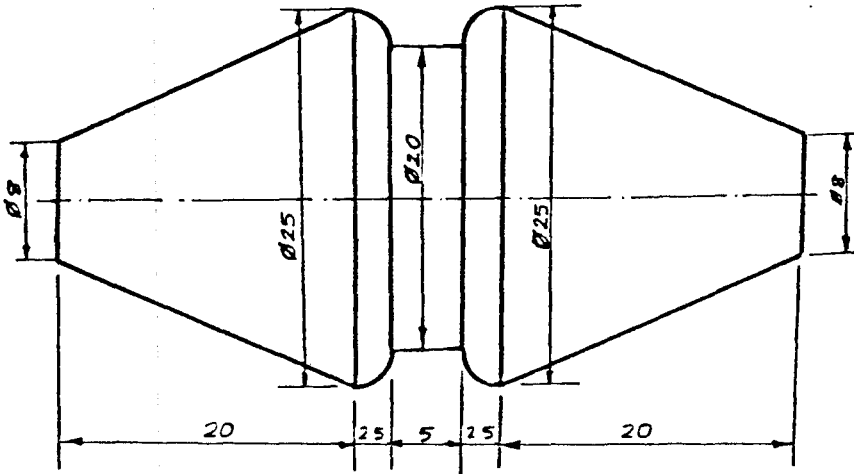
Out-line programlama: Klasik programlama yöntemiyle programlanabilen, özelliği nedeniyle bir çevre programını içerir. Program yazılı tezgaha yüklendikten sonra bir işlem için talaş kaldırılacak tüm yüzeylerde çalışır ve başlangıç noktasına geri döner. Bir sonraki işlemdeki paso miktarı bir önceki işlemin sonunda verilir. Daha sonra yapılacak işlemler başla komutunu vermektir. Talaş kaldırma işleminin kaç pasoda bitirileceği programcı tarafından bilinir. Kesme programı için referans noktası son işlemdeki kalemin durduğu noktadır.

Out-line programı, programlama ve uygulama olarak oldukça basittir. Uygulanan programlarda en az üç kalemle çalışılmakta olup out-line programın uygulanabileceği malzeme cinsi ve boyu belirlenmeye çalışılmıştır. Malzeme hazırlık ve kalem değişme süreleri dikkate alınmayıp programlama süresi bilgisayara yükleme ve parçanın işleme süreleri dikkate alınmıştır.

4.2. 50 Milimetre Boyundaki İşparçasının Programı

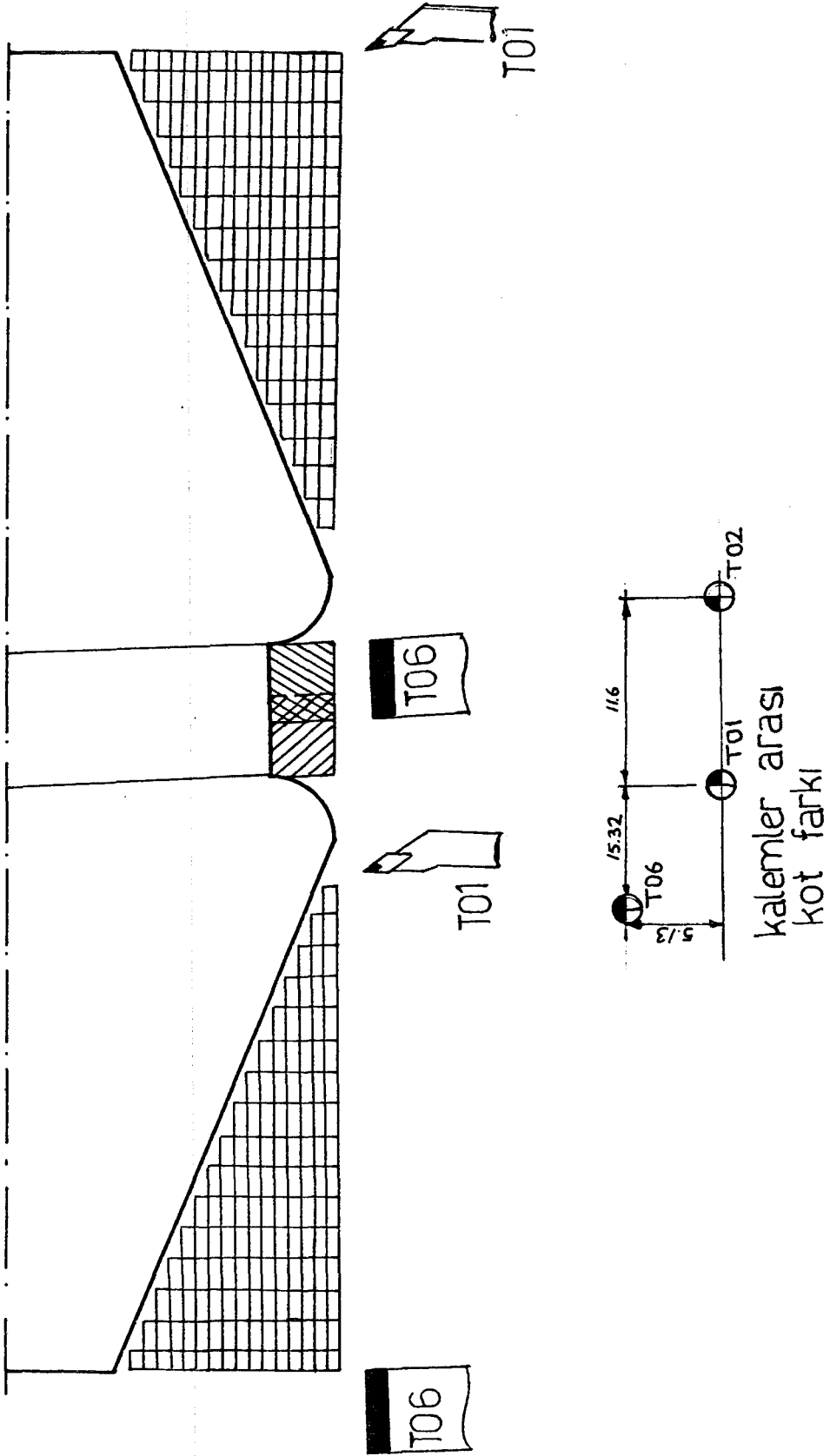


a.



b.

Şekil:4.1. İş resmi (50 mm.lik boy için)

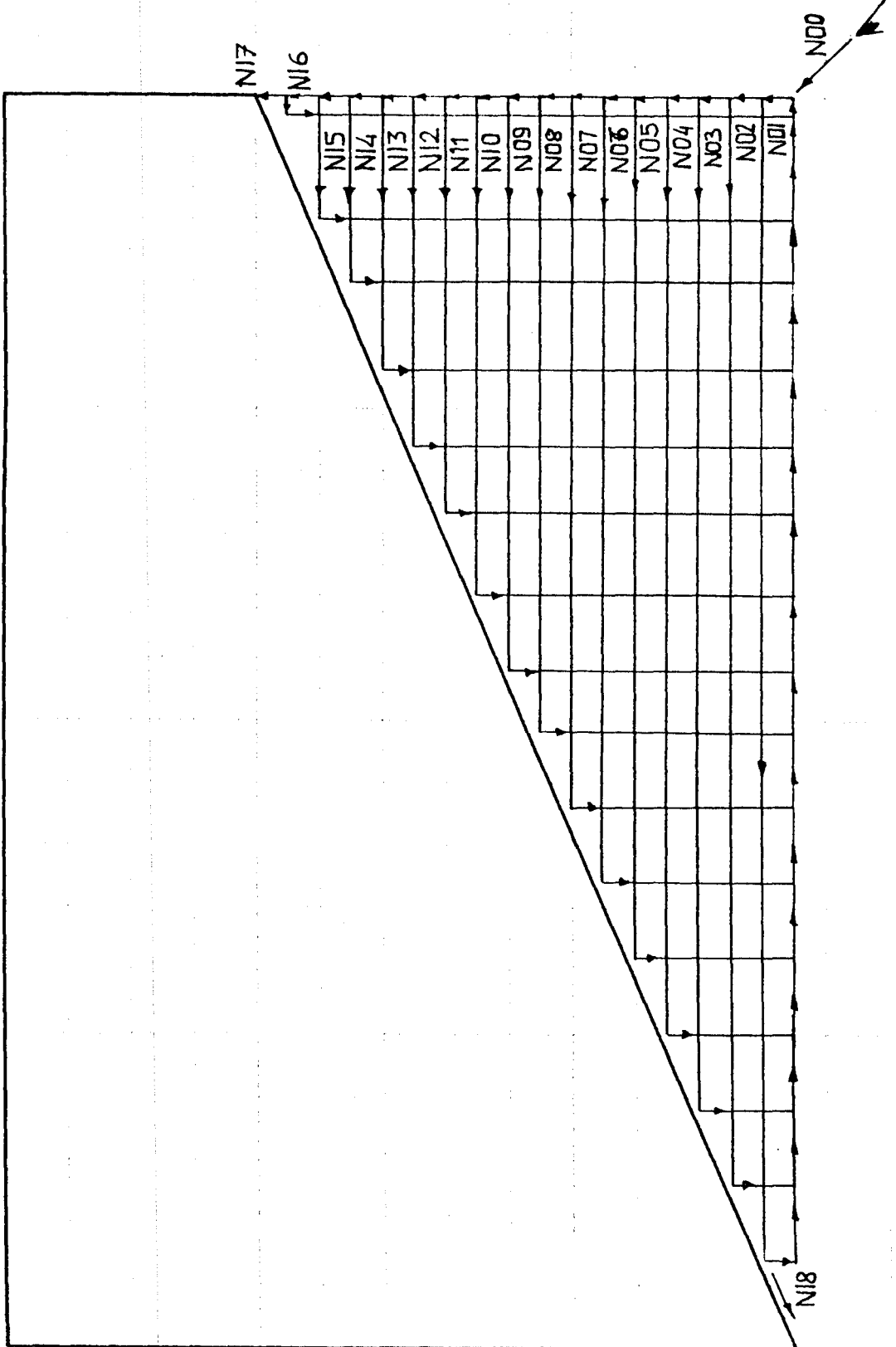


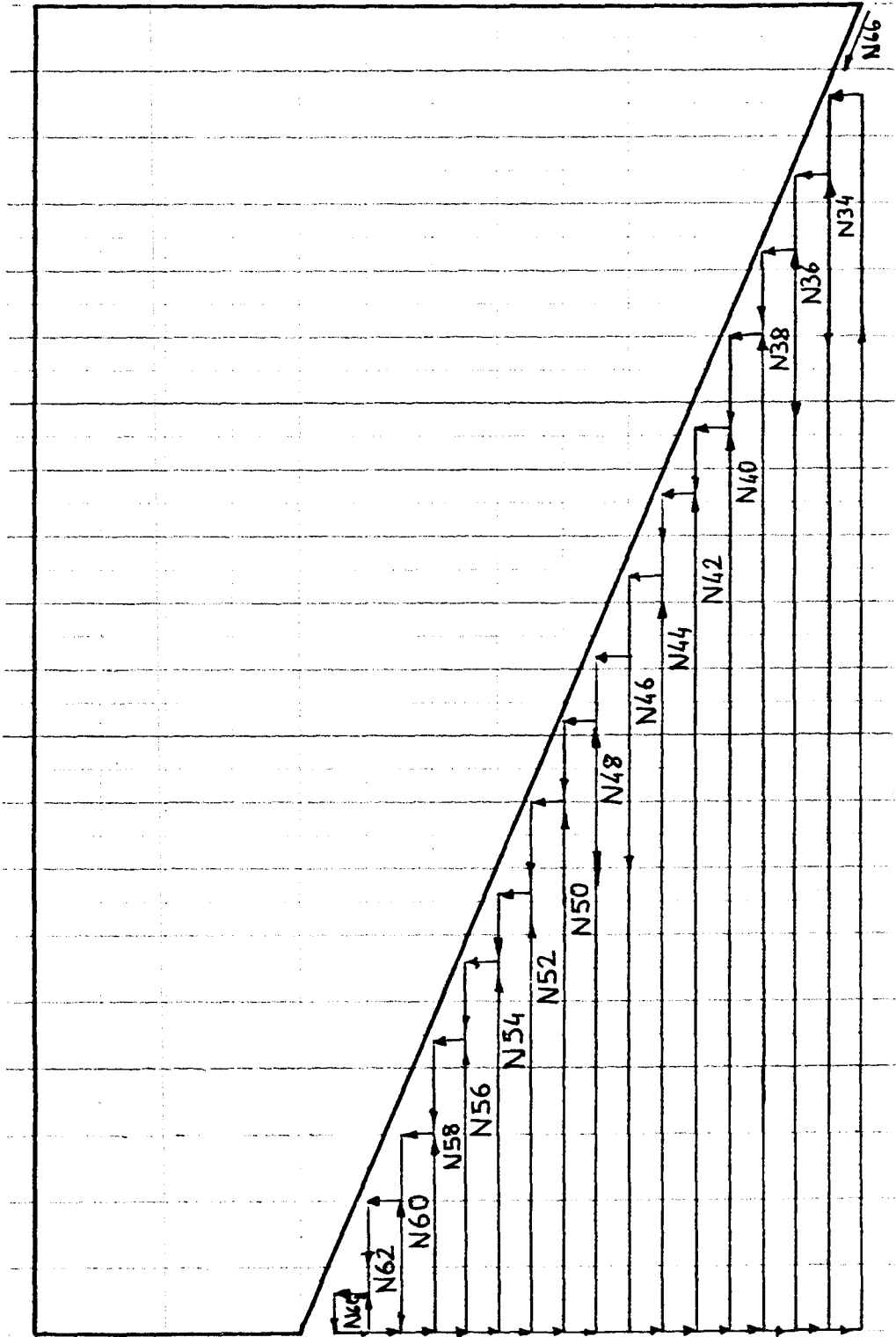
Şekil:4.2.Parçayı İşlemede Genel görünüm

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100	100		01	2065	Sağ Y. Klm.
01	84	-50	-1860	100	X=H			
02	84	-100	-1740	100				
03	84	-150	-1620	100				
04	84	-200	-1500	100				
05	84	-250	-1380	100				
06	84	-200	-1260	100				
07	84	-350	-1140	100				
08	84	-400	-1020	100				
09	84	-450	-920	100				
10	84	-500	-800	100				
11	84	-550	-660	100				
12	84	-600	-560	100				
13	84	-650	-440	100				
14	84	-700	-300	100				
15	84	-750	-200	100				
16	84	-800	-60	100				
17	01	-850	00	100				
18	01	850	-2000	100				
19	00	1000	00					
20	M06	00	982			02		Keski kalem
21	01	-750	00	40				
22	00	750	00					
23	00	00	-200					
24	01	-750	00	40				
25	01	750	00					
26	M06	00	-1942			02	2	Sol Y. Klm.
27	01	-500	00					
28	03	+250	+250	100				
29	00	+500	00					
30	M06	00	660			02		Sağ Y. Klm.

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
31	01	-500	00	100				
32	03	250	-250	100				
33	00	00	-140					
34	84	-50	-1860	100	X=H			Sağ Y. Klm
35	00	00	-220					
36	84	-100	-1740	100				
37	00	00	-120					
38	84	-150	-1620	100				
39	00	00	-120					
40	84	-200	-1500	100				
41	00	00	-120					
42	84	-250	-1380	100				
43	00	00	-120					
44	84	-300	-1260	100				
45	00	00	-120					
46	84	-350	-1140	100				
47	00	00	-120					
48	84	-400	-1020	100				
49	00	00	-100					
50	84	-450	-920	100				
51	00	00	-120					
52	84	-500	-800	100				
53	00	00	-140					
54	84	-550	-660	100				
55	00	00	-100					
56	84	-600	-560	100				
57	00	00	-120					
58	84	-650	-440	100				
59	00	00	-140					
60	84	-700	-300	100				
61	00	00	100					

Şekil:4.4. Piring için işleme kademeleri
(Parça simetrik olduğu için her iki konik olan kısım aynı işlem yapılmaktadır.)





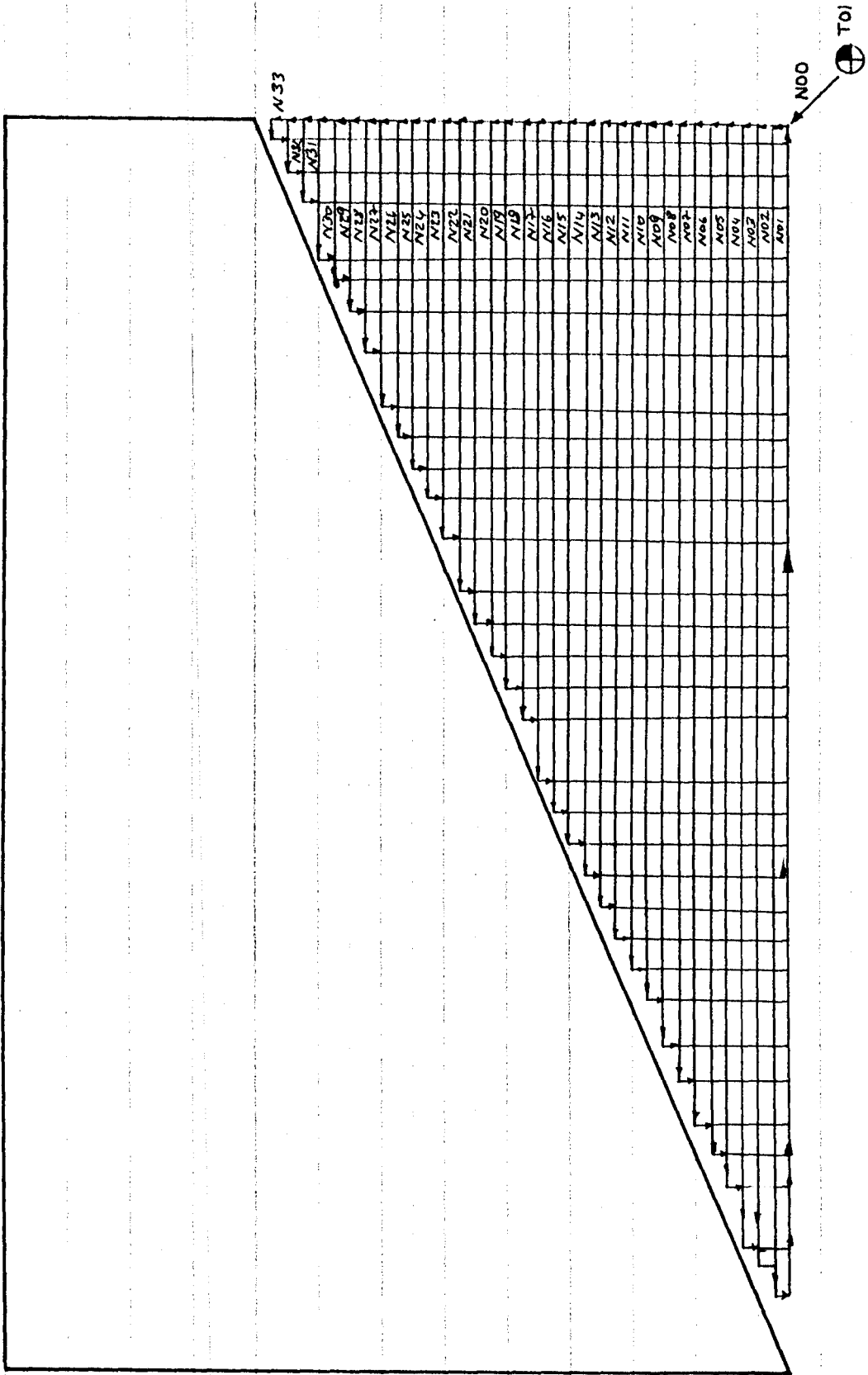
Şekil:4.5. 50 mm.lik parça için işleme kademeleri

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUSUNCELER
00	00	-100	-100			01	2000	Sag Y. Klm.
01	84	-25	-1875	75	X=H			
02	84	-50	-1825	75				
03	84	-75	-1775	75				
04	84	-100	-1700	75				
05	84	-125	-1650	75				
06	84	-150	-1600	75				
08	84	-175	-1525	75				
09	84	-200	-1475	75				
10	84	-225	-1400	75				
11	84	-250	-1350	75				
12	84	-275	-1300	75				
13	84	-300	-1250	75				
14	84	-325	-1175	75				
15	84	-350	-1125	75				
16	84	-375	-1075	75				
17	84	-400	-1025	75				
18	84	-425	-975	75				
19	84	-450	-900	75				
20	84	-475	-850	75				
21	84	-500	-775	75				
22	84	-525	-700	75				
23	84	-550	-650	75				
24	84	-575	-600	75				
25	84	-600	-525	75				
26	84	-625	-475	75				
27	84	-650	-425	75				
28	84	-675	-350	75				
29	84	-700	-300					
30	84	-725	-250					

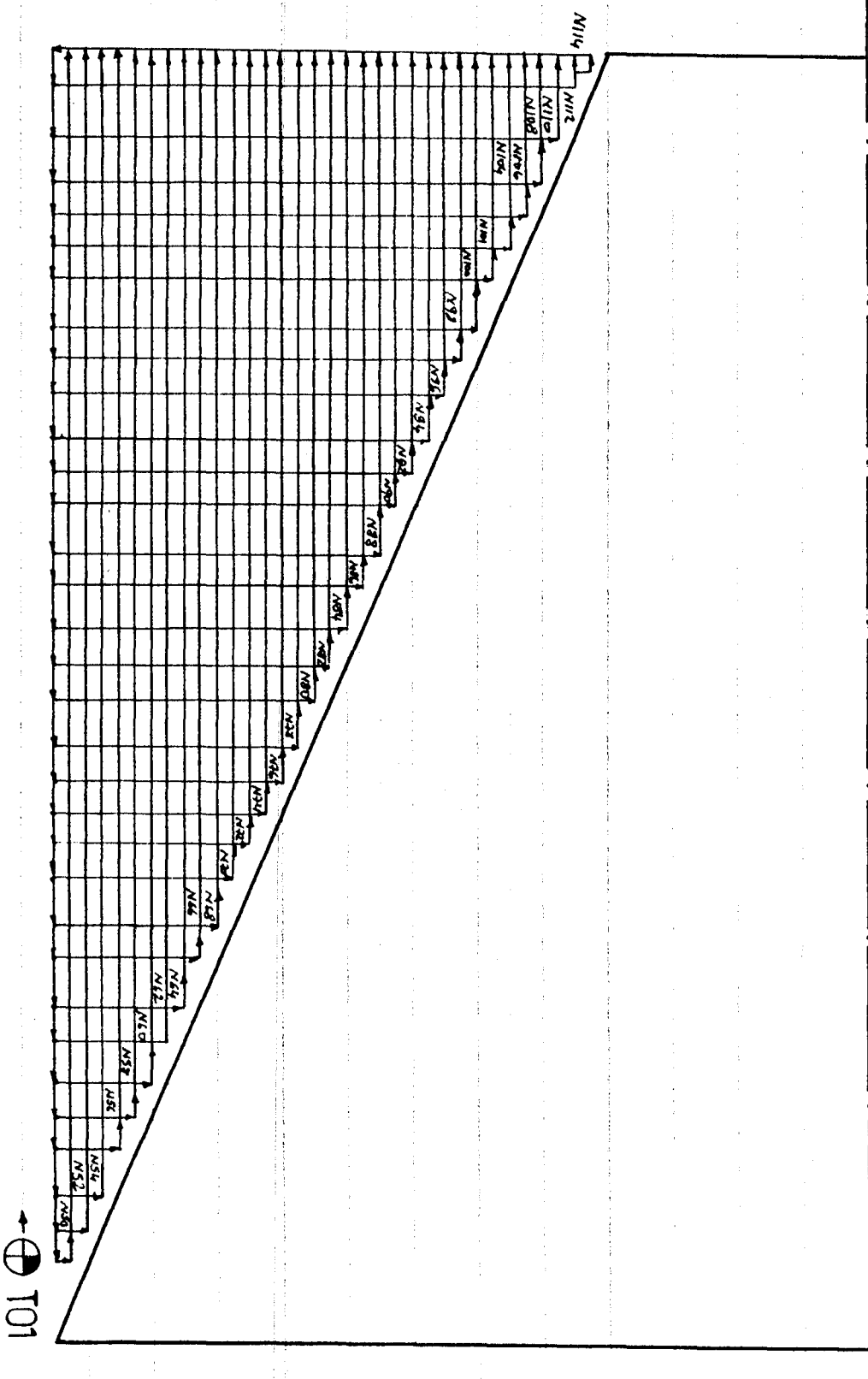
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
31	84	-750	-275					
32	84	-775	-125					
33	84	-800	-75					
34	84	-825	-25					
35	00	-850	00		X=H		2000	
36	01	850	-2000	75				
37	00	+1000	00					
38	M06	00	982			T02		Keski kalemi
39	01	750	00					
40	00	00	-200					
41	01	-750	00	30				
42	00	750	00					
43	M06	-500	-1942			02		Sol Y. Klm.
44	03	-250	-250	75				
45	00	750	00					
46	M06	00	660			02		Sag Y. Klm.
47	00	-750	00					
48	03	250	-250	75				
49	00	00	-125					
50	84	-25	-1875	75	25			
51	00	-00	-50					
52	84	-50	-1825	75	55			
53	00	00	-50					
54	84	-75	-1775	75	75			
55	00	00	-75					
56	84	-100	-1700	75	-100			
57	00	00	-50					
58	84	-125	-1650	75	-125			
59	00	00	-50					
60	84	-150	-1600	75	150			
61	00	00	-75					

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DÜŞÜNCELER
62	84	-175	-1525	75	175			
63	00	00	-50					
64	84	-200	-1475	75	200			
65	00	00	-75					
66	84	-225	-1400	75	225			
67	00	00	-50					
68	84	-250	-1350	75	250			
69	00	00	-50					
70	84	-275	-1300	75	275			
71	00	00	-75					
72	84	-300	-1225	75	300			
73	00	00	-50					
74	84	-325	-1175	75	325			
75	00	00	-50					
76	84	-350	-1125	75	350			
77	00	00	-50					
78	84	-375	-1075	73	375			
79	00	00	-75					
80	84	-400	-1000	75	400			
81	00	00	-50					
82	84	-425	-950	75	425			
83	00	00	-75					
84	84	-450	-875	75	450			
85	00	00	-50					
86	84	-475	-825	75	475			
87	00	00	-50					
88	84	-500	-775	75	500			
89	00	00	-75					
90	84	-525	-700	75	525			
91	00	00	-50					

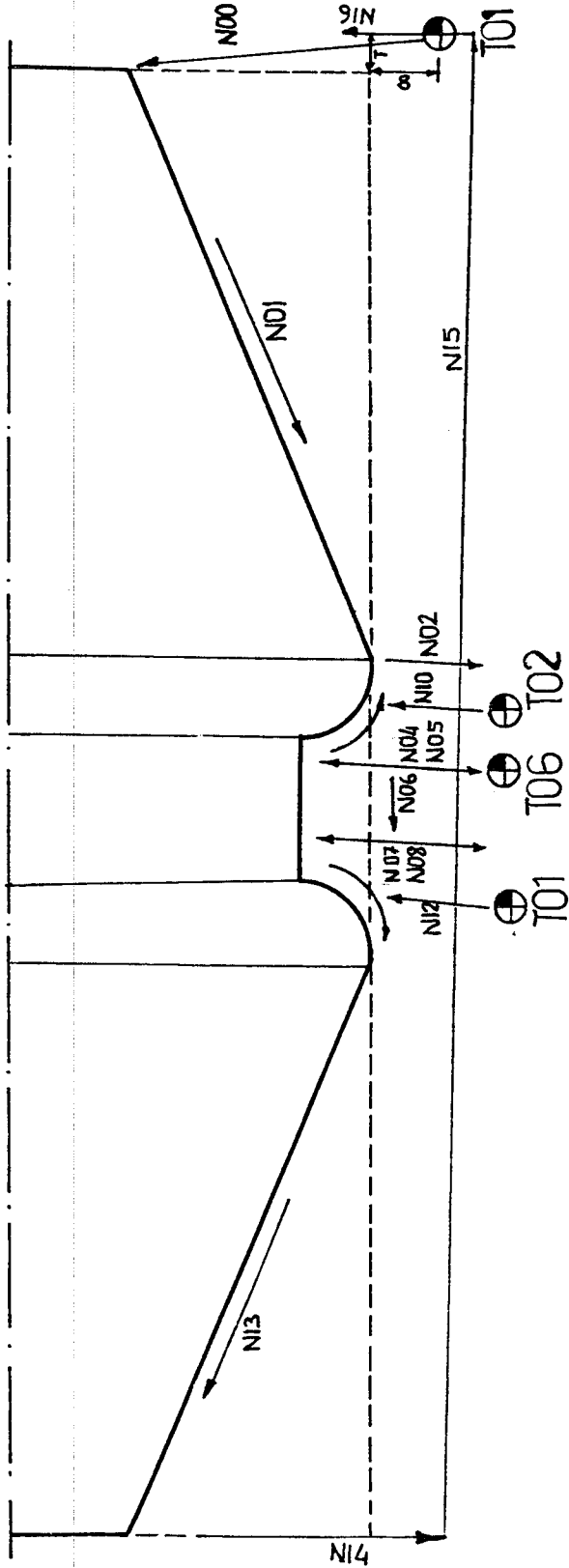
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DÜŞÜNCELER
92	84	-550	-650	75	550			
93	00	00	-50					
94	84	-575	-600	75	575			
95	00	00	-75					
96	84	-600	-525	75	600			
97	00	00	-50					
98	84	-625	-475	75	625			
99	00	00	-50					
100	84	-650	-425	75	650			
101	00	-75	00					
102	84	-675	-350	75	675			
103	00	00	-50					
104	84	-700	-300	75	700			
105	00	00	-50					
106	84	-725	-250	75	225			
107	00	00	-75					
108	84	-750	-175	75	750			
109	00	00	-50					
110	84	-725	-125	75	725			
111	00	00	-75					
112	84	-800	-50	75	800			
113	00	00	-25					
114	84	-825	-25	75	825			
115	00	00	1975					
116	01	-850	-2000	75				
117	00	-1850	00					
118	M06	00	1232			T02		Keski kalemi
119	01	-1750	00	30				
120	00	1750	00					



Şekil:4.5. 50 mm Sıklık Uylama Kademeleri



Şekil:4.6. 50 mm St 42 işleme kademeleri simetrisi



Şekil: 4.7. 50mm Firingç ve St.42 için
Out-line programlama kalem hareketleri

Örnek programlama iki yöntemle yapılmaktadır. Klasik ve out-line programlama şeklindedir. Klasik programlama oldukça uzun ve zaman kaybına neden olmaktadır. Üretim süreleri kıyaslanacak olursa

Klasik programlama için,
programlama süresi: 1 saat 15 dak.
Bilgisayara yazılım: 14 dak. 30 sn.
Parçanın işlenmesi : 10 dak. 20 sn.

Out-line programlama için;
Programlama süresi: 35 dak.
Bilgisayara yazılım: 5 dak.
parçanın işlenmesi: 22 dak.
Toplam üretim süresi: 1 saat 2 dakikadır.

İş parçası malzemesi St.42 olan 50 milimetrelik parça için üretim değerleri şöyledir.

klasik programlama için;
Programlama süresi: 3 saat
Bilgisayara yazılım: 40 dak. 30 sn.
Parçanın işlenmesi: 13 dak. 30 sn.
Toplam üretim süresi: 3 saat 54 dak.

Out-line programlama için,
Programlama süresi: 30 dak.
Bilgisayara yazılım: 5 dak.
Parçanın işlenmesi: 48 dak. 10 sn.
Toplam üretim süresi: 1 saat 22 dak.

Klasik programlama için.

1. parça : 2 saat
2. parça : 2.10 dk.
3. parça : 2 saat 20 dk.
4. parça : 2 saat 31 dk.
5. parça : 2 saat 42 dk.
6. parça : 2 saat 51 dk.

Out-line Programlama için;

1. parça : 1.16.30
2. parça : 1 37 50
3. parça : 1 58 10
4. parça : 2 20 10
5. parça : 2 40 30
6. parça : 3 1 10

alınan değerler piring içindir.

St.42 kalitesindeki çelik içinde şu değerler alınmıştır.

Klasik programlama için;

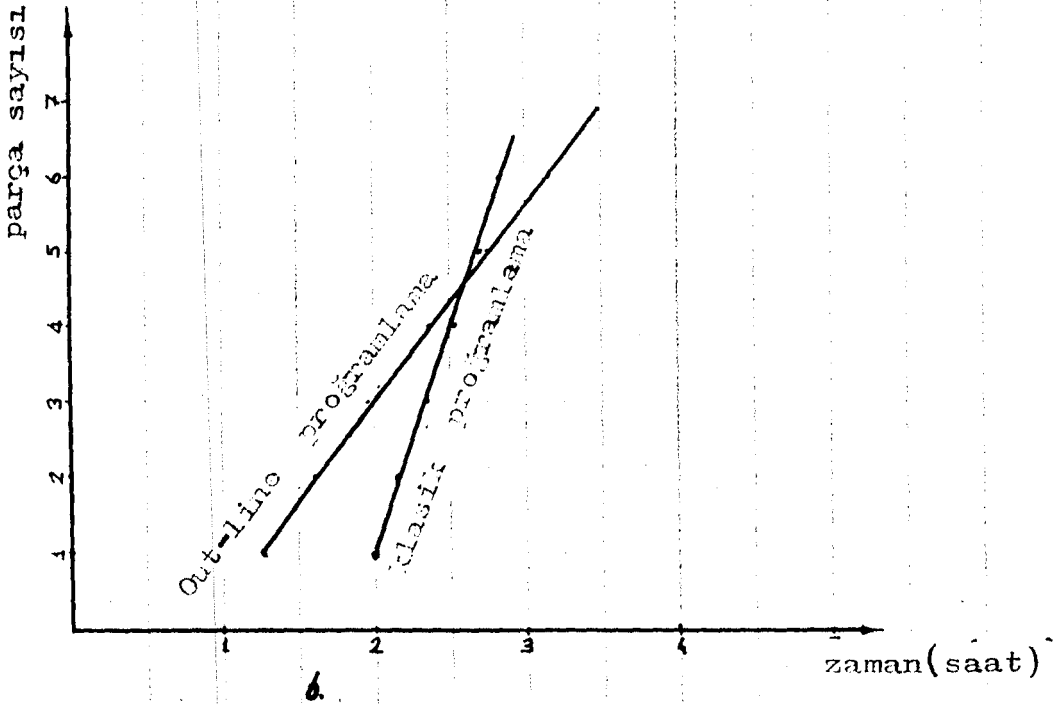
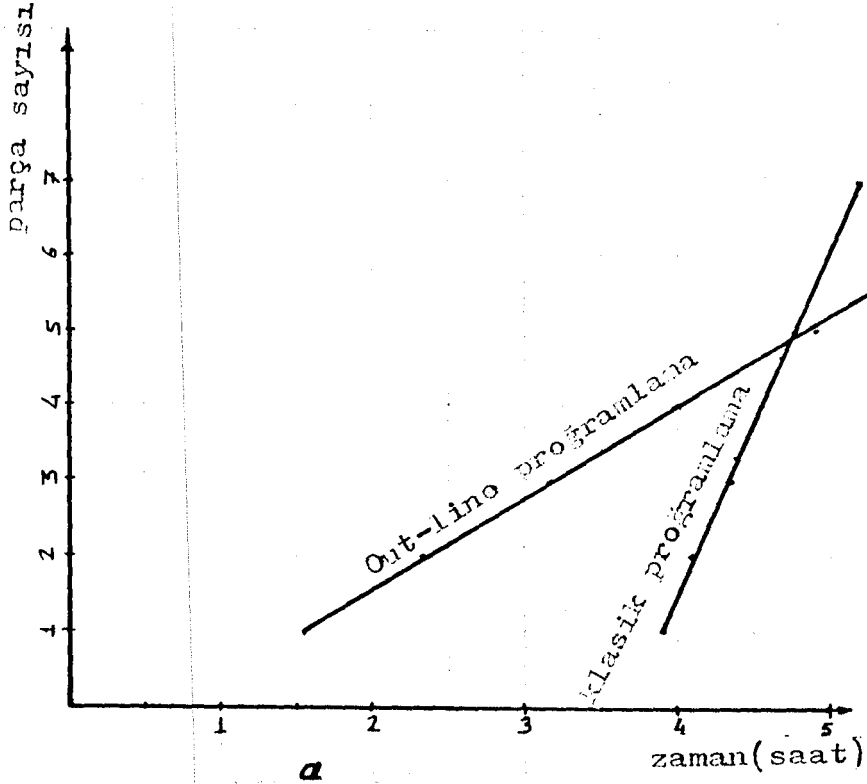
1. parça : 3.54 dk.
2. parça : 4 saat 7 dk,
3. parça : 4 saat 20 dk.
4. parça : 4 saat 33 dk.
5. parça : 4 saat 46 dk.

Out-line programlama için:

1. parça : 1 saat 32 dk.
2. parça : $1+(32+48) = 2.$ saat 20 dk.
3. parça : 3 saat 10 dakika
4. parça : 4 saat
5. parça : 4 saat 50 dk.

Out-line programlama verilerden de anlaşıldığı gibi üç kalemin farklı işlemler yaparak çalıştığı bir parçada elli milimetre boyundaki parçalar için ve az miktarda yapılacaksa avantajlıdır. Tasarım ve programlama, işleme ve ölçü kontrol açısından avantajlıdır. Seri imalatta kullanılamaz.

Seri imalat için parça sınırları grafiklerde görülmektedir.



Şekil:4.8. 50mm parça üretim grafikleri
a= piring
b= st.42

50 mm boyundaki farklı iki malzemedden oluşan klasik ve out-line programlamada şu kritik noktalar göze çarpmaktadır.

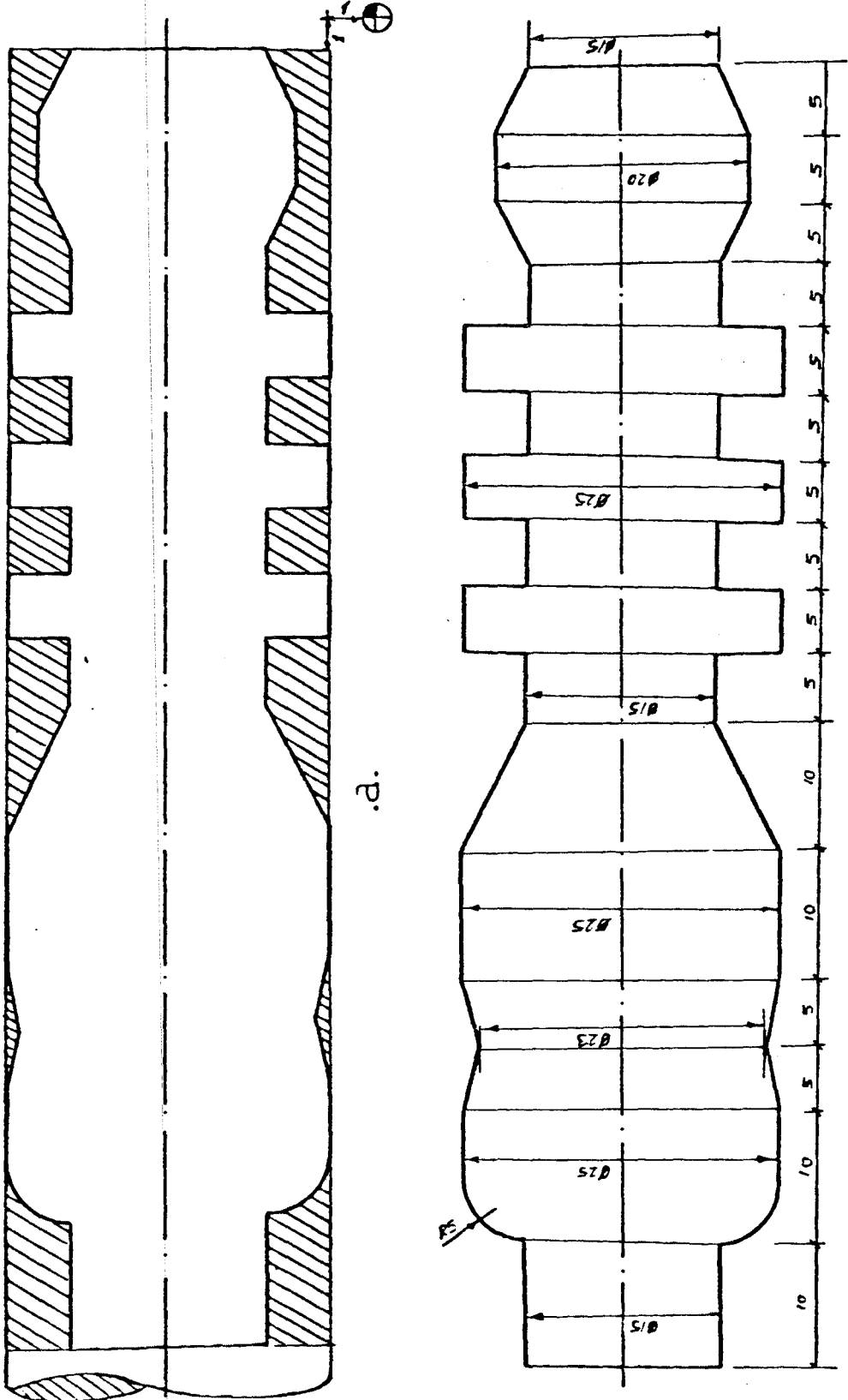
- Programların yapısı incelenirse genelde her ikisinde de üç kalem çalışmaktadır. Kalem değişiklikleri esnasındaki bekleme süreleri üretim süresinin artmasına neden olmaktadır.

- Klasik programlamada programlama esnasındaki sürelerin fazlalığı imalat esnasında üretim sürelerinin kısa olmasıyla giderilmektedir.

Out-line programlama, programlamadaki basitlik ve üretim kademelerinin kontrolü açısından klasik programlamadan daha avantajlıdır.

- 50 mm lik parçalarda malzeme cinsi ne olursa olsun, üretilen parça sayısı az olduğu zaman avantajlıdır. Grafikte durum daha açık ve net bir şekilde görölmektedir.

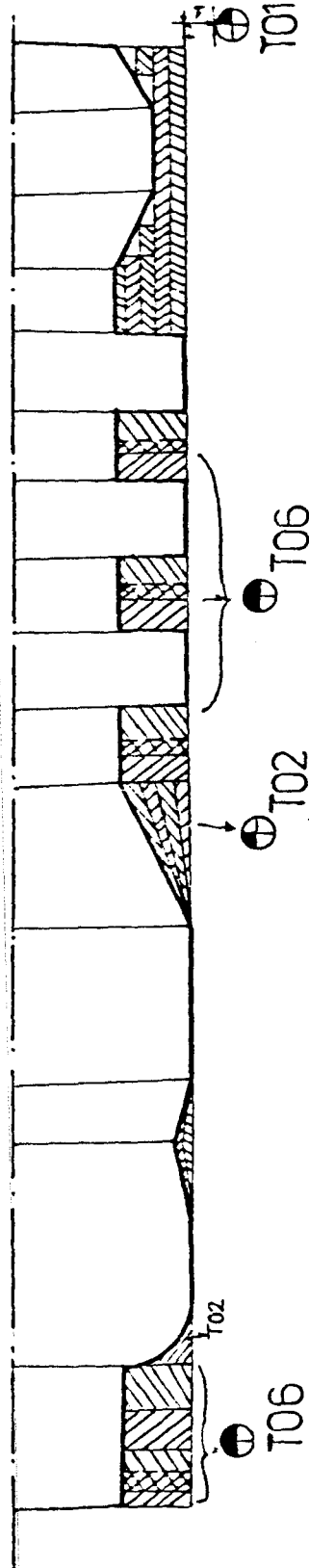
4.3. 100 Milimetre Boyundaki İşparçası Programı



Şekil:4.7. 100 mm Parça resimleri

a: talağ kaldırılacak kısımlar

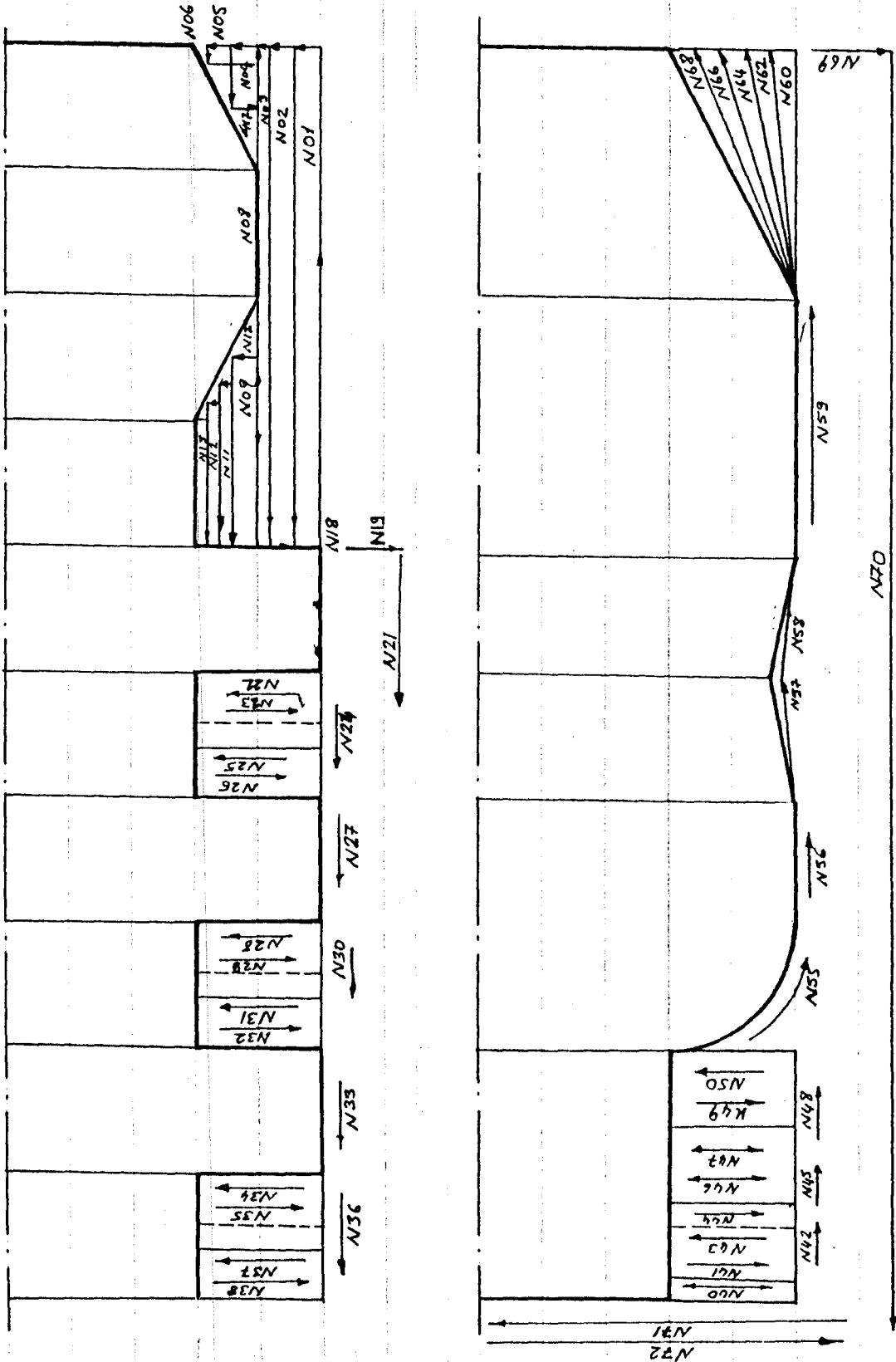
b: iş parçası



Şekil:4.10 Parçayı işlemede genel görünüm

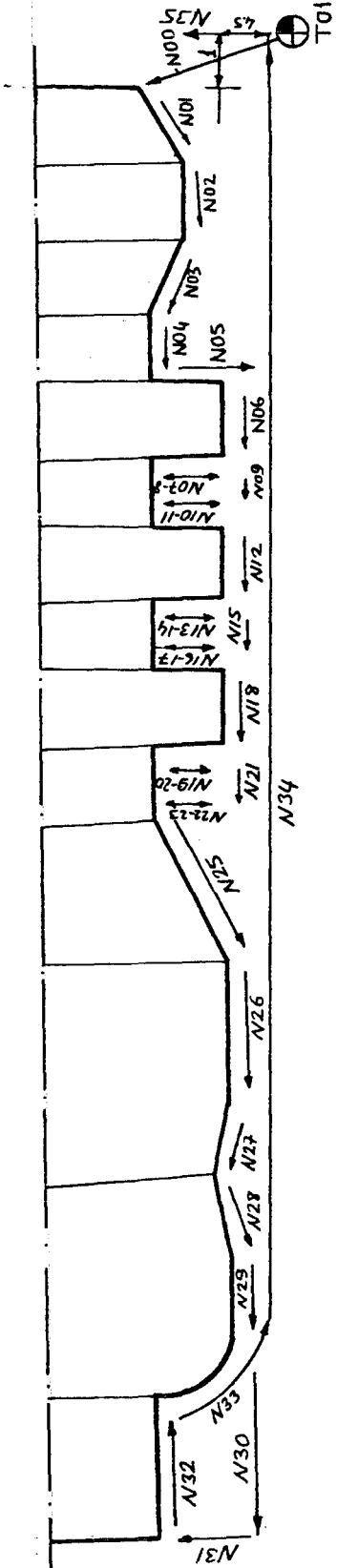
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DÜŞÜNCELER
00	00	-100	00			01	2065	Sağ Y. Kılm.
01	84	-100	-2100	100	50			
02	84	-200	-2100	100	50			
03	84	-250	-2100	100	250			
04	84	-350	-350	100	100			
05	84	-450	-125	100	400			
06	00	-500	-100	100				
07	01	250	-500	100				
08	00	00	-700					
09	84	-100	-800	100	50			
10	00	00	-100					
11	84	-150	-700	100	150			
12	00	00	-100					
13	84	-200	-600	100	200			
14	00	00	-100					
15	84	-250	-500	100	250			
16	00	00	+500					
17	01	-250	-500	100				
18	01	00	-500	100				
19	01	+500	00	100				
20	00	1000	00					
21	M06	-300	+732			T02		Keski kalemi
22	01	-700	00	40				
23	00	700	00					
24	00	00	-200					
25	01	-700	00	40				
26	00	700	00					
27	00	00	-600					
28	01	-700	00	40				
29	00	700	00					
30	00	00	200					

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
31	01	-700	00	40				
32	00	700	00					
33	00	00	-800					
34	01	-700	00	40			2065	
35	00	700	00					
36	00	00	-200					
37	01	-700	00	40				
38	00	700	00					
39	00	00	-5000					
40	01	-700	00	40				
41	00	700	00					
42	00	00	300					
43	01	-700	00	40				
44	00	700	00					
45	00	00	300					
46	01	-700	00	40				
47	00	700	00					
48	00	00	100					
49	01	-700	00	40				
50	00	700	00					
51	M06	-713	-2490			02		Sol Y. Klm.
52	02	500	500	100				
53	03	-500	-500					
54	00	00	-100					
55	02	500	500	100				
56	01	00	500	100				
57	01	-100	500	100				
58	01	100	500	100				
59	00	00	+1000					
60	01	-100	1000	100				
61	00	100	-1000					



Sekil:4.II.100 mm piringç iğleme kademeleri

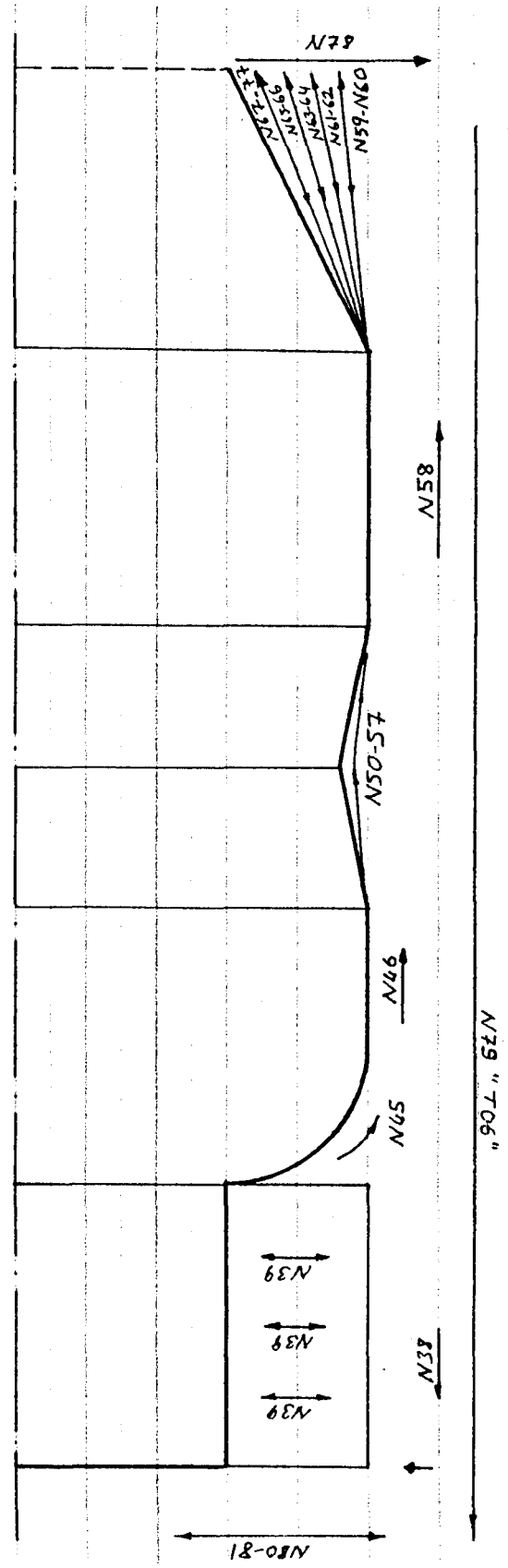
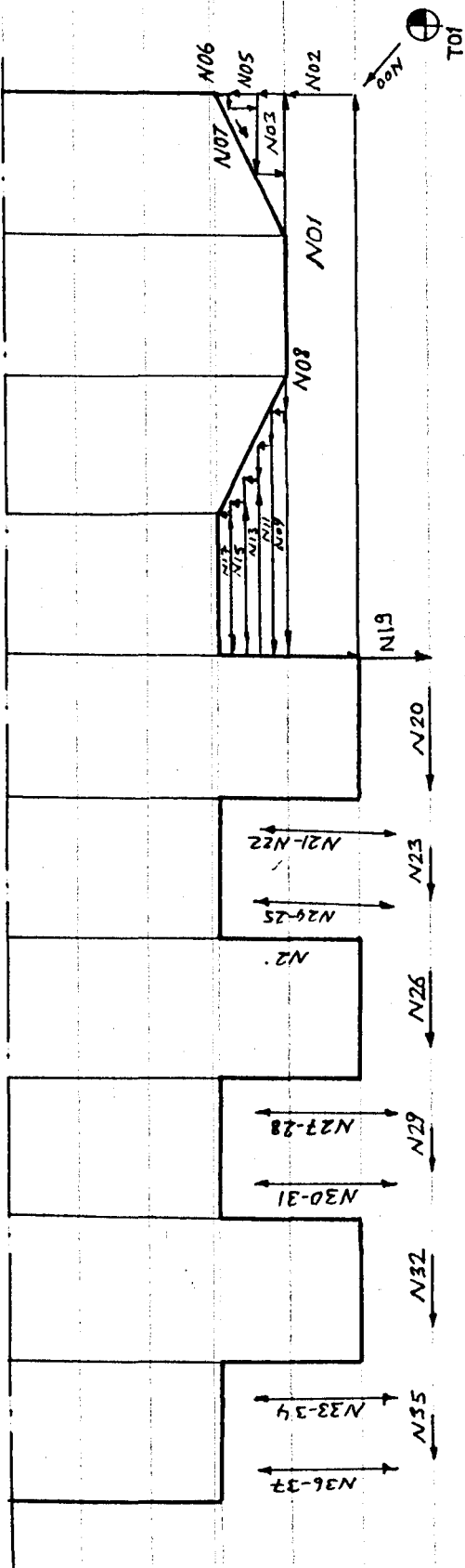
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
00	00	-500	-100			01	2065	Sag Y. Klm.
01	01	250	-500	100				
02	01	00	-500	100				
03	01	250	-500	100				
04	01	00	-500	100				
05	01	1500	00	100				
06	M06	00	732					keski klm.
07	01	1000	00	40				
08	00	1000	00					
09	00	00	200					
10	01	1000	00	40				
11	00	1000	00					
12	00	00	-800					
13	01	-1000	00	40				
14	00	1000	00					
15	00	00	-200					
16	01	-1000	00	40				
17	00	1000	00					
18	00	00	-800					
19	01	-1000	00	40				
20	00	1000	00					
21	00	00	-200					
22	01	-1000	00	40				
23	00	1000	00					
24	M06	-1500	-1532			04		Sag Y. Klm.
25	01	500	-1000	100				
26	01	00	-1000	100				
27	01	-100	-500	100				
28	01	100	-500	100				
29	01	00	-500	100				
30	M06	00	-2160			04		Sag Y. Klm.



Şekil:4. 12.100 mm piring out-line kalem hareketleri

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
00	00	-100	00			01	2000	Sağ Y. Klm.
01	84	-250	-2100	75	25			
02	00	-250	00					
03	84	-100	-350	75	25			
04	00	-100	00					
05	84	-100	-20 75	25				
06	00	-150	-100					
07	01	250	-500	75				
08	00	00	-600					
09	84	-50	-900	75	25			
10	00	-50	-125					
11	84	-50	-775	75	25			
12	00	-50	-100					
13	84	-50	-675	75	25			
14	00	-50	-100					
15	84	-50	-575	75	25			
16	00	150	425					
17	01	-250	-500	75				
18	01	00	-500					
19	01	-1500	00	75				
20	M06	-300	732			02		Keski kalemi
21	01	-700	00	30				
22	00	700	00					
23	00	00	-200					
24	01	-700	00	30				
25	00	700	00					
26	00	00	-800					
27	01	700	00	30				
28	00	700	00					
29	00	00	-200					
30	01	-700	00	30				

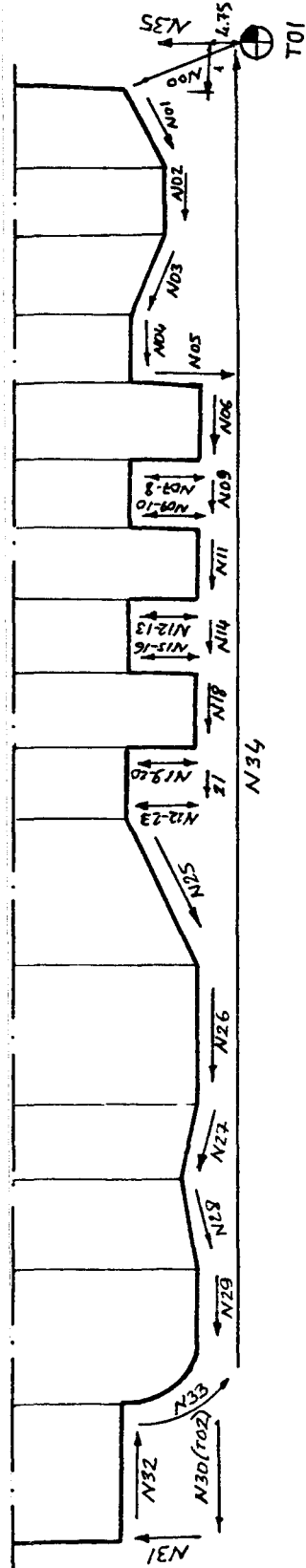
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
31	00	700	00					
32	00	00	-800					
33	01	-700	00	30				
34	00	700	00			2000		
35	00	00	200					
36	01	-700	00	30				
37	00	700	00					
38	00	00	-5000					
39	86	-700	1000	30	300			
40	M06	-700	-2492			02		Sol Y. Klın.
41	00	-1200	00					
42	02	500	500	75				
43	03	-500	-500					
44	00	00	-100					
45	02	500	500	75				
46	00	00	500					
47	01	-25	500	75				
48	01	25	500	75				
49	00	00	-1000					
50	01	-50	500	75				
51	500	75	00					
52	01	50	500	75				
53	01	-75	500	75				
54	01	75	500	75				
55	00	00	-1000					
56	01	-100	500	75				
57	01	100	500	75				
58	00	00	1000					
59	01	-50	1000	75				
60	00	50	-1000					
61	01	-100	1000	75				



Şekil:4.13.100 mm St.42 işleme kademeleri

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
00	00	-500	-100			01	2000	Sag Y. Klm.
01	01	250	-500	75				
02	01	00	-500	75				
03	01	-250	-500	75				
04	01	00	-500	75				
05	01	1500	00	75				
06	M06	00	732		02			Keskı kalemı
07	01	-1000	00	30				
08	00	1000	00					
09	00	00	200					
10	01	-1000	00	30				
11	00	1000	00					
12	00	00	-800					
13	01	-1000	00	30				
14	00	1000	00					
15	00	00	-200					
16	01	-1000	00	30				
17	00	1000	00					
18	00	00	-800					
19	01	-1000	00	30				
20	00	1000	00					
21	00	00	-200					
22	01	-1000	00	30				
23	00	1000	00					
24	M06	-1500	-1532			04		sağ Y. Klm.
25	01	500	-1000	75				
26	01	00	-1000	75				
27	01	-100	-500	75				
28	01	100	-500	75				
29	01	00	-500	75				
30	M06	00	-2160			04		sol Y. Klm.

N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
31	01	-500	00	75				
32	01	00	-1000	75				
33	02	500	500					
34	M06	00	9260			02		sağ Y. Klın.
35	00	-50						
36	M30							
Resim No:1		Resim adı:100 ■■ St 42 Out-line			Sayfa No:2		■■	
Program no:4		İsim			Tarih		inch	



Şekil:4.I4 100 mm St. 42 out_line kalem hareketleri

Sonuçların değerlendirilmesi şöyle yapılabilir

klasik programlama şekli olan arttırma programlamada bir parça için alınan değerler şöyledir

program yazılımı : 2 saat

bilgisayara girilmesi : 28 saat

Parçanın işlenmesi : 12 dak. 25 sn.

Paçanın toplam Uretim süresi : 2 saat 40 dak

Seri imalat söz konusu olduğu zaman alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 2 saat 40 dakika

2. parça için : 2 saat 52 dk.

3. parça için : 3 " 04 dk.

4. parça için : 3 " 16 dk.

5. parça için : 3 " 28 dk.

Daha kısa bir programlama şekli olan out-line programlamada alınan değerler şunlardır.

1. parça için;

Program yazılımı : 45 dak.

Bilgisayara girme : 15 dak.

Parçanın işlenmesi : 33 dak. 20 sn.

Toplam Uretim süresi : 1.33 dak.

Seri imalat söz konusu olduğu zaman alınan değerler şunlardır.

1. parça için : 1 saat 33 dak.

2. parça için : 2 saat 06 dak.

3. parça için : 2 saat 39 dak.

4. parça için : 3 saat 12 dak.

5. parça için : 3 saat 45 dak.

Kullanılan malzeme st 42 olduğu zaman 1 parça için alınan değerler şunlardır.

klasik programlama;

program yazılım : 2saat 0,5 saat
bilgisayara yazılım : 35 dak
parçanın işlenmesi : 16 dak
toplam üretim süresi : 3saat 21 dak

Out Line programlama;

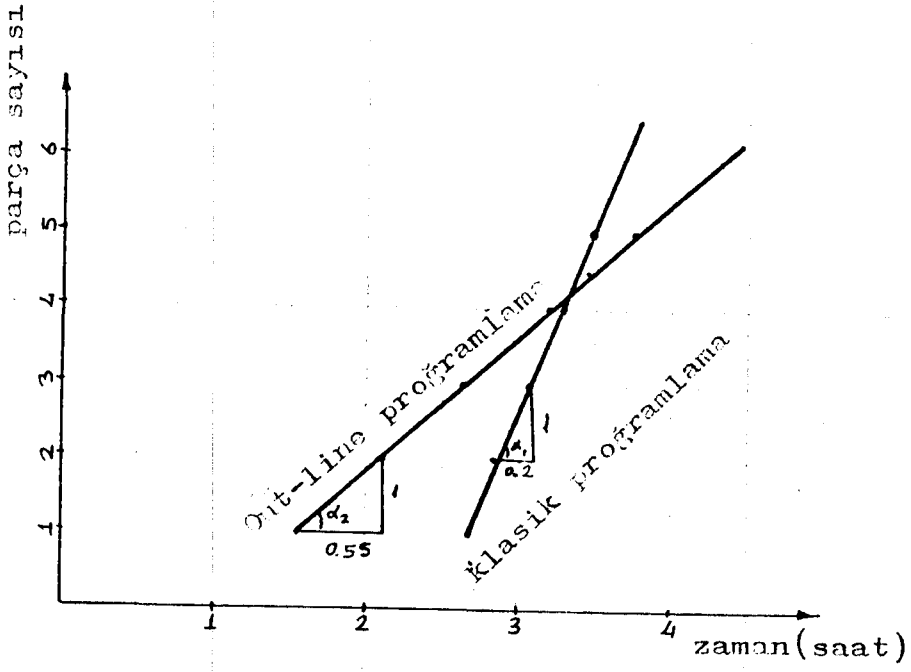
program yazılım : 45 dak
bilgisayara girme : 15 dak
parçanın işlenmesi : 56 dak
toplam Üretim : 1saat 56 dak

seri imalat söz konusu olduğu zaman alınan değerler şöyledir.

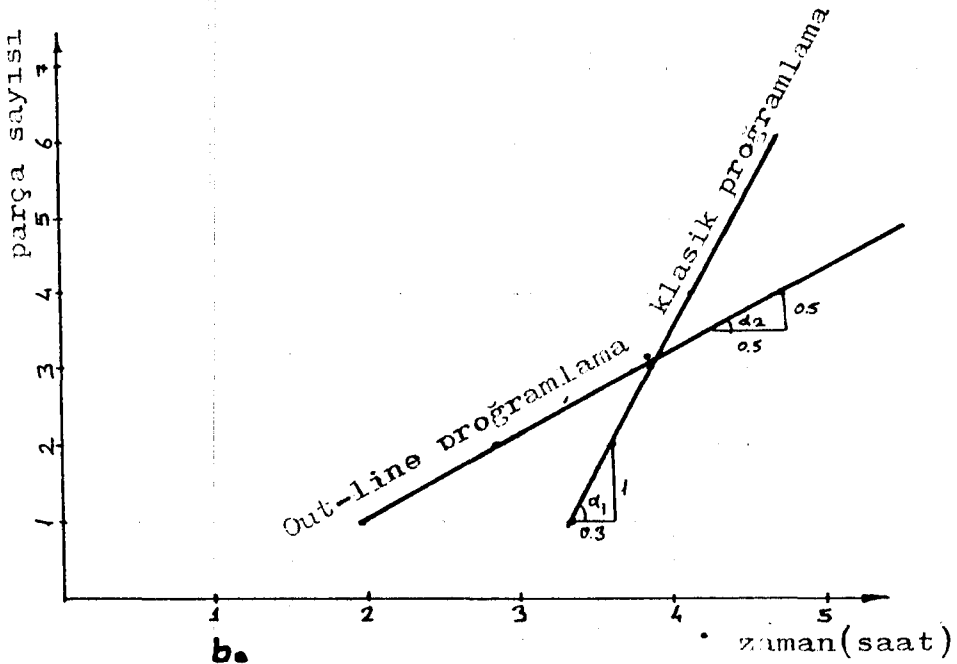
1. parça için : 3 saat 21 dak.
2. parça için : 3 saat 38 dak.
3. parça için : 3 saat 54 dak.
4. parça için : 4 saat 10 dak.

Out-line programlama için alınan değerler

1. parça için : 1 saat 56 dak.
2. parça için : 2 saat 52 dak.
3. parça için : 3 saat 48 dak.
4. parça için : 4 saat 44 dak.



a.



b.

Şekil:4.15. 100 mm parça üretim grafikleri
 a- piring
 b- st.42

İlgili deneyde St 42 için alınan değerlerde klasik programlama için doğrunun eğimi;

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{0,3} \quad \alpha = 73.18$$

Out-line programlamada doğrunun eğimi:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0,5}{0,5} \quad \alpha = 45$$

Pirinç için alınan değerler şöyle izah edilebilir.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{0,2} \quad \alpha = 78.41$$

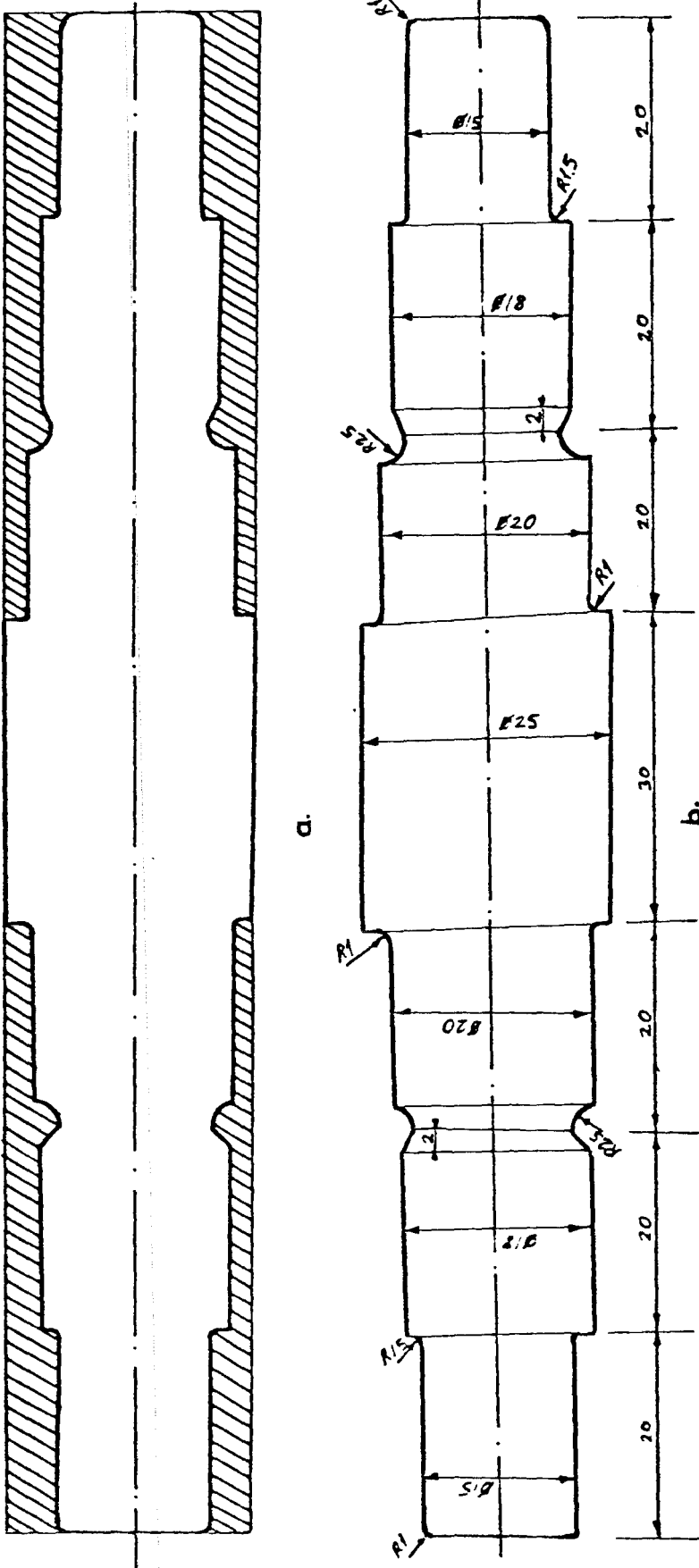
Out-line programlama için;

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{0,55} \quad \alpha = 61.11$$

Elde edilen sonuçlara göre; Out-line programlama Üretim süresi, parça sertliği arttıkça, artmaktadır. Programlamadaki kolaylık programlama ve bilgisayara yazılım süresini azaltmasına karşılık, imalat esnasında uzun Üretim sürelerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca seri imalat için sınırları grafiklerde görülmektedir. Tek parça için düşünüldüğünde uç kalemin kullanıldığı bir iş parçası için Out-line programı programlama ve imalat açısından bu boydaki parçalar için üstünlük sağlar.

Parçanın kompleks olması ve en az uç kalemle işlenmeye imkan vermesi bu aralıktaki tek veya iki kalemle işlenebilecek malzemelerinde üretim sınırlarını içine alması ve sonuçların güvenilirliği açısından önem taşır. Tek dezavantajı Out-line işlemi için her seferinde tezgaha start verilmesidir.

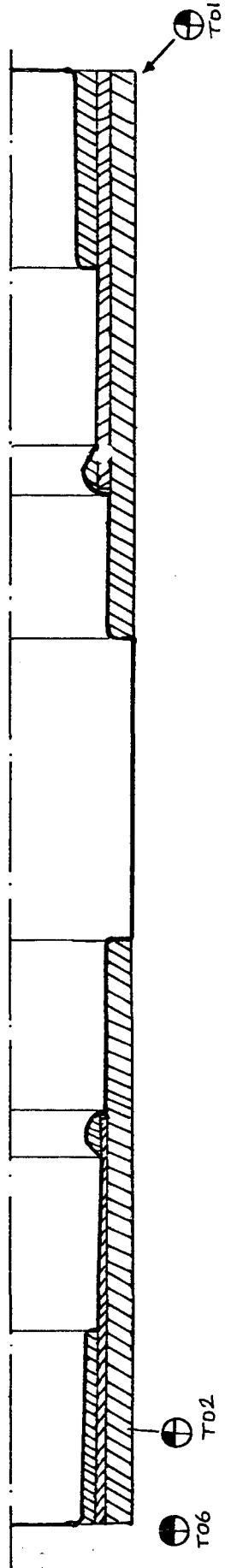
4.4.150 Milimetre Boyundaki İşparçası Programı



Şekil: 4.16. 150 milimetrelık parça resimleri

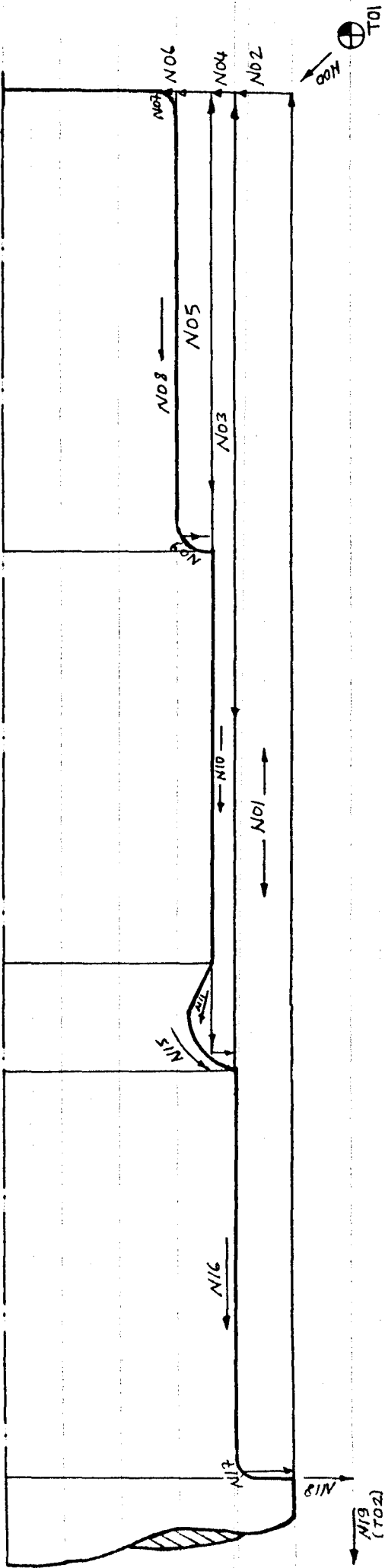
a: talağ kaldırılacak kısımlar

b: iş parçası



Şekil:4.17. 150 mm parçayı işlemede genel görünüm

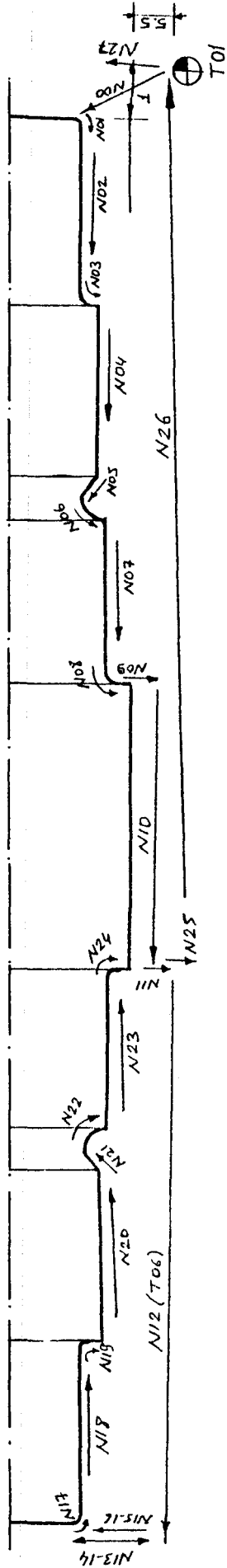
N	G (M)	X	Z	F	H (LTH)	T	N	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2065	Sağ Y. Klm.
01	84	-250	-6000	100	50			
02	00	-250	00					
03	84	-100	-4200	100	50			
04	00	-100	00					
05	84	-150	-1950	100	50			
06	00	-150	00					
07	03	100	-100	100				
08	01	00	-1750	100				
09	02	150	-150	100				
10	01	00	-1800	100				
11	01	-100	-200	100				
12	02	250	-250	100				
13	00	-100	450					
14	01	-150	200	100				
15	02	250	-250	100				
16	01	00	-1650	100				
17	02	100	-100	100				
18	01	1150	00	100				
19	M06	-1000	10160			04		Sol Y. Klm.
20	84	-250	6000	100	50			
21	00	-250	00					
22	84	-100	4200	100	50			
23	00	-100	00					
24	84	-150	2000	100	50			
25	00	-150	00					
26	02	100	100	100				
27	01	00	1750	100				
28	03	150	150	100				
29	01	00	1800	100				
30	01	-100	200	100				



Şekil:4.I8. I50 mm piring işleme kademeleri IIC

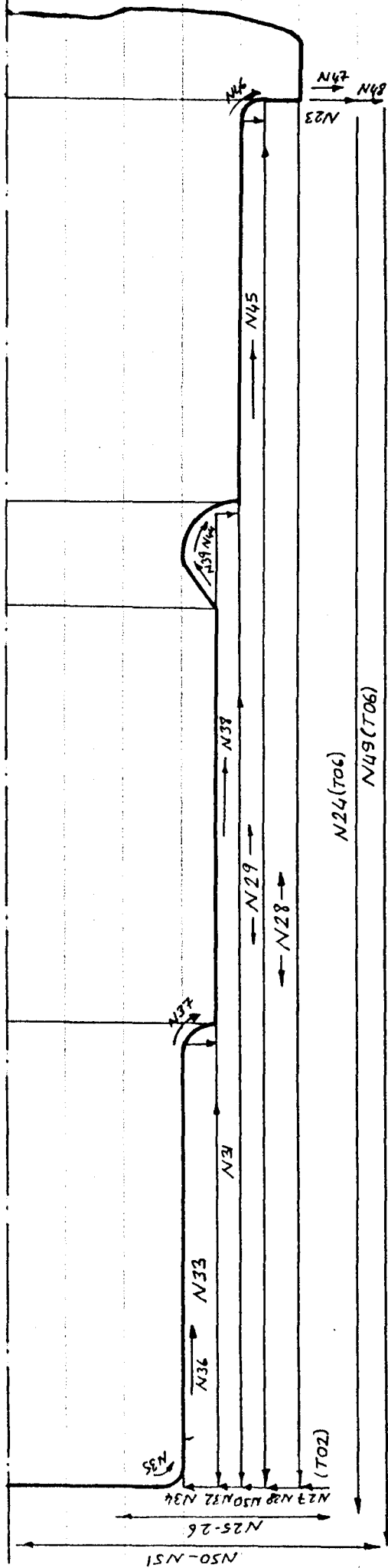
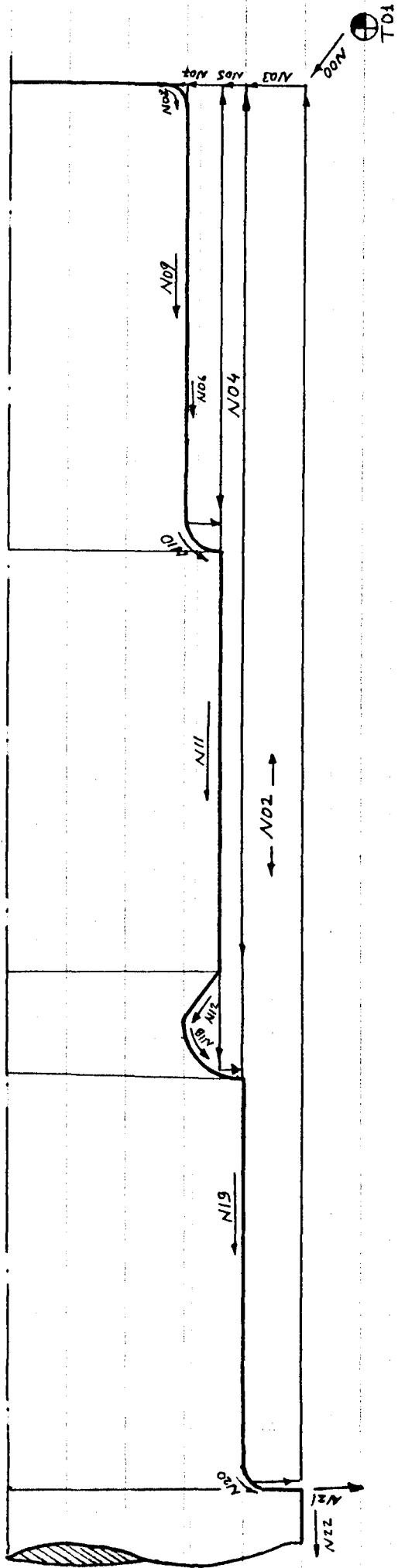
N41-42
T06

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-600	-100			01	2065	Sağ Y. Klm.
01	03	100	-100	100				
02	01	00	-1750	100				
03	02	150	-150	100				
04	01	00	-1800	100				
05	01	-150	-200	100				
06	02	250	-250	100				
07	01	00	-1650	100				
08	02	100	-100	100				
09	01	-150	00	100				
10	01	00	-3000	1000				
11	00	-1000	00					
12	M06	-500	-4768			02		Keski kalemi
13	01	-500	00	40				
14	00	500	00					
15	M06	-500	-2392			02		Sol Y. Klm.
16	01	-600	00	100				
17	02	100	100	100				
18	01	00	1750	100				
19	03	-150	150					
20	01	00	1800	100				
21	01	-150	200	100				
22	03	250	250	100				
23	01	00	1650	100				
24	03	100	100	100				
25	01	150	00	100				
26	M06	00	10260			02		Sağ Y. Klm.
27	00	-50	00			01	2065	
28	M30							
Resim No:3			Resim adı:150 mm piring Out-line		Sayfa No:1		mm	
Program no:2			İsim		Tarih		inch	



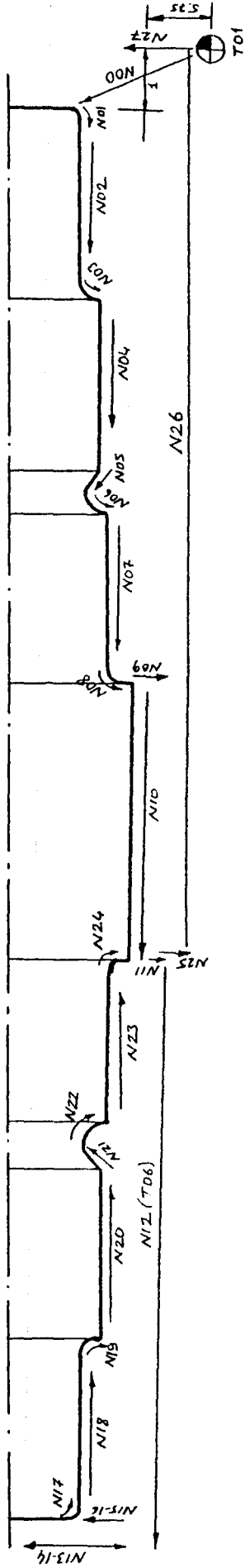
Şekil:4.I9. 150 mm piring Out-line kalem hareketleri

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2000	Sağ Y. Klm.
01	84	-250	-6000	75	25			
02	84	-250	-5950	75	25			
03	00	-250	00					
04	84	-100	-4300	75	25			
05	00	-100	00					
06	84	-150	-2000	75	25			
07	01	-250	00	75				
08	03	100	-100	75				
09	01	00	-1750	75				
10	02	150	-150	75				
11	00	00	1800					
12	01	-50	-200	75				
13	01	50	200	75				
14	01	-100	-200	75				
15	01	100	200	75				
16	01	-150	-200	75				
17	01	150	200	75				
18	02	250	-250	75				
19	01	00	-1650	75				
20	02	100	-100	75				
21	01	150	00	75				
22	01	00	-3000	75				
23	00	1000	00					
24	M06	-500	-4768			02		Keski kalemi
25	01	-500	00	30				
26	01	500	00					
27	M06	-500	-2392			02		Sol Y. Klm.
28	84	-150	6000	75	25			
29	84	-250	5950	75	25			
30	00	-250	00					



Şekil:4.20. 150 mm St. 42 İjlme kademeleri

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-600	-100			01	2000	Sag Y. Klm.
01	03	100	-100	75				
02	01	00	-1750	75				
03	02	150	-150	75				
04	01	00	-1800	75				
05	01	-150	-200	75				
06	02	250	-250	75				
07	01	00	-1650	75				
08	02	100	-100	75				
09	01	-150	00	75				
10	01	00	-3000	75				
11	00	-1000	00					
12	M06	-500	-4768			02		Keski kalemi
13	01	-500	00	40				
14	00	500	00					
15	M06	-500	-2392			02		Sol Y. Klm.
16	01	-600	00	75				
17	02	100	100	75				
18	01	00	1750	75				
19	03	150	150	75				
20	01	00	1600	75				
21	01	-150	200	75				
22	03	250	250	75				
23	01	00	1650	75				
24	03	100	100	75				
25	01	150	00	75				
26	M06	00	10260			02		Sag Y. Klm.
27	00	-25						
28	M30							
Resim No		Resim adı			Sayfa No		mm	
Program no		İsim		Tarih		inch		



Şekil:4.2I. I50 mm St.42 Out-line kalem hareketleri

150 milimetrelik örnek parçalar incelendiğinde alınan değerler şöyledir. Malzemesi pirinç olan parça için klasik programlama ve Out-line programlama değerleri;

Klasik programlama için;

Programlama süresi : 1 saat 55 dk
Bilgisayar yazılımı: 15 dak.
Parçanın işlenmesi : 14 dak. 10 sn.
Toplam üretim : 2 saat 35 dak.

Out-line programlama için düşünülürse;

Programlama süresi : 40 dak.
Bilgisayara yazılım: 15 dak.
Üretim süresi : 40 dak.
Toplam üretim süresi:95 dak.

Heriki programlama için seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için; 2 saat 35 dak.
2. parça için; 2 " 50 dak.
3. parça için; 3 " 05 dak.
4. parça için; 3 " 20 dak.

1. parça için; 1 saat 35 dak.
2. parça için; 2 saat 15 dak.
3. parça için; 2 saat 55 dak.
4. parça için; 3 saat 35 dak.

Malzemesi St 42 olan 150 mm.lik parça için alınan değerler ise şöyledir.

Klasik programlama için;

Programlama süresi : 1 saat 55 dak.
Bilgisayara yayılımı: 25 dak.
Parçanın işlenmesi : 17 dak.
Toplam üretim : 2 saat 37 dak.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 2 saat 37 dak.
2. parça için : 2 saat 54 dak.
3. parça için : 3 saat 11 dak.

Out-line programlama için;

programlama süresi: 55 dak.

bilgisayara yazılım: 21 dak.

üretim süresi: 85 dakika

Toplam üretim süresi: 2 saat 41 dakika

seri üretim için;

1 parça : 2 saat 41 dak.

2.parça : 4 saat 6 dak.

3.parça : 5 saat 3 dak.

malzemesi St.50 olan 150 milimetrelık parça için alınan değer şöyledir.

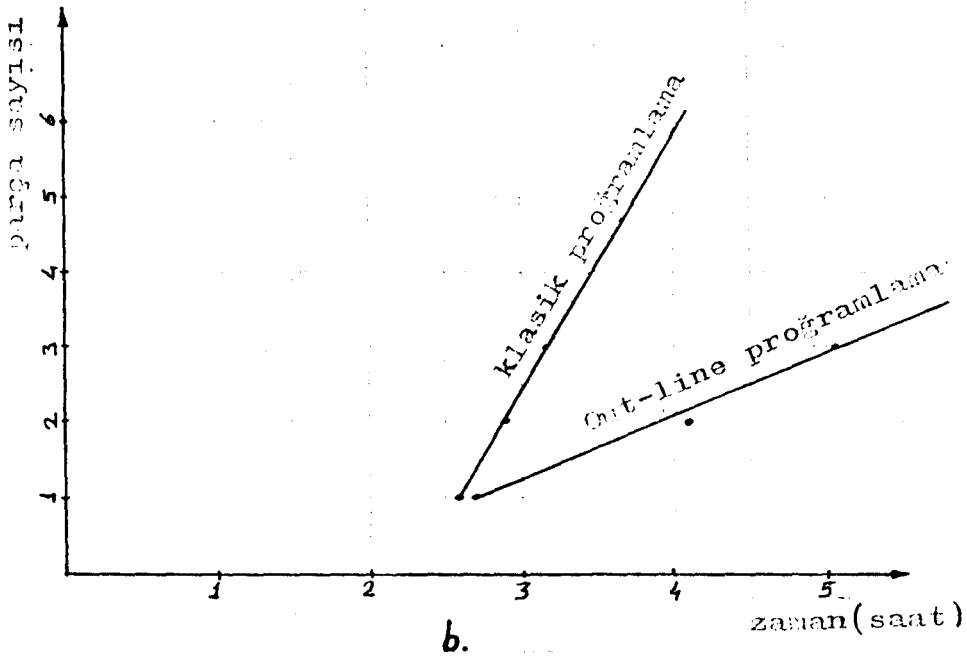
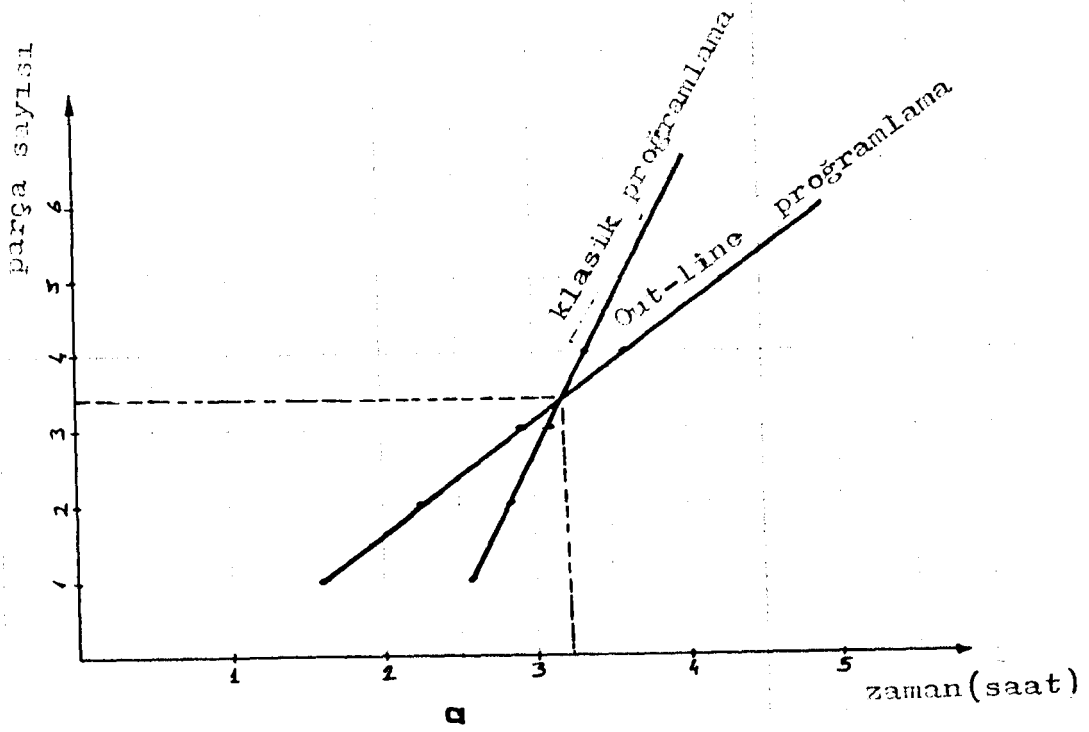
Toplam üretim süresi: 2 saat 45 dakikadır.

Out-line programlamada ise: 2 saat 54 dakikadır.

Burada alınan değerler şu şekilde izah edilebilir.

Out-line programlama kesinlikle 150 milimetrelık parçalar için avantajlı değildir. yalnızca pirinç olan malzemelerin programında 4 parçaya kadar avantajlı görölmektedir. İmalat esnasındaki tezgah çalışma süresinin fazla olması programlama ve yazılımdaki avantajını ortadan kaldırmaktadır. St.42 ve St.50 için 150 milimetreye kadar avantajlıdır.

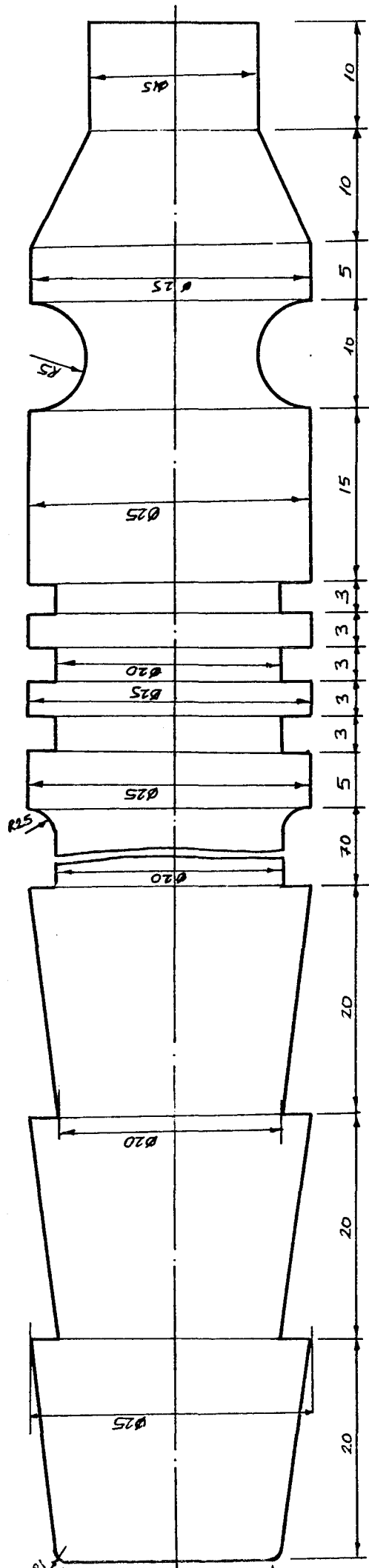
Elde edilen sınır değer, emco eğitim amaçlı kullanılan torna tezgahı için tezgah kapasitesinin yarısına eğit bir değerdir. Emco tezgahında toplam iş parçası boyu 300 mm. dir. Alınan değerlerden sınır değer olarak bu iş parçası boyu yakalanmaktadır. Engenel haliyle işleme tabii tutulmaktadır. Uretim grafikleri aşağıdadır.



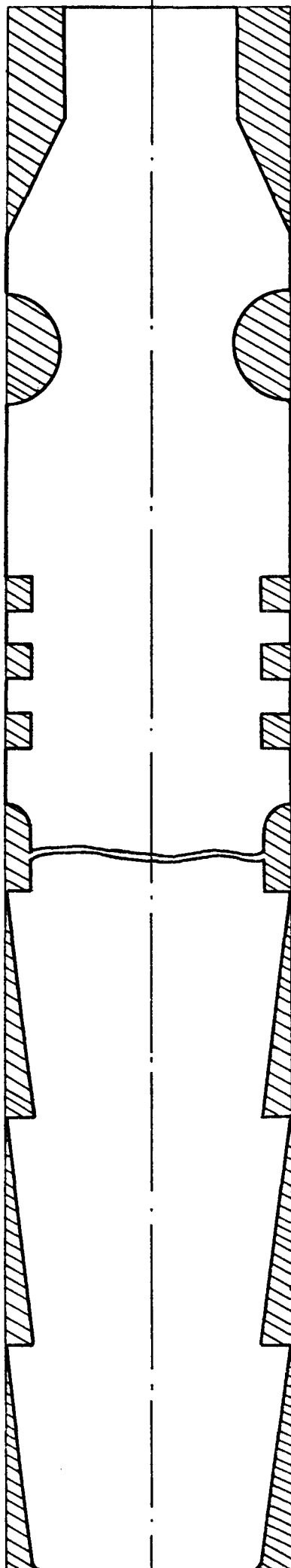
Şekil:4.22. 150 mm parça üretim grafikleri
 a:piring
 b:çt.42

4.5. 200 Milimetre Boyundaki İşparçası Programı

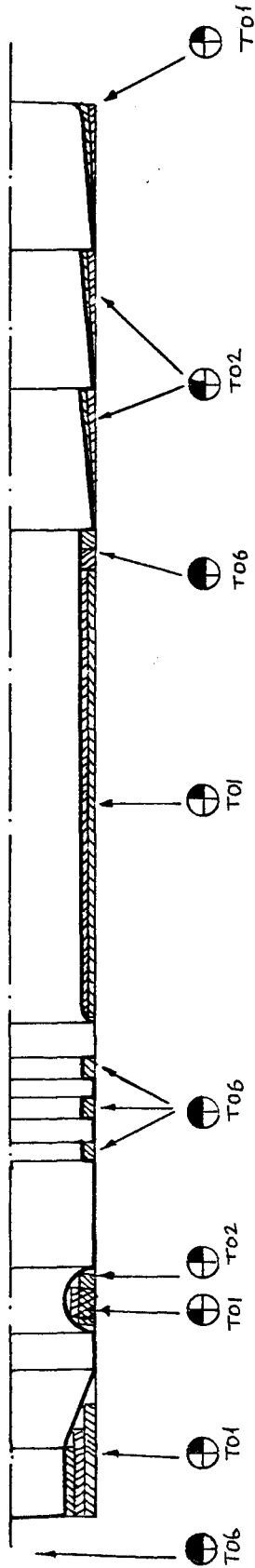
İşparçası malzemesi piringç ve St.42 olmak üzere iki metal kullanılmıştır. Her iki malzeme için klasik ve siluet programlama ile hazırlanan programları verilmiş olup, imalat süreleri kıyaslanmıştır. Ayrıca seri imalat için parça sayısını belirten grafikleri çizilmiştir.



Şekil:4.23. 200 mm işparçası resmi



Şekil:4.24. 200mm Talaş kaldırılacak kısımlar



Şekil:4.25. 200 mm parçayı işlemede genel görünüm

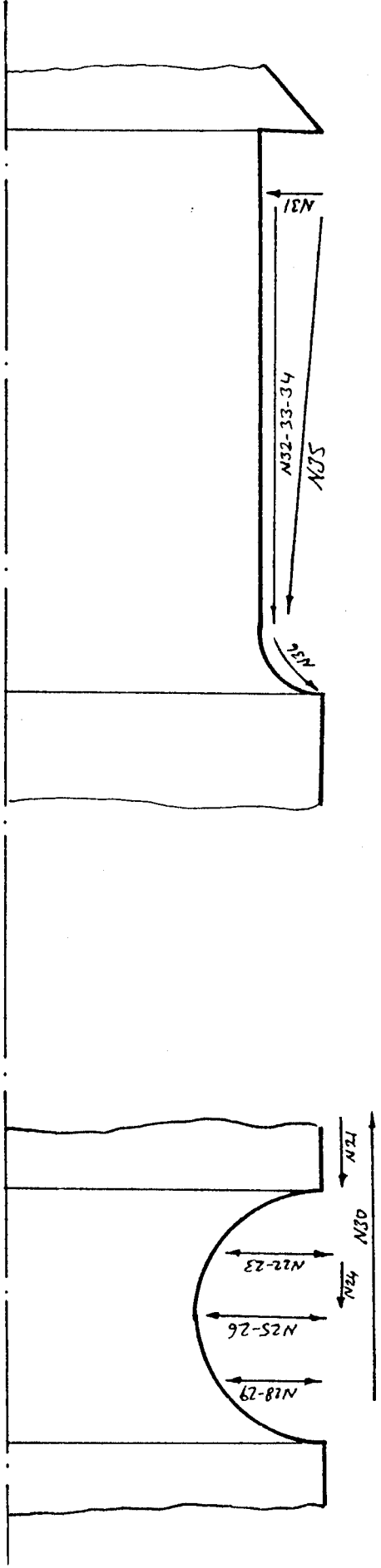
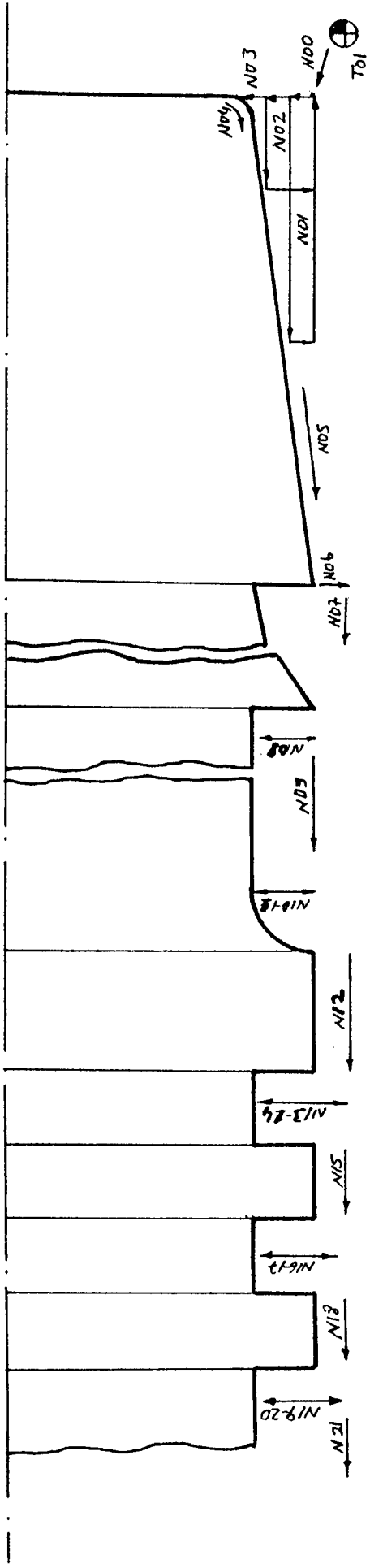
N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100				2065	Sağ Y. Klın.
01	84	-100	-1125	100	50			
02	84	-200	-250	100	150			
03	00	-350	00					
04	03	100	-100	100				
05	01	250	-1900	100				
06	00	1000	00					
07	M06	00	-2768			02		Keski Kalemi
08	86	-750	-600	40	300			
09	00	00	-7200					
10	01	-750	00	40				
11	00	750	00					
12	00	00	-600					
13	01	-750	00	40				
14	00	750	00					
17	00	00	-600					
18	00	-750	00					
19	01	+750	00	40				
20	00	00	00					
21	00	00	-175					
22	01	975	00	40				
23	00	925	00					
24	00	00	-200					
25	01	-925	00	40				
26	00	925	00					
27	00	00	-175					
28	01	-750	00	40				
29	00	750	00					
30	M06	00	9293			04		Sağ Y. Klın.

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
31	00	-500	00					
32	84	-100	-6300	100	50			
33	84	-200	-6200	100	150			
34	84	-250	6150	100	250			
35	00	-250	-6150			0	2065	
36	02	250	-250	100				
37	01	00	-4000	100				
38	00	-500	00					
39	02	500	-500	100				
40	01	00	750	100				
41	84	-100	-1750	50				
42	00	00	-250					
43	84	-200	-1500	150				
44	00	00	-250					
45	84	-300	1250	250				
46	00	00	-175					
47	84	-400	-1075	350				
48	00	00	-75					
49	84	-500	-1000	450				
50	00	00	925					
51	01	-500	-1000	100				
52	01	00	-1000	100				
53	01	500	00	100				
54	M06	00	1468			04		Sol Y. Klm.
55	00	-500	00					
56	03	500	-500	100				
57								
58	00	00	10500					
59	01	-100	2000	100				
60	01	100	-2000	200				
61	01	-200	2000	100				

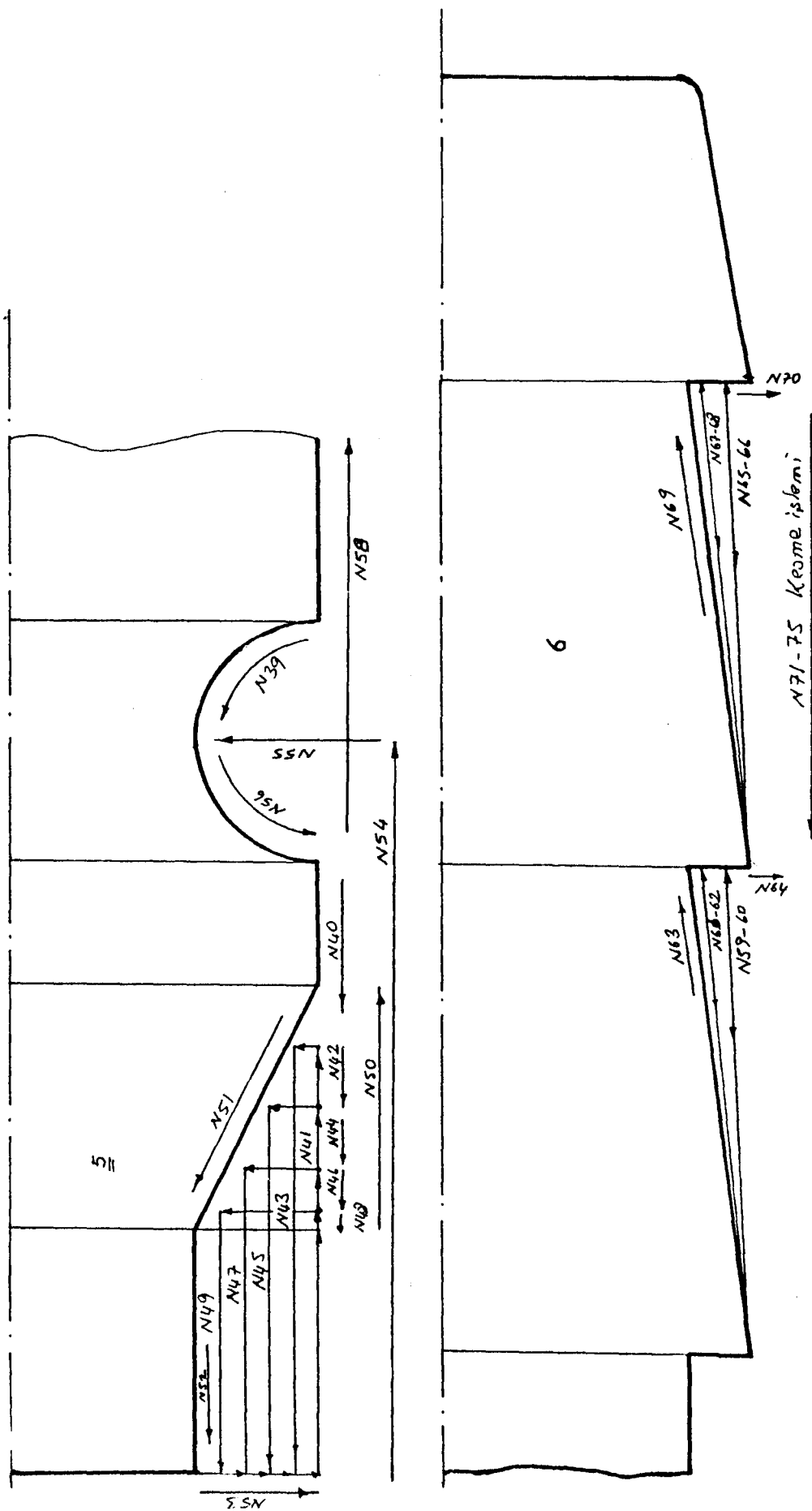
N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2000	Sag Y. Klm.
01	84	-50	-1500	75	25			
02	84	-100	-1100	75	75			
03	84	-150	-675	75	125			
04	84	-200	-175	75	150			
05	00	-350	00					
06	03	100	-100	75				
07	01	250	-1900	75				
08	00	1000	00					
09	M06	00	2768			02		Keski Kalemi
10	86	-750	600	30	300			
11	00	00	-7500					
12	01	-750	00	30				
13	00	750	00					
14	00	00	-600					
15	00	-750	00	30				
16	00	750	00					
17	00	00	-600					
18	01	-750	00	30				
19	00	750	00					
20	00	00	-1675					
21	01	-750	00	30				
22	00	750	00					
23	00	00	-175					
24	01	-925	00	30				
25	00	925	00					
26	00	00	-200					
27	01	-925	00	30				
28	00	925	00					
29	00	00	-175					
30	01	-750	00	30				

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
31	00	750	00					
32	M06	00	9293			04		Sag Y. Klm.
33	00	-500	00					
34	84	-100	-6300	75	25			
35	84	-200	-6200	75	150			
36	84	-250	-6150	75	225			
37	00	-250	-1650	75				
38	02	250	-250	75				
39	01	00	-4000	75				
40	01	-500	00	75				
41	02	500	-500	75				
42	00	00	600					
43	84	-50	-1900	75				
44	00	00	-100					
45	84	-100	-1800	75	75			
46	00	00	-100					
47	84	-150	-1700	75	125			
48	00	00	-100					
49	84	-200	-1600	75	175			
50	00	00	-100					
51	84	-250	-1500	75	225			
52	00	00	-100					
53	84	-300	-1400	75	275			
54	00	00	-100					
55	84	-350	-1300	75	325			
56	00	00	-100					
57	84	-400	-1200	75	375			
58	00	00	-100					
59	84	-450	-1100	75	425			
60	00	00	-100					
61	84	-500	-1000	75	475			

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
62	01	00	-1000	75				
63	00	1500	00					
64	M06	00	1468			04		Sol Y. Klm.
65	00	-500	00					
66	03	500	500	75				
67	00	00	10500					
68	01	-50	2000	75				
69	00	50	-2000					
70	01	-100	2000	75				
71	00	100	-2000					
72	01	-150	2000	75				
73	00	150	-2000					
74	01	-200	2000	75				
75	00	200	-2000					
76	01	-250	2000	75				
77	00	250	00					
78	01	-50	2000	75				
79	00	50	-2000					
80	01	-100	2000	75				
81	00	100	-2000					
82	01	-150	2000	75				
83	00	150	-2000					
84	01	-200	2000	75				
85	00	200	-2000					
86	01	-250	2000	75				
87	00	1250	00					
89	M06	00	-1590			02		Keski Kalemi
90	01	-1750	00	30				
91	00	1750	00					



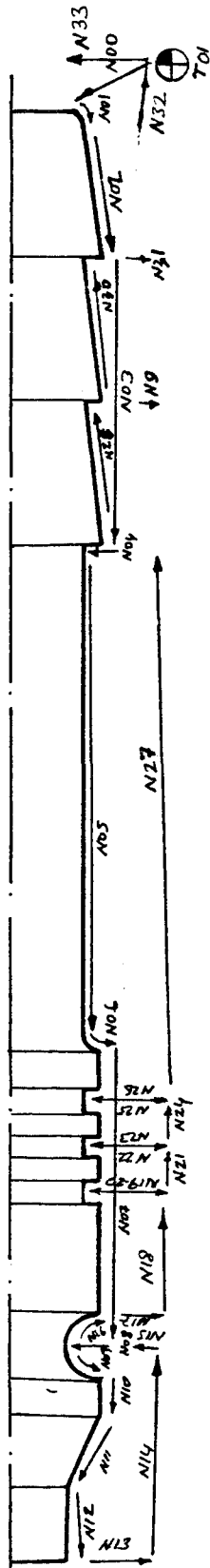
Сes.11:4.26. a.



Şekil: 4.26. b. 200 mm piring işleme katemeleri

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-350	-100			01	2065	Sağ Y. Klm.
01	03	100	-100	100				
02	01	250	-1900	100				
03	01	00	-4000	100				
04	01	00	-250	100				
05	01	00	-6750	100				
06	02	250	-250	100				
07	01	00	-4000	100				
08	01	-500	00	100				
09	02	500	-500	100				
10	01	00	-500	100				
11	01	-500	-1000	100				
12	01	00	-1000	100				
13	00	-500	00					
14	M06	00	1840			02		Sol Y. Klm.
15	01	-500	00					
16	03	500	500	100				
17	00	1000	00					
18	M06	00	4490			04		Keski Kalemi
19	01	-750	00	40				
20	00	750	00					
21	00	00	600					
22	01	-750	00	40				
23	00	750	00					
24	00	00	600					
25	01	-750	00	40				
26	00	750	00					
27	M06	500	4810			02		Sol Y. Klm.
28	01	-250	2000	100				
29	00	250	00					
30	01	-250	2000	100				

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-350	-100					Sağ. Y. Klm.
01	03	100	-100	75				
02	01	250	-1900	75				
03	01	00	-4000	75				
04	01	00	-250	75				
05	01	00	-6750	75				
06	02	250	-250	75				
07	01	00	-4000	75				
08	01	-500	00	75				
09	02	500	-500	75				
10	01	00	-500	75				
11	01	-500	-1000	75				
12	01	-1000	75					
13	00	-500	00					
14	M06	00	1840			02		Sol Y. klm.
15	01	-500	00	75				
16	03	500	500	75				
18	00	1000	00					
19	M06	00	4490			04		Keski Kalemi
20	01	-750	00	30				
21	00	750	00					
22	00	00	600					
23	01	-750	00	30				
24	00	750	00					
25	00	00	600					
26	01	-750	00	30				
27	00	750	00					
28	M06	500	4810			02		Sol Y. Klm.
29	01	-250	2000	75				
30	00	250	00					



Şekil:4.27. 200 mm dış_line programlama
kalem hareketleri

İşparçası malzemesi piring olan 200 milimetre boyundaki parçanın programlanması ve üretiminde şu sayısal değerler elde edilmiştir.

Klasik programlama için;

Programlama süresi : 2 saat 45 dakika

Bilgisayara yazılım: 30 dakika

Parçanın işlenmesi : 18 dk. 30 sn.

Toplam üretim süresi: 3 saat 33 dk.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 3 saat 33 dk.

2. " " : 3 " 52 dk.

3. " " : 4 " 10 dk.

Out-line programlama için alınan değerler şunlardır.

Programlama süresi : 1 saat 45 dakika

Bilgisayara yazılım: 25 dakika

Parçanın işlenmesi : 1 start 9 dk 10 sn.:1 sa.36dk.

Toplam üretim süresi: 3 saat 46 dk.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 3 saat 46 dk.

2. " " : 5 " 22 dk.

3. " " : 6 " 58 dk.

Buradaki sürelerin artışı üretim sürelerinin çok uzun olmasından ileri gelmektedir. Tezgaha start komutu verildikten sonra parça boyunun uzun olmasından dolayı tüm yüzeylerde eşit talaş kaldırma sistemi olduğundan işlem uzun sürmekte sonuçta toplam üretim sürelerinin artmasına neden olmaktadır. Elde edilen sonuç şu bakımdan önem taşır.

200 mm boyundaki işparçası malzemesi piring olan Out-line programlama bir sınırı değerdir. Bu değer bize 300 mm kapasiteli bir torna tezgahı için tezgah kapasitesinin

2/3'ü boyundaki malzemeler için Out-line programlama uygulanabilir neticesine götürmektedir. Bu sınır değerinin üzerindeki malzemenin Out-line programlama ile işlenmesi uygun değildir.

Malzemesi St 42 olan bir işparçasının programlanmasıyla ilgili şu değerler elde edilmiştir. Klasik programlama için;

Programlama süresi : 3 saat 15 dakika

Bilgisayara yazılım: 33 dakika

Parçanın işlenmesi : 23 dk 17 sn.

Toplam üretim süresi: 4 saat 12 dk.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 4 saat 12 dk.

2. " " : 4 " 35 dk.

3. " " : 4 " 58 dk.

4. " " : 5 " 24 dk.

Out-line programlama için alınan değerler şunlardır.

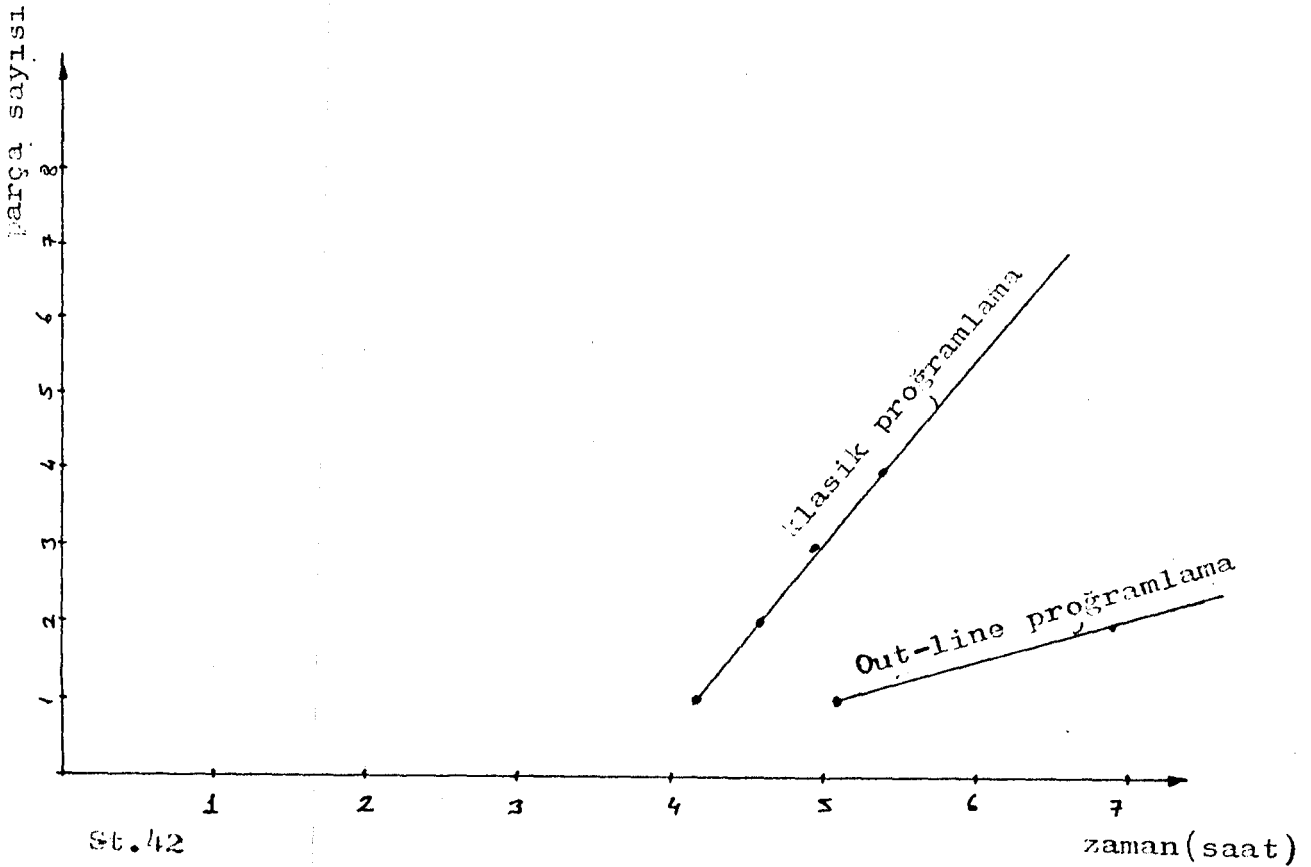
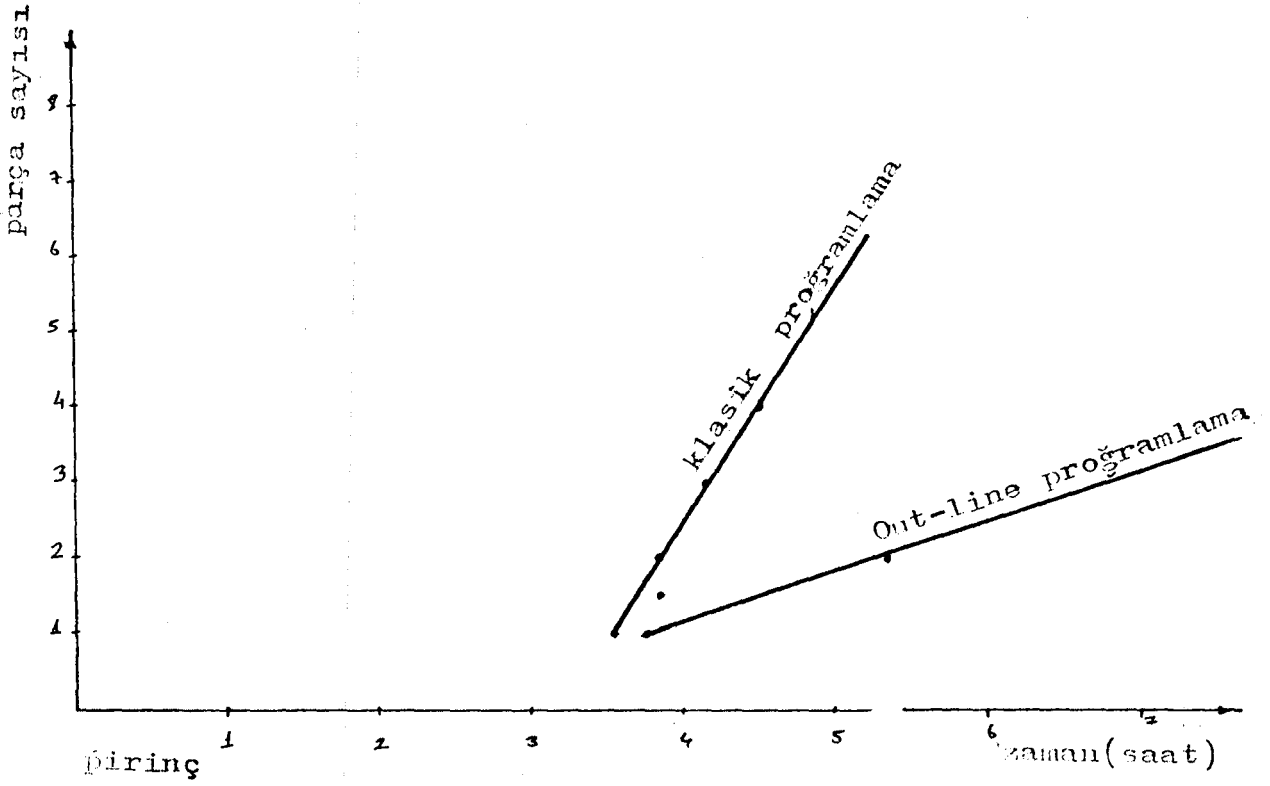
Programlama süresi : 1 saat 45 dakika

Bilgisayara yazılım: 25 dakika

Parçanın işlenmesi : 1 start 9 dk 10 sn.:1 sa.180dk.

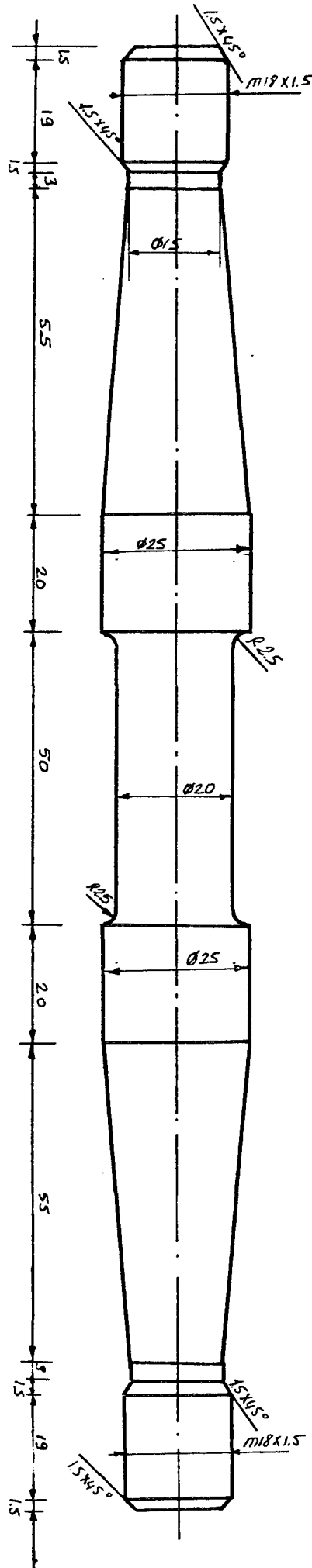
Toplam üretim süresi: 5 saat 10 dk.

Elde edilen değerlere göre seri imalat bu yöntemle düşünülemez. Bu uzunluktaki malzemesi St 42 olan parçanın Out-line programlama ile programlanıp işlenmesi oldukça uzun tezgah çalışma sürelerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Özel hallerde programcının programlama konusunda zorluk çektikleri durumda kayıp süreleri gözardı edilmesi kaydıyla Out-line programlama uygulanabilir.

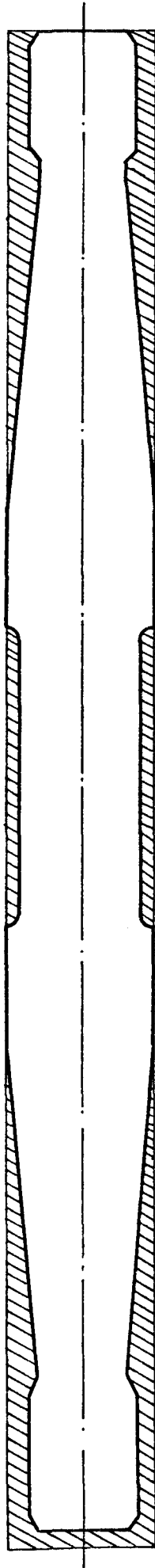


Şekil:4.23. 200 mm parça üretimi grafikleri

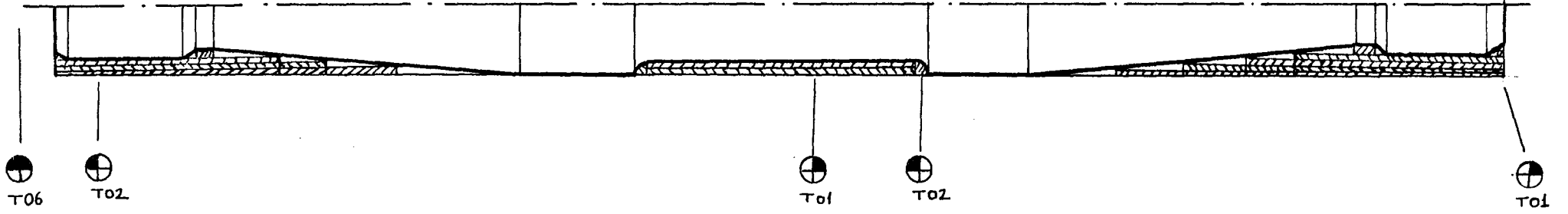
4.6. 250 Milimetre Boyundaki İşparçası Programı



Şekil:4.29. 250 mm Parça resmi



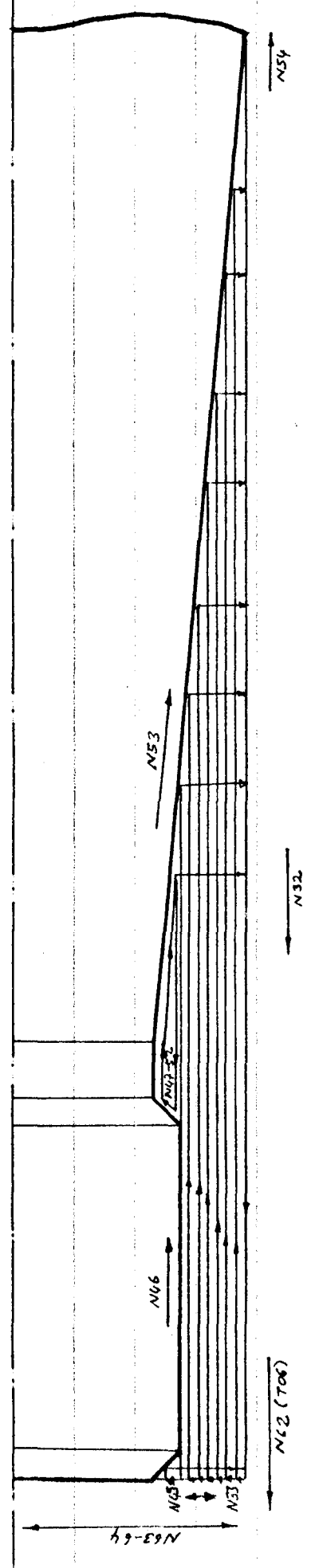
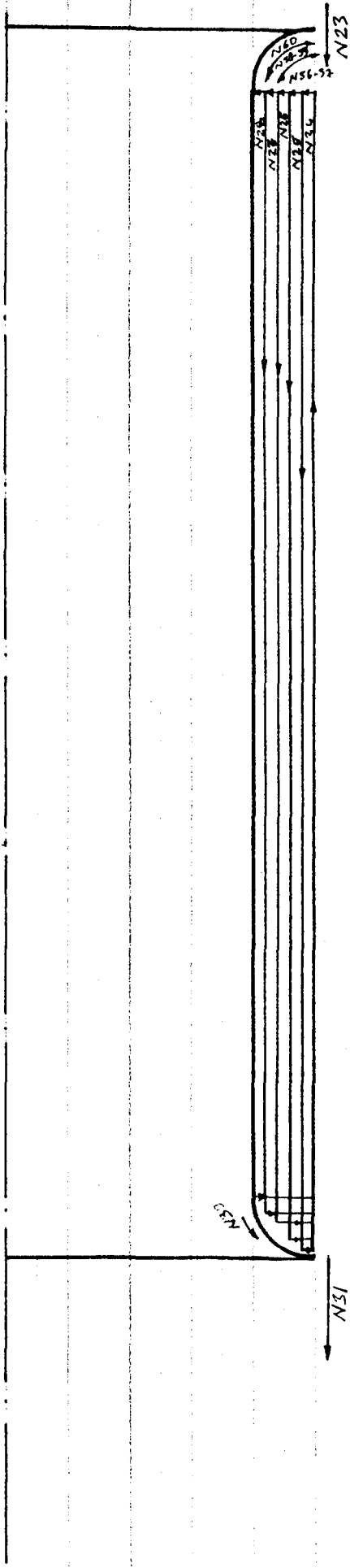
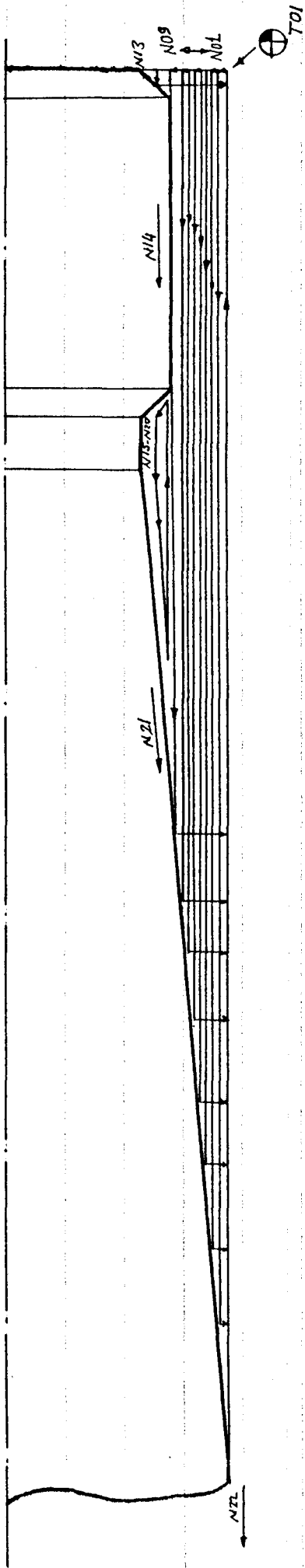
Şekil:4.30. 250 mm Taleş kaldırılacak kısımlar



şekil: 4.3I 250 mm Parçayı işlemede genel görünüm

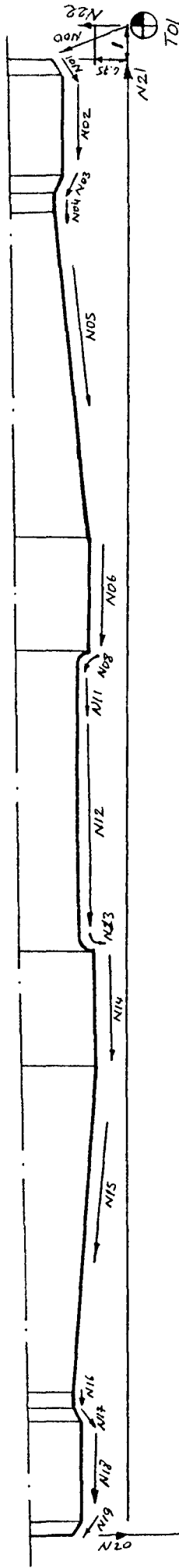
N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2065	Sag. Y. Kim.
01	84	-50	-6600	100	50			
02	84	-100	-6250	100	100			
03	84	-150	-5750	100	150			
04	84	-200	-5250	100	200			
05	84	-250	-5000	100	250			
06	84	-300	-4250	100	300			
07	84	-350	-3750	100	350			
08	84	-400	50	100	400			
09	00	-450	00					
10	01	100	-100	100				
11	00	-100	100					
12	00	-50	00					
13	01	150	-150	100				
14	01	00	-1900	100				
15	01	-100	-100	100				
16	01	00	-350	100				
17	01	100	-1150	100				
18	00	00	1600					
19	01	-150	-150	100				
20	01	00	-300					
21	01	500	-5500	100				
22	01	00	-2000	100				
23	00	00	-250					
24	84	-50	-4725	100	50			
25	84	-100	-4700	100	100			
26	84	-150	-4675	100	150			
27	84	-200	-4550	100	200			
28	84	-250	-4500	100	250			
29	00	-250	-4500					
30	02	250	-250	100				

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
31	10	00	-2000	100				
32	M06	00	-6840			04		Sol Y. Kim.
33	84	-50	6600	100	50			
34	84	-100	6250	100	100			
35	84	-150	5750	100	150			
36	84	-200	5250	100	200			
37	84	-250	5000	100	250			
38	84	-300	4250	100	300			
39	84	-350	3750	100	350			
40	84	-400	50	100	400			
41	00	-450	00					
42	01	100	100	100				
43	00	-100	-100					
44	00	-50	00					
45	01	150	150	100				
46	01	00	1900	100				
47	01	-100	100					
48	01	00	350	100				
49	01	100	1150	100				
50	00	00	-1600					
51	01	150	150	100				
52	01	00	300	100				
53	01	500	5500	100				
54	00	00	6750	100				
55	00	-250	00					
56	03	100	100	100				
57	00	-100	-100					
58	03	200	200	100				
59	00	-200	-200					
60	03	250	250	100				
61	00	1000	00					



Sekil:4.32. 250 mm pirinç işleme kademeleri

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2000	Sag Y. Klm.
01	84	-50	-7000	75	25			
02	84	-100	-6250	75	75			
03	84	-150	-5750	75	125			
04	84	-200	-5250	75	175			
05	84	-250	-5000	75	225			
06	84	-300	-4250	75	275			
07	84	-350	-3750	75	325			
08	84	-400	-100	75	375			
09	01	-450	00	75				
10	01	150	-150	75				
11	00	00	-1950					
12	84	-50	-1150	75	25			
13	00	-50	-50					
14	84	-50	-850	75	25			
15	00	100	00					
16	01	-150	-150	75				
17	01	00	-300	75				
18	01	500	-5500	75				
19	01	00	-2250	75				
20	84	-100	-4725	75	25			
21	84	-200	-4625	75	125			
22	84	-250	-4500	75	225			
23	00	-250	-4500					
24	02	250	-250	75				
25	01	00	-2000	75				
26	00	1000	00					
27	M06	00	6768			02		Keski Kalemi
28	01	-1000	00	30				
29	00	1000	00					
30	M06	00	-2392			02		Sol Y. Klm.



Şekil:4.34. 250 mm St.42. Out-line kalem hareketleri

İşparçası malzemesi pirinç olan 250 milimetre boyundaki parçanın imalat değeri şöyledir.

Programlama süresi : 1 saat 5 dakika

Bilgisayara yazılım: 22 dakika

Parçanın işlenmesi : 16 dk. 35 sn.

Toplam üretim süresi: 1 saat 43 dk. 35 sn.

Seri üretim için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 1 saat 43 dk.
2. " " : 1 " 59 dk.
3. " " : 2 " 16 dk.
4. " " : 2 " 32 dk.
5. " " : 2 " 48 dk.

Out-line programlama için alınan üretim değerleri şöyledir.

Programlama süresi : 48 dakika

Bilgisayara yazılım: 18 dakika

Parçanın işlenmesi : 41 dk. 40 sn.

Toplam üretim süresi: 107 dk.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 1 saat 47 dk.
2. " " : 2 " 28 dk.
3. " " : 3 " 10 dk.

Kronometreden okunan değerler incelenecek olursa Out-line programlama ile klasik programlama üretim değerleri birbirine yakın çıkmaktadır. Parça programlanabilme itibariyle oldukça basittir. Out-line programlama bu boydaki malzemeler için ekonomik olmaktan çıkmaktadır. Klasik yöntemle programlanan malzemeler için tezgah çalışma süresi daha kısa olmaktadır.

İşparçası malzemesi St 42 olan 250 mm boyundaki malzemeler için kronometreden okunan değerler şöyledir.

Programlama süresi : 1 saat 35 dakika
Bilgisayara yazılım: 32 dakika
Parçanın işlenmesi : 20 dk. 15 sn.
Toplam üretim süresi: 2 saat 27 dk.

Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 2 saat 27 dk.
2. " " : 2 " 47 dk.
3. " " : 3 " 7 dk.
4. " " : 3 " 50 dk.

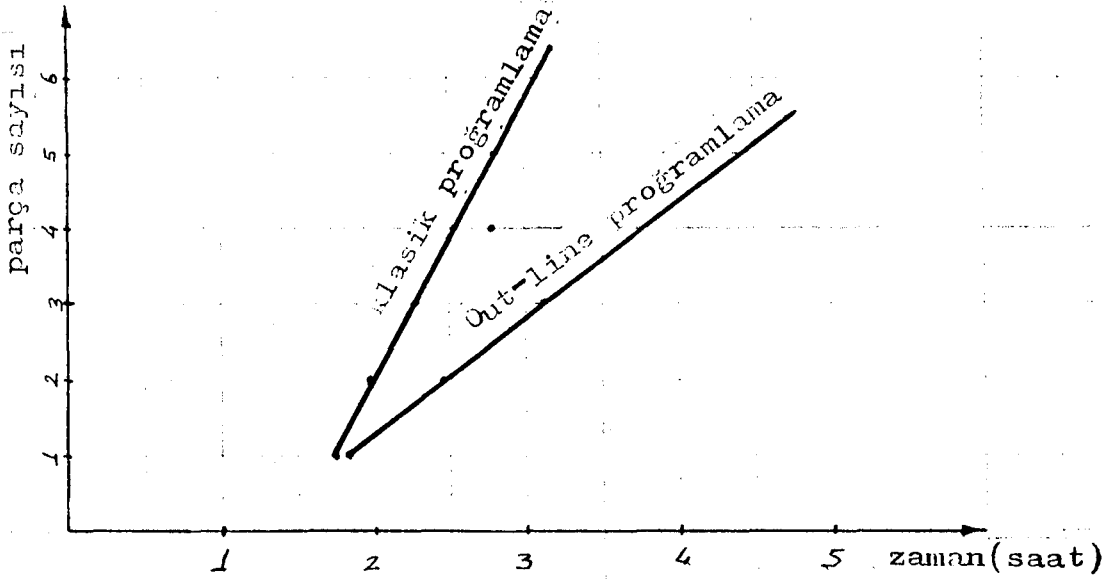
Out-line programlama için alınan değerler şunlardır.

Programlama süresi : 50 dakika
Bilgisayara yazılım: 20 dakika 30 sn.
Parçanın işlenmesi : 96 dakika
Toplam üretim süresi: 2 saat 46 dk.

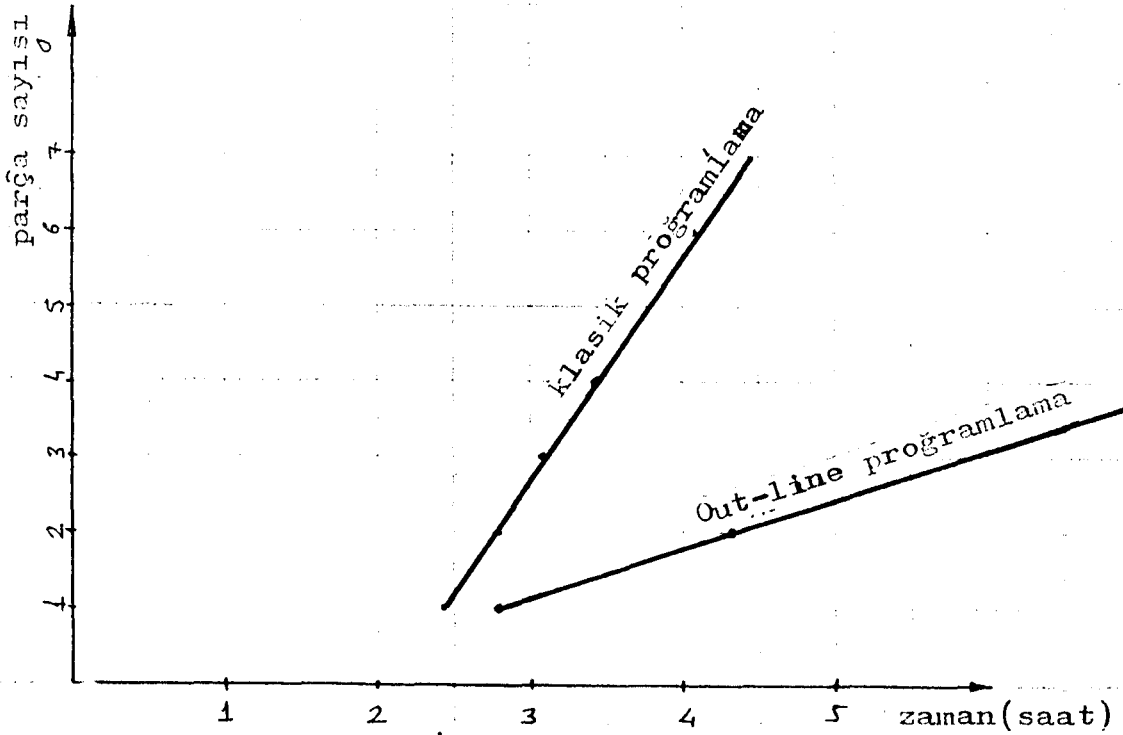
Seri imalat için alınan değerler şöyledir.

1. parça için : 2 saat 46 dk.
2. " " : 4 " 22 dk.

250 mm boyundaki malzemesi St 42 olan işparçalarında klasik programlama üretim için alınan değerlerde görüldüğü gibi daha ekonomik olmaktadır.



d.



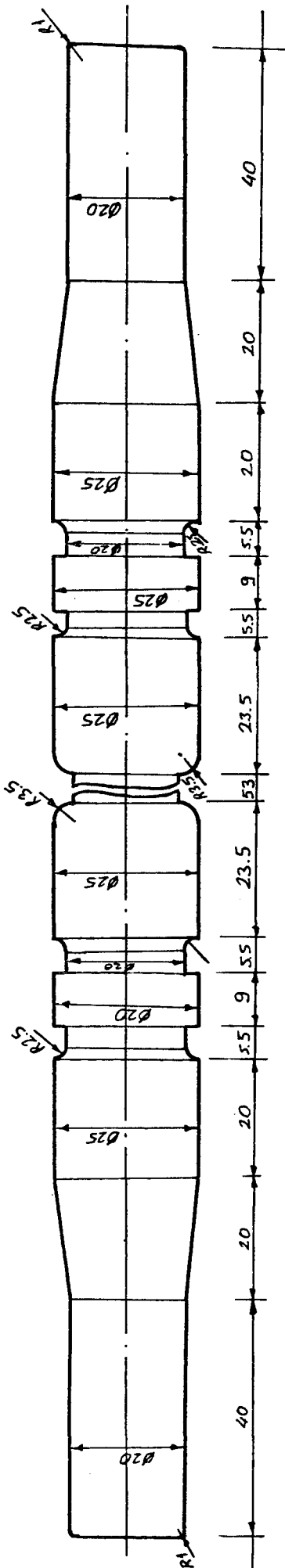
b.

Şekil:4.35. 250 mm parça üretim grafikleri

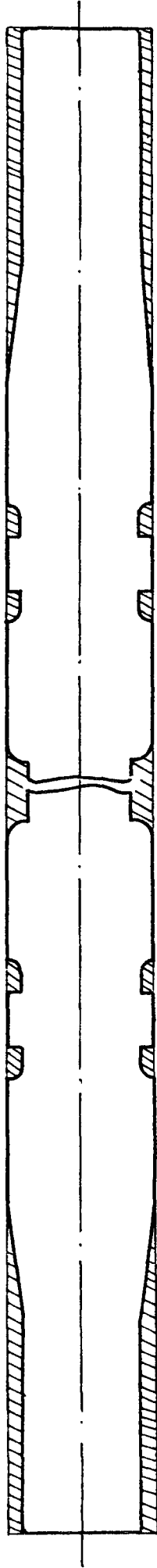
a_ piring

b_ St.42

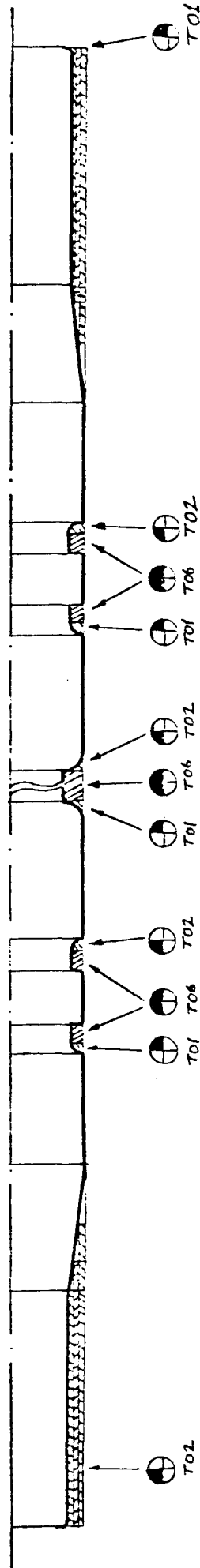
4.7. 300 Milimetre Boyundaki İşparçası Programı



Şekil:4.36. 300 mm iş parçası resmi



Şekil: 4.37. 300 mm Talaş kaldırılacak kısımlar

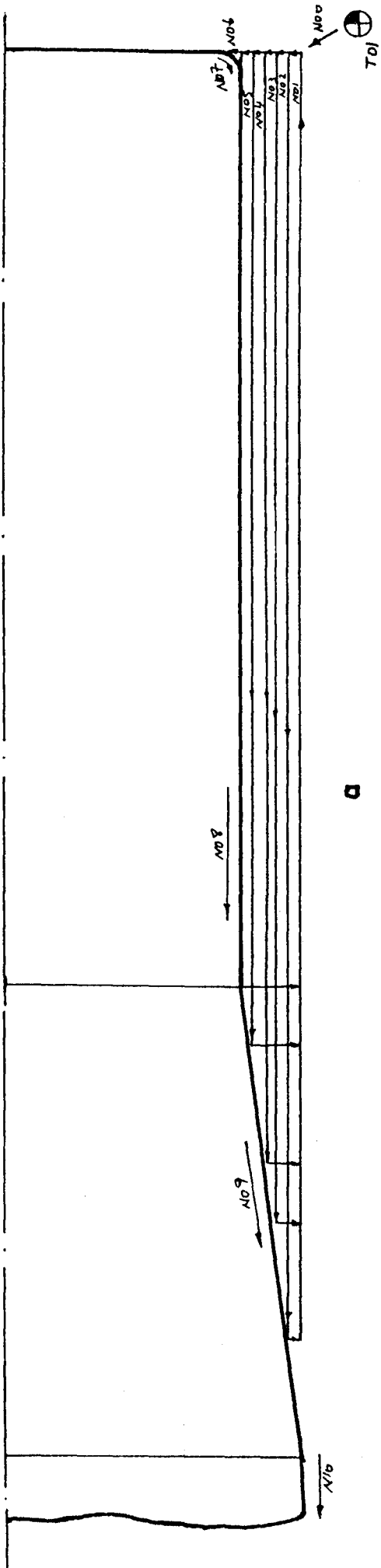


Şekil: 4.33. 300 mm Parçayı İyilemede Genel Görünüm

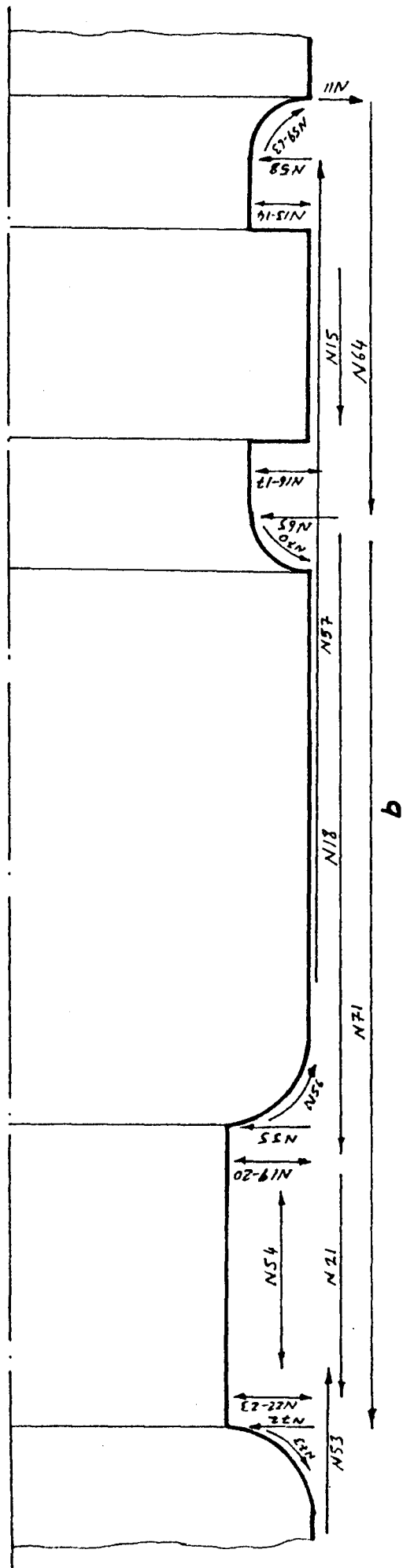
N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2065	Sağ Y. Klın.
01	84	-50	-5500	100	50			
02	84	-100	-5000	100	100			
03	84	-150	-4625	100	150			
04	84	-200	-4250	100	200			
05	84	-250	-4000	100	250			
06	00	-350	00					
07	03	100	-100	100				
08	00	00	-1900					
09	01	250	-2000	100				
10	01	00	-2000	100				
11	00	1000	00					
12	M06	-500	-1235			02		Keski Kalemi
13	01	-250	00	40				
14	00	250	00					
15	00	00	-1200					
16	01	-250	00	40				
17	00	250	00					
18	00	00	-2900					
19	01	-350	00	40				
20	00	350	00					
21	00	00	-5000					
22	01	-350	00	40				
23	00	350	00					
24	00	00	-2900					
25	01	-250	00	40				
26	00	250	00					
27	00	00	-1200					
28	01	-250	00	40				
29	00	250	00					
30	00	00	-8550					

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
31	01	-350	00	40				
32	00	350	00					
33	M06	00	-2390			02		Sol Y. Klın.
34	84	-50	5500	100	50			
35	84	-100	5000	100	100			
36	84	-150	4625	100	150			
37	84	-200	4250	100	200			
38	84	-250	4000	100	250			
39	00	-350	00					
40	02	100	100	100				
41	00	00	3900					
42	01	250	2000	100				
43	00	00	3750					
44	01	-100	00	100				
45	03	100	100	100				
46	02	-100	-100	100				
47	01	-200	00	100				
48	03	200	200	100				
49	02	-200	-200	100				
50	01	-250	00	100				
51	03	250	250	100				
52	00	00	2650					
53	84	-350	4700	100	50			
54	00	00	4700					
55	00	-350	00					
56	02	350	350	100				
57	00	00	3750					
58	01	100	00	100				
59	03	100	100	100				
60	01	-100	-100	100				
61	03	200	200	100				

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
62	01	-250	-200	100				
63	03	250	250	100				
64	M06	00	-590			02		Sağ Y. Klın.
65	01	-100	00	100				
66	02	100	-100	100				
67	00	200	100					
68	02	200	-200	100				
69	01	-250	200	100				
70	02	250	-250	100				
71	00	00	-7650					
72	01	-350	00	100				
73	03	350	-350	100				
74	00	00	-3750					
75	01	-100	00	100				
76	03	100	-100	100				
77	02	-100	100	100				
78	00	100	00					
79	03	200	-200	100				
80	02	-200	200	100				
81	00	-50	00					
82	02	250	-250	100				
83	00	1000	00					
84	M06	00	-6768			02		Keski Kalemi
85	01	-1750	00	40				
86	00	1750	00					
87	M06	00	5000			04		Sağ Y. Klın.
88	M30							
Resim No:6			Resim adı:300 mm Pirinç programı		Sayfa No:3		■ ■	
Program no:1			İsim		Tarih		inch	

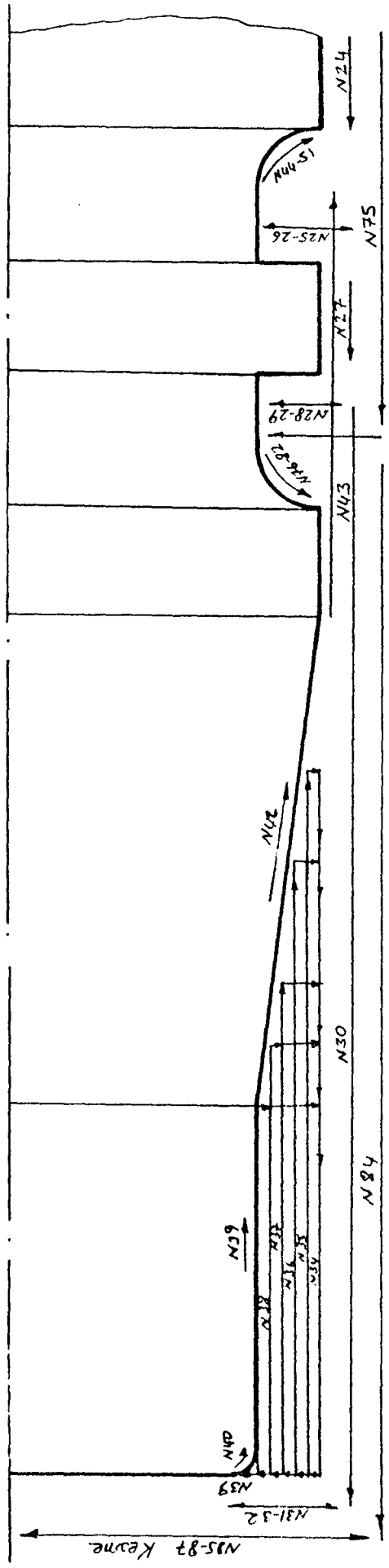


a



b

Şekil: 4.39. a.
b.



C.

Şekil: 4.39. 300 mm Paçta İleme Katmanları

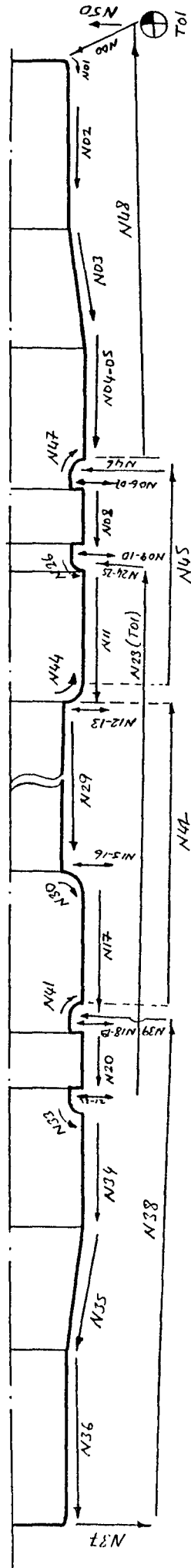
N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-100	-100			01	2000	Sağ Y. Klın.
01	84	-50	-5500	75	25			
02	84	-100	-5000	75	75			
03	84	-150	-4625	75	125			
04	84	-200	-4250	75	175			
05	84	-250	-4000	75	225			
06	01	-350	00	75				
07	03	100	-100	75				
08	00	00	-3900					
09	01	250	-2000	75				
10	01	00	-2000	75				
11	00	1000	00					
12	M06	-500	-1235			02		Keski Kalemi
13	01	-250	00	30				
14	00	250	00					
15	00	00	-1200					
16	01	-250	00	30				
17	00	250	00					
18	00	00	-2900					
19	01	-350	00	30				
20	00	350	00					
21	00	00	-5000					
22	01	-350	00	30				
23	00	350	00					
24	00	00	-2900					
25	01	-250	00	30				
26	00	250	00					
27	00	00	-1200					
28	01	-250	00	30				
29	00	250	00					
30	00	00	-8550					

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
31	01	-350	00	30				
32	00	350	00					
33	M06	00	-2390			02		Sol Y. Klın.
34	84	-50	5500	75	25			
35	84	-100	5000	75	75			
36	84	-150	4625	75	125			
37	84	-200	4250	75	175			
38	84	-250	4000	75	225			
39	00	-350	00					
40	02	100	100	75				
41	00	00	3900					
42	01	250	2000	75				
43	00	00	3750					
44	01	-50	00	75				
45	03	50	50	75				
46	02	-50	-50	75				
47	01	-50	00	75				
48	03	100	100	75				
49	02	-100	-100	75				
50	01	-50	00	75				
51	03	150	150	75				
52	02	-150	-150	75				
53	01	-50	00	75				
54	03	200	200	75				
55	02	-200	-200	75				
56	01	-50	00	75				
57	03	250	250	75				
58	00	00	2650					
59	84	-350	4700	75	25			
60	00	00	4700					
61	00	-350	00					

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
62	02	350	350	75				
63	00	00	3750					
64	01	-50	00	75				
65	03	50	50	75				
66	00	-100	50					
67	03	100	100	75				
68	00	-150	-100	75				
69	03	150	150	75				
70	00	-200	150					
71	03	200	200	75				
72	00	-250	-200					
73	03	250	250	75				
74	M06	00	-590			02		Sağ Y. Klın.
75	01	-50	00	75				
76	02	50	-50	75				
77	00	-100	50					
78	02	100	-100	75				
79	00	-150	100					
80	02	150	-150	75				
81	00	-200	150					
82	02	200	-200	75				
83	00	-250	200					
84	02	250	-250	75				
85	00	00	-7650					
86	01	-350	00	75				
87	03	350	-350	75				
88	00	00	-3750					
89	00	50-	00					
90	02	50	-50	75				
91	00	-100	50					

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-350	100			01		Sağ Y. Klın.
01	03	100	-100	100				
02	01	00	-3900	100				
03	01	250	-2000	100				
04	00	1000	00					
05	M06	-500	1282			02		Keaki Kalemi
06	01	-250	00	40				
07	00	250	00					
08	00	00	-1200					
09	01	-250	00	40				
10	00	250	00					
11	00	00	-2900					
12	01	-350	00	40				
13	00	350	00					
14	00	00	-5000					
15	01	-350	00	40				
16	00	350	00					
17	00	00	-2900					
18	01	-250	00	40				
19	00	250	00					
20	00	00	-1200					
21	01	-250	00	40				
22	00	250	00					
23	M06	00	12000			04		Sağ Y. Klın.
24	00	-500	00					
25	01	250	00	100				
26	02	250	-250	100				
27	01	00	-2615	100				
28	01	-350	00	100				
29	01	00	-5000	100				
30	03	350	-350	100				

N	G (M)	X	Z	F mm/dk	H (LTH)	T	N (d/d)	DUŞUNCELER
00	00	-350	-100			01	2000	Sağ Y.Klm.
01	03	100	00	75				
02	01	00	-3900	75				
03	01	250	-2000	75				
04	00	1000	00					
05	M06	-500	1282			02		Keski Kalemi
06	01	-250	00	30				
07	00	250	00					
08	00	00	-1200					
09	01	-250	00	30				
10	00	250	00					
11	00	00	2900					
12	01	-250	00	30				
13	00	250	00					
14	00	00	-5300					
15	01	-250	00	30				
16	00	350	00					
17	00	00	-2900					
18	01	-250	00	30				
19	00	250	00					
20	00	00	-1200					
21	01	-250	00	30				
22	00	250	00					
23	M06	00	12000			04		Keski Kalemi
24	00	-500	00					
25	01	250	00	75				
26	02	250	-250	75				
27	01	00	2615	75				
28	01	-350	00	75				
29	01	00	-5000	75				
30	03	350	-350	75				



Şekil:4.40 300 mm piringç ve St.42 Out-line kalem hareketleri

300 milimetre boyundaki malzemesi pirinç olan işparçası programında programlama ve toplam üretim için alınan değerler şöyledir. Klasik programlama için;

Programın hazırlanması : 2 saat 30 dakika
 Bilgisayara yazılımı : 38 dakika
 Parçanın işlenmesi : 16 dakika 17 saniye
 Toplam üretim süresi : 3 saat 24 dakika

Seri imalat için düşünülduğünde

1 parça için : 3 saat 24 dakika
 2 parça için : 3 " 42 "
 3 parça için : 4 "
 4 parça için : 4 " 17 "
 5 parça için : 4 " 35 "

Out-line programlama için alınan değerler şunlardır.

Programın hazırlanması : 2 saat 17 dakika
 Bilgisayara yazılımı : 27 dakika
 Parçanın işlenmesi : Bir standart için 6 dk. 50 sn.
 (7 start veriliyor). 49 dakika.
 Toplam üretim süresi : 3 saat 33 dakika

Bu uzunlukta bir parçanın Out-line programlamayla programlanıp işlenmesi parça sayısının tek veya klasik programlama ile zor programlanıp işlenecek parçalar için düşünülebilir. Buda programlamacının tecrübesiyle doğru orantılıdır.

İş parçası malzemesi St 42 olan bir parçanın programlanıp üretimine kadar geçen süreler şu şekildedir. Klasik programlama için;

Programın hazırlanması : 2 saat 47 dakika
 Bilgisayara yazılımı : 40 dakika
 Parçanın işlenmesi : 21 dakika 17 saniye
 Toplam üretim süresi : 3 saat 48 dakikadır.

Out-line programlama için kronometre değerleri şunlardır.

Programın hazırlanması : 2 saat 17 dakika

Bilgisayara yazılımı : 27 dakika

Parçanın işlenmesi : Bir start 6 dk. 40 sn (14 start) 93 dk.

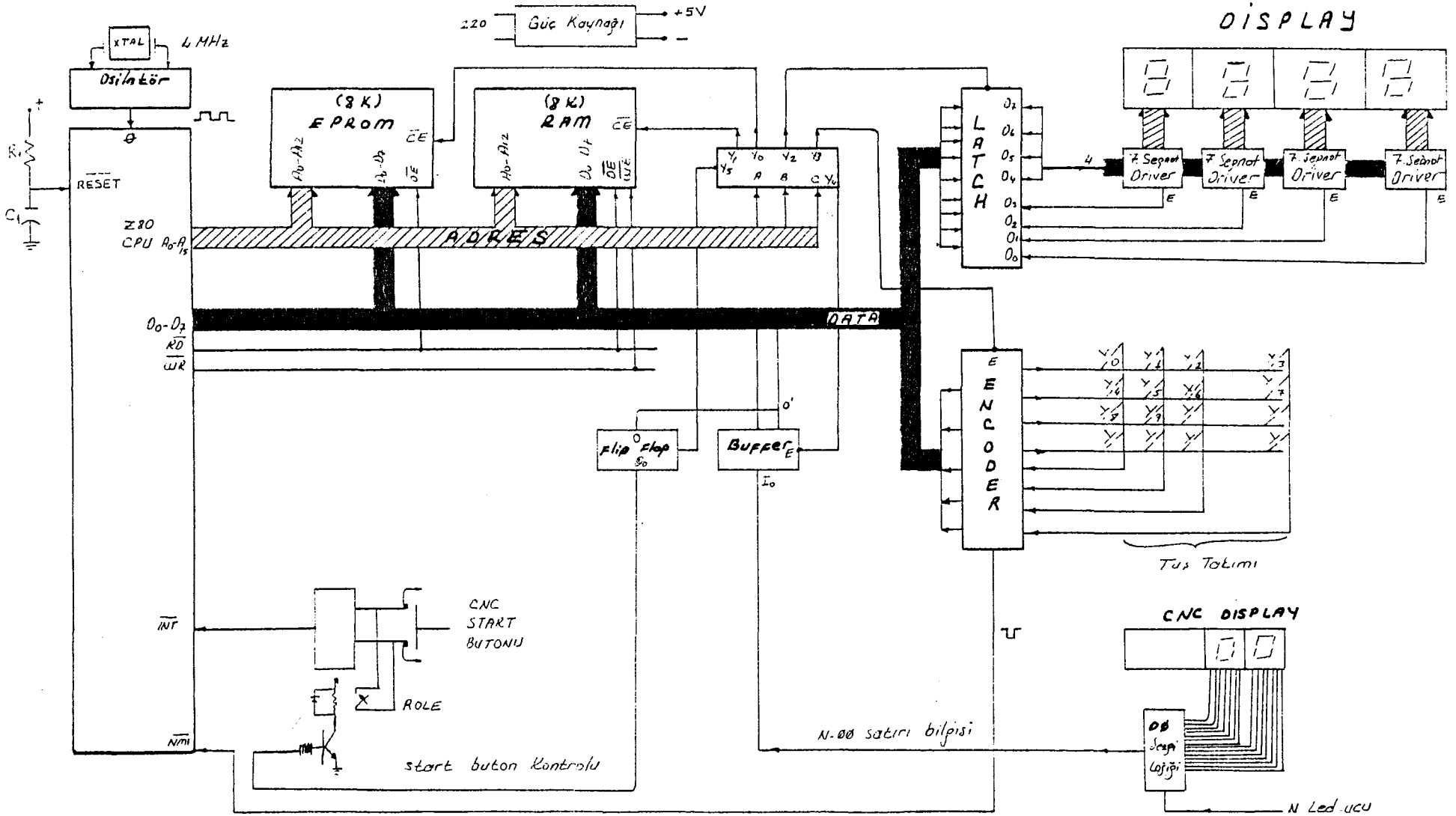
Toplam üretim süresi : 4 saat 17 dak.

Malzemesi St 42 olan işparçası programı her yöntemde de programlanıp üretim süreleri kıyaslandığında klasik programlamayla daha kısa sürede işlem bitirilmektedir. Bu boydaki bir parçanın ister tek parça isterse seri imalat için düşünülün klasik programlamayla yapılması uygun olur. Buradaki çalışma programının hazırlanması bilgisayara yüklenmesi ve tezgahta çalışma şeklindedir. Out-line programlamada bir parça için tezgah en az 1.5 saat çalışmakta oysa aynı parça için klasik yöntemle 25 dk. çalışmaktadır. Bu değerlerde maliyeti arttırıcı etkenlerdir. Bu durumda Out-line programlama ile imalat için verilen sınırın üzerinde çalışma her yönden bir kayıp görülür.

4.8. Tezgahta Yapılan Konstruktif Değişiklik

CNC torna tezgahında programlama yöntemlerinden birisi olan Out-line programlama program yüklendikten sonra her seferinde start verilerek programın çalıştırılması şeklindedir. Örneğin Bölüm 4.7'deki işparçası malzemesi St 42 olan 300 mm boyundaki işparçası için 14 defa start verilmektedir. Bu ise zaman kaybıdır. İşlem süresini arttırıcı bir faktördür. Bu kayıpları ortadan kaldırmak için aşağıdaki elektronik devre düşünülmüş olup, çalışması şöyledir.

Tezgaha program yüklendikten sonra güç kaynağı açılır. Aletin ekranına kaç işlem yapılacağı yazılır. Bir defa start verildikten sonra program çalışıp N00 satırına gelir ve durur. N00 komutunu gören seçgi lojiği start butonuna ikaz eder ve çalıştırır. Bu esnada aletin ekranında bir azaltılmış start sayısı görülmektedir. En son işlem bittikten sonra 00 rakamları görülür. Bir müddet sonra tekrar aynı parça için kaç defa start basılacaksa o ekranda belirir. Cihazın çalıştırılması ve kontrolü çok kolaydır. Bu özelliği Out-line programlamada tezgaha kazandırılan önemli bir üstünlüktür. Out-line programlamada ekonomik olduğu sınırlar içerisinde kullanımı son derece basitleştirici her defasında start vermekten kurtaran bir işlem olduğu için zaman kaybını ortadan kaldıran bir elektronik devredir. Tezgahın doğrudan baskı devresine monte edilir.



Şekil:4.4I. Silüet programlama start devresi

5. SONUÇ

CNC programlamada siluet programlama, klasik programlamaya göre programın yapısı, tezgaha yüklenmesi ve parçanın işlenmesi açısından avantajlıdır.

DIN 60025'e göre verilen esas ve yardımcı fonksiyonların çok azını kullanarak oluşturulan program, ekonomik olduğu sınırlar içersinde üretim için oldukça avantajlıdır.

İncelenen altı örnekte siluet programlama yöntemiyle programlanmış parçalara dikkat edilirse, klasik programlama yöntemiyle programlanmış işparçalarına göre programın uzunluğu üçte biri veya dörtte biri arasındadır. Oysa klasik programlama'da malzemesi pirinç olan 50 milimetrelik bir parçadaki program yetmişiki satır tutarken siluet programlama yöntemiyle onyediyedi satır tutmaktadır. Aynı şekilde üretim süresi iki saatken, siluet programlama ile bir saat onbeş dakika tutmaktadır. Bu süreler programcının programlama yeteneğine bağlı olarak dahada kısaltılabilir.

İncelemeye alınan 300 milimetre boyundaki parça'da klasik programlama yöntemiyle üç saat yirmidört dakika'da, siluet programlama yöntemiyle de üç saat otuzüç dakika'da üretilmektedir.

CNC torna eğitim tezgahında deneyleri yapılan farklı boydaki parçaların üretimi sonucunda malzemesi St.42 olan iş parçalarının siluet programlama ile ekonomik olduğu üretim sınırı yüzelli milimetredir. Malzemesi pirinç olan iş parçalarının siluet programlama ile ekonomik olduğu

Üretim sınırı ikiyüz milimetredir. Ayrıca programlama'da etkili olan faktörlerden paso miktarı, kesici takım ilerleme hızı, devir başına ilerleme, tezgah gücü gibi programlamaya esas teşkil eden şartlar, üretim süresini doğrudan etkiler. Tezgah gücü arttıkca paso miktarı artar, fakat klasik programlama ile siluet programlama için kullanılan teknik değerler aynı kalır. Bu nedenle aralarındaki oran daima sabittir. İş parçasından kaldırılacak talaş miktarı arttıkca siluet programlama'daki işlem süresi artmakta olup kalemin boşta gezinme süreside artmaktadır. Tek parçalar için ekonomik sınırların dışındaki üretimlerde klasik ve siluet programlama arasındaki fark pek önemli değildir. Birden fazla parçalar için durum farklılık kazanır.

Siluet programlama ekonomik olduğu sınırlar içersinde seri imalat için düşünüldüğünde, pirinç için ekonomik olduğu parça sayısı dört, St.42 için ekonomik olduğu parça sayısı beştir. Bu değerlere göre siluet programlama ekonomik olduğu sınırlar içersinde üretim yöntemi itibarıyla kısıtlama getirmektedir. Grafikler ekonomik olduğu sınırın içersindeki parçalar için, seri üretim parça sayısı hakkında bilgi vermektedir. Uygulamada iş parçası çapları sabit alınmıştır.

Siluet programlama, ekonomik olduğu boy ve parça sayısı dikkate alınarak uygulandığında, programlama, programı tezgaha yükleme, parçayı işleme ve üretim açısından oldukca avantajlıdır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Pustai, J. and Sava, M., 1983, Computer nümeric control, Reston publihing company, Virginia, 278p.
- Mikell,P.G. and Emory, W.JR., 1986, Computer aided design and manufacturing, Virginia, 600p.
- Chao, H.C.and Michell, A.M., 1989, NC machine programing and software design, Losangles, 760p.
- Danilevsky,V., 1987, İmalat mühendisliği, Yorum basım yayın sanayi ltd. Őti. 622s.
- Akkurt, m., 1986, Nümerik kontrollu tezgahlar ve sistemler, Asilteknik, 370s.
- Bodur, H. D., 1984, Takım tezgahları, Birsen kitapevi, 280s.
- Sekercioglu, A., 1990, CNC tezgahlar, Bilim teknik yayınevi, 271s.
- Compact 5-CNC el kitapları, 1982, Emco-Hallein.