

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

46953

İŞLEME MERKEZLERİ VE KONTROL YÖNTEMLERİ

Mak.Müh. Ahmet ULUDOĞAIV

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmalat programında hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Mesut ÖZGÜRLER

İSTANBUL, 1995

İÇİNDEKİLER

	TEŞEKKÜR	VI
	TÜRKÇE ÖZET	VII
	İNGİLİZCE ÖZET	VIII
1.	GİRİŞ	1
2.	TAKIM TEZGAHLARI	2
2.1.	Takım tezgahlarının kontrol aşamaları	4
3.	NC,CNC,DNC VE ADAPTIVE KONTROL	7
3.1.	Nümerik kontrol	7
3.1.1.	Nümerik kontrolün avantajları	10
3.1.2.	Nümerik kontrolün dezavantajları	10
3.1.3.	Konvansiyonel NC'ler ile ilgili problemler	10
3.2.	CNC Kontrol	11
3.2.1.	CNC'nin fonksiyonları	12
3.2.2.	CNC tezgahların NC tezgahlara göre farklılıkları	14
3.2.3.	CNC'nin avantajları	15
3.2.4.	CNC'nin eksiklikleri	15
3.3.	DNC kontrol	15
3.3.1.	DNC sistemlerinin sınıflandırılması	16
3.3.2.	Birleşik CNC/DNC sistemleri	17
3.3.3.	DNC'nin avantajları	17
3.4.	Adaptive kontrol	17
3.4.1.	Talaş kaldırmadaki değişimin nedenleri	18
3.4.2.	Adaptive kontrolün sınıflandırılması	19
3.4.3.	Adaptive kontrolün avantajları	19
3.5.	Nümerik kontrolde takım tezgahı konstrüksiyonu	19
3.5.1.	Güç ünitesi	20
3.5.2.	İlerlemede kullanılan güç üniteleri	20
3.5.3.	Yardımcı servisler	22
3.6.	Hız kontrol üniteleri	23
3.7.	İnput sinyalleri ve input metodları	24
3.8.	Nümerik kontrollü makinalarda işletim sistemleri	24
3.8.1.	Pozisyonlama kontrol	25
3.8.2.	Doğrusal hareket kontrolü	26
3.8.3.	Çevresel hareket kontrolü	27
3.8.3.1.	Liner interpolasyon	27
3.8.3.2.	Dairesel interpolasyon	28
3.8.3.3.	Parabolik interpolasyon	28
3.8.3.4.	Kübik interpolasyon	29
3.8.4.	Kontrol modunun seçilmesi	29
3.9.	Nümerik kontrollü makinalarda eksenler	29
3.9.1.	Liner ve dönel eksenler	30
4.	İŞLEME MERKEZLERİ	32
4.1.	Tanımlar	32
4.2.	Uygulama alanları ve işlemler	32
4.3.	İşleme merkezlerinin konstrüksiyon tipleri	36
4.3.1.	Gövde formuna göre sınıflandırma	39
4.3.2.	Ana kolon ve eksen düzlemine göre sınıflandırma	39
4.4.	İşleme merkezlerinin tipik işlem sırası	45
4.5.	İşleme merkezlerinin konstrüktüf özellikleri	45
4.6.	Amaçlanan işlem tamlığı için gerekli koşullar	45
4.7.	Takımlar	48

4.7.1.	Takım tutucular	51
4.7.1.1.	Tornalama merkezlerinde takım tutma	52
4.7.2.	Takım depoları	53
4.7.2.1.	Tornalama merkezlerinde kullanılan depolar	54
4.7.3.	Otomatik takım değiştiricileri	55
4.7.3.1.	Takım tanımlama	56
4.7.4.	İş parçası tutucuları	56
4.7.4.1.	Sabitleyiciler (fixture)	58
4.7.5.	Takım işletim programları	59
4.8.	Eksenler	60
4.9.	Ek ve özel tanımlar	60
4.9.1.	Talaşın uzaklaştırılması	62
4.9.2.	Transducerların pozisyonlanması	63
4.9.3.	İşleme hassasiyeti	63
4.9.4.	Makina hassasiyeti	63
4.9.5.	Makina güvenliği	63
4.9.6.	Ergonomik dizayn	64
4.10.	İşleme merkezlerinin avantaj ve dezavantajları	64
4.11.	İşleme merkezlerinin kumanda türleri	64
4.11.1.	Kumanda türleri	64
4.11.2.	Düzeltmeler	65
4.11.3.	Uyarmalı (Adaptive) kontrol	65
4.11.4.	CNC Kontrol	65
4.11.5.	DNC Kontrol	65
5.	PARÇA PROGRAMI YAZMAK	66
5.1.	Parça programının yapısı	66
5.1.1.	Blok numarası	67
5.1.2.	Hazırlık fonksiyonları	68
5.1.3.	Boyutsal bilgi komutları	69
5.1.4.	İlerleme hızı	69
5.1.5.	Mil hızı	69
5.1.6.	Takım numarası	69
5.1.7.	Yardımcı fonksiyonlar	73
5.2.	Makinanın set edilmesi	74
5.3.	Parça programı yazmak	74
5.4.	Kontrol sistemi	78
5.5.	Polar kordinatlar	82
5.6.	Programlamada kullanılan yardımcı komutlar	82
5.7.	Heindain dilinde programlama	85
5.7.1.	Frezeleme programı	87
5.7.2.	Dairesel işleme programı	89
5.7.3.	Fonksiyonel komutlar	91
6.	UYGULAMALAR	93
6.1.	İmalat maliyeti	94
6.2.	Kar-zarar tabloları	96
6.3.	1.nolu rnek	99
6.3.1.	İş parçasının resmi	100
6.3.2.	Yardımcı zamanlar	104
6.3.3.	Makina zamanı	106
6.3.4.	Parça programı	109
6.3.5.	Sonuç	110
6.4.	2.nolu rnek	111
6.4.1.	Parça resmi	112
6.4.2.	Parça programı	113
6.4.3.	Yardımcı zamanlar	114
6.4.4.	Makina zamanı	116

6.4.5.	Sonuç	120
6.5.	3.nolu örnek	121
6.5.1.	Parça resmi	122
6.5.2.	Parça programı	123
6.5.3.	Sonuç	125
7.	SONUÇLAR	126
	KAYNAKLAR	128
	EKLER	
	ÖZGEÇMİŞ	



TEŞEKKÜR

Teknolojinin ilerlemesi ile paralel olarak gelişme gösteren imalat sistemleri, sürekli olarak gelişmektedir. Bu gelişmelerden en yenilerinden biri olan İşleme merkezleri ve bunların kontrol sistemlerini araştırmamı sağlayan ve araştırmam boyunca ilgi ve yardımlarını hiç esirgemeyen, değerli hocalarım Yrd.Doç.Dr. Mesut ÖZGÜRLER ve Doç.Dr. Erhan ALTAN 'a, Mak.Müh.Ufuk SÜMERPALAZOĞLU 'na ve CANTAŐ A.Ő. elemanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet ULUDOĞAN

İstanbul,1995

ÖZET

İşleme merkezleri tarihçesi pek yeni olmayan takım tezgahlarıdır. İlk yatırım maliyetlerinin fazla olmasından dolayı ülkemizde sadece belli başlı işletmelerde kullanılmaktadır. İşleme merkezlerinin en önemli özelliği getirmiş oldukları otomasyon derecesidir. Bilgisayar kullanımı parça programlama prosesinde önemli gelişmeler sağlamıştır. İşleme merkezlerinin kontrolüde bilgisayar teknolojisine bağlı olarak önemli gelişmeler göstermiştir.

Bu araştırmada, işleme merkezleri, bu tezgahların kontrolünün yanısıra, işleme merkezlerinde kullanılan takımlar, aparatlar konusunda değinilmiştir. Ayrıca burada takım tezgahlarının gelişmesine ve bugüne kadar olan gelişmelerde yer verilmiştir.

İlk bölümde konuya kısa bir giriş yapılarak, işleme merkezlerinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde takım tezgahlarının gelişmesi ve kontrol yöntemleri anlatılmıştır.

Üçüncü bölüm, takım tezgahlarında nümerik kontrollün tanıtıldığı kısımdır.

Dördüncü bölümde, işleme merkezleri üzerinde durulmuş ve bu konu incelenmiştir.

Beşinci bölüm parça programının nasıl yazıldığı ve nümerik kontrollü tezgahlarda bulunan komutların tanıtıldığı bölümdür.

Altıncı bölümde Türk Elektrik Enstitüsünün Topkapıda bulunan fabrikasında işleme merkezi ile imalatı yapılan bazı parçalar ele alınarak, bunların işleme zamanları ile bu parçaların konvansiyonel tezgahlarda üretilmesi için geçen zamanlar karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT

Machining centers consists of machine tools. Due to high investment costs, they are used in only some major companies in Turkey (in our country). Its most important advantage is the automation. The use of computers causes significant developments in parts programming process. Then the control of machining centers is improved with respect to the computer technology.

This research involves the information on machining centers, control of machine tools and other equipments being used in the machining centers. Additionally, the development of machine tools and progress in this market are included.

The first section is a brief introduction to machining centers.

The development and control of machine tools are explained in the second part.

The third section is on the application of digital control for machine tools.

The machining centers are described in the fourth section.

The fifth part gives the information on the parts programming and commands for digital control of machine tools.

Finally, the sixth section lists some parts being processed in the machining centers of TEE plant, Topkapı, and compares the required times for these parts with processing by conventional machine tools.

1.BÖLÜM

GİRİŞ

1970'lerin ortalarından sonra mühendislik sanayilerinin imalat süreçlerinde önemli değişiklikler olmuştur. Bu değişikliklerin en önemli kaynağı elektronik teknolojisine dayanan üretim araçlarının yaygınlaşmasıdır. Talep miktarının artımı ile beraber tezgahlarda yeni dizaynlar oluşmuştur. Nümerik kontrollü tezgahlar, imalat teknolojisinin gelişim sürecinde en önemli noktalardan biridir.

Talep miktarının artımı ile birlikte nümerik kontrollü tezgahların kullanıldığı sistemlerde yeni dizaynlar olmuştur. Makinaların işleme sistemleri daha hızlı üretim yapmalarını sağlamak için sürekli olarak geliştirilmektedir. Daha hızlı, daha ucuz parça üretimi makinaların işleme sistemlerinin otomatikleşmesiyle sağlanmaktadır.

İşleme merkezleri, frezeleme, tornalama, delme, boşaltma, taşlama ve vida açma işlemlerinin bir istasyonda yapıldığı genellikle çok sayıda işleme gerektiren parçaların işlenmesinde kullanılan nümerik kontrollü makinalardır. Bunların yanısıra miktar olarak çok sayıda olmayan iş parçaları içinde verimlidir. Bu takım tezgahları genellikle otomatik bir takım değiştirici ile donatılmıştır. İş parçası dönel tablaya bağlıyken değişik yüzeylerde işlem yapabilmektedir.

Değişik konstrüksiyon tiplerinde ve değişik boyutlarda olduklarından işleme merkezlerinin geniş bir kullanım alanı vardır. Otomasyon derecelerinin yüksek oluşuna bağlı olarak; işleme merkezleri esnek imalat hücrelerinin veya esnek üretim sistemlerinin önemli bir yapı taşı niteliğindedir. İşleme merkezleri, denetlenen eksen türü ve sayısı, tahrik gücü, dönme sayısı ve ilerleme miktar aralığı, işlem bölgesi büyüklüğü, iş parçası maksimum ağırlığı, depolanabilen takım adeti gibi teknik veriler göz önünde tutularak seçilir.

2.BÖLÜM

TAKIM TEZGAHLARI

Takım tezgahı; bir elektrik gücü ile tahrik olunan, kesme,darbe,basınç ve elektrik tekniği veya bunların kombinasyonu ile metalleri işlemek ve onlara form vermek için kullanılan makinadır. (Inan,1975)

1970'lerin ortalarından sonra mühendislik sanayilerinin imalat süreçlerinde önemli değişiklikler olmuştur. Bu değişikliklerin en önemli kaynağı elektronik teknolojisine dayanan üretim araçlarının yaygınlaşmasıdır. Talep miktarının artımı ile beraber tezgahlarda yeni dizaynlar oluşmuştur.

İnsanlar tarafından ilk yapılan kesici takım büyük bir ihtimalle bir kemik parçasıydı. O zamandan bugüne kesici takımlar ve kesme teknikleri üzerine çalışmalar sürmektedir.

İlk ve en basit talaş kaldırma yöntemi bıçak şekilli bir takım kullanarak metalleri kesmektir. Fakat bu yöntemle istenilen boyutta parça üretmek zordur. Traşlama yöntemiyle talaş kaldırmada ise kesme derinliği kontrol edilebileceği gibi ayrıca bu yöntemle takımın şekli ve tipine bağlı olarak ince yüzeyledende talaş kaldırmak kolaydır.

Talaş kaldırma tekniğindeki kesinlik iş parçası ve takımın birbirine göre yapmış olduğu hareketler bağlıdır. Bunun anlamıda bu hareketleri sağlayacak ve kontrol eden makinaya gerek duyulmasıdır. İlk kullanılan kesici takımlar bronzdan yapılmıştır. 1772 yılında Wilkinson tarafından yapılmış olan boring makinası bu daha güçlü olsun diye su tekerleği ile kullanılmıştır, daha büyük parçaların talaş kaldırılmasında kullanılmıştır. Bu makinayla ilk buhar motorunun silindirleri işlenmişti. Wilkonsonun makinasında kullanılan takımlar uygun işlem görmüş yüksek karbonlu çeliklerdi. 1792 yılında Mausley zamanına kadar yapılmış olan bütün makinalardan daha verimli bir vidalı torna tezgahını buldu. Makinalardaki bu gelişmeye paralel olarak kesici takımlardada gelişme hızlandı. 20 . yüzyılın ortasından itibaren yeni tipde çok sayıda takım kullanılmaya başlandı.

Makinaların işleme sistemleri daha hızlı üretim yapmalarını sağlamak için sürekli olarak geliştirilmektedir. Daha hızlı, daha ucuz parça üretimi makinaların işleme sistemlerinin otomatikleşmesiyle sağlanmaktadır.

Malzeme alanında oluşan gelişmelerle elde edilen yüksek sıcaklık ve yüksek gerilmeye karşı dayanımları artırılmış malzemeler, talaş kaldırma sırasında problemler oluşturmuşlar ve buda alternatif takımların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Böylece gelişen ve gelişmekte olan takım teknolojisi ile birçok değişik tipte takım elde edilmiştir. Takım tezgahlarında birçok değişik malzemedenden oluşan takımlar kullanılır. Bunlar çeşitli talaş kaldırma tekniklerine sahiptir.

-) Tek noktadan kesen takımlar
-) Çok noktadan kesen takımlar
-) Abrasive takımlar
-) Elektro kimyasal işleme
-) Elektrik boşaltma işlemleri
-) Lazer,plazma ve elektronik ışınlama ile işleme

Takım tezgahları, esas olarak aşağıdaki kategorilerde toplanır.(Taşkın,1976)

-) Talaş kaldıran takım tezgahları (kesen tip takım tezgahları); metallerin istenmeyen kısımlarını çıkarmak yoluyla onların şekil ve ölçülerini istenilen duruma getirirler.
-) Talaş kaldırmayan takım tezgahları
-) Metallere kesme ve basma yolu ile olmak üzere iki usulde şekil veren takım tezgahları.
-) Elektro erozyon ve elektro kimyasal işlemlerde kullanılan takım tezgahları

Takım tezgahları, metallere şekil verme tekniği olarak altıya ayrılabilir.

- 1) Tornalama
- 2) Frezeleme
- 3) Planyalama
- 4) Delme, delik işleme
- 5) Taşlama
- 6) Metal şekillendirme

Takım tezgahlarında, şekil verme işlemi parça ile takım arasında oluşturulan izafi hareketlerin bir neticesidir. Bu hareketler; ana(kesme), ilerleme ve yardımcı (ayar) olarak üç gruba ayrılır. Bu hareketlerin parça veya takım tarafından yapılması çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini oluşturmaktadır.(Thyer,1991)

Tezgaha verilen bilgi doneleri geometrik ve teknolojik olmak üzere iki gruba ayrılır. Geometrik bilgiler, takımın parça üzerindeki yolunu tayin eder. Teknolojik bilgiler kesme hızı, ilerleme, talaş kalınlığı gibi değerlerden oluşur. Bilgi doneleri direk olarak insan tarafından verilen tezgahlara konvansiyonel program yolu ile verilen tezgahlara otomat denir. Otomat tezgahlarla yapılan işlemin kapsamı otomasyon adını taşır. Genellikle herhangi bir sistemi daha önceden belirlenen bir duruma getirme işlemine kontrol denir.(Akkurt, 1985)

Üretilen parçanın geometrik formu işleme esnasında iş ve/veya parçanın birbirine göre yapmış olduğu hareketler sonucu ortaya çıkar. Takım tezgahlarında istenilen şekli elde etmek için üç çeşit kinematik prensip vardır.

1) Generation: Bu prensipte iş parçası takım ve/veya iş parçasının birlikte hareketleri ile üretilirler. Burada gereken hareketler; dönme hareketi veya düzlemsel hareketlerdir. Bütün parçalar bu hareketlerin kombinasyonunu oluşturacak şekilde oluşturulur. Nümerik kontrol olmadan takım ve iş parçası hareketini iki yönden fazla kontrol etmek zor olduğundan, bu sistemin kullanılması kolaydır. Hareketler makinanın standart özelliklerine bağlı olarak kontrol edilir.

2) Kopyalama: Bu prensipte istenilen şekil takım ve/veya iş parçasının birlikte hareketi ile üretilmesine rağmen hareketler işlenecek parçanın şekli verilmiş örnekten alınır. Kopyalama işlemi karışık profile sahip, değişik formlarda v.b gibi parçaların işlenmesinde çok geniş olarak kullanılır. Bu tip işlerde nümerik kontrolü kullanmak ekonomiktir. İstenilen şekli elde etmek

için gereken hareketler kontrol ünitesine verilen nümerik bilgiler ile elde edilir.

3) Şekil verme: Bu prensipte takımın şekli iş parçasının şeklini verir. Bu yöntemde kullanılan takım tezgahlarının çok rijit olması gerekmektedir Genel olarak max.50 mm uzunluğa kadar olan parçaları işlerler. Bu yöntemle ilerleme için gereken hareket takımın form derinliğini vermesi için yaptığı hareket olduğundan, diğer yöntemlerden daha hızlı olarak parça üretmek mümkündür. Kullanılan takımlar çok pahalıdır ve sadece çok sayıda işler için verimlidir. (Thyer,1991)

2.1 TAKIM TEZGAHLARINDA KONTROL AŞAMALARI

Bir takım tezgahının kontrolü aşağıdakileri kapsar.

- a) Güç uygulaması
- b) Takımın veya iş parçasının hareketlerinin sınırlandırılması veya yol gösterici hareketi
- c) Takımın veya makinanın hızının seçimi
- d) Takımın veya iş parçasının bağlanması v.b. gibi işletme faktörlerinin seçimi

Takım tezgahlarını elle kontrolünden, tam olarak otomatik kontrolüne kadar bir çok evre geçmiştir. Kontrol dereceleri arasında belirli ayırım yapmak zordur. Kontrol dereceleri arasında bir sınıflandırma yapmak için makinanın işlem karakterlerinde köklü değişiklikler yapan yada makinanın işleme yeteneğinin artırıldığı gelişmeler gözönüne alınır.

0.Kademe kontrol: Bu tip kontrolde malzemeden talaş kaldırılması ve takımın pozisyonlanması elle yapılır. Örneğin marangozların kullandığı el matkaplar.

1.Kademe kontrol: Tezgahın tahrik gücünün açılıp kapatıldığı kontroller 1. kademe kontrol olarak anılmaktadır.

2.Kademe kontrol: 1792 yılında Mauduleys'in geliştirdiği kızaklı torna ve buna bağlı olarak geliştirilen makinalar kontrolün ikinci kademesini başlatmıştır. Bu makina ilk kez takım ve iş parçası hareketinin birleşmesi sağlanmıştır. Maudsley'in torna tezgahında dişli çarklı araba kullanılmıştır. Bu araba tahriği iş parçasının bağlandığı ana milden almaktaydı böylece aksel ve dönme hareketleri senkronize olarak sağlanıyordu. Maudsley'in tornasıyla bugünlerde kullanılan tornalar arasında temel olarak fazla bir fark yoktur. İş parçası takım ilişkisi, hız ve ilerleme hızı seçimi deneyime ve teknisyenin kabiliyetine bağlıdır. Bununla beraber malzemeden talaş kaldırma kapasitesinde kullanılan gücün artışına bağlı olarak büyük bir gelişme gösterilmiştir. Yatay ve dikey frezeleme iş parçası,kesici takım ilişkisi operatör tarafından seçildiği için 2.kademe kontrole girer. Bu tip kontrol basit parçalar, iş parçası takım arasındaki hareketin az olduğu fazla miktar olmayan işler için ekonomiktir.

3.Kademe kontrol: Sabitlenmiş hareket devirli makinalar kontrolün bu kademesini oluştururlar. Bunlar arasında kam kontrollü örnek gösterebiliriz. İşin şekli kamın şekline verilmiştir. Tornada ise iş parçasının çapı tutucuların pozisyonlama yeteneğine bağlıdır. Makinayı set etme fazla zaman aldığından; büyük miktarlarda işler için ekonomiktir. Bunun yanısıra kopya torna ve freze tezgahında bu gruba dahil edebiliriz.

4.Kademe kontrol: Bu kontrolde işleme esnasında iş parçasının ölçülerinin transducerlar vasıtasıyla ölçülüp kontrol edildiği kontrol tipidir. İş parçası takım ilişkisi istenilen ölçüleri elde edebilmek amacıyla kontrol altına alınmaktadır. Ekonomik sebeplerden dolayı in-process kontrol dar tolerans limitleriyle çalışan taşlama veya honlama makinelerinde kullanılır. İş parçasının boyutu özel işleme ekipmanları kullanılarak kontrol edilir. Bu ekipmanlardan gelen bilgiler güç ünitesine gider ve iş parçası istenilen ölçüye geldiğinde ilerleme otomatikman kesilir.

5.Kademe kontrol: Bu kademeye nümerik kontrol diyebiliriz. Nümerik kontrolde makinanın kontrol ünitesine genel işlem için gerekli olan ilerleme, devir sayısı, parça uzunluğu gibi bilgilerin nümerik şekilde verildiği kontroldür. Burada sayılar çeşitli özellikleri temsil eder.

a)İlk jenerasyon nümerik kontrol: Bu tür nümerik kontrolde makina; sabit veya manual devirli makinalara nümerik kontrolün eklenmesiyle elde edilmiştir. Bu kontrol sadece takım veya iş parçasının pozisyonlanmasına yarıyordu. Bu tür makinalarla çok önemli miktarda zaman tasarrufu sağlandı. Fakat operatör yine de takım hızlarını seçmek zorundaydı.

b)İkinci jenerasyon nümerik kontrol: NC takım tezgahlarında iş/takım ikilisini kontrolünün aynı anda olmasıyla yapılmıştır. Bu tür makinaya erişmek için birçok mekaniksel dizayn özelliği geliştirilmiştir, hidrodinamik kızak rulmanları gibi, bu parçaların kullanılması makinanın özelliklerinde gelişmeye sebep olmuştur. Bu makinalarda bilgiler teyplerde saklandığından aynı zamanda teyp kontrollü makinalar olarak da adlandırılırlar. İkinci jenerasyon makinalarda bir operasyonu kontrol eden bilgiler hafızaya girilip, o operasyonun bitiminden sonra ikinci işlemin bilgiler hafızaya girilirdi. Bir bilginin makinada düzeltilmesi mümkün değildi, düzeltme işlemi sadece bant üzerinde yapılırdı.

Orijinal 2.jenerasyon makinaların hafızası çok sınırlıydı, bunun için buffer deposu geliştirildi. Bu yenilikle bir blok infarmasyon uygulanırken diğer infarmasyonlar bufferlara girilip gerektiği zaman kullanılıyordu. Buda bir sonraki bloğun okunması için takımın durmamasını ve kesme izinin yok olmasını sağlıyordu.

c)Üçüncü jenerasyon nümerik kontrol: CNC ve DNC tezgahları bu gruba girerler.

CNC tezgahlarında kontrol ünitesi part programdan sağlanan dataları kullanarak, tezgahı kontrol eder. Datalar tezgaha bağlı bilgisayarın hafızası içinde saklanır. Her işlem için kullanılacak bilgiler, önceki işlemin bittiği sinyali alınca kontrol ünitesinden motor v.b. elemanlara iletilir.

Bazı makinalarda hafızaya çok sayıda program yüklenebilir. CNC'lerde program kontrol ünitesinde değiştirilebilir. Bunun yanısıra, bazı makinalarda bir parça işlenirken başka bir parçanın programı yada bir part program yüklenebilir yada bir part program girilirken girilen her bloktan sonra oluşacak hareketleri kontrol ünitesinin içerdiği ekrandan görebiliriz.

Direk Nümerik kontrol; birden fazla nümerik kontrollü makinayı içerir. Bütün makinalar kendisine bilgi gönderen bir kompütüre bağlanmıştır. Bir bilgisayara bağlı pek çok değişik makina olabilir. Bilgisayar bir parçanın

yapılması için gereken emirleri seçecek şekilde programlanır. İki ana tip DNC vardır; Minimum maliyet ve maximum esneklik ;

Minimum maliyetde her makina tarafından sağlanan maliyetler minimumdur. Bu sistemde oluşacak problem ana bilgisayar bir işlemi tamamlarken diğer makinalardaki işlemlerde gecikmeler olabilir. Avantajı ise kontrol tek noktadadır. Maximum esneklik; Bu sistemde her makina ayrı kompütöre sahiptir ve ana kompütür bunlara emir gönderir. Makina çalışırken ana bilgisayar aktif değildir. Bu sistemin en büyük avantajı takım tezgahının sisteme veya fabrikaya bağlanma kolaylığıdır. Makinalar ana bilgisayara bağlanmadanda çalışabilir.

6.Kademe kontrol: Adaptive kontrol, kontrolün altıncı kademesi olarak adlandırılır. Bu kontrolde sensorlar makina ana miline ve takıma bağlanır. Bu sensorlar metal kaldırma işlemi sırasında oluşan ısılar ve kesme kuvvetleri vasatasıyla topladıkları doneleri bilgisayara aktarır, bilgisayar aracılığıyla bu aktarılmış bilgiler analiz edip, gerekli olan ayarlamalar yapılarak makinanın tam kapasitede çalışması sağlanır. Bunu yanısıra kesme sırasında oluşan ısılar ölçülerek takım ömrünün max. seviyeye getirilmesi mümkündür. Çok hassas olarak işlenmesi gereken yuvarlak parçaların çapları, parçaların ısının kontrol edildiği bölgede ölçülmesi ve bunun geri bilgi olarak kesiciye vermesi ile oluşur. (Thyer,1991)

NC,CNC,DNC VE Adaptive kontrol konularına bir sonraki bölümde detaylı olarak değinilecektir.

3.BÖLÜM

NC,CNC,DNC VE ADAPTIVE KONTROL SİSTEMLERİ

Nümerik kontrolün başlangıcı 1950'li yılların başında uçak sanayi için geliştirilen tezgahlarla oldu. Oldukça karmaşık zaman alıcı programlama yöntemi ile üç boyutlu karmaşık iş parçalarının imalini gerçekleştiren bu yeni tezgahla bir yandan daha hassas parça imalatına olanak sağlanıyor diğer yandan küme imalatı ile birim maliyetin düşmesi sağlanıyordu. Bu sebeple bu tezgahların kullanımı zamanla gelişti.

İlk nümerik kontrollü tezgah Massachusetts Institute of Technology laboratuvarlarında, üç eksenli bir freze tezgahı olarak 1952 yılında kullanıldı. Ancak sanayi çapında ilk NC 1956 yılında yapılarak 1957 yılında fiilen devreye girmiştir.1960 yılında bir dergiye göre sadece Chigago'da 100'den fazla NC bulunmaktaydı. Zamanla elektrik-elektronik endüstrisi gelişerek daha güvenli ve daha ucuz makinaların yapılması sağlanmıştır. İlk NC tezgahlarının kontrol sisteminde role tekniği kullanılmıştı. Bunu transistörler, transistörlere dayalı integre devreler,TTL sistemine dayanan küçük çaplı integre devreler, mikro kompüter ve mikro prosöserlere bağlı orta çapta ve büyük çapta integrasyon izlemiştir. Bu gelişmeler tezgahların fonksiyonlarını işleme ve karmaşık işlem yapabilme kapasitelerini artırmış, kontrol sistemi ebatlarını büyük ölçüde küçülmüş,programlama sisteminde ve elektronik kompütürlerde ucuzluk sağlamıştır. Nümerik kontrolün gelişmesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır;

-) Takım tezgahları
-) Bilgisayar fonksiyonları
-) Kontrol sistemleri
-) İnut ortamı
-) Kesici takımlar

Nümerik kontrolün önemini şu örneklede gösterebiliriz; yapılan araştırmalara göre manual kontrolde talaş kaldırma süresi işin % 40 'ını kapsamaktadır. Geri kalan zaman ise ölü zamanlardır. Aynı makinada daha karmaşık bir iş parçasının imalatını göze alırsak bu ise toplam zamanın sadece % 10 'unu kapsar.Buna karşın Nümerik kontrolde zamanın % 70'i talaş kaldırma işine harcanır.

3.1 NC KONTROL

Nümerik kontrol; harfler,noktalama işaretleri,sayılar ve diğer sembolleri içeren kodlama şeklinde tezgaha komut verme tekniğidir. Daha pratik tarifi ise şöyledir; uygun aralıklarla sıralanmış nümerik değerler aracılığı ile bir makinanın hareketlerini kontrol eden takım düzenidir. Tezgah, çeşitli işleme fonksiyonlarını yerine getirmek için istenen düzen ve şekilde kodlanmış bilgiye cevap verir.

Komutlar tezgaha bilgi blokları olarak verilir. Bir bilgi bloku, tezgahın tek bir işleme fonksiyonunu yerine getirebilmesi için yeterli komutlar grubudur. Komutlar grubu, Nümerik kontrol programının oluşmasını sağlar. (Leatham et al,1985)

Nümerik kontrol sistemleri, komplekslik ve detay bakımından çok farklılıklar göstermelerine karşılık, aynı genel elemanlara sahiptirler. Çalışma prensipleri ise şöyledir.

- a) Nümerik bilgi sisteme geçilir
- b) Bir okuma ünitesi girilen datayı okuyup, bu bilgileri tezgah tarafından kullanılan elektrikli bir şekle sokar.
- c) Bir hafıza ünitesi bilgiyi kullanılacağı zamana kadar depo eder.
- d) Servo üniteleri bilgiyi makina hareketine çevirir.
- e) Bir ölçme tertibatı servo ünitelerinin doğru kumanda verip vermediklerini kontrol eder.

İlk NC tezgahların yapılmaya başlanmasından bu yana büyük değişiklikler görülmüştür. Gelişen elektronik ve yarı iletken teknolojisiniñ NC'de mevcut fonksiyonları artırmanın yanısıra hacimsel olarak küçülmeyi ve maliyetteki bir düşüşü beraberinde getirmektedir. NC sistemlerinin temel bileşenleri,

1) Açıklamalar programı; Makinaya adım adım neler yapılacağını söyleyecek kadar detaylı hazırlanır. Bu programlar kontrol ünitesi tarafından çözülebilecek şekile kodlanır ve bantlara yüklenir.

2) Makina kontrol ünitesi; İkinci temel bileşen kontrol ünitesidir. BU bölümde programdaki açıklamalara okunup, mekanik hareketlere çevrilir.

3) Takım tezgahı ve diğer kontrol prosesleri; NC sisteminde faydalı işin yapıldığı kısımdır. (Groover et al,1984)

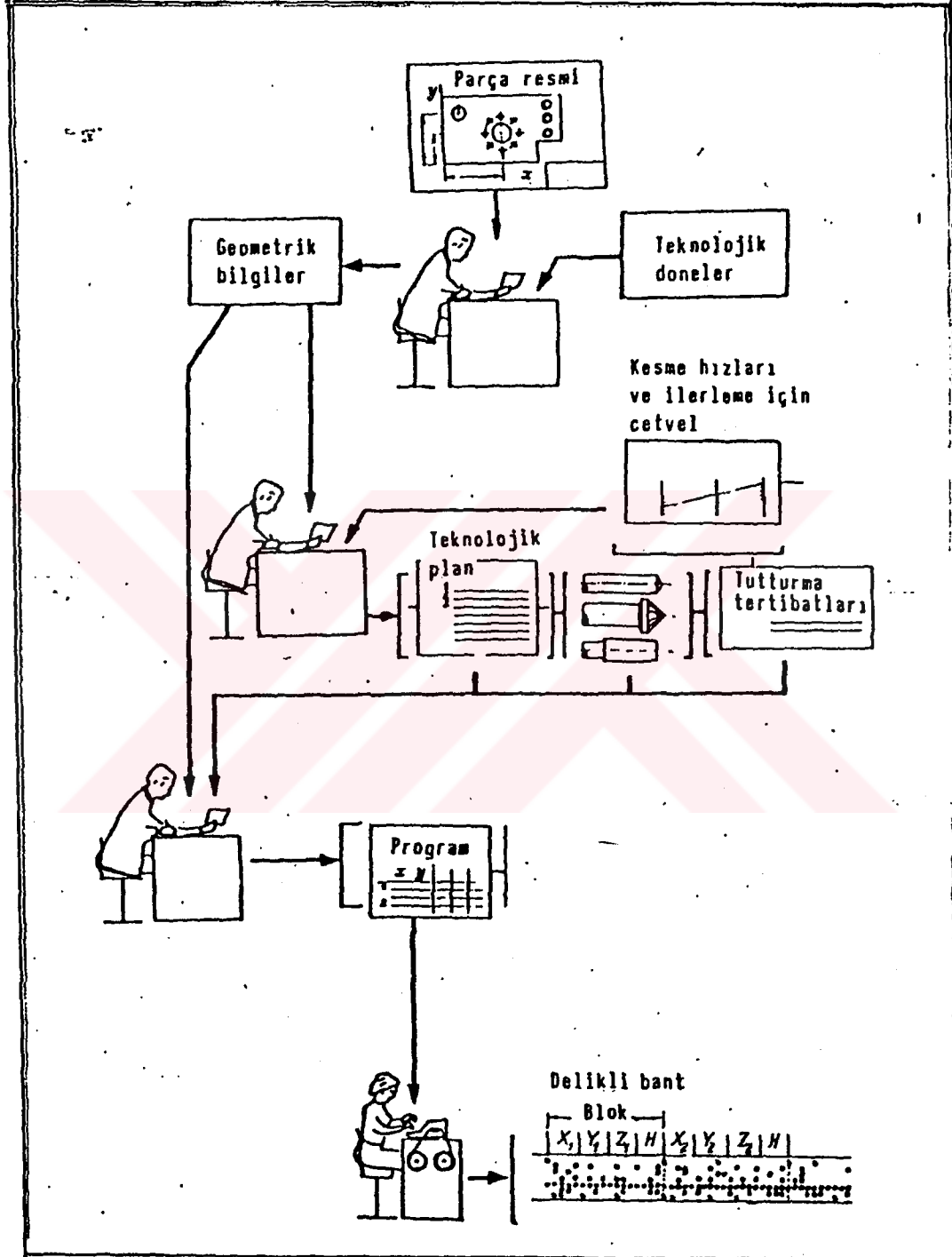
NC ile imallatta üretim plan ve programları daha hassas ve gerçekçi bir biçimde yapılabilmektedir. Daha sistematik bir işlem planlamasının olması işlem süresinin parça işleme programı ile belirlenmiş olması ve bunun kişiye bağlı olarak değişmemesi nedeniyle daha güvenilir sayılarla üretim programının yapılabilmesi NC tezgahların getirdiği en önemli değişikliklerdendir NC programlama için iki yol vardır.

1) **Elle programlama** : Tezgaha işleme ilgili veriler, parça program dizisi adı verilen bir program tarafından hazırlanır. Parça program dizisi tezgahın işleme sırasında izleyeceği iş parçası kesici takım konumları arasındaki bağıl ilişkiyi veren listedir.

2) **Bilgisayar yardımı ile programlama**: Bilgisayar yardımıyla ile programlamada, elle programlamadaki sıkıcı hesaplama işlemlerinden bir çoğu bilgisayara aktarılır. Bu özellik bir çok tezgah işlemi gerektiren karmaşık geometrik yapıdaki parçaların işlenmesinde son dereced uygundur. Böyle durumlarda parça programlayıcısı olarak bilgisayar kullanmak zaman açısından önemli bir tasarruf sağlar.

Belirli bir program diline göre hazırlanmış geometrik ve teknolojik bilgiler tezgah sistemine dahil olan kompütüre verilir. Kompütürde işlemci ve son işlemci olmak üzere iki kısım vardır.

İşlemcide bilgiler ayrı ayrı işlenerek genel çözüm elde edilir. Bu çözüm son işlemcide belirli bir tezgah ve kontrol sistemine uygulanır. Sonuçta tezgaha verilmek üzere delikli bant şeklinde elde edilir. Program için kullanılan diller üniversal veya özel dillerdir. (Akkurt,1991)



Şekil 3.1: El ile programlama

3.1.1 Nümerik kontrolün avantajları

- 1) Azaltılmış yan zamanlar; NCnin temel talaş kaldırma zamanına etkisi çok az yada hiç yoktur. Daha gerçekçi planlama elde edilir.
- 2) Azaltılmış sabitliyiciler; NC tezgahlar daha basit ve daha ucuza mal edilebilecek aparatlar kullanılabilir.
- 3) Azaltılmış üretim yönetimi zamanı
- 4) Daha büyük üretim esnekliği; NC'yi mühendislik dizaynındaki değişikliklere adapte etmek daha kolaydır.
- 5) İyileştirilmiş kalite kontrol; NC insanların hata yapma olasılığının yüksek olduğu karışık işler için idealdir.
- 6) Azaltılmış envanter
- 7) Tezgahtan daha fazla yararlanabilme, daha az yer kaplar ve daha ucuza mal olur.
- 8) Daha az muayene; NC kontrollü üretim süresince sadece ilk ve son parçaları incelemek yeterlidir.
- 9) Montaj maliyeti azdır, operatör ihmal ve kararsızlığı daha azdır.

3.1.2 Nümerik kontrolün dezavantajları:

- 1) Daha yüksek yatırım maliyeti
- 2) Yüksek bakım onarım maliyeti; NC tezgahlar daha ağır kullanım şartlarında kullanıldıkları için bakım problemleri daha yoğundur.
- 3) NC personeli bulmak ve yetiştirmek
- 4) NC tezgahlarının bulunduğu ortam şartlarının sıcaklık, nem oranı ve toz bakımından kontrol altında tutulması gerekir. (Krar et al,1990)

3.1.3. Konvansiyonel NC'lerle ilgili problemler

Konvansiyonel NC tezgahlarında ortaya çıkan problemler, makina takım imalatçıları temel NC sistemlerinde değişiklik yapmaya itmiştir. Bu sorunlar şunlardır. (Özgürler ve diğerleri, 1992)

1. Parça program hataları : Delikli şerit hazırlamada pek çok parça programlama hataları yapılmaktadır. Bu hatalar yazım veya sayısal hatalar olabilmekte ve üç veya daha fazla geçişte NC teybince düzeltilmektedir. Parça programlamada diğer bir problem, en iyi proses adım sırasının bulunmamasıdır. Bu problem özellikle elle yapılan parça programlamada ortaya çıkar.
2. Optimal olmayan hızlar ve ilerleme değerleri : Konvansiyonel NC sistemi, kesme işlemi esnasında hızlarda ve ilerleme değerlerinde değişikliğe izin vermemektedir. Sonuçta, programcı hız ve ilerleme değerlerini en kötü

durumlara göre ayarlamalıdır. Böylece elde edilen sonuç optimum verimden uzak olmaktadır.

3. Delikli şerit : Programlama ile ilgili diğer bir problemde şeritin kendisinden oluşmaktadır. Kağıtlı şerit özellikle hassas ve kırılabilir nitelikte olup aşınmaya meğildir. Ayrıca, yırtılma özelliğinden dolayı pek güvenli değildir. Bunu ortadan kaldırmak için daha pahalı malzemeler kullanılmaktadır.

4. Şerit okuyucu : NC kullanıcıları arasında, delikli şeriti açıklayan şerit okuyucular, makinanın en az güvenilir donanım elemanı olarak bilinir.

5. Kontrol ünitesi : Konvansiyonel NC kontrol ünitesi, rijit bir sistemdir. Yani, kontrol özellikleri bu üniteyi geliştirmek için kolaylıkla değiştirilemez.

6. Yönetim bilgileri : Yönetimde işlemlerin yerine getirilmesi için gerekli bilgileri zamanında sağlayamazlar. Bu bilgiler, parça sayımları, makina bozulmaları ve takım değişimlerini kapsamaktadırlar.

Makina takım imalatçıları bu problemi çözmeye yardımcı sistemleri tasarlayarak sürekli olarak NC teknolojisini geliştirmektedir.

3.2 CNC KONTROL

Bilgisayar ve CNC tezgahların birleştirilmesi pek eski sayılmaz. Nümerik kontrol teknolojisinin gelişmesi, bilgisayar teknolojisinin gelişmesine bağlıdır. CNC kontrol, nümerik kontrol esaslarına sahip, fakat ayrıca tezgah kontrol biriminde isteğe uygun olarak bir belleğe depolanmış bir programa da sahiptir. (Leatham,1985)

Dış görünüş açısından CNC tezgahları, konvansiyonel NC tezgahlara benzer. NC ile karşılaştırıldığında CNC'ler daha fazla esneklik ve hesaplama kabiliyetine sahiptirler. Yeniden programlama kapasitesinden dolayı , CNC çoğunlukla esnek NC olarak belirtilir. CNC tezgahlarının çoğu ileri düzeyli programlama, grafikler yardımı ile üç boyutlu takım hareketi animasyonu, gerçek zamanlı takım veri tabanı ve otomatik kesme parametrelerinin kontrolü gibi fonksiyonları gerçekleştirmektedir. (Ralston et al, 1983)

Şekil 3.2'de modern bir CNC kontrol biriminin genel sistem yapısını göstermektedir.

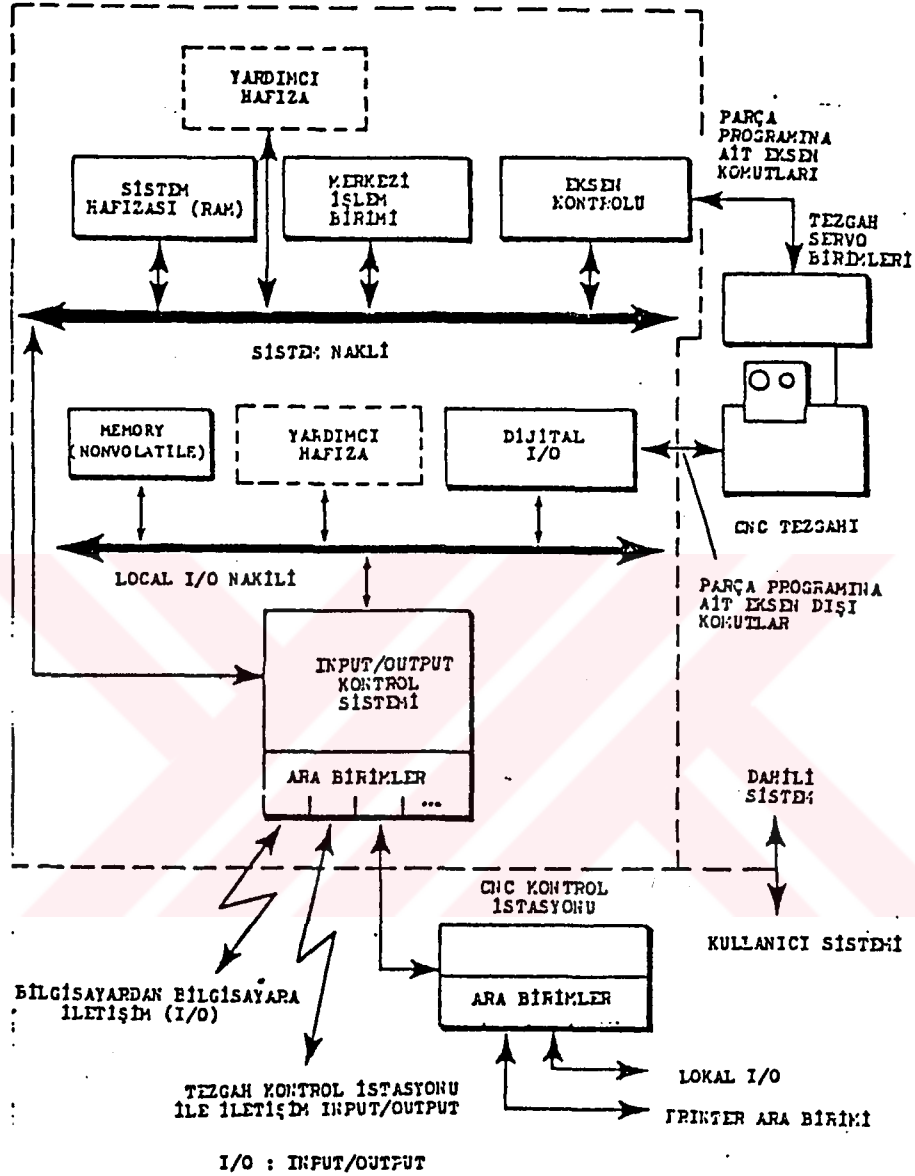
Bu yapı, aşağıdaki dört temel modül ile birleştirilmiştir. Bunlar:

1) Merkezi işlem birimi : Bu birim sistemdeki mevcut yazılımı işletir, makina eksen fonksiyonlarını kontrol eder ve genellikle bir bütün şeklinde sistemin yöneticisi olarak hareket eder.

2) Nakil sistemi : Bu sistem, CNC sistemindeki farklı parçalar arasında, iki yönlü olarak, hızlı bir şekilde data iletimini sağlar.

3) Hafıza : Bu birim sistem yazılımı için gerekli bir alan olup, CNC sisteminin önemli bir elemanıdır.

4) Giriş/Çıkış : CNC tezgahlarında girişlerin yapılması ve çıkışların alınması için gerekli bir ünedir. Bu sistem, CNC içindeki ara birimlerle iletişim sağlar. (Ralston et al,1983)



Şekil 3.2 : CNC kontrol sisteminin genel sistem yapısı

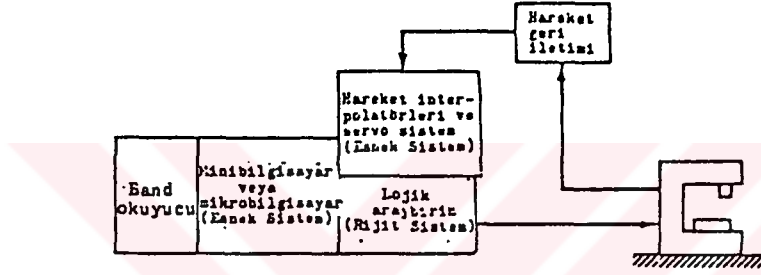
3.2.1 CNC'nin fonksiyonları : CNC tezgahlarında birçok fonksiyon vardır. BU fonksiyonların bir çoğunun konvansiyonel NC tezgahları ile gerçekleştirilmesi imkansız yada zordur. CNC 'nin temel fonksiyonları şunlardır. (Kochan,1986)

1) Takım tezgahı kontrolü : CNC sistemin temel fonksiyonu, takım tezgahını kontrol etmektir. Bu fonksiyonu, bilgisayar ara birimi ve servo sistem vasıtasıyla parça program komutlarının, tezgah hareketlerine dönüşümünü içermektedir.

Çok çeşitli kontrol özelliklerinin, esnek kontrol birimi ile birleştirilmesi, CNC'nin temel avantajlarından biridir. Dairesel interpolasyon gibi, bazı kontrol

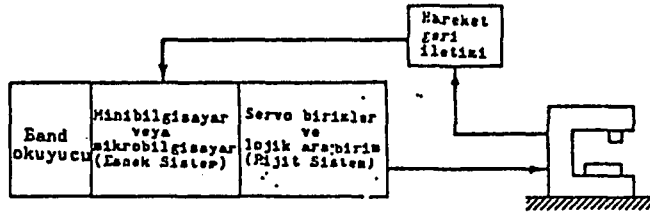
fonksiyonları, bilgisayara nazaran rijit devreli sistemler ile daha etkin bir şekilde yapılmaktadır. Bu durum CNC'de iki alternatif kontrol tasarımını ortaya çıkarmıştır.

a) Karma CNC : Şekil 3.3'de gösterilen karma CNC sisteminde kontrol ünitesi, esnek bilgisayar sistemi ve rijit lojik devrelerden oluşmaktadır. Rijit elemanlar, ilerleme değerlerinin oluşturulmasını ve dairesel interpolasyonun yapılmasını sağlarlar. Bilgisayar ise kalan kontrol fonksiyonlarını ve konvansiyonel-rijit kontrol birimleri ile ilgili olmayan diğer görevleri yerine getirmektedir. Karma CNC sistemlerinin oluşturulmasının bir çok nedeni vardır. Daha önceden belirtildiği gibi belirli NC fonksiyonları,rijit devreli sistemlerle daha etkili olarak gerçekleştirirler. Bunlar bir çok NC devresinde yaygın olan fonksiyonlardır. Bundan dolayı, bu fonksiyonları gerçekleştiren devreler, düşük maliyetlerde çok sayıda üretilebilir.



Şekil 3.3 : Karma CNC

b) Düz CNC : Tüm NC fonksiyonlarını gerçekleştirmek için bir bilgisayar kullanılmaktadır. Buradaki rijit elemanlar takım tezgahı ve operator konsolu ile bilgisayar arasında ara birim yaratmak için gerekli olan elemanlardır. Enterpolasyon, takım hareketi ve diğer bütün fonksiyonlar,bilgisayar yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Düz CNC sisteminde kullanılan bilgisayar,karma cnc sisteminde kullanılanından daha güçlü olmak zorundadır. Düz CNC sisteminde elde edilen en büyük avantaj esnekliktir. Burada enterpolasyon programında değişiklik yapılabilmesine karşılık, karma CNC sistemnde yapılamaz.



Şekil 3.4 : Düz CNC

2) Proses içi düzeltme : Takım tezgahlarının kontrolü ile ilgili önemli bir fonksiyonda proses içi düzeltmedir. Buradaki düzeltmeler, işlem esnasında meydana gelen değişikliklere veya hatalara göre takım tezgahının hareketlerinin dinamik olarak düzeltmelerini kapsamaktadır. CNC içinde yer alan bu düzeltmeleri şu şekilde sınıflayabiliriz.

- a) Proses içi muayene aygıtları ve mastarlar yardımı ile tesbit edilen hataların düzeltilmesi.
- b) Eksen pozisyonlarının düzeltilmesi
- c) Çalışma uzunluğu ve takım radüsleri için ayarlamalar
- d) Hız ve ilerleme değerleri için uyarlamalı kontrol
- e) Alternatif ve takım ömrünün seçimi

3) Geliştirilmiş programlama ve işletim sistemi : Esnek kontrolün yapısı, çok sayıda uygun programlama ve operasyon özelliklerinin açıklanmasını kolaylaştırmaktadır. Buradaki özellikleri şu şekilde açıklayabiliriz.

- a) Tezgahdaki parça programının listelenmesi
- b) Takım yolunun grafik ile ekrana getirilmesi
- c) Çeşitli enterpolasyon tipleri
- d) Özel olarak hazırlanmış alt programların kullanılması
- e) El ile veri girişi

4) Tanımlamalar : NC takım tezgahları, karmaşık ve pahalı sistemlerdir. Buradaki karmaşıklık sistemin bozulmasına yol açar ve parça bozulma riskini artırır. CNC, tezgahları sistemdeki arızaların giderilmesi ve bakımının yapılması için bir tanımlama birimleri ile donatılmıştır. Bu tezgahdaki elemanların birinde, herhangi bir hata oluşursa, tanımlama alt sistemi, otomatik olarak hatalı elemanı devre dışı bırakır ve diğer elemanlar aktif olarak görevlerine devam ederler.(Kochan,1986)

3.2.2 CNC tezgahların NC tezgahlara göre farklılıkları: Birçok CNC takım tezgahları hala NC tezgahların yapısal ve fiziksel özelliklerini korumakla birlikte eski NC tezgahlarında imkansız olan,ekonomik ve yerine getirilmesi pratik olmayan bazı yeni kontrol özellikleri de CNC tezgahlarında vardır. Bu yeni özellikler;

a) Belleğe alınmış program; parça programları tezgahın belleğine depolanabilir. CNC tezgahı bu bellekten tekrar tekrar okuyarak çalıştırılabilir. Şerit okuyucu problemi, hemen hemen ortadan kaldırılmıştır. Uzun süren üretim çalışmalarında parça programı, elektrik kesintileri veya kapatılma durumunda bile belleği besleyen yedek batarya yardımıyla aynen bellekte kalır. Çoğu zaman bellekte birden fazla program bulunabilir.

b) Düzeltme kolaylıkları; bellekteki parça programı üzerinde değişiklikler yapılabilir.

c) Alt programlar; tekrar edilen işlemler için alt programlar hazırlanabilir ve gerektiğinde çağrılıp, çalıştırılabilir.

d) Geliştirilmiş kesici telafisi; CNC kontrol birimi gerçek kesici ile istenilen kesici arasındaki boyut farklılıklarını kapatmak için telafi veya kaymalar yapabilir. Böylece parça programı, program yazılırken beklirli bir kesiciye bağlı olmayacaktır. Bu kolaylık takım değiştirilip, farklı bir kesici takım kullanıldığı zaman da işleme devam edilmesini sağlar.

e) Optimize edilmiş işleme şartları; Gelişmiş hesaplama kapasitesiyle beraber bilgisayar teknolojisinin yüksek hızda cevap verme imkanı, işleme şartlarının kontrol birimi tarafından sürekli bir şekilde izlenmesini sağlar.

f) Haberleşme sistemleri; CNC kontrol biriminde bilgisayar teknolojisinin kullanımı diğer bilgisayarlı sistemlerle haberleşme avantajını sağlar. Parça programları diğer ana bilgisayarlardan çağrılıp yüklenebilir.

g) Program kontrol sistemleri; bellekte olan parça programları çağrılarak işleme yapılmadan parçanın şeklini gösterebilen programlar vardır.

h) Yönetim bilgisi; CNC sistemleri hemen hemen ana bilgisayardaki tüm fonksiyonları kontrol ettiğinden tezgahın kullanımını ile ilgili bir çok bilgiye erişilebilir. (Leatham,1986)

3.2.3 CNC'nin avantajları : CNC tezgahları bir çok avantaja sahiptir.Bunlar

a) CNC teknolojisi esnek otomasyon ve farklı ihtiyaçlara uyarlanabilme olanağı sağlar ve bir işten diğerine geçişi hızlandırır.

b) CNC boyut ve şekil açısından tekrarlanabilen bir doğrulukla parça üretir.

c) Parça programı hazırlanırken harcanan zaman, parçalar üretilirken ilave iş gerekmediğinden telafi edilir.

d) CNC işlemi operasyonu doğrudan yönetimin ellerine bırakır.

e) CNC az ve orta miktardaki üretimleri ekonomik hale getirir, bundan dolayı büyük miktarlarda üretim gerekmez.

f) İşlem dışı süreyi azaltır, üretimin erken başlamasını, üretimin düzenli olmasını,minimum işleme süresi ve bozuk parça süresinin az olmasını sağlar.

g) Parçalardaki tasarım değişiklikleri minimum sürede en az karışıklıkla gerçekleşir.

h) İşçi masrafı azalır. CNC insansız işlemeye olanak sağlayarak esnek imalata doğru ilk adımdır.(Leatham,1986)

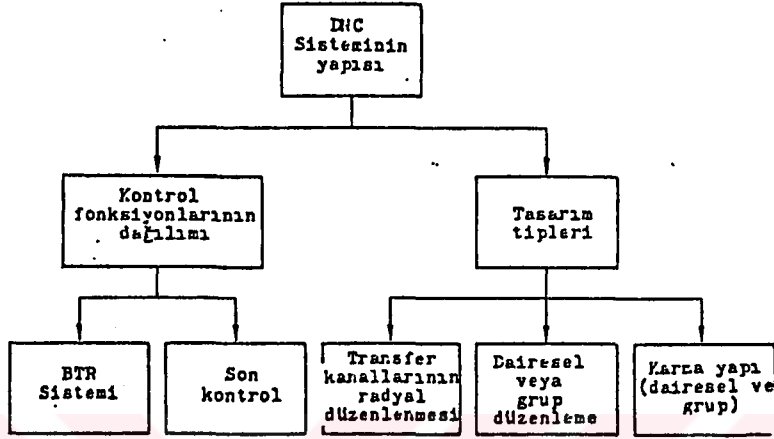
3.2.4 CNC'nin eksiklikleri : En büyük engel belki de tezgahın ilk satın alma maliyeti ve daha sonraki montaj masrafıdır.Bu da tezgahın mümkün olduğu kadar kesme işleminde kullanılması demektir. CNC tezgahları yüksek teknoloji ürünüdür ve normal takım tezgahlarına göre farklı bakım gerektirir. Kaliteli ve devamlı hazır olabilen bakım ekipleri gerekmektedir.

CNC operasyonunun hazırlıkları tezgahtan uzak yapıldığından planlı destek sistemleride gerekecektir. CNC sistemine geçileceği zaman eldeki iş-gücünü eğitimden geçirilmeli veya dışardan yeni eleman alınmalıdır. Eğitim programı dikkatli yapılmalıdır ve tek bir operatöre güvenilmemelidir. (Goetsch,1994)

3.3 DNC KONTROL

DNC, dijital bilgisayarın binari kontrol sistemleri ile donatılmış taşıma, depolama, işparçası ve takım kullanımı, ölçme, işlem ve bir çok imalat makinaları için direk bilgisayar kontrollü sistemlerdir. Dijital bilgisayar binari kontrol sistemleri olarak prosesin durumu, izlediği yollar ve hareketlerinin sırası hakkında emirlerin dağıtımı, biriktirilmesi ve depolanması için uygundur. İletişim, kontrol sistemleri ve dijital bilgisayarlar arasındaki programlanmış

önceliklere göre operasyonlar arasında çift yönlü sağlanmaktadır. DNC'nin gelişimi ile takım tezgahlarının kontrolü merkezi bilgisayardan yapılmaya başladı. Bu sistemlerin karakteristik özelliği, bilgisayardaki programların zaman ve format açısından tezgaha dağıtım sağlamasıdır. DNC sistemlerin genel yapısını şekil 3.5 göstermektedir. (Ranky, 1989)



Şekil 3.5 DNC sistemlerinin yapısı

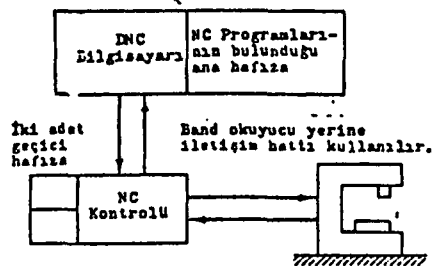
DNC sistemlerinde temel ve tamamlayıcı olmak üzere iki temel fonksiyon tanımlanır. Bir DNC sistemi dört temel elemandan oluşmaktadır.

-) Merkezi bilgisayar
-) Parça programlarının bulunduğu ana hafıza
-) İletişim hatları
-) Takım tezgahları

Bilgisayar, parça program komutlarını ana hafızadan çağırıp, gerekli tezgahlara gönderir. Bilgisayar aynı zamanda tezgahdan gelen bilgileri de komutları toplar. Bu şekilde her tezgahın ihtiyacı tam zamanında karşılanmış olur.

3.3.1 DNC sistemlerinin sınıflandırılması: DNC sistemi iki şekilde düzenlenir. Bunlarda bağlantı hattı, kontrol bilgisayarı ve takım tezgahı arasında olmaktadır. Bu düzenlemeleri şöyle açıklayabiliriz. (Groover et al, 1984)

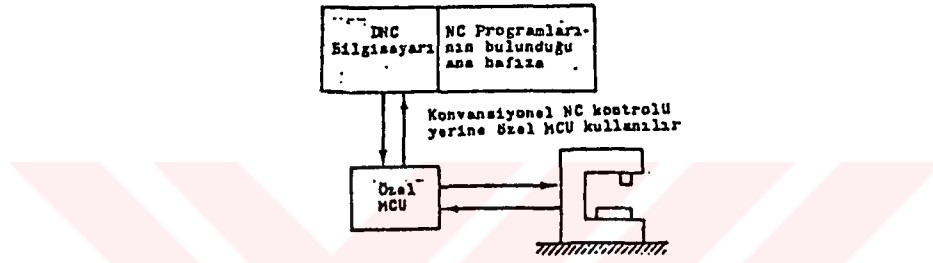
a) BTR sistemi; bu sistemde bilgisayar direkt olarak kontrol ünitesine bağlıdır.



Şekil 3.6 : BTR sistemli DNC

Burada bilgisayar ile bağlantı, bant okuyucu ve kontrol ünitesi arasında olmaktadır. Komut merkezi dışında sistem işletimi, konvansiyonel NC sistemine çok benzer. Kontrol ünitesi, komut bloklarının DNC bilgisayardan almak ve bunları tezgahın hareketlerine çevirmek için iki geçici hafıza kullanmaktadır. Bu hafızalardan biri bir data bloğunu alırken diğeri kontrol komutlarını tezgaha bildirir.

b) Özel tezgah kontrol ünitesi; bu sistemde düzenli kontrol ünitesi elimine edilerek, özel bir tezgah kontrol ünitesi ile değiştirilir. Buradaki özel ünite takım tezgahı ve bilgisayar arasındaki bağlantıyı kolaylaştırmak için tasarlanmış aygıttır. Bu sistem oldukça esnektir. Kontrol fonksiyonları değiştirilebilir.



Şekil 3.7 : Özel tezgah kontrol ünitesi

3.3.2 Birleşik CNC/DNC sistemleri: DNC ve CNC sistemlerinin birleştirilmesi komputerize imalat sistemlerinin kapaoasitelerini artırmaktadır. Bu iki sistemin birleştirilmesi sonucu elde edilen en önemli avantaj, DNC sistemin programı direk olarak CNC bilgisayarın hafızasına yüklemesidir. Birleşme sonucu sistemin bir hiyarsı içinde yürütülmesi, hataların düzeltilmesi, daha esnek ve geniş çalışma alanları sağlanmış olur. Firma isteklerinin vaktinde ve doğru olarak karşılanması, operasyonların gerçek zaman içinde yapılması bu birleşmenin diğer bir sonucudur. DNC/CNC sistemlerinin birleşmesinden elde edilen önemli bir avantaj, merkezi ve atelye düzeyi arasında gelişmiş bir bağlantının kurulmuş olmasıdır. (Goetsch,1994)

3.3.3 DNC'nin avantajları: DNC sisteminin temel avantajlarını şöyle sıralayabiliriz.

- Delikli şerit ve bant okuyucuların eliminasyonu
- Daha büyük hesaplama kabiliyeti ve esneklik
- Bilgisayar dosyalarındaki programların uygun olarak saklanması
- Verilerin program şeklinde saklanması
- Atölye performansının rapor edilmesi
- Komputerize fabrika için temel olma.(Groover et al,1984)

3.4 ADAPTIVE KONTROL

Adaptive kontrol; belirli çıktı proses değişikliklerini ölçen ve bunları hız ve/veya ilerleme değerlerini kontrol etmek için kullanılan bir kontrol sistemidir.

Nümerik kontrol (DNC ve CNC) kullanmanın temel nedenlerinde birisi, nümerik kontrolün tezgah operasyonlarındaki verimli olmayan zamanları

azaltmasıdır. Buradaki zaman tasarrufu; iş parçası taşıma zamanı, iş hazırlık zamanı, takım değiştirme zamanı ve operatör/makinadan doğan gecikme zamanlarının azaltılması ile elde edilmektedir. Bu gecikme zamanlarının azaltılması sonucu, toplam imalat zamanı da büyük ölçüde azalmaktadır. Proses içindeki zamanın azaltılması için en uygun yol adaptive kontrolün kullanılmasıdır.

Nümerik kontrol, talaş kaldırma esnasında takım pozisyonlarının sırası veya takım yönünü belirler. Adaptive kontrol ise, iş parçasının sertliği, kesme derinliği, parça geometrisinde işleme gerek olmayan bölümler gibi faktörlerin değişimine bağlı olarak talaş kaldırma esnasında, uygun hız ve/veya ilerleme değerlerini belirler. Adaptive kontrol işlem esnasında bu değişimleri karşılayabilmektedir. Genellikle adaptive kontrolün faydalı olarak kullanılacağı yerleri belirleyen karakteristikler şunlardır. (Groover et al,1984)

- 1) Parça işlemede önemli kısımlardan birisi, işleme sırasında geçen zamandır. Bir talaş kaldırma işleminde, kesici takım iş parçası ile işleme zamanının %40'ından fazla meşgul ise Adaptive kontrol uygulanabilir.
- 2) Adaptive kontrolün dengelediği önemli değişim kaynakları mevcuttur. AC, hız ve/veya ilerleme değerlerinin bu değişken koşullara uyarılabilir.
- 3) Takım tezgahının işletim maliyeti oldukça yüksektir. Özellikle büyük teçhizat yatırımından dolayı, büyük operasyon maliyeti ortaya çıkarmaktadır.
- 4) Tipik talaş kaldırma işlemleri genelde; çelik, titanyum ve yüksek mukavemetli alaşımlarla yapılmaktadır. Dökme demir ve alüminyum, AC için kullanılan elemanlar olup, bu malzemeler kolay işlenebilir.

3.4.1 Talaş kaldırmadaki değişimin nedenleri : Aşağıdaki unsurlar AC'ün en avantajlı olarak uygulandığı, talaş kaldırmadaki değişimin nedenlerini açıklamaktadır.

- 1) Kesme derinliğinde oluşan kesme geometrisinin değişkenliği; bu durumlar ilerleme değerini ayarlayarak giderilebilir. Bu tip olaylarla profil haddeleme veya dış yüzey işlemlerinde sık sık karşılaşılır.
- 2) İş parçasının sertliği ve işlenebilirlik değeri; parçalardaki sert noktalar ve alanlar, takımların kırılması yönünden sakınılması gereken yerlerdir. Hız veya ilerleme değeri azaltılarak takımın zamanından önce bozulması önlenmiş olur.
- b3) İş parçası rijitliğinin değişkenliği; hazırlık esnasında yetersiz rijitliğin sonucu olarak, iş parçası yerinden oynarsa, işlem akışının hassasiyetini korumak için ilerleme değeri düşürülmelidir.
- 4) Takım aşınması; araştırmalar sonucunda takım aşınmaya başladığında kesme kuvvetinin arttığı görülmüştür. Adaptive kontrolde, ilerleme değeri azaltılarak takım aşınması önlenmiş olur.
- 5) Kesme esnasında işleme gerek olmayan bölgeler; iş parçasında işleme ihtiyaç olmayan bölgelerde takım aynı hızda ilerlemeye devam ederse, bir zaman kaybı oluşur. Bu yüzden, bu bölgelerde ilerleme hızı artırılır.

3.4.2 Adaptive kontrolün sınıflandırılması : Kullanım amacına göre adaptive kontrol ikiye ayrılır.

1) Optimal adaptive kontrol : Bu şekilde adaptive kontrolde sistem içinde bir performans kriteri belirlenir. Bu performans kriteri, sistem içinde bir hızı veya talaş kaldırmada hacim başına maliyet gibi tüm işlem performansının bir ölçüsüdür. Adaptive kontrolün amacı, operasyondaki hız ve/veya ilerleme değerini kontrol ederek, performans kriterini optimize etmektedir. Optimal adaptive kontrolün amacı; malzeme talaş kaldırma oranı/takım aşınma oranını maksimize etmektir.

2) Sınırlayıcı adaptive kontrol : Gerçek üretim için tasarlanan sistemler bu sisteme oranla daha az gelişmiştir ve daha ucuzdur. Bu sistemler belirli ölçülmüş performans değişkenlerine bağlı limitleri kullanmaktadır. Bu yüzden, bu limitler sınırlayıcı adaptive kontrol sistemleri olarak adlandırılır. Bu sistemlerin amacı, ilerleme ve/veya hız değerlerini kontrol etmek ve ölçülerini proses değişikliklerini, bunların limitlerinde tutmaktır.

3.4.3 Adaptive kontrolün avantajları : Adaptive kontrol tezgahlarda, operatör için çok sayıda potansiyel avantaj sağlar. Elde edilen avantajlar göz önüne alınan işe bağlıdır. Adaptive kontrol kontrol frezeleme, tornalama v.b. gibi işlerde başarı ile uygulanmaktadır. Adaptive kontrol ile elde edilen avantajları şu şekilde sıralayabiliriz;

- 1) Üretim oranında artış
- 2) Takım ömründe artış
- 3) Parçanın tolerans dışı durumlardan ve zarardan korunması
- 4) Operatörün işe daha az müdahale etmesi
- 5) Parça programlamanın daha kolay olması (Özgürler,1992)

Adaptive kontrolde gelecekte oluşacak yenilikleri şöyle sıralayabiliriz;

1) Yüzey bitirme adaptive nümerik kontrol; bu sistem takım tezgahına bir yüzey ölçme cihazının monte edilmesi ile oluşur. İş parçasının işlenmesi esnasında yüzey kalitesi ölçülür ve istenilen yüzey kalitesine göre işleme yapılır.

2) Finishing operasyonu sırasında takımın aşınmasını azaltmak için takım üzerindeki kuvveti azaltarak boyutun kontrolü

3) Kontrol edilebilen titreşim damperleri kullanarak, işleme sırasında oluşan dinamik kuvvetlere göre vibrasyonu azaltma. (Thyer,1991)

3.5 NÜMERİK KONTROLDE TAKIM TEZGAHLARININ KONSTRÜKSİYONU

Bu bölümde nümerik kontrolde kullanılan daha verimli olması için gereken özellikler anlatılmaktadır. Bir takım tezgahı aşağıdaki temel parçaları içeren komple bir ünedir.

-) Güç ünitesi
-) İş parçası ve takımın hareketi için hız kontrol ünitesi
-) Takım ve/veya işin hareketinin kontrol yeteneği
-) Hareket miktarını kontrol ederek takım ve parça hareketlerini ölçme yeteneği
-) Takım veya iş parçası bağlama aparatı

-) Takım ve iş parçasının hareketinin devamı için parçaları bir arada tutan yapı

3.5.1 Güç ünitesi : Güç ünitesi üç çeşitte incelenebilir. Bunlar; Kesme hızını kontrol eden güç ünitesi, ilerleme hareketini kontrol eden güç ünitesi, yardımcı işlemlerin yapılması için güç sağlayan ünite. Burada AC ve DC motorlar olmak üzere iki çeşit motor kullanılır.

a) Kesme hızının sağlanması : Burada kullanılan motorlar ana mile güç ve yüksek hız sağlamak zorundadır. Bu yüzden genel olarak nümerik kontrolde elektrikli motorlar kullanılır. Tek noktalı veya çok noktalı takımlar için gereken kesme hızı 10 m/dak-1000 m/dak arasında geniş bir alan içinde yer alır. Kesme hızı ana milin dönme hızıyla sağlanır. Makinaların büyük bir kısmı 30-4000 dev/dak arasındaki bir alanda çalışmalar yapar. Bazı özel uygulamalar için bu hız 5000 dev/dak. çıkarılabilir. Bu hızlar özel seramik rulmanlar gerektirmektedir. Hız için yapılan araştırmaların amacı; üretim oranını artırarak maliyeti azaltmaktır. Maximum mil hızını belirlemede bir çok faktör vardır. Örneğin drive motorunun gücü,yataklam tipi ve yağlama sistemi. Genellikle 5 kW veya daha altı güçler kullanılır.

AC motorlar , diğer motorlara kıyasla daha ucuz, bakımı daha kolay ve daha güvenlidir. Üç fazlı AC motorlarda ters yönde hareketler elde etmek ve bunun yanısıra kutup değiştiren motorlar ile 2800,1400,700,350 dev/dak'lık 4 hız elde etmek mümkündür.Kutup değiştiren motorlardan ayrı olarak AC motorlar ana milin hareketinde yüksek güç ve duraksamama sağlar. Buna rağmen değişken hızlar gerektiğinde özel ve pahalı elektrikselleştirilmiş parçalar olmadan direk olarak kullanılamaz. 1984 yılında yapılan değişiklikle elektrikselleştirilmiş frekanslarda değişim yaparak AC motorlarının varyasyonları ve hız kontrolü elde edilmiştir.

DC motorlar değişik hızlar istenildiğinde kullanılırlar. Bu motorlar basınçlı yağ veya hava ile çalışırlar. Akışkan genel olarak sabit hızlı bir AC motoru ile tahrik edilen bir pompa tarafından basılır. Akışkan motorları genel olarak kesme hızını temin etmekte kullanılmaz fakat bazı kullanım alanları vardır. Örneğin alüminyum alaşımlarının delinmesi veya frezelenmesi.

3.5.2 Takım ve iş parçasının ilerlemesinde kullanılan güç üniteleri: Nümerik kontrolde işin veya takımın hareketinde iki değişik gereksinme vardır.

-) Takım veya iş parçasının talaş kaldırırken gerçek pozisyonunun istenilen pozisyondan 0.01 mm ile 0.005 mm sınırları arasında olması
-) Hareket miktarlarının kontrol edilmesi

İlerleme hareketini sağlayan güç üniteleri ana milin döndürülmesinde kullanılan üniteler gibi güçlü olmak zorunda değildir. Bunun yanısıra ilerleme hızı kesme hızına oranla daha düşük, genellikle, 5-200 mm/dak arasındadır. İlerleme motorunun sağladığı hareketin tam ve hızlı olarak kontrol edilmesi gerekmekte ve bu hareket ters dönecek şekilde olmalıdır. Pozisyon kontrol sağlamak için iki sistem vardır.

-) Pozisyon transducerları vasıtasıyla yaratılan feedback sistemi kullanan kapalı loop sistemi

-) Açık loop sistemleri

a) **Kapalı loop sistemi** : Kapalı devre sistemlerde genellikle DC motorlar kullanılır. Bu sistemde doğru boyut ve şekildeki parçalar iş parçası tablasının hareketinin ve pozisyonunun devamlı olarak ölçülmesiyle imal edilir. Hareket miktarı ölçülerek gerçek ve istenen boyuttaki hareketler arasındaki farklılıklar parçalar imal edilirken düzeltilir. Bu sistemde sırasıyla takip edilen adımlar;

a) Input ve output sinyalleri kıyaslanır. İş parçası veya takımın pozisyonu ile ilgili input sinyali kontrol ünitesine gönderilir. Bu sinyal kontrol ünitesine gelen output sinyali ile karşılaştırılır.

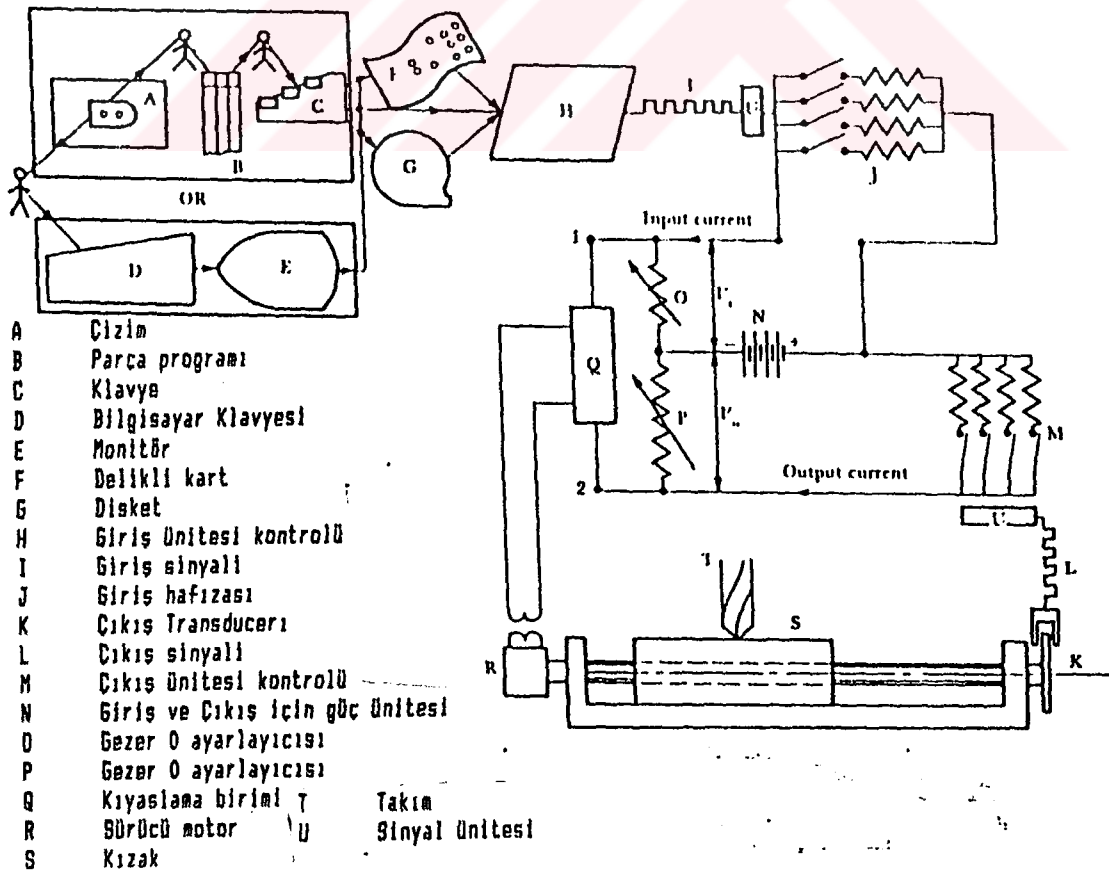
b) Input ve output sinyalleri arasında herhangi bir fark varsa bu güç ünitesine iletilir.

c) Güç ünitesi servo motor için güç üreterek kızakta bir hareket yapar ve bu hatanın azaltılması veya düzeltilmesini sağlar.

d) İstenilen pozisyona gelindiğinde hareket durur.

e) Sonraki input sinyali kontrol ünitesine gönderilerek bir sıradaki hareket başlatılır.

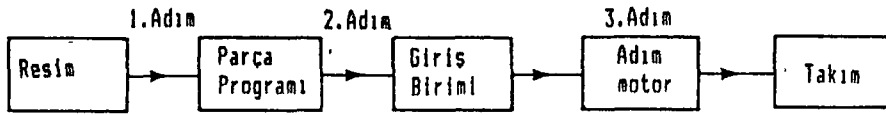
Input sinyali dijital olmalıdır. Bununla beraber output bilgileri transducerların şekline bağlı olarak dijital veya analog olabilir.



Şekil 3.8 : Kapalı devre sistemi

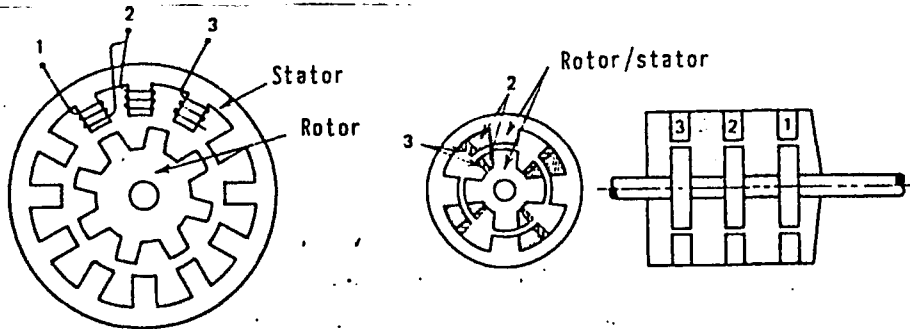
Şekil 3.8'de kapalı loop sisteminin prensip şemasını görebilirsiniz. Bu sisteme sahip makineler daha pahalıdır.

b) Açık loop sistemi : Bu sistemde yukarıda açıklanan adımlardan sadece ilk ikisi uygulanır. Açık loop sistemlerinde özel elektrik motorları kullanılır ve pozisyonlama kontrol için output transducerlar yoktur. Açık devre kontrolde, kontrol devresine gönderilen sinyaller motora aktarılmaktadır. Motor bu bilgilere bağlı olarak istenildiği kadar hareket eder. Motor istenilen konuma gitememişse, o anda bulunan konumu kontrol devresine bildiren feed back sinyalleri burada mevcut değildir. Ayrıca kazağın tam olarak istenilen konuma getirilmesi bu sistemde bir step motorunun bulunmasıyla mümkündür.



Şekil 3.9 Açık devre sistemi

Açık loop sisteminde genellikle adım motorları kullanılır. Bunlar dijital sisteme göre çalışırlar. Vurgu şeklindeki giriş ikazlarına motorun rotoru belirli bir dönme açısı ile cevap vermektedir. Çalışma süresince vurgu-adım bütünlüğü muhafaza edildiği sürece, hatalar kümülatif değildir. Ayrıca giriş vurguları durduğunda fren ve kavramaya gerek duyulmadan motor istenilen konumda durabilir. Açık devre sistemlerinde kullanılmasının asıl sebebi budur. Motor çok büyük momentler oluşturmaz, aynı zamanda verimi düşüktür. Giriş enerjisinin çok büyük bölümü ısı yoluyla kaybolur. Rotor kısmının sonunda sabit bir kutup vardır. Statorün kutupları ise değiştirilebilir. Adım hareketi kontrol ünitesinden switchlere gönderilen vurgu ile başlar. Kontrol ünitesi vurgular üreterek takım ve iş parçasının programlanmış hareketini adım motora iletir. Adım motorlar 0.01 mm'den 0.001 mm'ye kadar olan sınırlarda çalışabilir.



Şekil 3.10 : Adım motorları

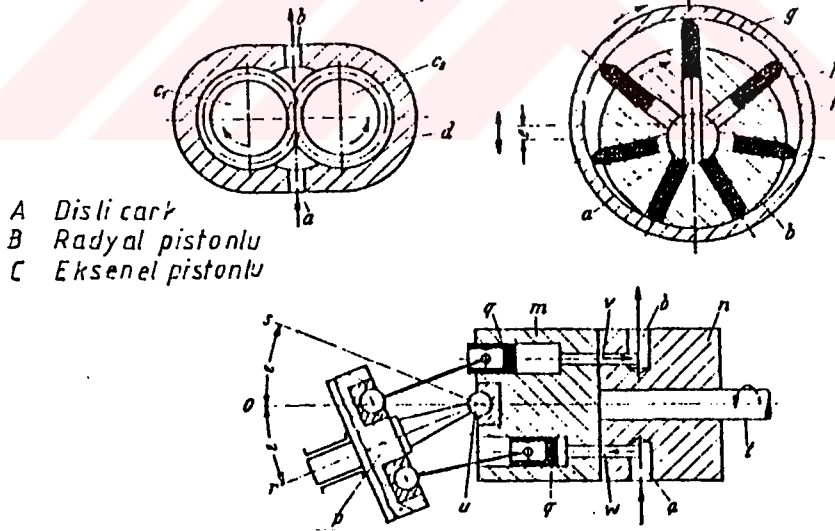
3.5.3 Yardımcı servisler : Bunlardaki güç üniteleri için genellikle AC motorlar kullanılır. Bu servisler soğutma sıvısının pompalanması, talaş uzaklaştırılması v.b. gibi servislerdir. (Krar et al,1990)

3.6 HIZ KONTROL ÜNİTELERİ

Hız kontrol edilmeden önce ölçülmelidir. Bu amaç için; Digitizer veya pulse generator ve tacho generator olarak iki değişik teknik vardır. En çok kullanım alanı tacho generatorlerdir. Bunlar ufak çapta bir elektrik jeneratörüdür. Rotorun dönme hızına bağlı olarak voltajın gücü oluşur. Pulse veya tacho jeneratör milin sonuna bağlanabilir.

DC motorlarının hız varyasyonları ek veya nominal voltaj kullanılarak değiştirilebilir. Output sinyali pulse veya tacho generator kullanılarak üretilir. Bu sinyal DC motor tarafından uygulanan voltajın input değeri ile karşılaştırılır. DC motorunun voltajı istenilen hızı belirtir. İki voltaj arasındaki fark istenilen hızı elde etmek için voltajı değiştirmekte kullanılır. Kesme hızını kontrol etmekte yukarıdaki açıklanan motorlara ek olarak kutup değiştiren motorlar adımlı hızlar, AC ve DC motorlar adimsız hızlar için kullanılır. İlerleme hızını kontrolü için gereken gücü sadece DC veya step motorlar sağlayabilir. Tacho veya pulse generatorleri hareketin hızını kontrol için geri besleme sağlarlar. Transducerlar kazağın hareketi için kullanılan vidaya bağlanır. Hareket miktarı pozisyon transducerlarının ayarlanmasıyla kontrol edilir.

Hidrolik motorlar yüksek güç gereken uygulamalarda kullanılırlar. Avantajları, çıkışta büyük moment, titreşim ve darbelerle karşı dayanım, sistemin çabuk cevap verebilmesidir. Buna karşılık pahalıdır. Bu motorlar NC sistemlerinde iki şekilde kullanılabilirler; çıkışları dönme ve çıkışları doğrusal olan motorlar. İlk şekilde kullanılan motorlar ana vidaya, ikinci şekilde kullanılan motorlar ise direk olarak vidaya bağlanırlar.



Şekil 3.11 : Hidrolik motorlar

Nümerik kontrolde doğrusal ve dairesel olarak iki çeşit hareket vardır. İşleme esnasında ilerleme hızı 20 mm/dak. kadar inebilir. İşlemsel olmayan operasyonlar sırasında ise ilerleme 5 m/dak veya daha hızlı olmalıdır. İyi bir yüzey kalitesi elde etmek için hareket düzgün ve sürekli ve stick-slip reaksiyonsuz olmalıdır. Bu olay, şekil değiştirmelere ve statik ve kinematik sürtünme arasındaki farka bağlıdır. Statik sürtünme hareketsizlikten, harekete geçme anının sürtünmesidir ve harekete geçme anının sürtünmesinden daha

büyüktür. Hareketin başlangıcında kızak, sürtünme kuvveti yenilmeden harekete geçemez. Bu süre içerisinde iletim elemanlarında şekil değiştirmeler oluşur ve motorun verdiği enerji şekil değiştirme enerjisine dönüşür. Hareket başladığında, sürtünme aniden azalır ve bu enerji bir sıçrama şeklinde kızığa ileri kaydırır. Kızığın ateletinden dolayı bu enerji çabuk tükenir ve tahrik kuvveti sürtünme kuvveti ile eşitlendiğinde kızak durur. Olaylar tekrarlanır ve kızak kay-dur şeklinde hareket eder. Özellikle çok düşük hızlar ve özellikle hareketin başlangıcında ve sonunda meydana gelen bu olayı önlemek için yuvarlanma sürtünmesi ve hidrostatik sıvı kullanılır.

Kızaklar doğrusal harekette yön veya hareket çizgisinin kontrolü için kullanılır. Kapalı loop sistemlerinde hareket miktarı, feed back sinyaller sağlayan transducerlarla temin edilir. Açık loop sistemlerinde tablanın hareketi step motorun input komutlarına bağlıdır. Kızaklarda dikkat edilmesi gereken en önemli olay, birbirlerine ve eksene göre paralellikleridir. İş parçasının istenilen boyut ve şekilde işlenmesi sadece hareketin tamlığına değil takım ve iş parçasının birbirine göre olan hareketlerine bağlıdır.

Güvenli ölçüm mikroswitchler kızakların sonuna bağlanır. Eğer arabanın kontağı ile mikroswitch kapanırsa ilerlem motorunun gücü kesilir. Kızaklar birçok değişik şekilde olabilir, ne şekilde olurlarsa olsunlar yük altında deforme olmamalıdır. Silindirik quideways arabanın yuvası içindeki delik bu quidewayin çevresinden destek sağlar. Kısa hareketler ve hafif yükler için ideal bir formdur. Uzun hareketler için ise, kızak iki yerden sabitlendiği için yük altında eğilme yapacağından dolayı kullanılmaz. Bu tip kızığın kullanıldığı uygulamalar arasında matkap ve dikey freze tezgahını sayabiliriz.

3.7 İNPUT SİNYALLERİ VE İNPUT METODLARI

- Elektriksel veya elektrik röleleri yardımıyla elektriksel akımın gücünde değişiklik yaratmak
- Hidrolik veya pnomatik valfler kullanarak basınçta değişiklik.
- Işık hassasiyeti, elektriksel ünitelerle ışık değişikliği
- Elektriksel pulses, elektronik switchler kullanarak.

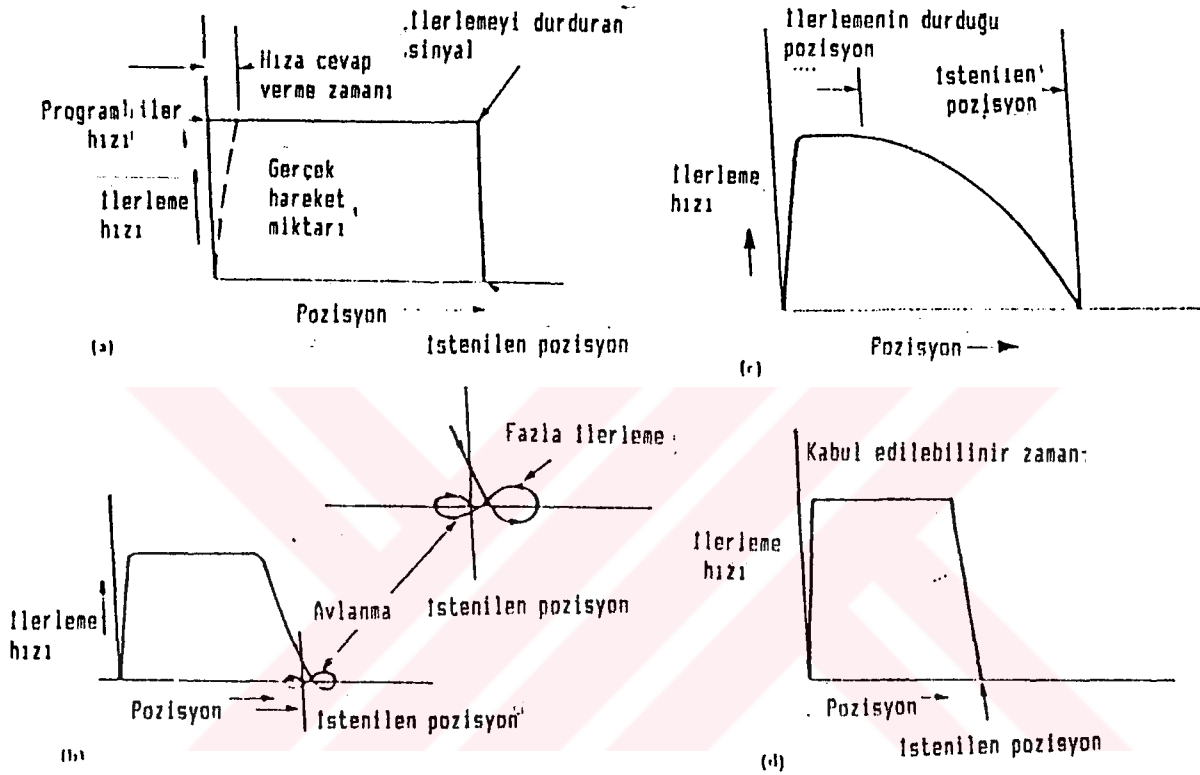
İnput komutları direk veya indirek olarak kontrol ünitesine iletilir. Direk olarak rotary switchler, klavye kullanılır. İmal edilecek parça basit ve fazla input komutuna ihtiyaç duymuyorsa kullanılır. MDI (Manual Data Input) olarak bilinen bu metod CNC'lerin geliştirilmesiyle kullanımı artmıştır. İndirek olarak ise manyetik switchler veya diskler kullanılır. Bu metodun avantajı makina zamanından kazanılmasıdır. (Thyer,1991)

3.8 NÜMERİK KONTROLLÜ MAKİNALARDA İŞLEM SİSTEMLERİ

Nümerik kontrolde iş parçasının hareketini kontrol etmek şu sistemler vardır.

- Pozisyonlama kontrol sistemi
- Doğrusal hareket kontrol sistemi
- Çevresel kontrol sistemi

3.8.1 Pozisyonlama kontrol (P): Bu yöntem noktadan noktaya kontrol olarak bilinir. Takım veya parçanın bir noktadan diğer noktaya hareketini kontrol etmede kullanılır. Hareket sırasında yolu kontrol etmez. Noktadan noktaya hareket takım veya iş parçasının hızlı hareketinde kullanılır. Hareket için gereken ilerleme hızı genellikle kontrol ünitesi tarafından otomatik olarak seçilir. Bu esnada hız mümkün olduğunca yüksek olmalıdır (5-10 m/dak). İş parçası istenilen hıza hemen erişemez.



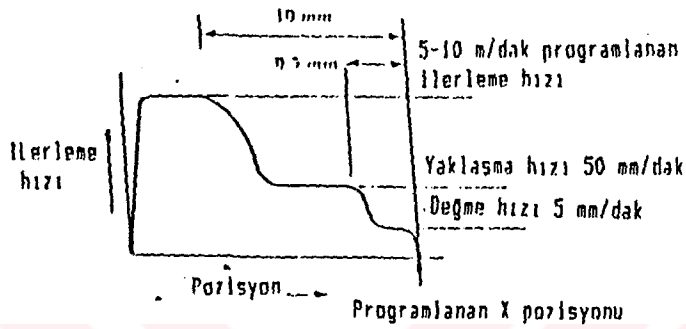
Şekil 3.12: İvmelenme hareketleri

- A) Hareketleri için ideal koşullar
- B) Düşük sönümlendirme sistemi
- C) Yüksek sönümlendirme sistemi
- D) Kritik sönümlendirme sistemi

Şekil 3.12 'den de görülebileceği gibi gereken hıza ulaşmak için bir ivmelenme zamanı geçer. Bu geçen zamana response time (hıza vevap verme zamanı) denir. Bunu mümkün olduğunca küçük olması gerekir. taşıyıcıdaki en kritik response zamanı ilerleme hızı durduktan sonraki hareketsizliğe dönüş zamanıdır. Buradaki en ideal durum istenilen pozisyona geldiğinde tablanın durdurulmasıdır. Bununla birlikte oluşan yüksek momentumdan dolayı, istenilen noktayı geçmek mümkündür. Bu hata oluşunca bir sinyal verilerek geri hareket eder. Tabla durmadan önce sallanır, buna Hunting (Avlanma) denir. Bu türden hareket ancak tablanın hareketi bittikten sonra işleme başlanan operasyonlarda kabul edilebilir. Hunting olayını azaltmak için damplar (sönümlendiriciler) kullanılır.

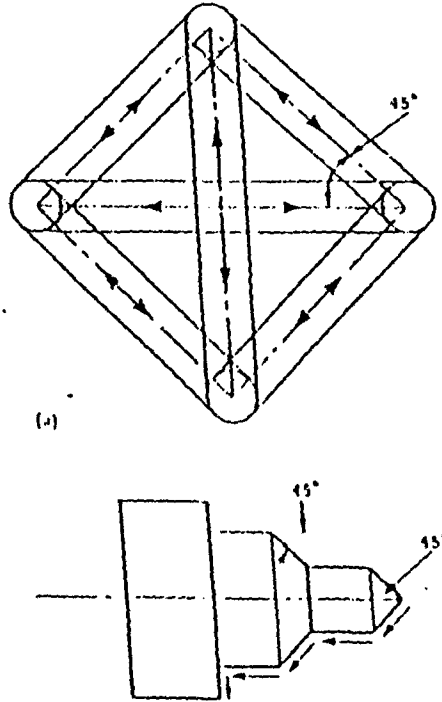
Sönümlendiricilerin, sönümlenme miktarı önemlidir. Eğer sistem yeterince sönümlenmemişse (b) şeklindeki gibi hunting oluşur, tam tersine yani fazla sönümlenmişse (c) kısmında olduğu gibi tabla gereken pozisyondan uzakta durur. Şekil (d)'de ise kritik sönümlenme miktarı görülebilir. Başka bir

geliştirilmiş sistemde şekil 3.13 'de görülebilir. Bu sistem adım sistemidir. Adım sisteminde tablanın parçaya 10 mm kalana kadar hareket hızı 5/10 m/dak'dır. Bunu takiben 0.5 mm kalana kadar bu hız 50 mm/dak seviyesine kadar düşer. Pozisyonlama noktasına gelindiğinde bu hız 5 mm/dak olacaktır.



Şekil 3.13 : Adım sistemi

3.8.2 Doğrusal hareket kontrolü (L): Bu sistem ile pozisyonlama sistemi arasındaki temel fark işleme koşullarına uygun olarak hareket oranının programlanabilmesidir. Bu makinanın ana eksenleri boyunca oluşan hareketler ile işleme sağlar. Hareketler iki eksende oluşabilir, iki eksendeki ilerleme hızı aynı ise eksenlerde 45° açılı bir hareket oluşur. Şekil 3.14 'de line hareket kontrolü kullanılır.



Şekil 3.14 : Doğrusal hareket kontrolü

3.8.3 Çevresel kontrol (C): Bu kontrol türünde iş parçası veya takımın hareketi sürekli olarak pozisyonlama , yön ve hareket miktarı bakımında kontrol altındadır. Bunu sağlamak için bir çok sistem vardır. 2-8 arasında kontrol edilebilen eksenler, hareketin aynı anda birden fazla eksende yapılması gibi. Burada belirtilmesi gereken konu çeşitli eksenlerde hareket yapıldığından iş parçasında yüzey atlamaları oluşmamasıdır.(Thyer,1991)

3.8.3.1 Liner interpolasyon: Liner interpolasyonda iki nokta birbirine bir hat boyunca bağlanır. Geometrik formül olarak;

$$Y=mX$$

şeklinde ifade edilir.Liner interpolasyon sistemi ile hareket tek bir eksen veya düz bir hat boyunca iki veya daha fazla eksende olur. Liner interpolasyon aynı anda birden fazla eksende olmak zorunda ise kontrol ünitesindeki kompütür,istenilen şekli elde etmek için gereken hızı belirler. İlerleme hızının ortogonal bileşenleri kontrol ünitesinden motora iletilir.

X motoruna yollanan ilerleme hızı: F ilerleme hızı* $\frac{X \text{ eksenindeki har.}}{\text{Toplam hareket uzun.}}$

şekil 3.15 'i baz alıp bu parça için 200 mm/dak ilerleme hızı belirlenmişse;

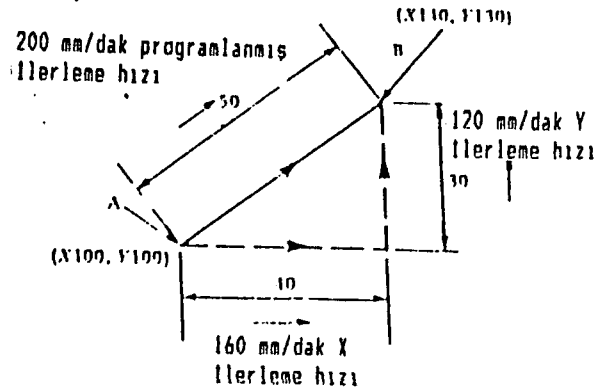
A(X 100,Y 100) noktasından, B(X 140,Y 130) noktasına olan

X eksen hareketi $140-100=40$
Y eksen hareketi $130-100=30$
Toplam hareket $(40^2+30^2)^{1/2}=50$

olduğundan yukardaki eşitliğe bağlı olarak;

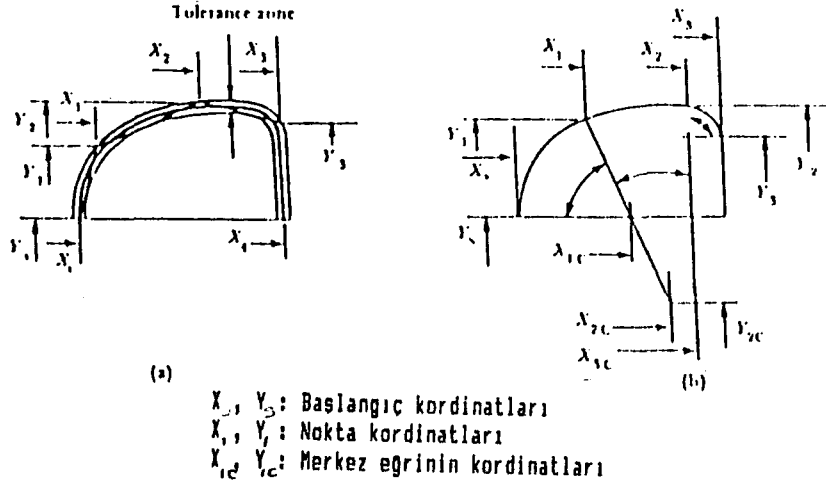
$$X \text{ mot.}=200 * \frac{40}{50} = 160 \text{ mm/dak}$$

$$Y \text{ mot.}=200 * \frac{30}{50} = 120 \text{ mm/dak}$$



Şekil 3.15 İlerleme hızının kordinatları

Doğrusal interpolasyon kullanılarak eğri elde etmekte mümkündür fakat bunun için bilgisayarın gereken yayların hesabının yapması lazımdır.



Şekil 3.16 : İnterpolasyon yardımı ile daire işlenmesi
 A) Lineer interpolasyon
 B) Dairesel interpolasyon

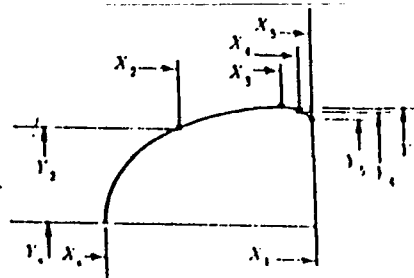
3.8.3.2 Dairesel interpolasyon: Yayları elde etmek için kullanılan en yaygın interpolasyon şeklidir. Burada uygulanan formül;

$$Y^2 = R^2 - X^2 \quad R = \text{Çap} \quad X = \text{Yatay bileşen} \quad Y = \text{Düşey bileşen}$$

Kompütür kontrollü dairesel interpolasyon için gereken koordinatlar kontrol ünitesi tarafından hesaplanır. Takım önceki hareketin bittiği yerden işleme başlar. Bu interpolasyon için gereken diğer bilgiler;

- Yay merkezinin koordinatları ve yayın bitiş nokta koordinatları
- Merkez koordinatları, yay çapı
- Yayın bitiş noktası koordinatları ve çapı

3.8.3.3 Parabolik interpolasyon: Bu interpolasyon yönteminde özel teknik ve kontrol ekipmanları kullanılır.



X_1, Y_1 : Başlangıç kordinatları
 X_2, Y_2 : İlk parabolün orta nokta kordinatları
 X_3, Y_3 : İlk parabolün son nokta kordinatları
 X_4, Y_4 : İkinci parabolün orta nokta kordinatları
 X_5, Y_5 : İkinci parabolün son nokta kordinatları

Şekil 3.17 : Parabolik interpolasyon

Formül olarak;

$$Y = P * X^2$$

Parabolik interpolasyonun avantajı, makinanın üç düzlemsel olmayan pozisyonda çalışmasını sağlamaktır. Bu avantajı sayesinde kalıp imali için en uygun interpolasyon yöntemidir. Şekil 3.17 'de bu interpolasyonun bir uygulanmasını görebilirsiniz.

3.8.3.4 Kübik interpolasyon : Bilgisayar tarafından gerekli kordinatlar hesaplanabilir. Bu sistem için geometrik formül veya eğrinin matemetiksel denklemi aynı zamanda tolerans limitleri bilgisayara girilmelidir. Bundan sonra kompütür gereken eğrinin elde edilmesi için lazım olan koordinatları ve ilerleme hızlarını hesaplayarak devamlı ve düzgün bir yüzey elde edilir. Bu türde kontrol sistemleri geliştirilmiştir. (Thyer,1991)

3.8.4 Kontrol modunun seçimi: İşlem modu programlama esnasında kodlar kullanılarak seçilir. Bu kodlar G harfinin yanına iki adet sayının yazılmasıyla oluşur. Örneğin;

G00 Noktadan noktaya kontrol
 G01 Liner interpolasyon
 G02 Saat yönünde dairesel hareket
 G03 Saat yönü tersine dairesel hareket
 G06 Parabolik interpolasyon (Lindberg,1989)

3.9 NÜMERİK KONTROLLÜ MAKİNALARDA EKSENLER

Nümerik kontrollü makinalarda parçaların geometrisi tezgahın kontrol ünitesine girilen nümerik datalarla sağlanır. Bu programlanmış datalar takımın veya işin hareket yönünün kontrolünü sağlar. Bunun için parçaların X,Y,Z eksenleri kullanılarak programlanması yapılır. Nümerik kontrollü tezgahlarda hareket eksenleri ISO tarafından belirlenmiştir.

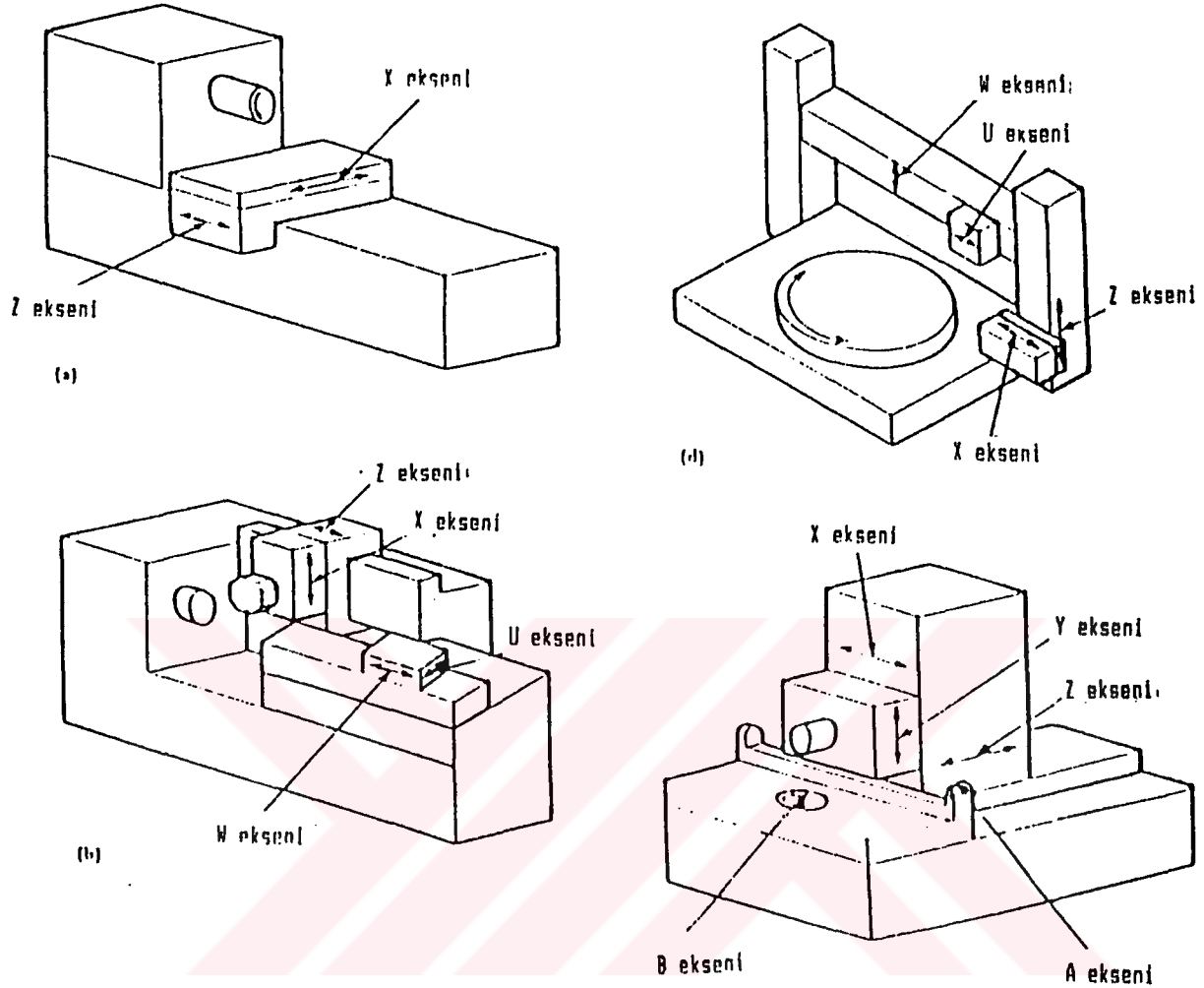
Z eksenini daha öncede belirtildiği gibi ilk olarak tanımlanmalıdır. Z eksenini makina ana milinin eksenini olarak tanımlanmalıdır. Bu eksene paralel diğer milin eksenini ve kızaklarda W, varsa üçüncü milin ekseninde R eksenini olarak tanımlanır. Takım ve iş parçasının düşey olarak hareket ettiği makinalarda iş parçasının bağlandığı eksen W, kesicinin bağlandığı eksende Z olarak adlandırılır.

X eksenini iş parçasının yüzeyine paralel olan yüzeydir. Birbirine paralel birkaç kızak varsa diğerleri U ve P olarak adlandırılır.

Y eksenini, X ve Z eksenini ile 90 dik açı yapan eksendir. Bu eksene paralel diğer eksenler V ve Q eksenleridir.

Bütün kızakların düşey kolonda yer alması talaşın işleme alanından direk olarak uzaklaşmasını sağlar.

Eksen dizaynları genel olarak ISO tarafından standartlaştırılmış olmasına rağmen bazı imalatçıların geliştirdiği sistemlerde vardır.(Thyer,1991)

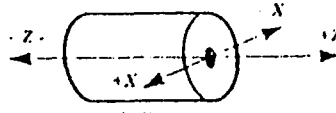
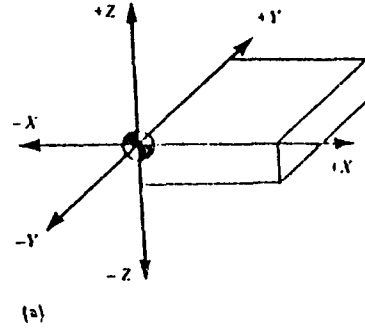


Şekil 3.18 : Eksenler

3.9.1 Linear ve dönel hareketler

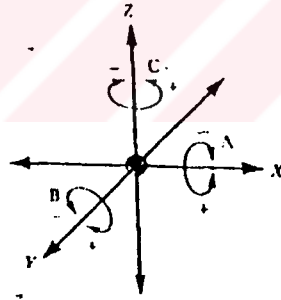
Bütün makinalarda bu hareketlerin ikisinde olmalıdır. Şekil 3.19 'dan da görülebileceği üzere bütün referanslar takıma göre alınmıştır. Bununla birlikte bazı frezeleme veya tornalama merkezlerinde iş parçasının X ve Y eksenli hareketini yaptığı, takımın ise sadece Z eksenli hareketini yaptığı görülür. Frezeleme veya delme makinalarında takımın dönmesi, tornalamada ise iş parçasının dönmesi kesme için gerekli olaylardır. Fakat iki durumdada kesme hızı gerekir. Kesme hızı ve milin dönme yönünün belirlenmesi ve kontrol edilmesi gerekir. Dönme miktarını kontrolü ise iş parçasında bir yüzey işleniyorsa önemlidir. Dairesel yüzey oluşturmada iki teknik vardır.

- İş parçasının dairesel bir tablaya bağlanması
- İş parçasını iki değişik eksenle hareket ettirilerek yaylar oluşturmak.



Şekil 3.19 : Referanslar

İş parçasını dönme hareketi dairesel başlık veya dönel tabla aracılığıyla elde ediliyorsa şekil 3.20 'de görülebileceği gibi A,B,C eksenleri kullanılır. Yayıların işlenmesinde dairesel interpolasyon yönteminin kullanılması tezgahın kontrol ünitesinin yeterliliğine bağlıdır.



Şekil 3.20 :Eksenler

4.BÖLÜM

İŞLEME MERKEZLERİ

4.1 TANIMLAR

İşleme merkezleri; frezeleme, tornalama, delme, taşlama, boşaltma ve vida açma işlemlerinin bir istasyonda yapıldığı nümerik kontrollü makinalardır. Bu takım tezgahları genellikle bir otomatik takım değiştirici ile donatılmıştır. İş parçası dönen tablaya bağlıken değişik yüzeylerde işlem yapabilmektedirler. Bu sayede; bir işlem sonrası parça sökülmeden ve başka bir makineye götürülmeye gerek duyulmadan işlem yapılır. (Metals hanbook)

İşleme merkezleri öncelikli olarak delme ve frezeleme işlemleri için yüksek otomasyonlu nümerik kontrollü takım tezgahlarıdır. Bunların en azından, nümerik kumandalı üç adet ana eksen üzerine foksiyonel oldukları söylenmelidir. Öteleme esası ile çalışan bu eksenlere ek olarak bir ya da iki adet dönel eksen eklenmiş olup, bunlar ayrıca nümerik denetim ile kumanda edilirler.

İşleme merkezlerinin başkaca önemli yönlerinden biride; delme, tornalama ve frezeleme gibi değişik işleme yöntemlerinin optimum uygulanabilmesi için oldukça büyük bir dönme sayısı ve ilerleme miktarı aralığının olmasıdır. Buna ilave olarak bu merkezlerde takım değişimi bir takım magazini bağlantısı yardımı ile otomatik olarak gerçekleştirilir. Yan zamanların kısaltılması amacı ile bir palet değiştirme sisteminden yararlanılarak iş parçası değiştirilmesi de otomatikleştirilir .

Yukarıda sayılan durumlar nedeni ile işleme merkezlerinin büyük bir esnekliği olduğu söylenebilir; O kadar ki, tezgahın çok küçük bir durma zamanı içinde değişik iş parçaları tezgaha alınarak ardarda işlenebilirler. Böylece oldukça karmaşık iş parçaları bile tek bir bağlamada işlenerek bitirilebilirler.

Değişik konstrüksiyon formlarında ve değişik boyutlarda olduklarından işleme merkezlerinin geniş bir kullanım alanı vardır. Otomatizasyon derecelerinin yüksek oluşu sebebi ile esnek imalat hücrelerinin ya da esnek üretim sistemlerinin önemli bir yapı taşı niteliğindedir. İşleme merkezleri, denetlenen eksen türü ve sayısı, tahrik gücü, dönme sayısı ve ilerleme miktarı aralığı, işlem bölgesi büyüklüğü, iş parçası maksimum ağırlığı, depolanabilen takım adedi gibi teknik veriler göz önünde tutularak seçilir. İşleme merkezinin gelişimini tablo 1 de görebilirsiniz. (Spur et al, 1979)

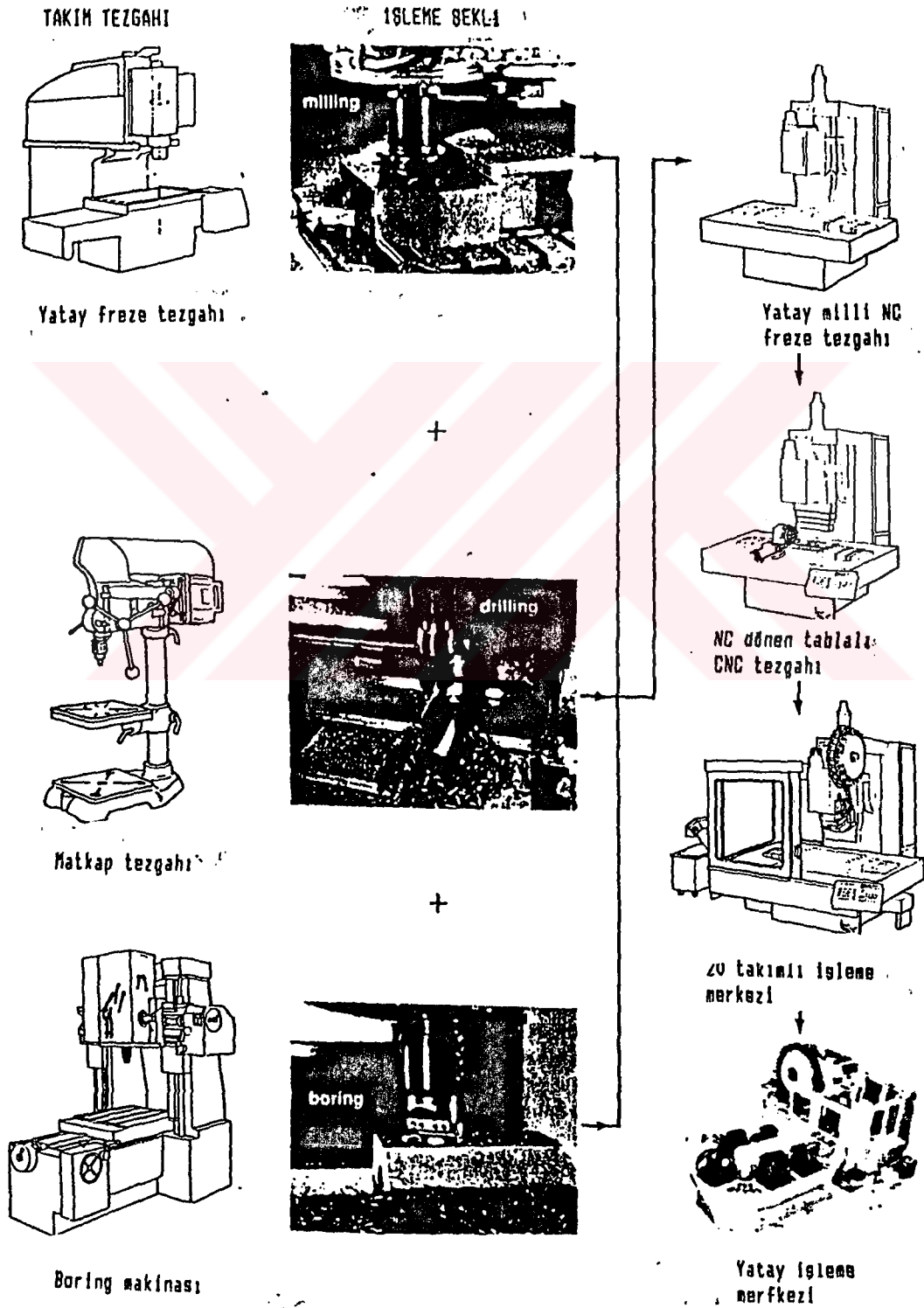
4.2. UYGULAMA ALANLARI VE İŞLEMLER

İşleme merkezleri genellikle çok sayıda işlem gerektiren parçaların işlenmesinde kullanılır. Bunun yanısıra miktar olarak çok fazla olmayan iş parçaları içinde verimlidir. İşleme merkezlerinin maksimum bir verimle çalışması için dikkatli bir iş programı yapmak gerekmektedir. Bir çok firma işleme merkezlerine yaptığı yatırımın en kısa zamanda geri dönmesi için bu makinalardaki vardiya sayısını artırmıştır. İşleme merkezlerinin diğer bir uygulaması ise NC tezgahlar ile birlikte kullanılarak esnek işleme sistemlerini oluşturmaktır. İşleme merkezlerinde işlenen parçalar (Metals hanbook)

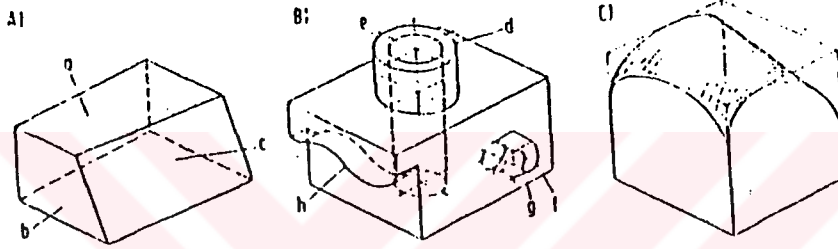
-) Çeşitli yüzeyleri işlenecek parçalar.
-) Çok sayıda imalat işlemine gerek duyan parçalar.

-) Toleransı küçük olan parçalar.
-) Dizayn değişikliği yapılacak parçalar, pahalı parçalar.(DeGarma et al,1988)

Tablo 4.1 : İşleme merkezlerinin gelişimi

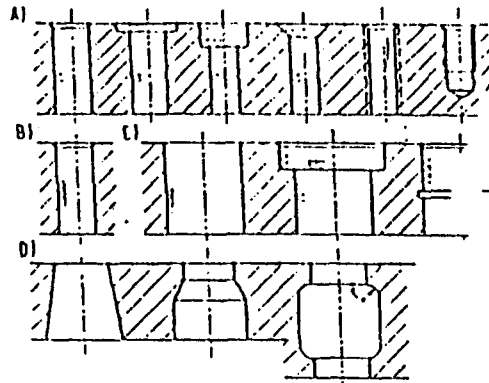


İşlemler öncelikle, konumları birbirine göre gelişi güzel olabilen düzlemsel yüzeyler üzerinde olur. (Şekil 4.1.a) Bunun yanısıra bir boyutlu dairesel eğimli eğik yüzeylerde işlenebilir (Şekil 4.1.b). Başka bir anlatımla iç tam silindirik, iç kısmı silindirik ve ayrıca kısmi silindiriklerden oluşan düzensiz formlar ile iki boyutlu eğik yüzeyler bu merkezler yardımıyla işlenebilirler. Silindirler ve silindir kesmeleri; dış tornalama, iç tornalama yada dairesel frezeleme yoluyla üretilirken, düzensiz yüzeyler yalnızca frezeleme yoluyla üretilir. Parabolik ve hiperbolik sistemler ise özel donanımlı nümerik kontrol makinaları gerektirir. Bu neden ile; böylesi eğri formların yeterince tamlıkla elde edilebilmesi için sözü edilen formlar daire yayları ile yaklaşık olarak düzenlenirler. Bu durum standart nümerik kontrollü tezgahların kullanımını mümkün kılar. İki boyutlu eğik yüzeyler(Şekil 4.1.c) yalnızca satır sistemi ile çalınan özel nümerik kontrollü frezeleme ile elde edilirler.(Spur et al,1979)



Şekil 4.1: İşleme merkezlerinde imal edilebilen formlar

Delik formları (Şekil 4.2); geometrik tanımları gereği bir boyutlu eğik yüzeyler (silindir) sınıfına girerler. Delikler en çok kullanılan formlar olmaları nedeni ile (toplam işlem süresinin yaklaşık % 70'i boyunca delik formları işlendiği söylenebilir.) burada özel olarak alınacaktır. Ne varki; deliklerin formları ve boyutları çok değişik olabildiğinden burada yalnızca bir kaç ana tür söz konusu edilecektir. Yüksek işleme kalitesi gerektirmeyen delikler olduğu gibi yüksek konum tamlığı, geometrik form tamlığı ve dar ölçü toleransları gerektiren deliklerde vardır. Alışılmış silindirik formun dışında gelen delikler de, örneğin konik delikler, işleme merkezleri ile elde edilebilmektedir. Bu tür işlemler için hareketlerini nümerik kontrollü ayrı bir ayarlanabilir eksenden alan ayarlanabilir kesicili delme takımları kullanılır.



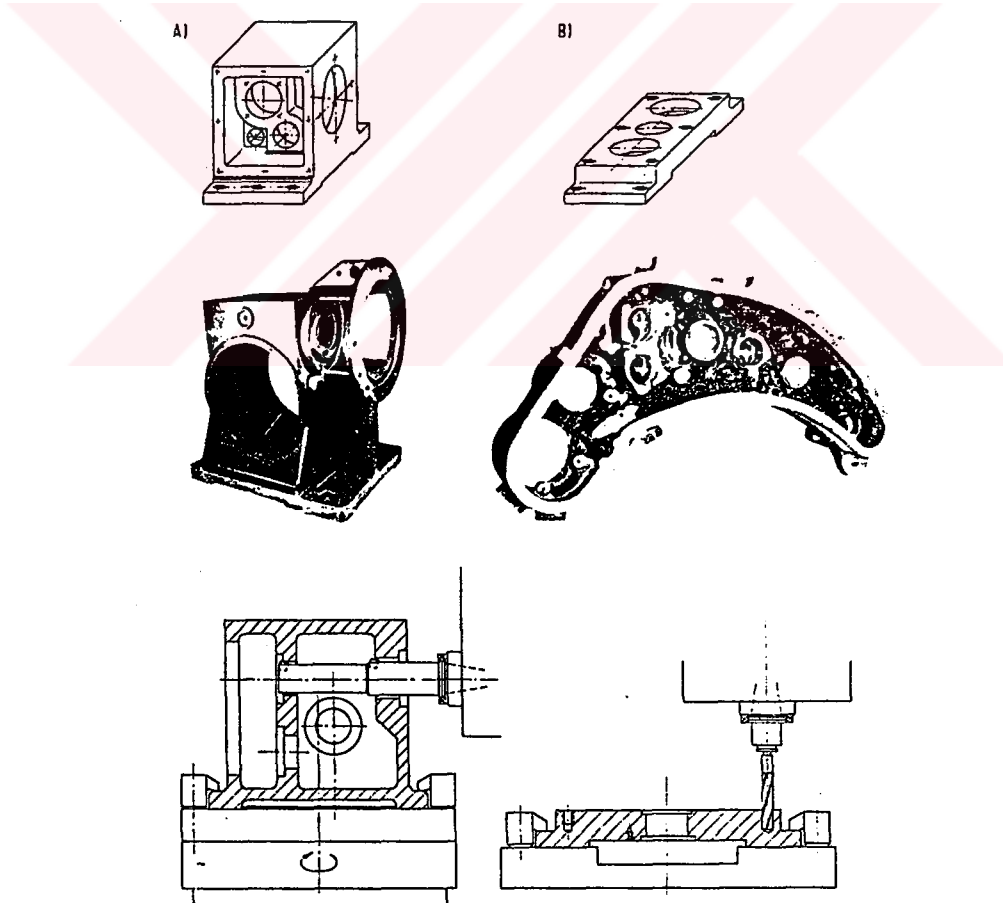
Şekil 4.2: Değişik tür ve kalitede delikler

Şekil 4.2'deki delik formları;

- A) Konum, form ve çap toleransları geniş olan delikler (IT9 veya büyük)
- B) Konum toleransı geniş, form ve çap toleransı dar olan delikler (IT 8 ve küçük)
- C) Konum, form ve çap toleransı dar olan delikler (IT7 veya daha küçük)
- D) Özel formlu delikler

Yukarıda sözü edilen formları işleme merkezlerinde gerek yatay ve gerekse dikey kolonlu tezgah tipleri ile imal edilmeleri mümkündür. Hangi tipin seçileceği formun geometrisine bağlı olmayıp iş parçasının şekline bağlıdır. İşlenecek yüzey adedi, oluşan talaşın bölgeden uzaklaştırılması ve buna benzer kriterler tezgah tipi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken noktalar. İstatiki araştırmalara göre %70 oranında yatay kolonlu, % 30 oranında dikey kolonlu tipler kullanılır.

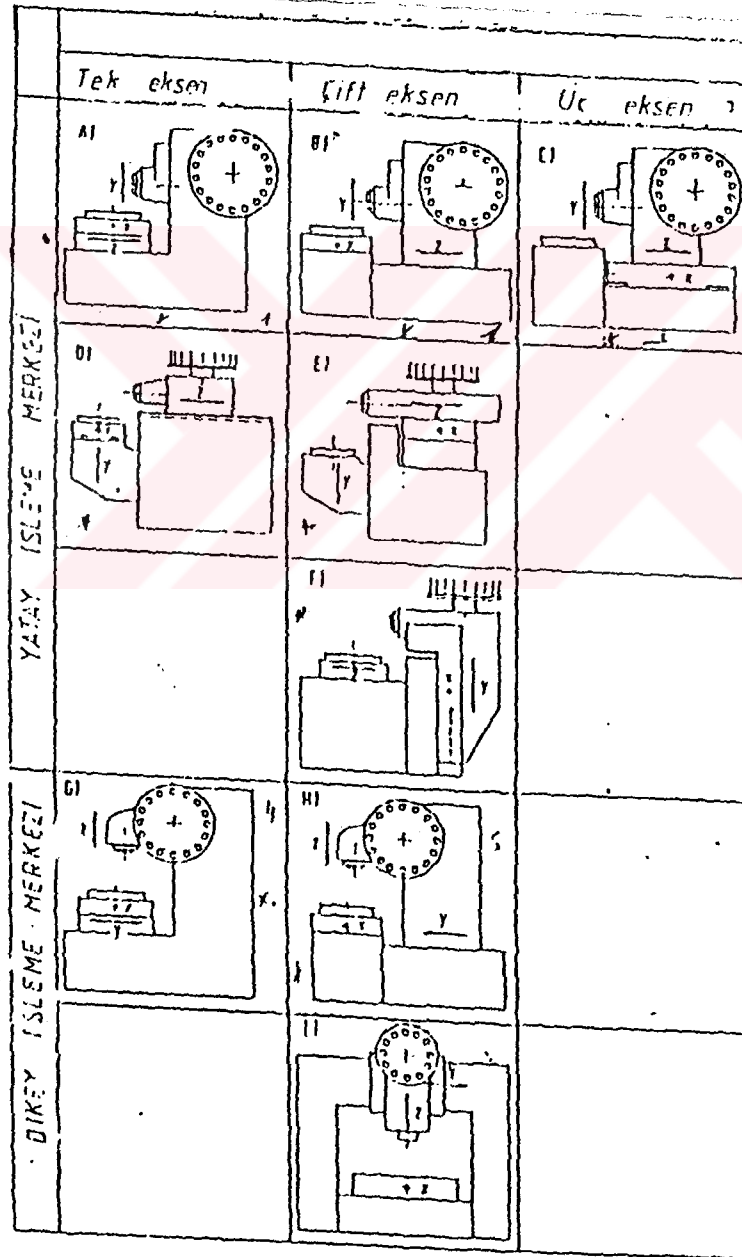
Yatay ana milli işleme merkezleri, dikey ana milli işleme merkezlerine göre daha esnek ve daha çok alternatife sahiptirler. Şekil 4.3'de işleme merkezleri ile elde edilebilecek formları bulabilirsiniz. (Spur et al, 1979)



Şekil 4.3 : İşleme merkezlerinde işlenebilen parça formları
A) Küp formu B) Düzlem formu

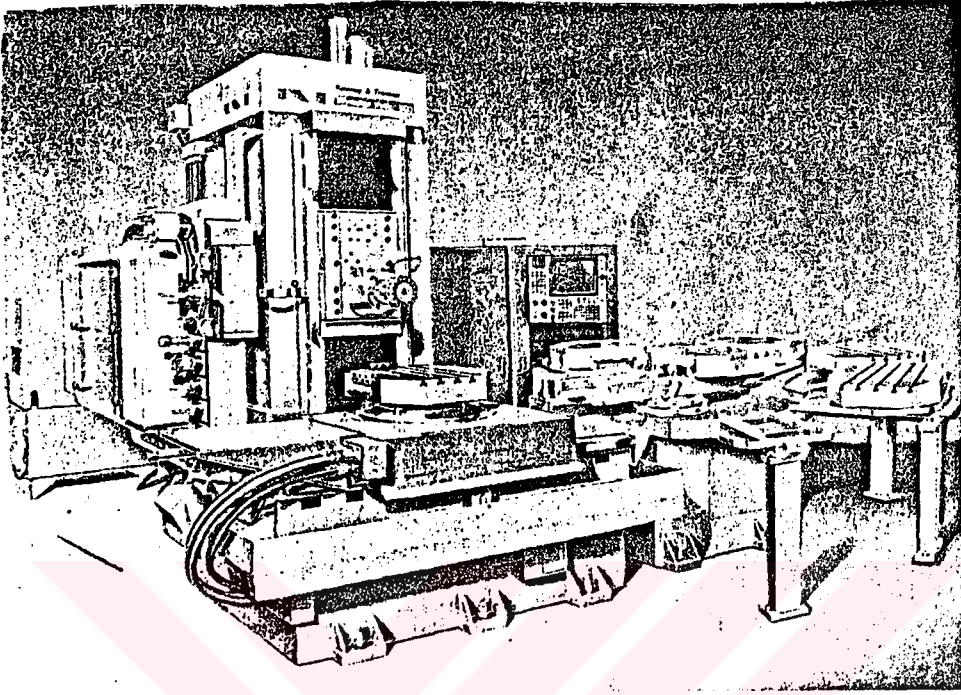
4.3. İŞLEME MERKEZLERİNİN KONSTRÜKSİYON TIPLERİ

İşleme merkezleri genellikle bir kaç ana tipi ayrılırlar. Boyut, kolon çapı, işlem aralığı, kolonun konumu, nümerik kontrollü eksenlerin sayısı ve takım mağazinin kapasitesi bu ana tiplerin ortaya çıkmasındaki kriterlerdir. Örnek olarak ana kolon konumu yatay ve dikey işleme merkezlerini birbirinden ayıran kriterdir. Ayrıca hareket eksenlerinin dağılım biçimide ayrı ayrı işleme merkezleri tiplerini oluşturur. En çok kullanılan yatay ve dikey işleme merkezleri Şekil 4.4 'de gösterilmiştir (Spur et al,1979)



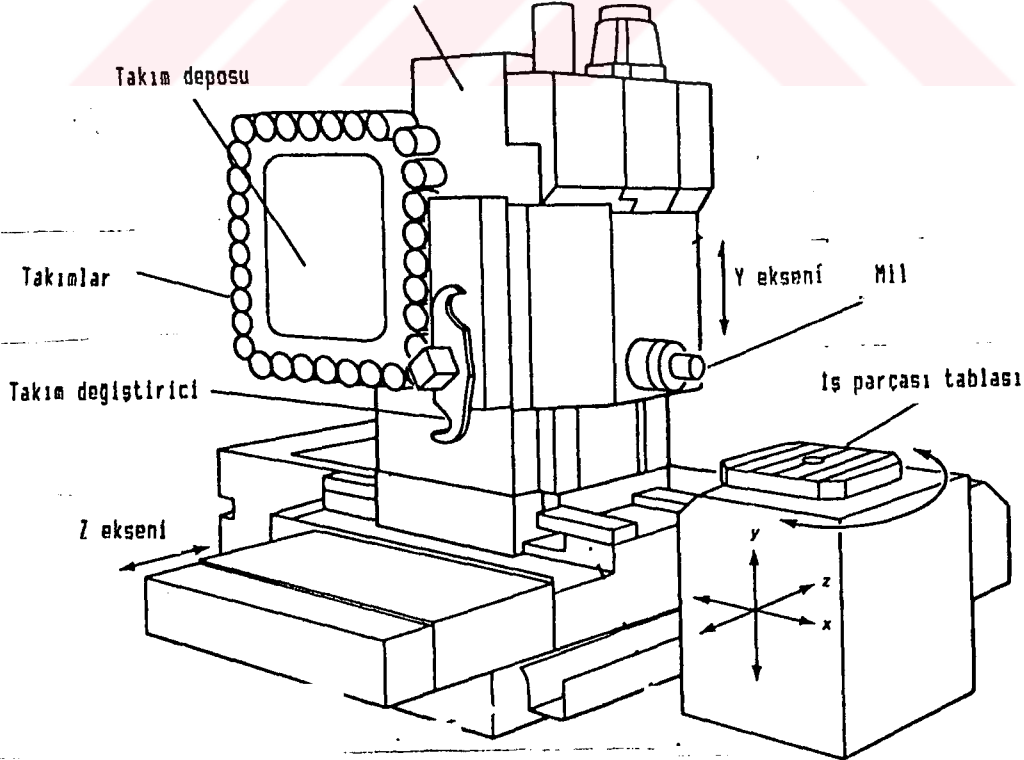
Şekil 4.4 : İşleme merkezlerinin konstrüksiyon tipleri
 A-C Yatay kolonlu işleme merkezleri
 D-F Konsollu işleme merkezleri
 G-H Düşey kolonlu işleme merkezleri
 I Portal işleme merkezleri

İşleme merkezleri bunun dışında hareketli tablalı veya hareketli kolonlu olmak üzere sınıflandırılabilirler. Hareketli tablalı işleme merkezleri küçük boyutlu parçaların işlenmesinde kullanılırlar ve iş parçasının taşınması için bir palet sistemi ile donatılmışlardır. (Şekil 4.5) (Spur et al,1979)



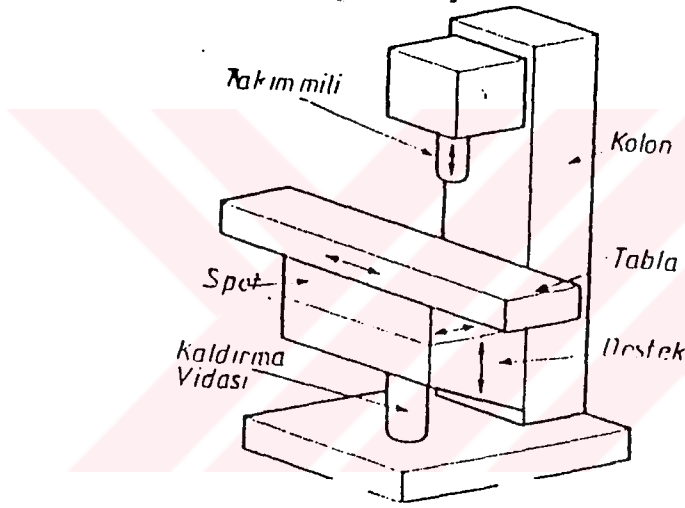
Şekil 4.5: Hareketli tablalı, paletli işleme merkezi

Hareketli kolonlu işleme merkezleri genellikle büyük boyutlu parçaların işlenmesinde kullanılır.



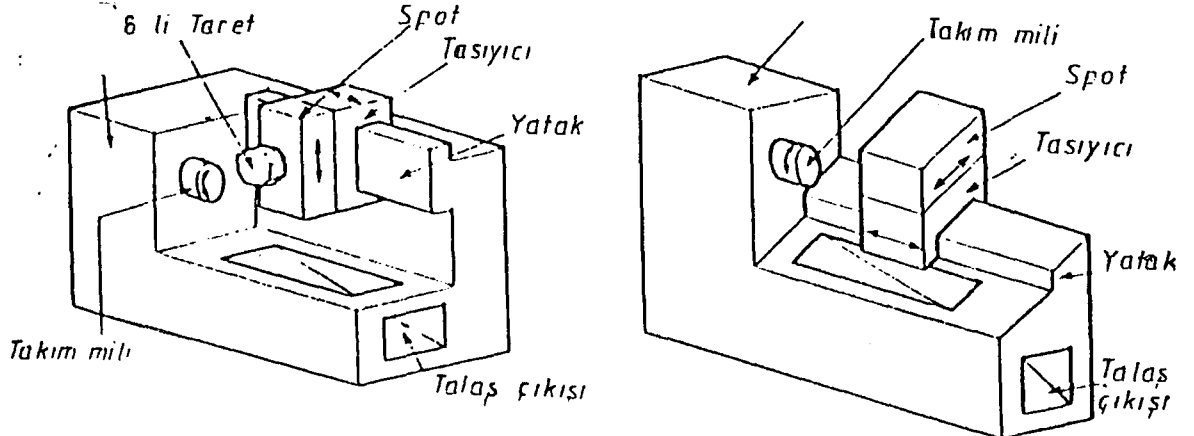
Şekil 4.6: Yatay eksenli hareketli kolonlu işleme merkezi

Takım tezgahının en önemli iki konstruktif özelliği olarak iş parçasını tuturulması ve hareket ettirilmesi, takımın tuturulması ve hareket ettirilmesidir. Bunu sağlamak için ünitelerin doğru bir şekilde birleştirilmesi gerekmektedir. Tezgahda kullanılan bütün mekanizmalar, motorlar ve diğer bağlantılar birbirlerine rijit olarak bağlanmalıdır. Talaş kaldırma operasyonlarının doğası olarak takım tezgahında değişik talaş kaldırma işlemleri yapılır. Bağlantı yapısının bu tip kuvvetler altında eğilmemesi veya herhangi bir hareket yapmaması gerekmektedir. Nümerik kontrollü tezgahlar, manual tezgahlara oranla daha yüksek talaş kaldırma kuvvetlerinin etkisinde kalmaktadır. Ayrıca bu tezgahlar kaldırılan talaşın etkisiyle daha yüksek oranda dinamik kuvvetlere maruz kalırlar. Bunun için yapının yüksek sertlik ve düşük ağırlıkla dizayn edilmesi ve titreşim rijitliğinin sağlanması bir avantajdır. Makina gövdesinde olabilecek düşük frekanslı titreşimlere izin vermemelidir. Yüksek sertlik ise uzun dönemde boyutsal kararlılık sağlar. (Thyer,1991)



Şekil 4.7 : Kolon ve destekli tip CNC

Bağlantı yapısının iki ana konstrüksiyon şekli vardır. Kolon şekli (ferzeleme ve matkaplar) ve yatak şekli (tornalama). Şekil 4.7 'de kolon ve destekli tip CNC vardır. Tabla iki yönde yatay hareket edebilecek şekildedir. Üçüncü eksen ise takım milinin düşey hareketi sağlar.



Şekil 4.8: Tornalama merkezleri

Tornalama merkezleri ise daha öncede belirtildiği gibi yatay olarak dizayn edilir. Şekil 4.8'de tornalama merkezlerinin gövde dizaynında yapılmış olan bir yeniliği görebilirsiniz. Bu dizayn şeklinde talaş serbest bir şekilde makinanın altına akar, diğer bir avantajı ise operatorün kesme işlemini daha yakından takip etmesini sağlar.(Spur et al,1979)

4.3.1 GÖVDE FORMUNA GÖRE SINIFLANDIRMA

Gövde formuna göre üç tip tezgah vardır. Tek sütunlu tezgah, tanıtıcı özelliği işleme merkezinin tezgah kolonuna dik oluşturur. (Şekil 4.4 A-C, G ve H). İşleme merkezinin konumu ile hareket eksenlerinin değişik düzenlenmesi şekil 4.4 B'de görülen alternatifini oluşturur. Tek kolonlu tezgahlarda gerek yatay ve gereksede düşey takım değiştirme düzlemleri olabileceği gözden kaçmamalıdır. Ayrıca burada işleme merkezi magazini, ana kolona 90 'lık açı ile konumlandırılmış ikinci bir takım magazini ile kullanılabilmesi gibi, buna ait özel bir takım magazinide bulundurulabilir. Bu tipin kullanım alanı çok geniş olup gerek küçük ve gereksede çok büyük adetlerde yapılan seri imalat işlemlerinde uygundur. Bu sistemin ayrı bir avantajıda tezgah boyunu X yönünde uzun tutabilme avantajıdır.

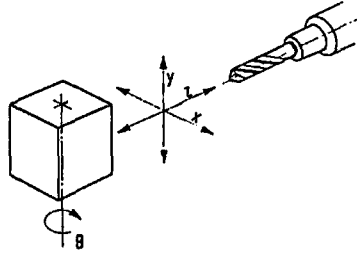
Şekil 4.4 D-F'de görülen konsol tipleri, bilinen konsollu freze tezgahlarının bir modifikasyonudur. Aralarındaki fark, X yada Z yönünde konsol bükülmesinin farklı oluşu, Y ve Z yönündeki strokların değişik olması, iş parçasının düşey hareket serbestliği ve oluşan talaş kütlesinin uzaklaştırılmasındaki değişikliklerdir. Bu neden ile ve öncelikle Y ve Z yönündeki strokların çoğunlukla sınırlı olması ve ayrıca talaşın bölgeden uzaklaştırılmasında sorunlar çıkması bu tip tezgahların boyutlarının küçük olmasına sebep olur. örnek olarak X= 800 mm, Y=500 mm ve Z=630 mm'lik bir çalışma alanı bu tezgah için üst sınırlardır. Takım magazini genellikle kolona bitişik durumdadır, takım değiştirme zamanları oldukça düşüktür. Diğer yandan takım magazininin kütlesinin büyük oluşu ve büyük kütlenin sürekli hareket içinde bulunması sistemin sakıncalı bir yönüdür. Şekil 4.4 F'deki çözüm, iş parçasının bağlama tablasının sürekli düşey hareket etmesidir.

Düşey işleme merkezleri için çift kolonlu ve portal düzenlerde geliştirilmiştir (şekil 4.4 I). Bu tip tezgahlar öncelikle çok büyük ve yassı iş parçaları için uygundur. Takım magazini genellikle tezgahın yan tarafında bulunur.

4.3.2 ANA KOLON VE EKSEN DÜZLEMİNE GÖRE SINIFLANDIRILMA

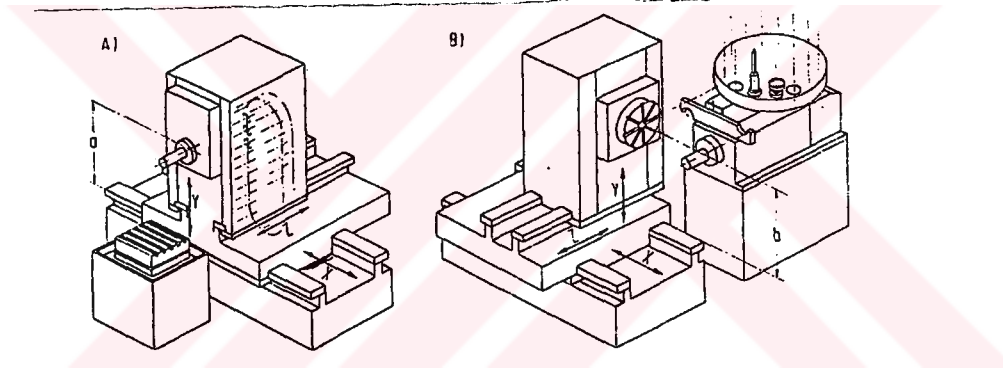
Sınıflandırma kriteri olarak eksenlerin düzeni göz önüne alınırsa, üzerinde öteleme yapılan X,Y,Z eksenleri esas olur. Bu eksenlerin tanımları VDI 3255, DIN 66217 ve ISO R841 normlarında yapılmıştır. Yatay ana kolonlu işleme merkezleri için aşağıdaki bilgiler verilebilir.(şekil 4.9)

-) X takımın yada iş parçasının ana kolon eksenine dik yönde yatay hareketini gösterir.
-) Y takımın yada iş parçasının ana kolon eksenine dik yönde düşey hareketini gösterir.
-) Z takımın yada iş parçasının ana kolon eksenine yönünde yatay hareketini gösterir.
-) B Dairesel tablanın dönme hareketinin yönünü gösterir.(Spur et al,1979)



Şekil 4.9 : Yatay ana kolonlu işleme merkezlerinde hareket yönleri ve gösterimi

Takımın yada iş parçasının hareketli olması önemli olmadığından işleme merkezlerinin konstrüksiyonunda pek çok çeşitleme yapılabilir. Bunlardan en önemlileri, bütün hareketlerin takım tarafından (şekil 4.10) X,Y,Z yönünde yapıldığı tip ile bütün bu hareketlerin iş parçası tarafından yapıldığı tipdir.



Şekil 4.10: Yatay ana kolonlu işleme merkezlerine ait iki konstrüksiyon örneği

A) Bütün hareketlerin takım tarafından yapıldığı

B) Bütün hareketlerin iş parçası tarafından yapıldığı

A) Bütün hareketin takım tarafından yapıldığı işleme merkezleri;

Avantajları

-) İş parçası tablası ve talaş plakası sabittir.
-) Parça bağlama ve sökme kolaylıkla gerçekleştirilebilir.
-) Boyutları büyük ve ağır iş parçaları için uygundur.
-) İki ayrı iş tablası ile çalışabilir.
-) Tablalar kolaylıkla değiştirilebilir.
-) Tablalar değişik konstrüksiyonlarda olabilir.
-) Gövde yatakları X yönünde serbestçe uzatılabilir.

Dezavantajları

-) Çapraz kızak konstrüksiyonu nispeten pahalı
-) Üst üste konumda bulunan X ve Z eksenleri nedeni ile düşük sabitlik.
-) Takım magazini en azından X eksen yönünde hareketli olmalıdır.
-) X eksen doğrultusunda hareket eden kütleler oldukça büyüktür.
-) Boru, kablo ve hortum kısımlarının yıpranması fazla olur.

B) Bütün hareketlerin iş parçası tarafından yapıldığı işleme merkezleri;

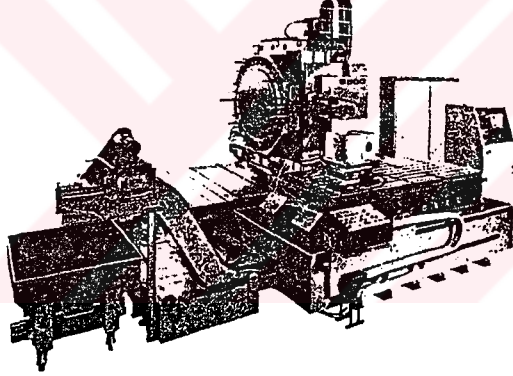
Avantajları

-) Sabit ana mil
-) Sabit takım magazini

Dezavantajları

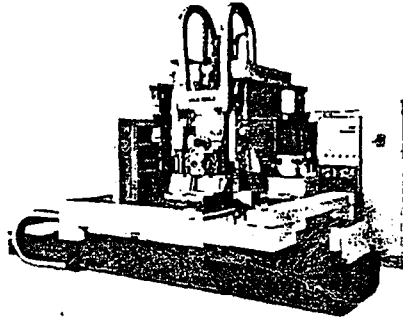
-) Çapraz kızak konstrüksiyonu nispeten pahalı
-) Yükleme ve boşaltma zordur.
-) Hafif iş parçaları için uygundur.
-) Palet değişimi zordur.
-) Boru, hortum ve kablo yıpranması fazladır.

Şekil 4.11 'de görülen yatay ana eksenli , orta büyüklükte ve işleme merkezli tezgâhta X,Y ve Z yönündeki bütün hareketler takım tarafından yapılır. İş parçası bağlama tablasının üzerine sabittir. Bunun sol yarısı üzerinde döner bir tablo düzenlenmiştir. Bu tablo Nümerik Kontrol sisteminde dördüncü eksen olarak kabul edilebilir. Kübik geometrili iş parçalarının işlenmesi durumunda bu türden iki adet iş parçası yanyana bağlanabilir ve sarkaçlı işleme mümkün olur. (Spur et al, 1979)



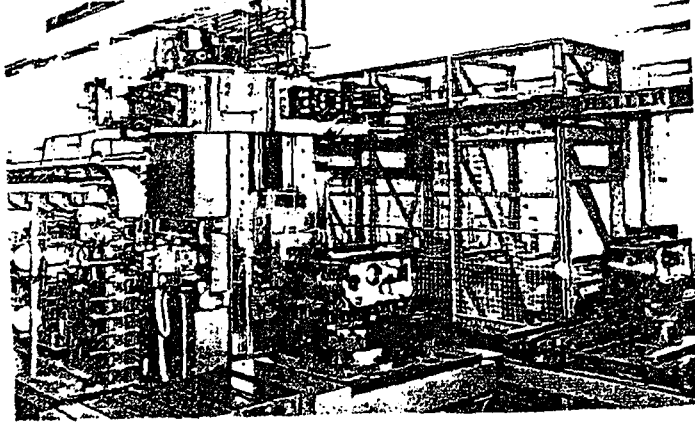
Şekil 4.11: Yatay ana eksenli orta büyüklükte ve sabit bağlama tablalı işleme merkezi; Bütün hareketler takım tarafından yapılmaktadır.

Şekil 4.12 'de görülen tezgâhta hareket eksenleri öyle dağılmıştır ki Y ve Z eksenleri üzerinde takım hareket ederken, X ekseninde iş parçası hareket eder. Bu tezgâhta ayrıca bir palet değiştirme sistemi bulunmakta ve zincir sistemli magazin ise sabit konumdadır.



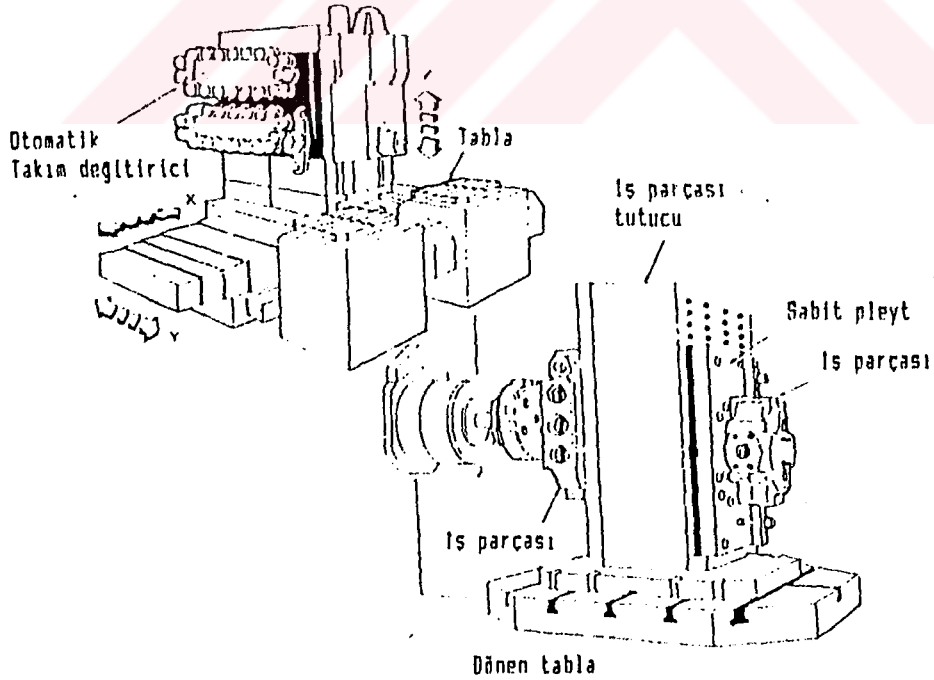
Şekil 4.12 : Yatay eksenli orta büyüklükte işleme merkezi

Şekil 4.13 'da görülen işleme merkezinde ise Y eksenli yönünde takım hareketi, X ve Z eksenleri yönünde ise iş parçasının hareketi vardır. Takım magazini tezgahın yan tarafında düzenlenmiştir. Bu tezgah gerektiğinde kademeli delme kafaları tek çaplı delme kafaları ile otomatik olarak değiştirilebilir.



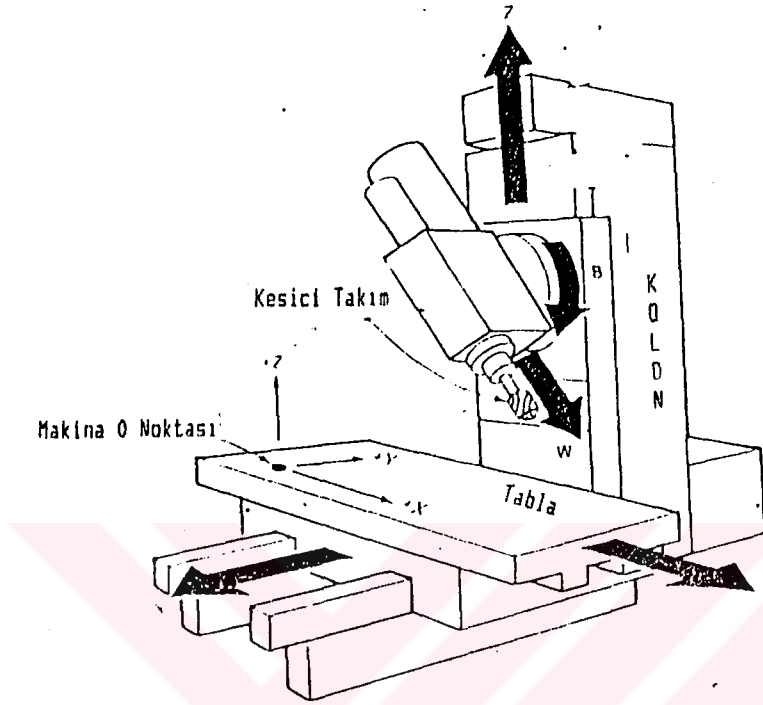
Şekil 4.13 : Yatay eksenli ve çapraz tablalı işleme merkezi

Şekil 4.14 'de otomatik takım değiştirmeli yatay işleme merkezi bulunmaktadır. İki veya dört yanlı sütun tipi sabitleyiciler çok çeşitli bağlama olanağı sağlar. (DeGarma et al, 1988)



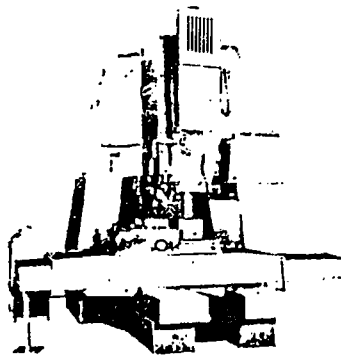
Şekil 4.14 : Otomatik takım değiştirmeli yatay işleme merkezi

Şekil 4.15 'de ise beş eksenli düşey ana milli işleme merkezi görülebilir.



Şekil 4.15 : Beş eksenli düşey ana milli işleme merkezi (DeGarma et al,1990)

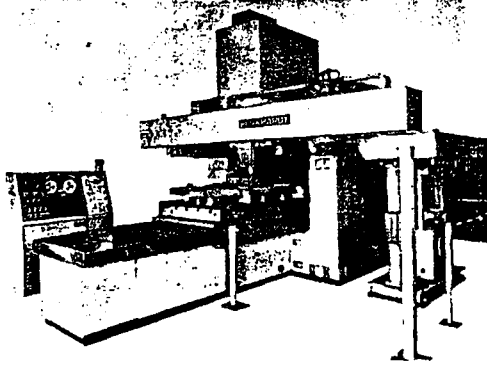
Burada pekçok varyasyon olanakları mümkündür. İmalat maliyeti ve stabilite gibi nedenlerden kaynaklanan iki konstrüksiyon tipi geliştirilmiştir; Çapraz tablalı kolonlu tezgahlar ve Y yönünde uzun hareket mesafelerine olanak sağlayan Çapraz kirişli portal tezgahlar. Şekil 4.16'de görülen düşey eksenli işleme merkezinde X ve Y eksenleri yönündeki hareketler iş parçası tarafından ve Z eksenli yönündeki hareketler ise takım tarafından yapılır. takım magazini,yer tasarrufu sağlayabilmek amacı ile portal formda düzenlenmiş olan tezgah kolları arasına yerleştirilmiştir.Kimi tezgahlarda ise bu magazin kolon yanlarında da olabilir. (Krar et al,1990)



Şekil 4.16: Düşey ana eksenli ve çapraz tablalı

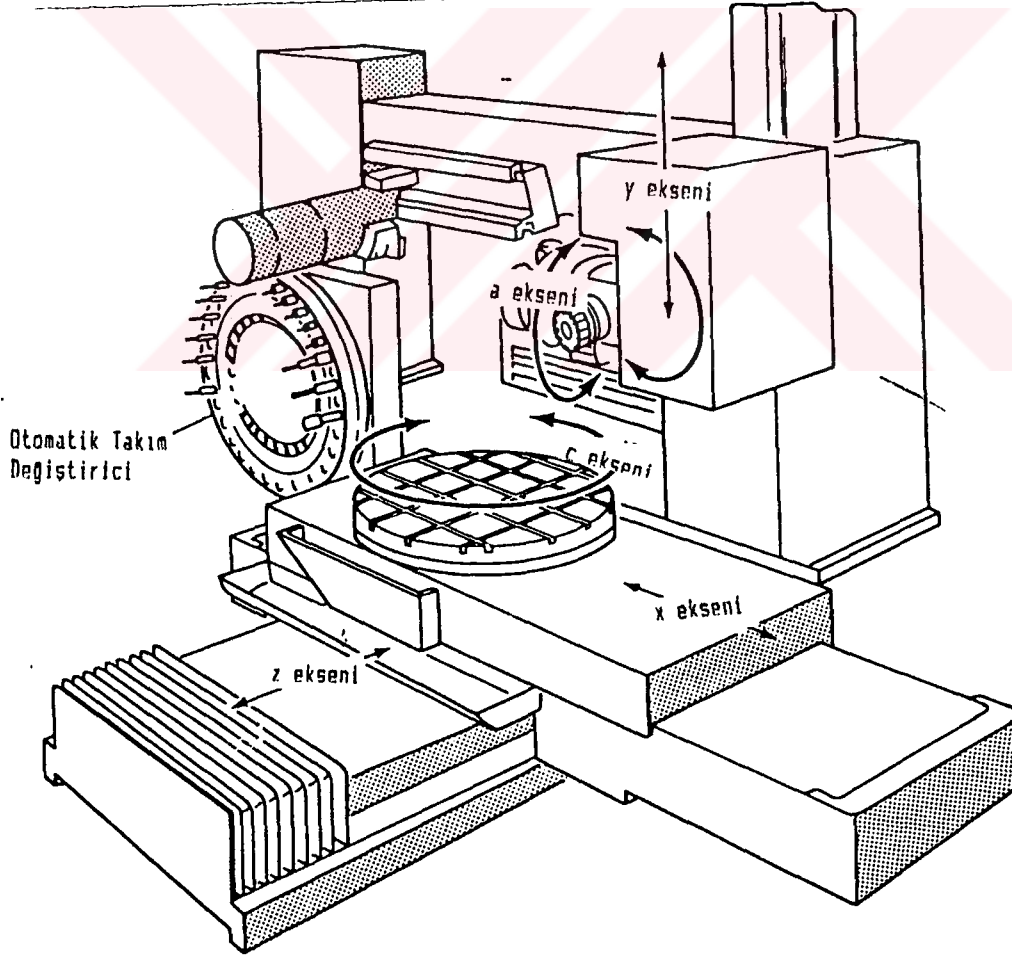
Şekil 4.17'deki düşey eksenli işleme merkezi büyük boyutlu iş parçalarının işlemesine uygun olarak düşünülmüş çift sütünlü bir tezgahtır.Burada iş

parçası hareketini X yönünde yaparken Y ve Z yönlerinde takımın hareketli olduğu izlenir. Takım magazini sütunlardan birinin yanında ve dikey olarak düzenlenmiştir.



Şekil 4.17: Dikey ana eksenli portal işleme merkezi

Şekil 4.18'de beş eksenli yatay ana milli işleme merkezinin şematik diyagramını görebilirsiniz.(Metals handbook)



Şekil 4.18 : Beş eksenli yatay ana milli işleme merkezi

4.4 İŞLEME MERKEZLERİNİN TİPİK İŞLEM SIRASI

İşleme merkezleri pahalı yatırımlar gerektirdiğinden mümkün olduğu kadar verimli ve karlı olarak işletilmelidir. Her kesici takım takım tutucuya çap ve boyut olarak tanıtarak, işlem anında herhangi bir ayara gerek duyulmadan mile yerleştirilebilmelidir. Takım program tarafından çağırıldığında takım gövdesi etrafındaki sensor tarafınca tanımlanarak çok kısa zamanda takım değiştirici tarafından işleme merkezinin miline bağlanır.

Bir başka gelişmede insansız işleme merkezleridir. Bu ünitelerde 15,20 veya daha fazla sayıda parça makinanın yanındaki palete yüklenir ve sırayla otomatik olarak makinada işlenirler.

İkinci veya üçüncü vardiya esnasında işçilik pahalı buna karşılık elektrik enerjisi maliyeti düşüktür. Kontrol ünitesi mil hızı ve torkunu kontrol eder ve ek olarak ilerleme hızını ayarlar. İşleme merkezlerinde takımın aşınmasını kontrol eden sensörlerde vardır. Takımlar eğer programlanmış limitlerden fazla aşınmış ise makina tarafından sinyal verilir.(Spur et al,1979)

4.5 İŞLEME MERKEZLERİNİN KONSTRÜKTİF ÖZELLİKLERİ

Amaçlanan ölçü ve form tamlığına ulaşılması için işleme merkezlerinin yeterli bir rijitlikte olması gerekmektedir.Rijit bir konstrüksiyon sayesinde işlenecek parçanın dar toleranslar içinde kalması sağlanabilir. Yatak yüzeylerinin sertleştirilmiş yüzeyler ile donatılması, kızak profillerinin ve aralıklarının hassas işlenmiş olması gibi durumlar öncelikli olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Ana eksenin kademesiz ayarlanabilir dönme sayıları ile ya da sık kademeli dönme sayıları ile kumanda edilebilmesi için bir doğru akım motoru tercih edilmelidir.Statik ve dinamik yönden rijit olan ana eksen ve ana eksen yatakları yüksek tahrik güçlerinin uygulanmasına ve yüksek kesme (talaş) güçlerinin elde edilmesine olanak verir. Ana eksen yataklarındaki hassasiyet ise sıcaklık dengelenmesi özenle yapılmış simetrik konstrüksiyonu gerekir.

Dinamik yönden rijit bir tahrik mekanizmasının elde edilmesi için son zamanlarda düşük devirli doğru akımlı servo motorlar kullanılmaktadır. Bunların üstün yönleri; dişli kutusu gerektirmeksizin ana eksen ile doğrudan bağlanabilmelerinden kaynaklanabilmektedir. İvmelerin büyük oluşu ve değişik devir sayılarına hızlıca uyum sağlamaları yan zamanları kısaltmaktadır.

İşleme merkezlerinin konstrüksiyonunda dikkat edilmesi gereken noktalardan birkaçı da; takım takma ve değiştirme zamanlarının kısa olması, bakım ve onarımın kolayca yapılabilmesi, yardımcı donanımların yeterince bulunması gibi konulardır.(Spur et al,1979)

4.6 AMAÇLANAN İŞLEM TAMLIĞI İÇİN GEREKLİ KOŞULLAR

Bir tezgahın işlem tamlığı için gerekli olan konu takım ile iş parçası arasındaki bağıl hareketin sapmalarının iyice bilinmesidir.Sözü edilen sapmalara neden olan değişik kaynaklı durumlar vardır.Bunlar arasında öncelikli olarak sayılması gerekenler statik ve dinamik faktörler, ısı faktörler, aşınma ve konum hataları ile kızaklardaki doğrusalıklardan sapmalar gibi faktörlerdir.

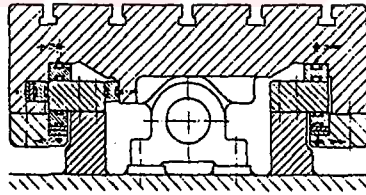
Geometrik hatalar üretimden kaynaklanan hata türleridir ve ortadan kaldırılamazlar. Çünkü konstrüksiyon elemanlarının boyut, form ve yüzey kalitesi bakımından ancak belirli toleranslar içinde üretilebildiği bir gerçektir. Bir tezgahdaki geometrik hataların toplamı, biçimlendirme prosesi ile montaj sırasında oluşan hataların toplamından ibarettir. Montajda gösterilecek özen ve parçaların yalın bir geometride olması gibi faktörler geometrik hataların toplamını belli ve dar sınırlar içinde tutulmasını sağlayabilir.

İşleme merkezleri için önemli bir konu da takımların konumlarındaki tamlıktır. Ana katondaki özel bir düzen kesici takımın her seferinde aynı açı ile bağlanmasını sağlayarak olası dönme hatalarını en aza indirilmesini sağlar. Takım ile yuva arasında kirlerin birikimini engellemek için takım değişimi sırasında basınçlı hava püskürtülerek bölgenin temiz kalması sağlanır.

Statik biçim değiştirmeler ise takım tezgahının ve iş parçasının ağırlıkları nedeni ile oluşur. Kanalların özenle desteklenmediği durumlarda işlem tamlığı olumsuz yönde ve yüksek oranda etkilenir. Bunlar konsol konstrüksiyonunun tipik problemleridir.

Talaş kaldırma kuvvetlerinin farklı etkileri, iki kuvvet türünün ortaya çıkmasına neden olur. Bunlardan birincisi; matkaplama işleminde ana eksen yönünde etkili olan ilerleme kuvveti, ikincisi ise frezelemede değişken yönlü ilerleme kuvvetleridir. Piyasadaki özel donanımlar yukarıda adı geçen kuvvetlerin tezgah rijitliği üzerine olumsuz etkisini olabildiğince azaltmak için geliştirilmiştir.

Çok büyük boyutlu işleme merkezleri bir tarafa bırakılırsa kaymalı kızaklar döküm yerine plastik malzemeden, sertleştirilmiş çelik yerine dövülmüş çelikten yapılır. Şekil 4.19'da böyle bir konstrüksiyon şeması görülmektedir.

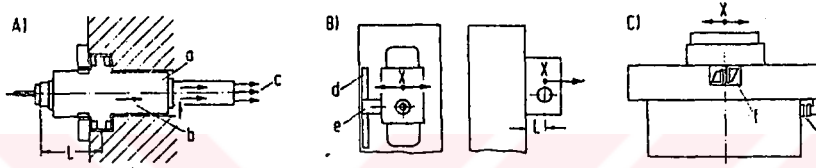


Şekil 4.19 : Hadde elemanlı kızaklar

Ağır koşullarda talaş kaldıran tezgahlar için (örneğin türbin kanatlarının üretimi) bitişik sistemlerde düşünebilir. Bunların avantajı yuvarlanma sürtünmesi katsayısının düşük olması ve kaba talaşlı işleme sırasında yüksek sönümlenme kabiliyeti yardımı ile tezgahın stabilitesini yükseltmeleridir.

Statik biçim değiştirmeler yanısıra tezgahın dinamik davranışı da önemlidir. Pekçok işleme merkezinde birim zaman içinde öylesi talaş hacimlerine ulaşır ki, tezgahın dinamik davranışlarında olağan dışı isteklerin bulunmasına gerek kalmaz. Yataklar o şekilde seçilmelidir ki yüksek dönme sayıları bölgesinde bile (Örneğin 20-4000 dev/dak) gerek aksenal ve gereksede radyal yönde yeterince yüksek bir tezgah rijitliği bulunsun. (Spur et al, 1979)

Tezgahlardaki yüksek otomatikleşme; ısıl nedenlere bağlı biçim değiştirmelerin hemen hemen tümü ile bertaraf edilmesini ya da en azından dengelenmiş olmasını gerektirir. Bu durum ısı kaynaklarının özenle düzenlenmesi gibi konstruktif önemlerde sağlayabilir. (örneğin hidrolik düzenin tezgah dışında bulunması gibi). Güç kayıpları öncelikle dişli kutusunda olduğu düşünülürse, kavramalı kutular yerine doğrudan alın dişlilerinin kullanılması ve aynı zamanda ömrü uzatıcı etkili bir yağlama ile bu kayıpların en aza düşürülmesi mümkündür. Isı kaynakları takım ile iş parçası arasındaki karşılıklı konumda hiçbir değişiklik olmayacak şekilde düzenlenmelidir (Şekil 4.20 A). Termosimetrik bir konumlandırma ile ana eksenin X yönündeki uzamaları engellenerek dairesel tabla ile çatışmada hatalar ortadan kalkmış olur. (Şekil 4.20 B). Tek yönlü işlem birimlerinde (Şekil 4.20 B). L uzunluğuna bağlı olarak sıcaklık değişimlerinde ön ve arka yataklarda farklı uzamalar olabilir.



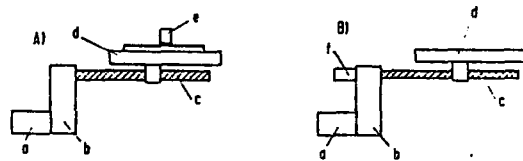
Şekil 4.20: Isı etkileri ve ölçme düzeni

- A) Isı kaynaklarının etkisi(a-Dişli kutusu,b-genleşme,c-akış yönü)
 B) Ölçme düzlemlerinin termosimetrik konumu (d-cetvel,e-sürtme kontağı)
 c) Çapraz kızakta ölçme düzlemi(f-doğru,g-yanlış)

Sıcak talaşların neden olduğu bölgesel ısınmalar ise oluşan talaşların bölgeden süratle uzaklaştırılması ile engellenebilir.

Isıl biçim değiştirmeler nedeni ile işlem tamlığını etkileyen durumları yok edebilmek için bir başka yol ise tezgahın bazı parçalarını ısıtarak tezgahta ısı dengesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla belli noktalarda sıcaklık ölçmeleri yapılarak ve nümerik kontrol sistemine ısıl genleşme katsayılarına bağlı olan düzeltme faktörlerini depolayarak böyle bir ısı dengelemesi mümkündür.

Bugün kullanılan iletme sistemlerinin aşınma durumu önemini büyük oranda yitirmiştir. Yuvarlanma elemanlarının sertleştirme derinlikleri yeterli düzeyde ise rulmanlı yataklardaki aşınmalar göz ardı edilebilecek kadar küçüktür. Arı politekrafloretilen (PTFE) kullanılması durumlarında ortaya çıkabilecek önemli yüzey pürüzlülükleri işleme kalitesini olumsuz yönde etkiler. Bu türden plastik malzemelerin bazı dezavantajları bugün artık bilinmektedir.

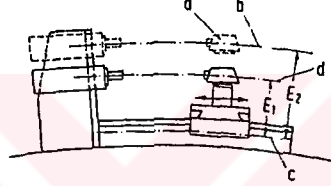


Şekil 4.21 : A) DOĞRUDAN ÖLÇME
 B) DOLAYLI ÖLÇME

a-motor, b-dişli kutusu, c-tahrik mili, d-kızaklar, e-liner ölçme sistemi, f-dönel ölçme sistemi

Linear sinyal iletimindeki sapmalardan birinci derecede ters akım sorumlu tutulur. Böyle bir sapmanın iş parçasındaki etkisi yol ölçümünün doğrudan ya da dolaylı yapılmasına bağlıdır (Şekil 4.21). Doğrudan yol ölçmelerinde takım ile iş parçası arasındaki bağıl konum ölçülür. Bu yöntemde yörüngede oluşan sapma yeterli bir duyarlılıkla ölçülemez.

İş mili ekseni ile ölçme mili çakışmadığında (Şekil 4.22) yukarıda belirtilenlere ek sapmalar oluşabilir. Şekil 4.20'de sürtme kontağının ana koluna göre isabetli konumu görülmektedir. Bu durumda ısı etkileri etkili biçimde engellenebilmektedir. Şekil 4.20 C'de ölçme düzeninin uygun ve uygun olmayan konumları karşılıklı olarak verilmiştir. Çapraz kızaktaki yataydan çok az sapmalar bile doğrudan yol ölçümlerini engeller ve yüksek oranda hatalı ölçümlere yol açar. Şekil 4.22'de iş mili ekseni ile ölçme ekseninin çakışmaması sonunda tezgahın işlem tamlığı üzerindeki etkileri gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.22: İş mili ve ölçme sistemleri arasındaki sapmalardan kaynaklanan ölçme hataları
a-ölçme cihazı, b-ölçme ekseni, c-tezgah ölçme ekseni, d-iş mil eksenini

Dolaylı ölçme sisteminde bağıl konum rulmanlı yatak ekseninde ölçülen bir açı ile saptanır. Ters akımdan sorumlu elemanlar iş parçasında hataya neden olurlar. Rulmanlı yataktaki biçim değiştirmeler yaklaşık % 47 ile iş parçasında oluşan hataların çoğunluğundan sorumludurlar. (Spur et al, 1979)

4.7 TAKIMLAR

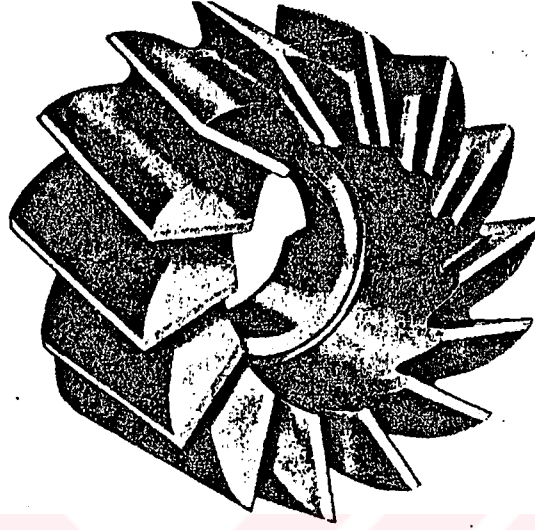
İşleme merkezlerinde, istenilen şekillerin elde edilmesi için çok fazla çeşit ve şekillerde takımlar kullanılır. Tornalama, frezeleme ve matkapla delme gibi işlemlerde kullanılan malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri sebebiyle pahalıdır. Bu yüzden kesici takımların mümkün olduğu kadar küçük olması gerekmektedir.

İşleme merkezlerinde kullanılan takımlar yüksek hızlara dayanıklı olmalıdır. Genellikle bir parçanın işlenmesi için birden fazla takım kullanılır. Nümerik kontrolün daha yararlı bir şekilde kullanılması için gereken takımın istenildiği anda işleme hazır olması gerekmektedir. Bunun dışında verimliliğin artmasında takım değiştirmenin mümkün olduğu kadar kısa zamanda yapılabilmesine bağlıdır.

Yapılan araştırmalar sonucunda normal bir çalışma süresi içinde harcanan zamanın % 20 'si frezeme, % 10 'u borlama ve % 70 'ide delik delme işlemlerine harcanmaktadır. Konvansiyonel bir freze tezgahında işleme süresi gerçek zamanın % 20'sini almasına karşılık bu süre işleme merkezlerinde % 75 'lere kadar çıkabilmektedir. Bunun sonucunda takım kullanma ihtiyacının artmasından dolayı takım tüketimi artmıştır.

Kullanılan takımları şu şekilde tanımlayabiliriz. (Krar et al, 1990)

a) Frezeler ; şekil 4.23 'de görebileceğiniz. Freze çakıları, işleme merkezlerinde geniş olarak kullanılmaktadır. Bu kesiciler yüzey işleme, pocket ve çevresel işleme işlemlerinde sıkça kullanılır.



A



B

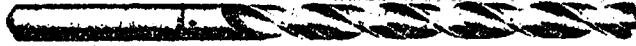


C

Şekil 4.23 : Freze çakıları

A) Yüzey freze B) İki ağızlı freze C) Dört ağızlı freze

b) Matkaplar ; matkaplar delik işlemede kullanılırlar. Delik delmek için mümkün olan en kısa matkabın seçilmesi önerilmektedir. Çap ve uzunluğun artması, deliğin yerinde ve genişliğinde hatalar yaratır. Şekil 4.24'de işleme merkezlerinde kullanılan matkapları görebilirsiniz.



A



B



C

Şekil 4.24 : İşleme merkezlerinde kullanılan matkaplar

c) Punta matkapları ; punta matkapları, matkapların ilk delme işlemlerinde doğru delik pozisyonundan delmeye başlamasını sağlar. Bunların dezavantajı, dikkatsizce kullanıldığında kolayca kırılmasıdır.



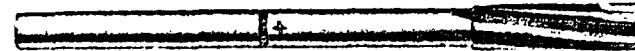
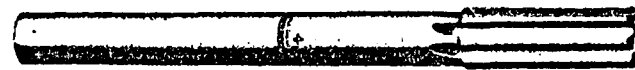
Şekil 4.25 : Punta matkabı

d) Kılavuzlar ; kılavuzlar, vida dişi açmak ve deliklerin içinde kalan talaşı dışarı çıkarmak için kullanılırlar.



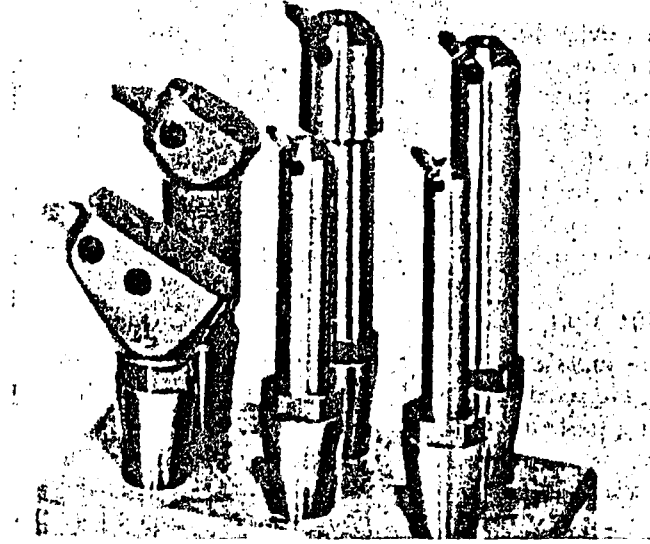
Şekil 4.26 : Çeşitli kılavuzlar

e) Raybalama takımları ; şekil 4.27 'de görebileceğiniz raybalama takımları, tam boyut ve iyi bir yüzey kalitesi sağlamak için kullanılır.



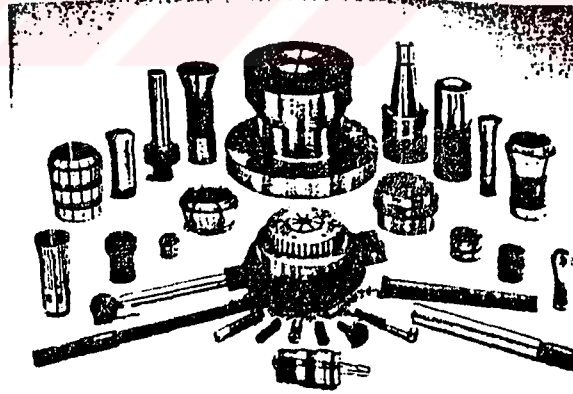
Şekil 4.27 : Çeşitli raybalar

f) Delik işleme takımları ; daha önce matkap ile delinmiş yüzeylerin son işleminde kullanılırlar. Bu işlem genellikle tek kesme noktalı takımlar ile sağlanır. Buradada rijitlik ön plandadır. Takımın çapı ve uzunluğu dikkate alınmalıdır. Takımın uzunluğu ve çapı arasındaki oran 1:1 iken olan rijitlik bu oran 4:1 iken olandan tam 64 kat fazladır.



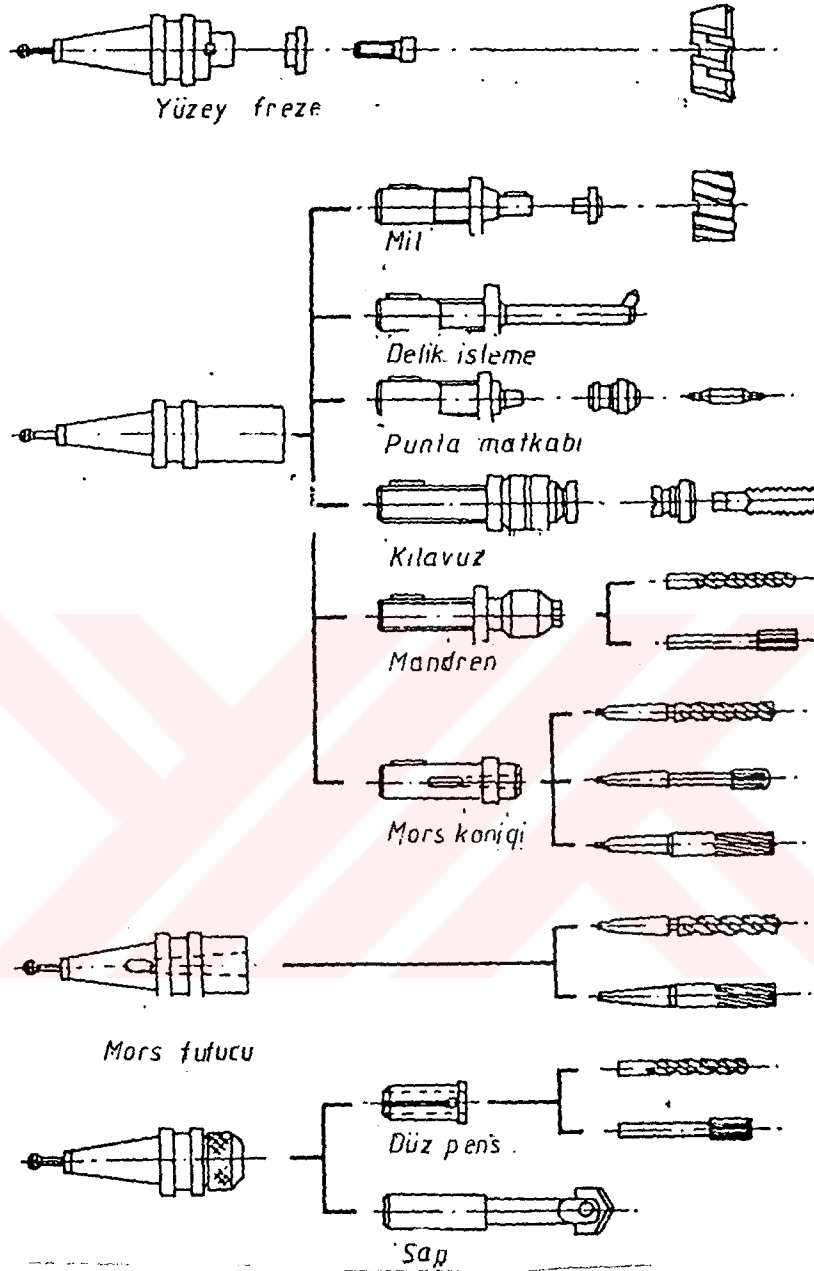
Şekil 4.28 . Tek noktalı delik işleme takımları

4.7.1 Takım tutucular : İşleme merkezleri çok sayıda değişik işlemin yapıldığı, fazla sayıda çeşitli takımların kullanıldığı makinalardır. Takımların, makina miline mümkün olduğu kadar çabuk ve doğru bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple takım tutucuların takımın herhangi bir etkiye maruz kalmadan işlemini yapmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Bu kesici takımı tutma şekilleri ise işleme bağlı olarak değişir. İşleme ve tornalama merkezleri için dizayn edilen takım tutucular herhangi bir burkulma veya eğilmeye maruz kalmayacak şekilde tutulmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Nümerik kontrollü işleme merkezlerinde en çok kullanılan takım tutucular penslerdir.(Krar et al,1990)



Şekil 4.29 : İşleme merkezlerinde kullanılan pensler

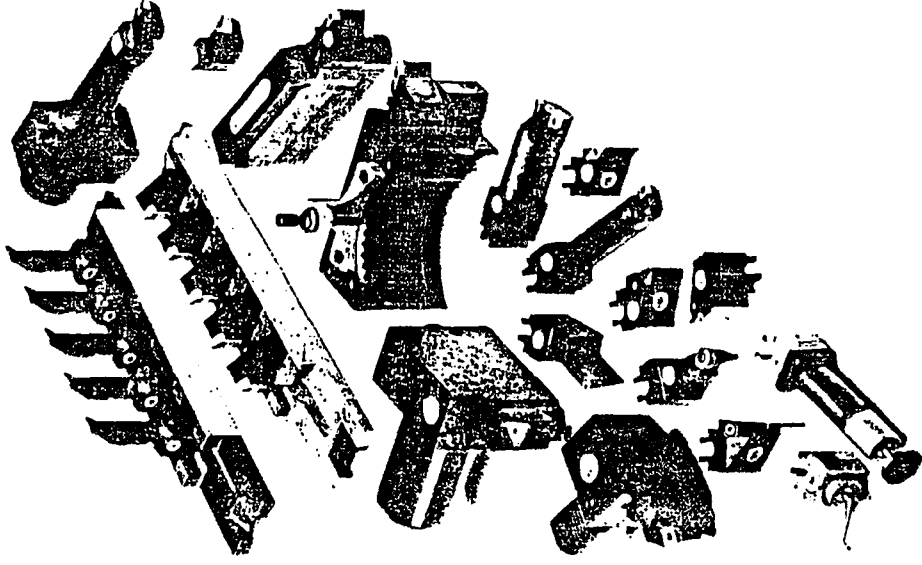
Değiştirilebilir taretler işleme merkezlerinde kesici takımların yerleştirildiği depolardır. Otomatik olarak değiştirilebilir. Taretlerdeki problemlerden biride sınırlanmış takım sayısıdır. Taretlerdeki istasyon sayıları dört ile oniki arasında olabilir. Taret kullanmanın avantajı takım değiştirme zamanının kısaltılmasıdır.(Thyer,1991)



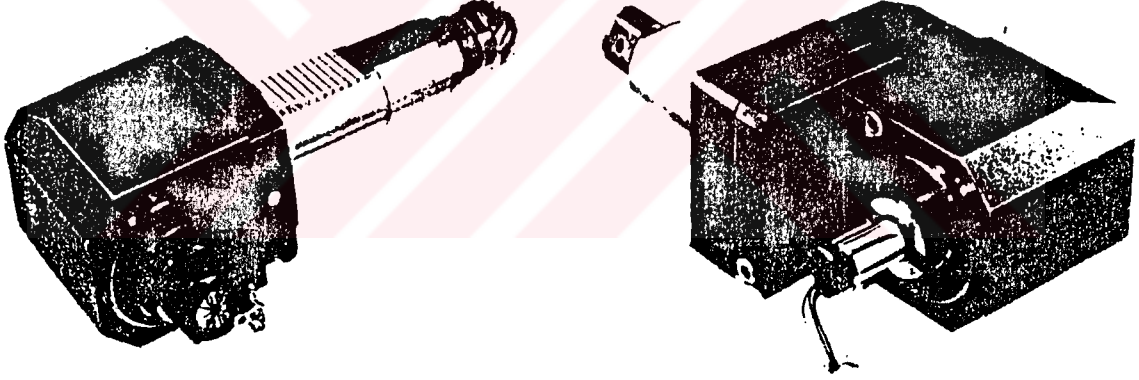
Şekil 4.30 : Takım tutucular

4.7.1.1 Tornalama merkezlerinde takım tutma : Tornalama merkezlerinde gereken takım sayısı işleme merkezlerine gerekenden daha azdır. Kullanılan takımlar çeşitli boyutlarda olabilirler. Tornalama merkezlerinde el ile takım değiştirme , takım magazin kullanılsada, en yaygın uygulama turretlere dir. Kesici takımlar özel tutuculara bağlanır (Şekil 4.31). Karterlerin tipi ve dizaynı imalatçısına göre değişir. İşleme merkezlerinde turretlere kullanıldığı zaman set-up sırasında programcı gereken bütün takımları makineye yüklemek zorundadır.

Frezeleme-tornalama merkezlerindeki turretlere tornalama takımları bağlanabilir. Üç değişik tip takım Frezeleme-tornalama merkezlerinde kullanılabilir. Şekil 4.32 'a ve b'de görülen takımlar frezeleme ve torna işleminde yuvarlak kesici takım bağlanarak kullanılır. 20 mm çapa kadar olan takımlar 4000 dev/dak hızla a şeklindeki başa bağlanırlar.(Thyer,1991)



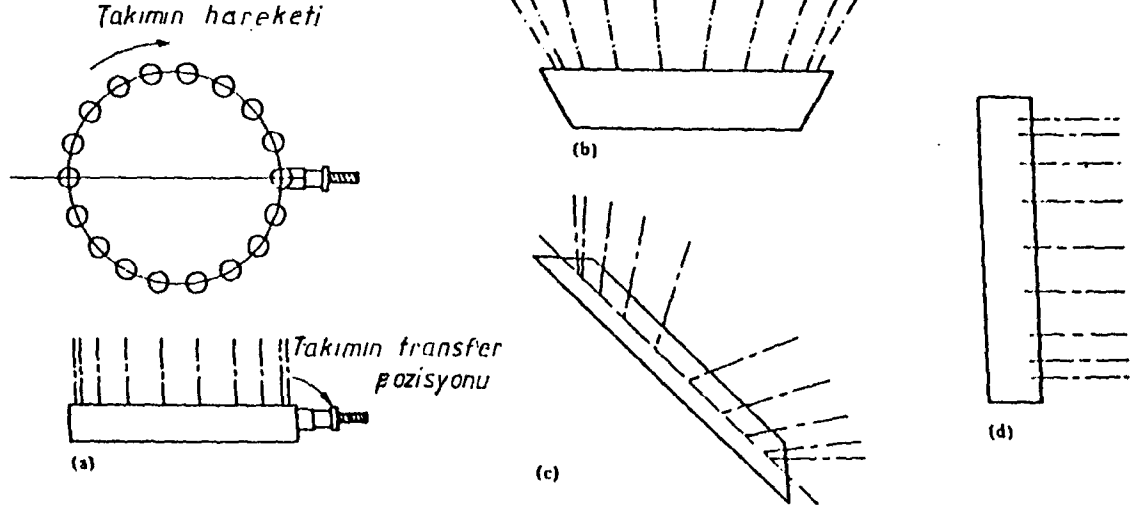
Şekil 4.31 : Tornalama merkezlerinde kullanılan takım tutucular



Şekil 4.32 : Dönen milli takım tutucular

4.7.2 Takım depoları : Takım depoları en çok çok değişik biçimde takıma ihtiyaç duymaları nedeniyle tornalama ve frezeleme merkezlerinde yaygındır. Takım magazinlerinde bulunan takım sayısı dikkatli olarak hesaplanmalıdır. Çok fazla sayıda takım olması maliyeti artırıcı bir etki yapmaktadır. Bunun yanısıra takım sayısının fazla olması daha fazla bakım ve bu ünitenin kullanılması için daha fazla güç gerektirir. Takım magazinlerini üç kısma ayırabiliriz. (Thyer,1991)

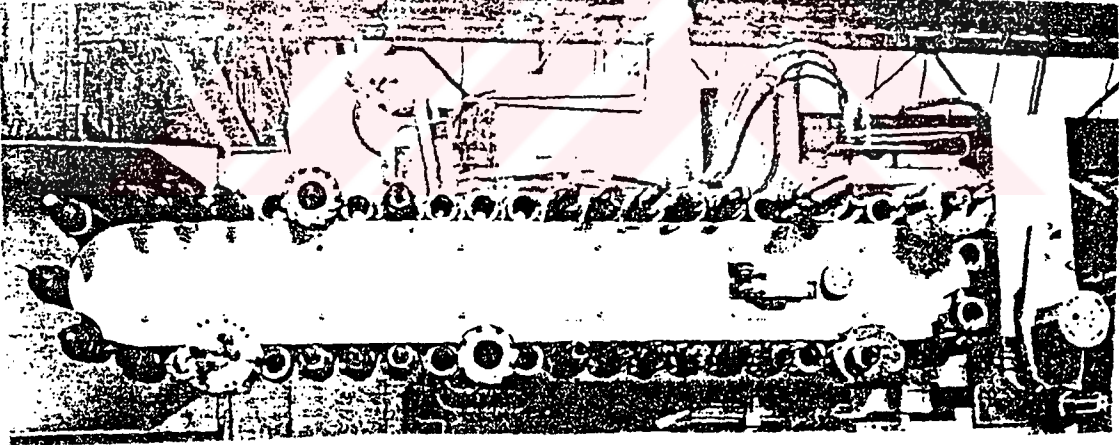
a) Yuvarlak magazinler ; En yaygın olarak kullanılan yuvarlak magazin karoser diyerek anılır. Karoserler değişik açılarda dizayn edilirler. Otuz'a yakın takım biriktirebilirler.



Şekil 4.33 : Yuvarlak magazinler

a) Dikey eksenli b) Dikey eksenli açılı takımlı c) Açılı eksenli d) Yatay eksenli

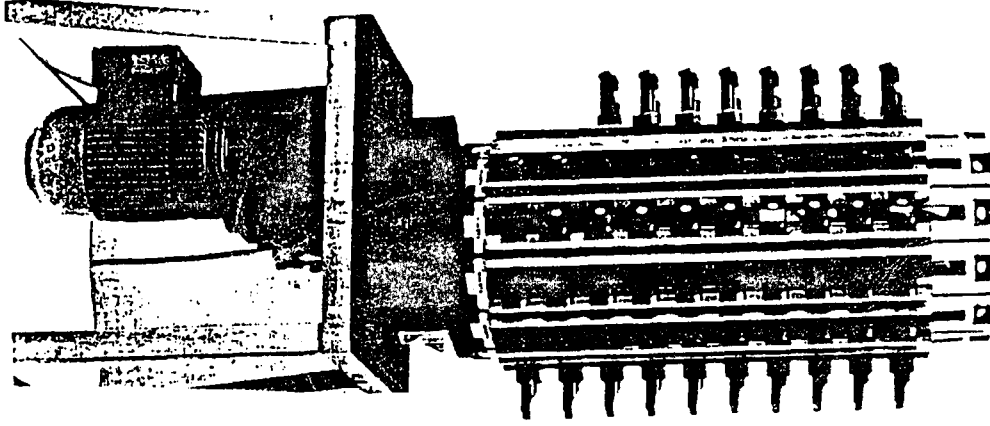
b) Zincir magazinler; Bu tip magazinlerde ikiyüze kadar takım saklanabilir.



Şekil 4.34 : Zincir magazinler

c) Box magazinler; box magazinler sınırlı sayıda uygulamaya sahiptir. Takım değiştirilirken takım tutucunun milden uzaklaştırılması gerektiğinden ötürü ,takım değiştirme işlemi zaman alır.(Goetsch,1994)

4.7.2.1 Tornalama merkezlerinde kullanılan takım magazinleri : Tornalama merkezlerinde kullanılan takım magazinleri takım depoları şeklindedir. Tezgaha transfer edilen takımlar yıpranmış olan bir takımın bilinmesi yada işleme için gereken geometriye sahip olan bir takımın bağlanması halinde gerekmektedir . Şekil 4.35 'de on değişik kesme ünitesi olan bir dönen magazin görülebilir. Bu magazin her kesme ünitesinde on değişik takım vardır. (Thyer,1991)



Şekil 4.35 : Tornalama merkezinde kullanılan takım magazini

4.7.3 Otomatik takım değiştiriciler : Temel olarak iki çeşit takım değiştirici vardır. Yatay takım değiştirici ve dikey takım değiştirici olarak ikiye ayrılır. Takım değiştirici program tarafından otomatik olarak çağrılan önceden tanımlanmış takımları değiştirmektedir. Takım değiştirici 3 ile 5 sn arasında takımı değiştirir. (Krar et al,1990)

CNC Makinalarında kontrol ünitesi magazin drive motoruna bir sinyal göndererek magazin hareketini sağlar. Kontrol ünitesi bir sonraki programlanmış takımın, program tarafından çağrıldığında transfer pozisyonunda olması için en kısa mesafeyi seçer. Hareket takım değiştirme işleminden önce yapılır. Takımın tanımı veya magazin yeri sensor tarafından okunur. Yüklenilecek takım iş parçası işlenirken otomatik takım değiştiriciler tarafından transfer edilir. Değiştirilecek takımın işlemi bittiği zaman takım mili durur mil kafası takım değişikliği olması için hareket eder. Bazı kontrol sistemlerinde mil ucu, takım değiştirme sinyali aldıında otomatik olarak pozisyon alır. Bazı makinalarda ise bu milin hareketi programlanmak zorundadır. Otomatik takım değiştirici gereken takımı yerine yükler. Takım değiştiriminin adımları şöyledir.

a) Takım değişikliğine hazırlık; magazin takım tutcunun transferde uygun pozisyonda olması için hareket eder. Magazin hareketi işleme operasyonu sırasında yapılır.

b) Kavrama mekanizmasının takımı tutması ve magazinden alması için dönen kollar harekete geçer. Kollar program tarafından takım değişikliği istenip, takım mili dönmeyi kesene kadar hareketsizdir.

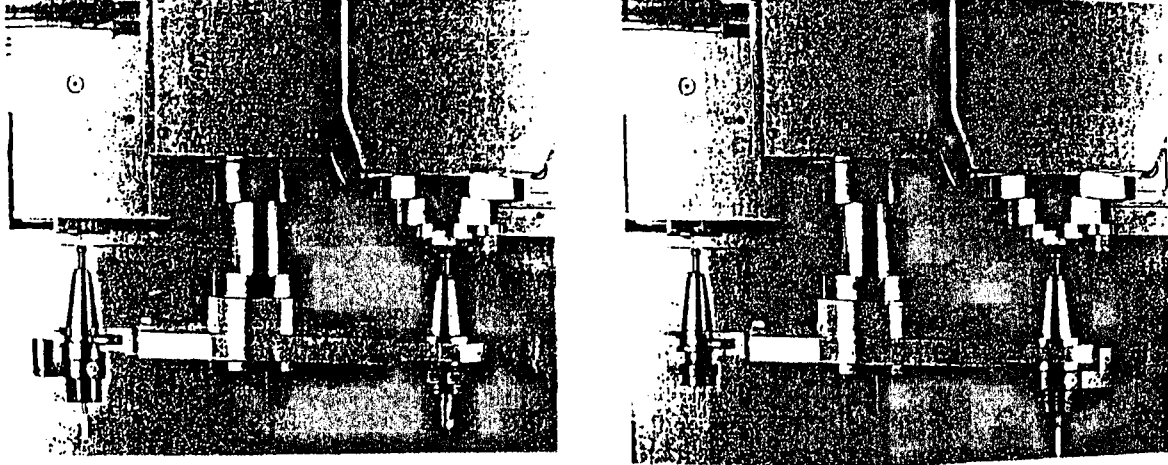
c) Dönen kol yuvası 90 dönerek bu sayada kollar döner ve takımı mil içinde kavrar.

d) Takım tutcunun sıkıştırma mekanizması milin içindeki takımı bırakır. Kollar aksenal olarak ileri hareket ederek takımı alır ve hava ile mil temizlenir.

e) Kavrayıcı dönen kollar 180 döner. Daha sonra aksenal olarak geri hareketle takımın milde yüklenmesini sağlar. Takım, takım tutcu tarafından sıkıştırılınca kavrayıcılar takımı bırakır.

f) Kavrayıcı kol 90 döner ve takımın orjinal yerine ulaşması için hareket ederek takımı magazine yerleştirir.

Takımı tutucu milden alıp diğer takımı yüklemek sadece dört saniye ve işlemsel olmayan zaman ise on sn alır. (Theyr,1991)



Şekil 4.36 : Otomatik takım değiştirici

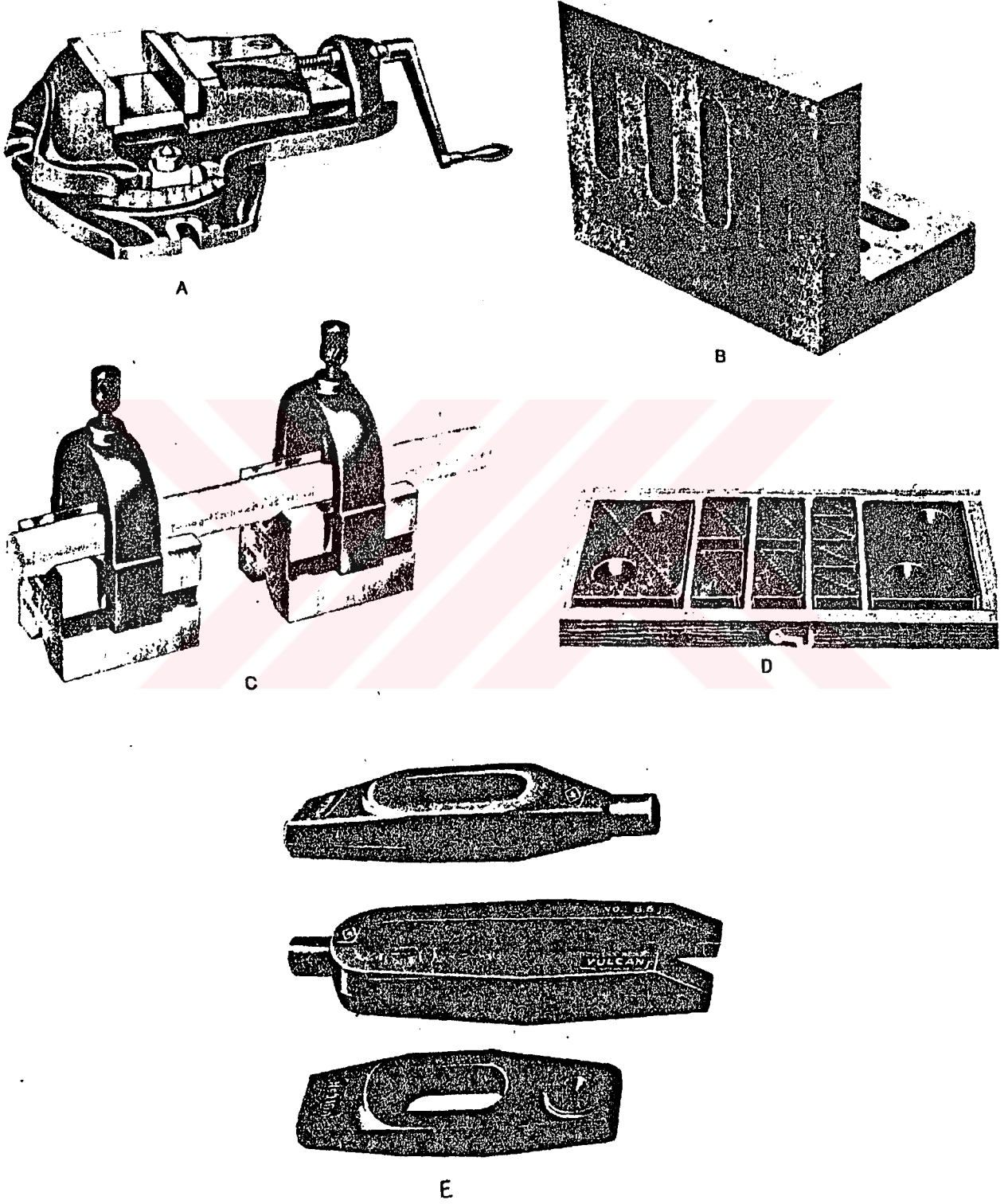
Burada doğabilecek en büyük problem takımın kendi orijinal yerine yerleştirilememesi sonucu ortaya çıkar. Buna ek olarak takımlar birbirleri yerine konulabilirler. Bu durumda her işlem için her takımın ve her pozisyonun kontrol edilmesi gerekir. Takımlar bireysel olarak tanımlanabiliyorsa herhangi bir yere yerleştirilmesinde bir sorun yoktur.

4.7.3.1 Takım tanımlama: Nümerik kontrollü takımlar, işleme operasyonlarında kullanılan çeşitli kesici takımları tanımlamak için değişik metodlar kullanırlar. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanlar; (Koren,1983)

- İlk tip işleme merkezlerinde, takımlar, takım depolarının içinde özel yerlerde tutulup, program tarafından buralardan çağrılmaktaydı.
- Takımların, takım tutucular üzerindeki, özel kodlanmış bileziklerinin bir okuyucu tarafından okunması
- 5 ile 8 arasında dijit numara verilerek, takımın , deposundan çağırılması

4.7.4 İş parçası tutucuları: Nümerik tezgahlardada diğer bütün tezgahlarda kullanılan iş pğarçası tutma yöntemleri uygulanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken seçilen metodun doğruluğudur (şekil 4.37). İş parçası tutucularında dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta; tutucunun makinanın altı boyutta yapmış olduğu hareketi engellememesidir. Bunlara ek olarak aşağıda belirtilen noktalarda önemlidir.(Thyer,1991)

- İş parçasının hassas bir şekilde yerleştirilmesini sağlamak
- İş parçasının desteklenmesi
- Kesme sırasında oluşacak kuvvetlere karşı dayanım
- İş parçasının yerleştirilip çıkarılmasını kolay olması
- İş parçasının tutturulma metodunun mümkün olduğunca basit olması.
- İş parçasının tuturulduğu apart sadece bir iş parçası için değil değişik iş parçalarının işlenmesindedede kullanılabilmeli.
- Mümkünse programın kontrolü altında iş parçası yüklenip çıkarılmalı



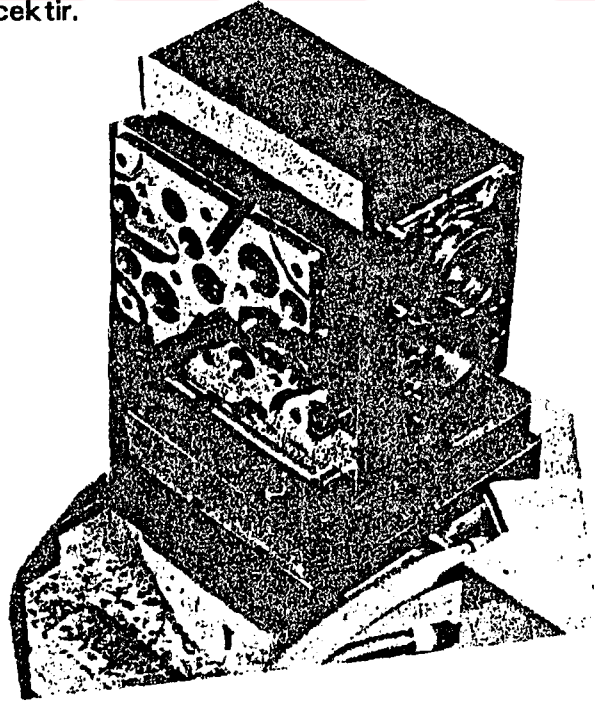
Şekil 4.37 : İş parçası tutma cihazlarının tipleri
 A) Döner mengene B) Dereceli tabla C) V blok D) Adımlı blok
 E) Bağlantı pabuçlar

Tornalama merkezlerinde kullanılan takım tutma yöntemleri, işleme merkezleri göz önüne alınırsa parçaların çoğunluğunun silindirik olması sebebiyle daha basittir. Bununla birlikte iş parçasının yüksek hızlarda dönmesinden dolayı, iş parçası ve tutcusunun dengede olması gerekir aksi takdirde oluşan kuvvetler hem iş parçasının silindirikliğini etkiler hemde takımın yıpranmasına sebep olur. İş parçasının programlanması sırasında boyutlarda olan düzensizlikte tutmayı etkiler.

İş parçaları genellikle tornalama aynaları vasıtasıyla bağlanır. İki veya üç ayaklı aynalar tornalama merkezlerinde kullanılır. Aynalar jaw ve collet aynalar olarak ikiye ayrılır.

Pensler tornalama merkezleri için en uygun ve en verimli tutuculardır. İki taraftan sıkıştırma sağlayarak yüksek hız ve kuvvetlere karşı dayanım sağlar. Tek ağızlı pensler ile max.80 mm çap'a kadar sınırlı varyasyonda iş parçası işlenebilir. Eğer iş parçasının boyu pens dışına çıkarsa veya fazla kesme derinliği yada kesme hızı kullanılırsa, ayaklarla iş parçasının desteklenmesi gerekir. 32 mm'den küçük çaplar için desteklerin kullanılması pratik değildir. Merkezler arası 24 mm'den büyük ve uzun parçaların dış yüzey tornalanmasında destekler kullanılmalıdır. Desteğin sıkıştırma çeneleri istenilen çapı otomatik olarak ayarlar. Bunun dışında tornalama fixturelarında kullanılır.(Lindberg,1989)

4.7.4.1 Fixtures : Nümerik kontrol sayesinde daha önce konvansiyonel takım tezgahlarında kullanılan bir çok pahalı fixturelara olan ihtiyacın azalmasını sağlamıştır. Şekil 4.38'de gösterilen nümerik kontrollü makinalarda kullanılan fixturlar, işleme esnasında parçaların doğru pozisyonlanmasını ve rijit olarak kalmasını sağlar. Fixturlar mümkün olduğu kadar basit dizayn edilerek, yükleme ve boşaltma zamanlarının azaltılması sağlanmalıdır. Bu yükleme ve boşaltma zamanları, işlem zamanına dahil olmadığından dolayı, burada oluşan zaman kazancı direk olarak işleme zamanını etkileyecektir.



Şekil 4.38 : Nümerik kontrolde kullanılan fixturelar

Fixture dizayn edilirken dikkat edilmesi gereken kurallar şunlardır.

- a) Fixture iş parçasını herhangi bir hareketine imkan vermeyecek şekilde tutmalıdır.
- b) Her parça değişiminde, bir sonraki parça aynı yere yerleştirilebilmelidir.
- c) Bağlama ve çözme sırasında oluşabilecek şoklara dayanıklı olmalıdır.
- d) Rijit olmalıdır.
- e) Standart parçalar kullanılmalıdır. Diğer bir iş parçasının işlenmesi durumunda kolayca modife edilebilmelidir.
- f) Kesici takımın hareketlerine engel olmamalıdır.
- g) Dizayn edilirken, makine kuvvetleri, sıkma kuvvetleri vb. etkiler göz önüne alınmalıdır.(Krar et al,1991)

4.7.5 Takım işletim programları : Her takım tezgahında en üst derece verimliliğe erişebilmek için kesici takımın her özelliğini kapsayan sesli bir programa sahip olmak önemlidir. Bir nümerik kontrollü takım tezgahının kapasitesinin en iyi şekilde kullanılması için, işlem için gereken en ideal takımın gerektiği an kullanıma sunulması gerekmektedir. Takım işletim programları; takım dizaynı, standart kodlama sistemleri, satın alma, iyi bir takım eğitim programı, parça programı ve takımın makinadaki en iyi kullanımını içermek zorundadır. İyi bir takım politikası şunları içerir.

a) Standart politika

-) Kesici takımlar ile ilgili bir politika konulmalıdır.
-) Bu politika herkese en iyi şekilde anlatılmalıdır.
-) Kesici takım seçiminde herkesin rolü belirlenmelidir.

b) Kesici takım boyut standartı

-) Konulan kesici takım standartına uygun takımlar alınmalı veya yaptırılmalıdır.
-) Programcılar bu standartlara uygun olarak programlarını yapmalıdır.

c) Rijit kesici takımlar

-) Rijitlik ve ölçü tamliğini sağlamak için mümkün olduğu kadar kısa takım seçilmelidir.
-) Rijitlik sağlanması amacı ile takım tutucular tek parça olarak dizayn edilmelidir.

d) Takım hazırlama

-) Takımların bilenmesinde, telafisinde, set edilmesinde rijit kurallar konulmalı ve bu herkes tarafından anlaşılmalıdır.
-) Herkesin ne işten sorumlu olduğu iyice belirlenmelidir.

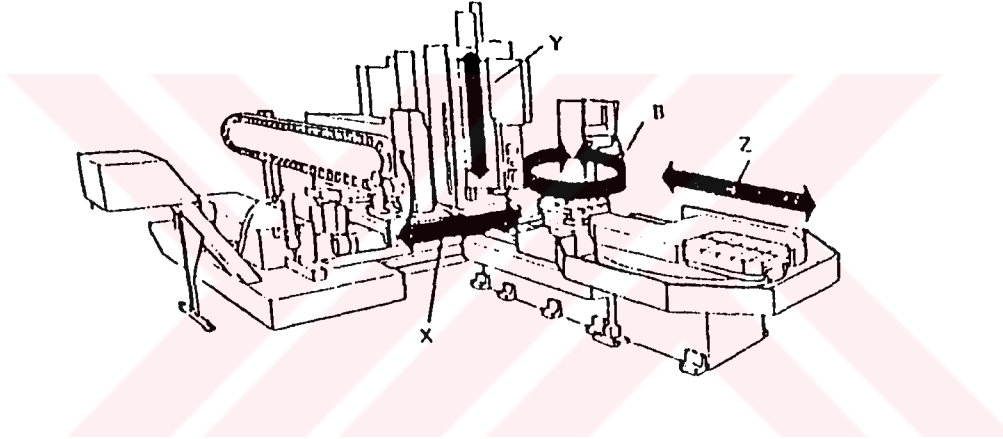
e) Değişebilir index takımlar

-) Aşınma dayanımları, yüksek verimlilikleri ve boyutsal tamlıkları nedeni ile karbürler seçilmelidir.
-) Kullanılan malzemeye uygun takım seçilmelidir.

Takım işletim programındaki başarılı olmak veya olmamak programcıya bağlıdır. Verimli olabilmek için programcının, üretim, işleme pratiği ve her operasyon için gereken takım ile ilgili bilgiye sahip olması gerekmektedir. En modern CNC tezgahları standart veya ek yada program olarak takım işletim programlarını verimli yapacak özellikler sahiptir.

4.8 EKSENLER

İşleme merkezleri, bir set up ile parçanın işlenmesini sağlamaktadırlar. Bunu için yeterli sayıda eksen gerekmektedir. Şekil 4.39 'da Hareketli kolunlu bir işleme merkezindeki eksenler görülebilir. Burada X,Y,Z ekseni doğrusal hareketler, B ekseni ise dönme hareketini sağlar. (Spur et al, 1979)



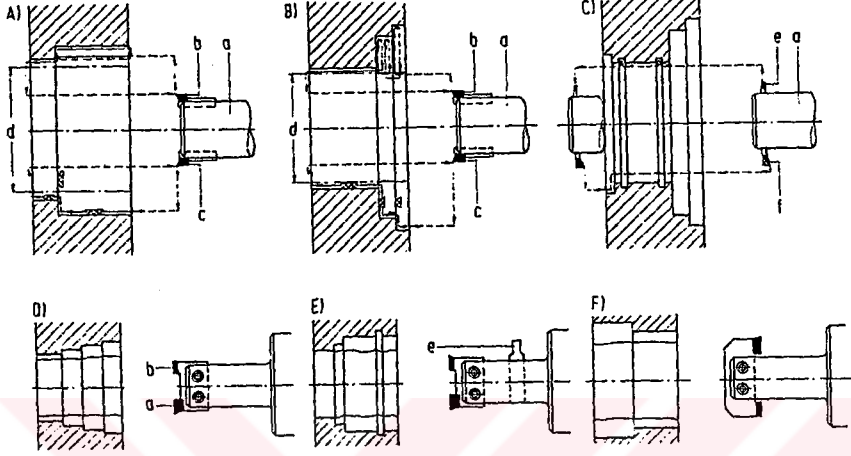
Şekil 4.39 : Hareketli kolunlu işlem merkezindeki eksenler

4.9 EK VE ÖZEL DONANIMLAR

Bir işleme merkezinin yüksek esnekliği olan bir sistem olduğu bilinir. Gerekli ek donanımlar yardımıyla bir yandan kullanım alanı genişletilirken, bir yandanda ana ve yan zamanlar kısaltılır. Böylelikle ekonomilikte önemli bir iyileşme ortaya çıkar.

Kullanım alanının gelişmesi aşağıdaki donanımlar yardımıyla mümkün olur; açılı bölümlü ve ek bir NC ekseni ile donatılmış dairesel bir tabla, açılı taksimatlı bu tablada taksimatlar arasında 0.001 grad değeri verilmiş olduğundan ilerleme hareketinin ayarı tam bir süreklilik içinde yapılabilir. Bu işlem için ek bir NC eksenine gerek duyulduğu gibi tamlığın elde edilebilmesi için bir doğrudan ölçme sistemi ön görülür. Nümerik kontrollü bir alın ve iç tornalama kafası kullanılması durumunda gerekli hareketin sağlanması için özel bir tahrik ve yol ölçme sisteminin bulunması gerekir (Şekil 4.40). Buna ait tipik kullanım örnekleride şekil 4.41'de bulabilirsiniz. Tornalanacak deliğin yarı çapı doğrudan programlanabilir. Özel frezeleme kafaları, içten soğutmalı takımlar için özel düzenler, büyük kapasiteli takım magazinleri ile kısa değiştirme süreleri ve ayrıca değişik programlanabilen soğutma, yağlama malzemeleri kullanım alanlarının daha da genişlemesine neden olur.

İşleme merkezleri yüksek yatırım yükü gerektirdiğinden, ekonomikliğin sağlanabilmesi için yan zamanların işlem içindeki payı en düşük değere getirilmelidir. İş parçası değiştirme düzenlerinin kullanılmasıyla, iş parçaları işlem içinde kendiliğinden bağlanır ve sökülür.



Şekil 4.40 :Alın ve iç tornalama için örnekler

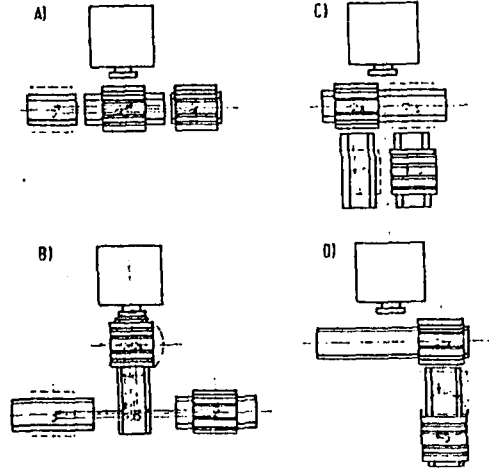
- A-B) Kademeli bir deliğin işlenmesi
- C) Fatura açma
- D) Değişik çaplı rulmanlı yatak delikleri
- E) Dört rulmanlı yatak delikleri
- F) Ters taraftan işlenmiş rulmanlı yatak delikleri

a-Çelik tutucu,b-Kaba talaş kalemi,c-ince talaş kalemi,d-kaba talaşla işlenmiş delik çapı,e-fatura açma takımı,f-iç basamak açma takımı

İş parçası değiştirme düzenleri için değişik varyasyonlar şekil 4.41 'de topluca verilmiştir. Bunlardan hangisinin uygun bir çözüm olacağı tezgah formuna bağlı olarak saptanır. Burada önemli kriter olarak iş parçası değişime süresi öncelikle göz önüne alınır.

Değiştirme zamanı açısından şekil 4.41 b'deki durum en iyi çözümdür. 4.41 c'deki durum ise, yalnızca enine yönde taşımaya uygun olan düzen bir tarafa bırakılırsa, bütün sistemlerde paletler üç yönde yaklaşabilir. Esnek imalat sisteminde şekil 4.41 d'deki döner tabla eklenmiş düzen en uygun bir çözüm olarak düşünülebilir. Bu durumda paletin aynı yönde yaklaşıp, uzaklaşması mümkün olmaktadır.

Çok kolonlu delme ve vida açma kafaları alışlagelen takım magazinlerinde bulunabilirler ve takım değiştirme düzenleri yardımıyla ana kolona iletirler. Çok kolonlu ve büyük boyutlu freze tezgahları ile nümerik kontrollü alın ve iç tornalama kafaları için özel magazinler ve değiştirme düzenlerine gerek vardır. Bunun yanısıra takım yuvalarının isteğe göre artırılmasını mümkün kılan çözümlerde mevcuttur.



Şekil 4.41 : İş parçası değiştirme düzenleri

- A) Tezgahın boyuna eksenine yönünde
- B) Tezgahın boyuna eksenine yönünde ve ayrıca enine yönde kaldırma hareketli
- C) Tezgahın boyuna eksenine çapraz yönde ve ayrıca dönel tablolu

Bazı özel freze kafaları, gerektiğinde özel tezgahlara uyarlanabilecek biçimde düşünülüp dizayn edilmiştir. Transfer hatlarında işlenecek parça adeti ekonomik üretim için gerekli sınırın altında indiğinde üretim işleme merkezleri ile yapılmalıdır. (Spur et al, 1979)

İşleme merkezlerinin dizaynında göze alınması gereken faktörlerden başlıcaları şunlardır.

- Talaşın uzaklaştırılması
- Transducerların yerleştirilmesi
- İşleme hassasiyeti
- Makina hassasiyeti
- Makina güvenliği
- Ergonomik dizayn

4.9.1 Talaşın uzaklaştırılması: Sementit karbid ve seramik takımların kullanılmasıyla elde edilebilecek yüksek oranda talaş miktarlarından dolayı talaşın uzaklaştırılması ana problemlerden biridir. Sıcak olan talaş kızaklardaki hassasiyetin bozulmasına ve ayrıca kesme alanındaki bir bölgede toplanması ile takım veya iş parçasının değişikliğinin engellenmesine sebep olabilir. Bu zorluklardan kurtulmanın yolu makinada talaşın direk olarak gideceği talaş uzaklaştırma üniteleri yapmaktır. Talaş toplama üniteleri için bir çok değişik dizayn vardır. konveyörlerde bunlardan biridir. Eğer değişik türde malzemeler işleniyorsa, bu malzemelerin herbiri için bir toplanma yeri ayrılmalıdır. İşlenen malzeme sürekli tip talaş çıkaran bir malzeme ise değişebilen uçların kullanılması, talaşın kırılması için gereklidir. Kesme sıvısı, işlem sırasında oluşacak ısıların uzaklaştırılması için kullanılır. Kesme sıvısı takım ve iş parçasının üzerinden akar ve ısıyı absorbe ederek sıcaklığını artırır. Isınmış kesme sıvısı tezgah üzerinden akarken sıcaklığını tezgaha geçirebilir. Bunu önlemek için özel sistemler kullanılarak kesme sıvısının sıcaklığı azaltılır. Aynı zamanda yağlayıcının sıcaklığında mümkün olduğunca düşük

tutulması, sıcak yağın mil ve yataklara gitmesi durumunda ortaya çıkabilecek mahzurların önlenmesi için gereklidir.

4.9.2 Transducerların pozisyonlanması: Uyarıcı transducerların pozisyonlanması çok önemlidir. Bunlar ölçünün alındığı çizginin hareket çizgisi ile kesişmesi prensibine göre bağlanmalıdır. Bu prensibi yerine getirmek iş parçası takımı ile temas halinde olduğundan bu noktadaki transducerların ölçülmesi mümkün olmadığından her zaman pratik olmayabilir. Doğrusal transducerlar tablanın gerçek hareketini görebilecek şekilde bağlanmalıdır. döner transducerlar ise genellikle ana milin sonuna bağlanarak, bu milin hareketini ölçer.

4.9.3 İşleme hassasiyeti: İş parçası ile takım arasındaki ilişki işleme hassasiyetini belirler. Bunun bağlı olduğu faktörler;

- Makina hassasiyeti
- Transducerların ölçme hassasiyeti
- Takımın kesme sırasındaki uç geometrisi ve kararlılığı
- Takımın uç sayısı ve boyutu
- Takım ve iş parçasındaki sıcaklık değişimleri.

İşleme hassasiyetindeki en önemli faktör; makina hassasiyetidir. Maksimum hassasiyet elde etmek için makinanın herbir eksenini çeşitli işleme koşulları altında kalibre etmek gerekmektedir. Bu şekilde bir kordinat komutu geldiğinde bu komut hafızadaki bilgiler ile kıyaslanarak koordinat değerleri ayarlanır. Bundan dolayı kalibre edilmiş tezgahlar daha hassas üretim yaparlar. Gerekli olduğundan kalibrasyon yapılarak hafızaya yüklenmelidir.

4.9.4 Makina hassasiyeti: Makina hassasiyeti kızakların ve tablanın birbirine göre olan hareketlerinin hassasiyetidir. Bunu etkileyen faktörler sırasıyla,

- Kızakların geometrik şekli
- Yük dolayısıyla kızaklarda oluşan hasarlar
- Makinada işlem sırasında oluşan ısı farkı
- Kontrol sisteminin hassasiyeti
- Çalışan parçaların aşınması

4.9.5 Makina güvenliği: Makina otomatik kontrol altında iken operatörün makina işlenmesi ile ilgisi çok azdır. Bu durumda üç değişik problem ortaya çıkar.

- Makinanın fazla yüklenmesi
- Kızakların korunması
- Operatörün korunması

Makinanın fazla yüklenmesi, makina açısından bazı zararlı sonuçlar doğar. Bunu önlemek için operatöre gerekli bilgiler verilmelidir. Bunun yanısıra adaptive kontrolde kullanılabilir.

Kızaklar, transducerlar v.b. gibi parçaların korunması için çeşitli yöntemler vardır. Talaşın uzaklaştırılması için kesme sıvısının jet şeklinde kullanılması, kesme bölgesinin temiz olmasını sağlar. elektronik devreleri, talaş parçacıkları, kesme sıvısı v.b gibi şeylerden korunmak için hava filitreleri kontrol ünitelerine monte edilmiştir. Bunlar belirli aralarda temizlenmelidir.

4.9.6 Ergonomik dizayn: Nümerik kontrollü makinalarda kontrol üniteleri, elektriksel transformerler v.b şeyler için büyük kabinlere ihtiyaç vardır. Bu kabinler makinaya mümkün olduğu kadar kısa mesafeyle yerleştirilirler. Klavye, input okuyucuları switchlerin yer aldığı işlem paneli kabinin üstüne bağlanır. Kontrol panelinin düzenlenmesinde de ayrı bir dikkat gösterilmelidir. Setup sırasında operatörün makina ve kabin arasında zaman kaybetmesini önlemek için dönen kontrol panelleri kullanılır. (Spur et al,1979)

4.10 İŞLEME MERKEZLERİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

İşleme merkezlerinin en büyük avantajı artırılan verim ve makina çeşitliliğidir. Tek bir makina ile bir çok işlem yapılabilmesi, çok sayıda makinaya olan ihtiyacı azaltır. Böylece fazla makina ve işçilik için gereken maliyet azalır. Kalifiye olmayan bir eleman iki veya daha çok sayıda işleme merkezi ile ilgilenebilir. Bir çok parça başka bir makinaya ihtiyaç duyulmadan genellikle bir set up ile tamamlanabilir. Bütün bunlara ek olarak malzemenin fabrika içinde makinadan makinaya taşınma maliyeti, bunlar için gereken aparat maliyetlerinin azalması, tek bir makina kullanılacağı için gereken yerin az olması ve yine malzemenin makina, makina dolaştırılması ile kaynaklanan zaman sarfiyatının önemli ölçüde azaltılmasını sağlar.

Bir çok işleme merkezi çok düşük tolerans sınırları ile çalışarak, yüksek kaliteli parça üretirler. Bu sayede ölçü kontrol zamanı ve hurda parça sayısı düşer. Parçaların yüzeyleri bir seferde ve birbirine bağlı olarak işlendiğinden belirtilen tolerans sınırları içinde çalışmak daha kolaydır. Bir parça üretiminden diğerine geçmek için yapılan ayarlamalar çok kısa bir zaman alır.

İşleme merkezlerindeki gerçek işleme zamanı, diğer tek amaçlı veya elle çalışan tezgahlara göre iki kat veya daha fazla olarak azdır. Verimlilikte hesaplanmış artış insan - saat olarak 300 % - 500 % arasındadır.

İşleme merkezlerinin ilk yatırım maliyetleri diğer tezgahlara oranla daha fazla olmasına rağmen, ilk yatırım maliyetinin geri dönüşü yine aynı tezgahlara göre daha kısa zamanda olur. Bunun dışında küçük firmalarında alabileceği şekillerde işleme merkezleride bulunmaktadır.

İşleme merkezlerinin genel olarak çok büyük miktardaki iş parçalarının işlenmesindeki en büyük dezavantajı iş parçasına devamlı olarak tek bir takımın uygulanmasıdır. İşleme merkezleri esnek imalat sistemlerinde çok takımlı tezgahlarla beraber yer alır. Bunun yanısıra bazı makinalar çok sayıda malle dizayn edilmiştir.(DeGarma et al,1988)

4.11 İŞLEME MERKEZLERİNİN KUMANDA TÜRLERİ

4.11.1 KUMANDA TÜRLERİ

İşleme merkezlerinin kontrol edilmesi bugün artık hemen hemen bütünü ile Nümerik yöreğe kumandası ile yapılmaktadır. Dairesel enterpolasyon bu konuda üstünlükleri getiren yöntem olmuştur; dairesel yörengeler üstünde çalışma bu yöntem ile mümkün olmaktadır. Dairesel yörengenin çeşitli çember parçalarına bölünmesi ile değişik eğri parçaları elde edilebilir. Üç boyutlu enterpolasyonun üç eksen üzerinde birlikte uygulanması sonucu

üç adet kordinat uygun konturlarda oluşur. İki buçuk boyutlu kontrol sisteminde doğrusal ve dairesel enterpolasyon işlemleri gerek XY, XZ ve gereksede YZ düzlemlerinde uygun programlar ile çalıştırılır.

4.11.2 DÜZELTMELER

Bir iş parçasının işlenmesinde tezgahın ve takımın optimum olarak kullanılması için düzeltme olanaklarından yararlanmak uygun olur. Sıfır noktasının kaydırılması takım uzunluğunun ve radüsünün düzeltilmesi gibi durumlar her zaman önerilen düzeltmelerdir. Düzeltme değerleri bir decimal şalter yada benzer düzen ile devreye alınırlar. Normal durumda freze radüsü düzeltilmesi eksene paralel etkir, ancak dairesel enterpolasyonlarda dörtte bir dolu dairelerde kullanılabilir.

4.11.3 UYARMALI (ADAPTİVE) KONTROL

İşleme merkezlerindeki uyarmalı kontrol düzenleri NC kumanda merkezinden verilen emirleri tezgah fonksiyonuna, dolayısıyla eksen hareketine dönüştürürler. Örnek olarak, takımın değiştirilmesi gerektiğinde; takım aramak, takımı sökmek ve istenen takımı takmak gibi bir dizi hareketler tek bir komut ile gerçekleşir. Uyarmalı kontrolün kumanda mantığı NC kontrolünde olduğu gibi ağırlıklı olarak entegre bir devre içinde elektronik olarak yürür. Uyarmalı kontrol sistemine ulaşan ve bu sistemden çıkan komut sinyallerinin görünür duruma getirilmesi için göstergeler kullanılmalıdır.

4.11.4 CNC KONTROL

İşleme merkezlerinde CNC kontrollerin uygulanması, bu kontrol sisteminin biline avantaajlarının yanısıra, üç boyutlu enterpolasyon fonksiyonları, freze yörüngesinin, takım uzunluğunun düzeltilmeleri ve sıcaklık ayarlamaları gibi üstünlükler de sağlar.

4.11.5 DNC KONTROL

Karmaşık işlem programlı işleme merkezlerinde genelde kontrol edilecek fonksiyonların adedi de yüksek olur. Bu durumlarda DNC kontrolü işleme kolaylıklar getirir. Kontrol verilerinin ana fonksiyonları daha da genişletilebilir. (Spur et al,1979)

5. BÖLÜM

PARÇA PROGRAMI YAZMAK

Nümerik kontrollü tezgahlarda üretim yapmanın adımlarını şöyle sıralıyabiliriz.

1. adım, iş parçasının şekli teknik resimden nümerik formata çevrilip parçanın işlenmesi için gereken program yazılmasıdır.

2.adım, parça programının ayrıntılarını taşıyıcılar yerleştirmek.

3.adım, bilgiler kontrol ünitesine yüklendikten sonra iş parçası üretimi otomatik olarak yapılır. Nümerik kontrollü takım tezgahlarında oluşabilecek üç temel hata çeşiti vardır. Bunlar sırasıyla :

a) Pozisyonlama hatası; iş parçası / takım pozisyonlama hatasında ortaya çıkar. Hatanın önlenmesi iş parçası/ takım arasındaki ilişkinin her an için ölçülebilmesine bağlıdır.

b) Kinematik hatalar; dinamik koşullar altında takım veya iş parçasının aşınmasından dolayı oluşan hatalardır. Bunu önlemek için yeterli güç ve rijitliğe sahip takım tutucuların kullanılması gerekir.

c) Takım aşınması; takımda oluşabilecek muhtemel aşınmalar iş parçasının boyutlarında değişikliğe sebep olur.

Tornalama ve işleme merkezlerinde gereken hassaslık iş parçası veya takımın pozisyonunun ölçülmesi ve takımda oluşabilecek herhangi bir aşınmanın düzeltilmesiyle sağlanır. Takım tablasının hareketi otomatik olarak ölçülebilir.(Thyer,1991)

5.1 PARÇA PROGRAMININ YAPISI

Parça programı; kontrol ünitesine verilerek parçanın imalini sağlayacak bilgileri içerir. Kontrol ünitesi gereken zamanda sıralı olarak değişik drive ünitelerine sinyalleri sağlar. Üç temel input bilgisi kullanılır.

- İş parçası / takım ilişkisi için gereken bilgiler (pozisyonlama, yön ve hareket miktarları)
- İş parçası/ takım işlenmesi için gereken bilgiler (ilerleme hızları, devirler)
- Yardımcı bilgiler

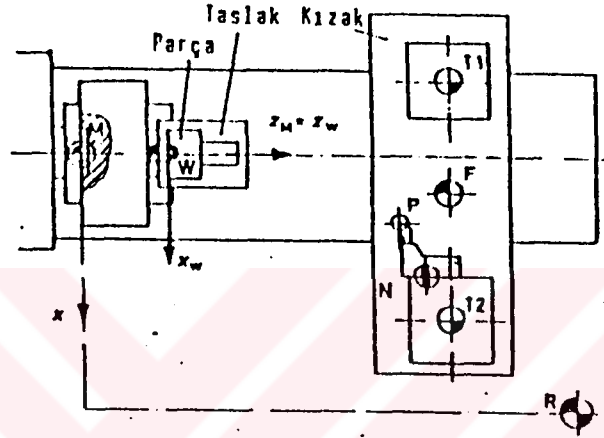
Pozisyonlama için gereken bilgilere boyutsal bilgiler denir. X,Y ve Z eksenleri olarak tanımlanır. Hızlar, devirler ile ilgili olan bilgilere boyutsal olmayan bilgiler denir. Yardımcı hareketlerde, aynı şekilde, boyutsal olmayan bilgiler olarak anılır.

Nümerik kontrolde harfleri sayılar takip eder, harfler adres olarak nitelendirilir. Harfler ve sayılar arasında algebraic işaret vardır. Değişik kelimeler, değişik sayıda rakamlar içerirler. Makina imalatçısı hangi harfin hangi kelimenin adresi olarak kullanılacağını kendileri belirlerler. Bununla

birlikte bazı kelimelerde standartizasyona geçilmiştir. Bir işlemin yapılabilmesi için bir veya daha fazla kelime gerekmektedir. Basit bir format

N05 G02 X +/- 042 Y +/- 042 Z +/- 042
F04 S04 T03 M02

Parçanın koordinat sistemi, tezgahın koordinat sistemine uygun olarak seçilmelidir. Bunu sağlamak için parça kordinat sisteminin orjinini bulmak gerekir. Bu noktaya göre parçanın tüm boyutları tanımlanır.



- M = Tezgahın 0 noktası
- P = Takımın uç noktası
- N = Takım taşıyıcısının referans noktası
- F = Kızağın referans noktası
- T = Takım tuturma yerinin referans noktası
- R = Genel referans noktası
- W = Parçanın 0 noktası

Şekil 5.1 : Takım tezgahının referans noktaları

Parça ve tezgahın 0 noktaları ile ilgili NC tezgahlarında sıfıra göre kaydırma ve yüzer kaydırma olmak üzere iki tip kaydırma yöntemi vardır.

a) Sıfıra göre kaydırma sisteminde; parçanın 0 noktası (W) tezgahın 0 (M) noktasına kaydırılır. Ancak parçanın 0 noktasının esas yeri tezgahın kontrol sisteminin belleğinde saklanır.

b) Yüzer sıfır sisteminde parçanın 0 noktası (W), tezgahın 0 noktasına (M) göre herhangi bir yerde bulunabilir. Yani parça tezgah kızağında istenilen bir yere yerleştirilebilir.

Sıfıra göre kaydırma sisteminde, kaydırma işlemi kontrol tipine göre belirli bir G komutu ile gerçekleştirilir. G92 komutu ile tezgahın M noktası , W noktasına kaydırılır. Bu sayede çeşitli noktaların kordinatlarının M noktasına göre hesaplanmadan, W noktasına göre belirtilebilir.(Akkurt,1991)

5.1.1 Blok numarası (N) : Blok numarası herhangi bir emir komutunun başındaki numaradır. Bunu için genellikle "N" harfi kullanılmasına rağmen P ve H harfleride bazı imalatçılar tarafından kullanılır. N harfinden sonra kullanılacak rakam miktarı kontrol sistemine bağlıdır. Bu miktar üç ile beş

arasında olabilir. Sıra numarası operatörün değişik işlemleri tanımlaması için kullanılır.

5.1.2 Hazırlık fonksiyonu (G) : Hazırlık fonksiyonlarını iki sayılı bir rakam takip eder. Bu sayılar değişik hareketler ve işlemler sağlayan komutlardır.

Tablo 5.1 : (G) HAZIRLIK FONKSİYONLARI

G00	Çabuk doğrusal hareket
G01	Doğrusal interpolasyon
G02	Dairesel interpolasyon (saat ibrelerine göre)
G03	Dairesel interpolasyon (saat ibrelerine karşı)
G04	Belirli kısa zaman bekleme (dwell)
G05	Belirsiz kısa zaman bekleme (hand)
G06-07	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
G08	İvmeleme (acceleration)
G09	Yavaşlatma (deceleration)
G12	Üç boyutlu interpolasyon
G13-16	Eksen seçme
G17-19	Dülemsel interpolasyon (XY,ZX,YZ)
G22-23	Birleşmiş hareketler (+,-)
G24-29	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
G32	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
G33-35	Vida açma (sabit, büyüyen ve azalan hızla)
G36-39	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
G40	Takım telafisinin iptali
G41-42	Takım telafisi (sol,sağ)
G43-44	Takım telafisi (+,-)
G45-48	Takım telafisi (0/+, 0/-, +/0, -/0)
G53	Doğrusal kaydırmanın iptali
G54-56	Orijinin doğrusal kaydırması (X,Y,Z eksenlere göre)
G57-59	Orijinin doğrusal kaydırması (X ve Y, X ve Z, Y ve Z eksenlerine göre)
G60	Konumlama doğruluğu 1
G61	Konumlama doğruluğu 2
G62	Çabuk konumlama
G63	Kılavuz ile vida açma
G64	İlerleme ve ana mil hızının değişmesi
G65-79	Konumlama için ayrılmış fonksiyonlar
G80	Sabit işlemlerin iptali
G81-89	Sabit işlemler
G90	Mutlak giriş dataları
G91	Eklemeli giriş dataları
G92-G99	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir

"G" fonksiyonları aşağıdaki amaçlar için kullanılır.

- Hareket sisteminin seçimi
- Metrik veya inch sisteminin seçimi
- Takım telafisi

5.1.3 Boyutsal bilgi komutları: İstenilen iş veya takım pozisyonu için eksenlerdeki hareket miktarlarını belirtmek için kullanılır. Bazı Nümerik kontrollü tezgahlarda kontrol sisteminin tanımlayabileceği en küçük sayı eklemeli veya mutlak sıfır sistemine sahip tezgaha göre değişmektedir.

5.1.4 İlerleme hızı (F) : İlerleme hızını belirlemek için bir çok metod vardır. Bunlar sırasıyla,

- Dakikada mm olarak ilerleme (mm/dak)
- Devirdeki mm olarak ilerleme (mm/dev)
- İlerleme hızı miktarı

En yaygın olarak kullanılan yöntem mm/dak olarak hız belirlemektir. Bazı makinalarda belirli ilerleme hızlarına karşılık gelen ilerleme hızları bulunmaktadır. Örneğin F5 yazılırsa 5 nolu sayının karşılığı olan ilerleme hızı elde edilir. (Krar et al,1990)

5.1.5 Mil hızı (S) : Mil hızı takım değişikliği sırasında programlanır. Mil hızını belirlemek için aşağıdaki yöntemlerden biri seçilir.

- Devir/Dakika mil dönüşü
- Dakikadaki metre olarak kesme hızı
- Dakikadaki metre olarak sabit kesme hızı

Genellikle Devir/dakika kullanılmaktadır. Bazı kontrol sistemlerinde aşağıdaki hazırlık komutları kullanılır.

G 96 : Sabit kesme hızı

G 97 : Dev/dak hızı

5.1.6 Takım numarası (T) : İş parçalarının çoğunluğunun işlenmesi için birden fazla takıma ihtiyacı vardır. Nümerik kontrolün temeli makinanın kayma hareketlerinin önceden belirlenen başlangıç noktalarda oluşacak şekilde programlanmasıdır.

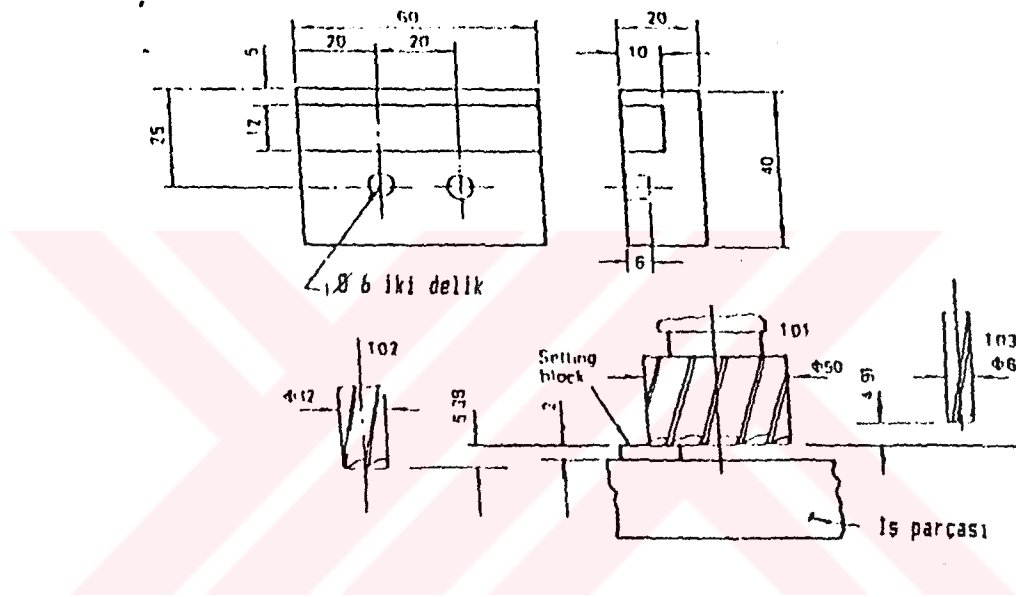
Birçok takımın kullanılmasının anlamı, eğer bir takımın kesici ucu kayma hareketinin ilişikte olduğu bir başlangıç noktasına ayarlıysa, bu takımla boyutsal farklılığı olan takımların aynı başlangıç noktasından harekete başlayamayacakları demektir. Bu boyutsal farklılıklar için çeşitli telafiler getirilmesi gerekmektedir. Bunların yapımı sadece CNC kontrollü tezgahlarında mümkündür.

Şekil 5.2' deki parçayı göz önüne alırsak, programcı Z başlangıç noktasının 2 mm yukarıda olmasına karar vermiştir. Z noktasındaki bütün takımların hareketleri bu başlangıç noktası ile ilgilidir. Şekil (b)'de gösterilen

takımın T01 olduğunu varsayalım, bunun yanısıra T02 ve T03 takımları da talaş kaldırmada kullanılacaktır. Görülebileceği gibi T02 kısa T03 ise uzundur. Burada T02 ve T03, T01'e göre tayin edilmelidir.

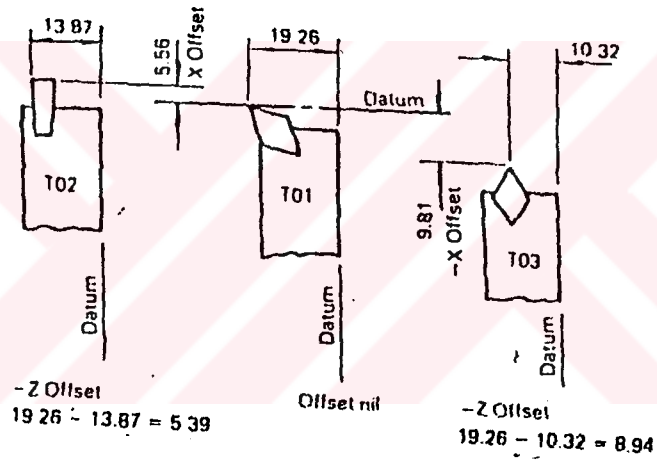
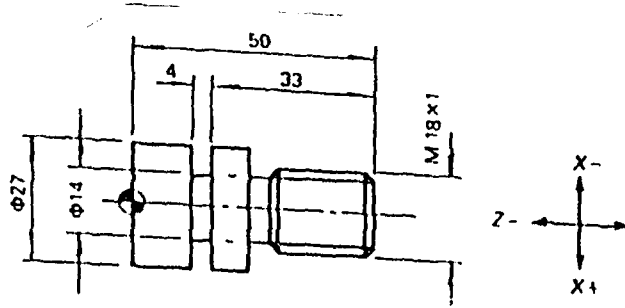
Makina tarafında belirlenen offsetler yardımıyla programcı takımlar arası boyut farklılığını gözardı edip, bütün takımlar parçaya aynı sıfır noktasından başlayacakmış gibi düşünebilir.

Şekil 5.3 'de tornalama işleminde takım offsetlerinin uygulaması vardır.



TAKIM	OFFSETİ	UZUNLUK	ÇAP
	1	0 0000	50 0000
	2	-5 3800	12 0000
ME. TRIC	3	4 9100	6 0000
	4	0 0000	0 0000
	5	0 0000	0 0000
	6	0 0000	0 0000
	7	0 0000	0 0000
	8	0 0000	0 0000
	9	0 0000	0 0000
	10	0 0000	0 0000
	11	0 0000	0 0000
	12	0 0000	0 0000
	13	0 0000	0 0000
	14	0 0000	0 0000

Şekil 5.2 : Frezeleme işleminde takım offseti



TAKIM OFFSETİ

METRIC

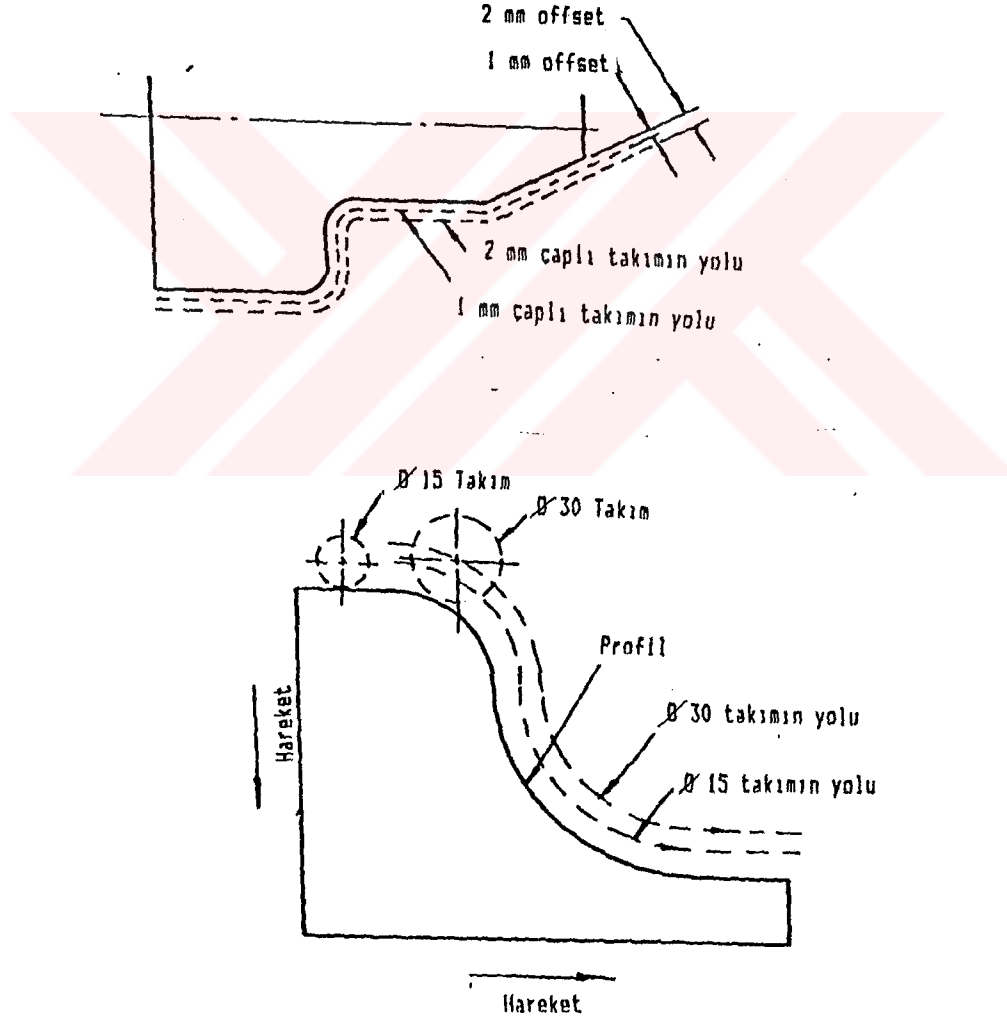
T	X	Z	RADIUS
1	0 0000	0 0000	2 0000
2	5 5600	-5 3900	0 0000
3	-9 8100	-8 9400	1 5000
4	0 0000	0 0000	0 0000
5	0 0000	0 0000	0 0000
6	0 0000	0 0000	0 0000
7	0 0000	0 0000	0 0000
8	0 0000	0 0000	0 0000
9	0 0000	0 0000	0 0000
10	0 0000	0 0000	0 0000
11	0 0000	0 0000	0 0000
12	0 0000	0 0000	0 0000
13	0 0000	0 0000	0 0000
14	0 0000	0 0000	0 0000

Şekil 5.3 : Tornalama işlemindeki takım offsetleri

Kesici takımlar yalnız uzunluk olarak farklılık göstermezler. Çap ve tornalama takımlarında olduğu gibi takım ucu radüslerindedir farklılıklar olabilir. Şekil 5.4 'deki profil 15 veya 30 mm çapında bir takımla işlenebilir. Aynı zamanda Şekil 5.5 'deki profilde tornada 1 veya 2 mm radüslü bir takım tarafından işlenebilir. Bu durumda kesici takımların yolu farklılık gösterecektir. Radüs telafisi profilin sağında veya solunda olabilir.

Takım offsetleri programcı tarafından girilebilir, değiştirilir, silinebilir. Bununla birlikte şu kolaylıklarda sağlanır.

- Orjinalden farklı boyuttaki takımların yer değiştirmeli talaş kaldırmaları sağlanır.
- İşlenecek parça boyutlarında çeşitlilik sağlanır.
- Aynı boyutsal program datalarında kullanılan kesici serileri sağlar.



Şekil 5.4 : Takım telafisi

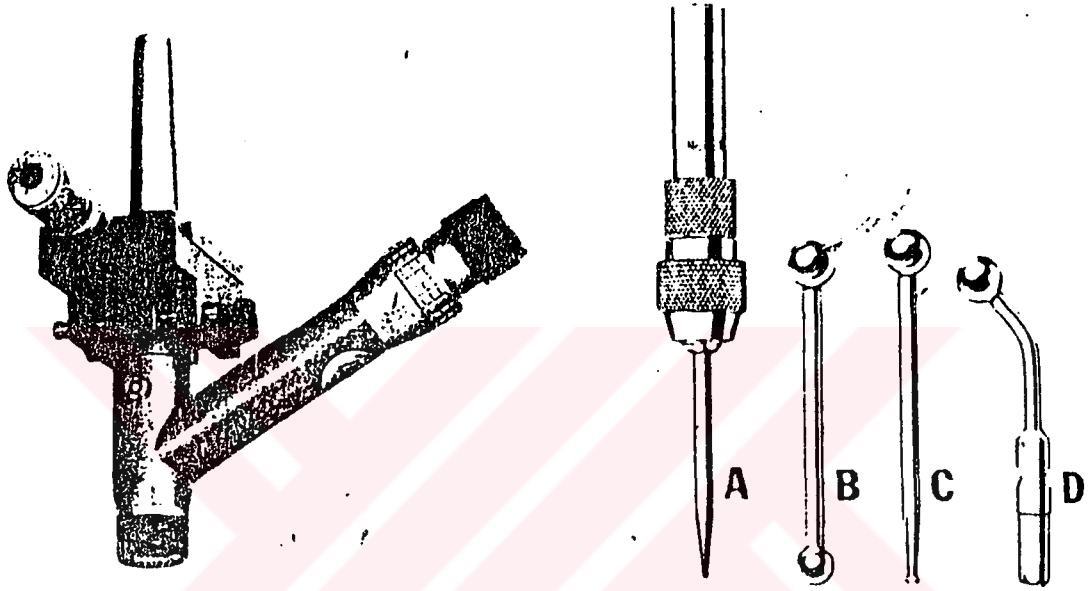
5.1.7 Yardımcı fonksiyonlar (M) : Programın durması, kesme sıvısının akması v.b gibi işlemin yapılabilmesi için gereken hareketleri içerir. Tablo 5.2 'de bu fonksiyonların tablosu vardır.

Tablo 5.2 : (M) YARDIMCI FONKSİYONLARI

M00	Programın durması
M01	İsteğe bağlı durma
M02	Programın bitişi
M03-04	Ana milin dönme yönü (CW veya CCW)
M05	Ana milin durması
M06	Takımın değiştirilmesi
M07-08	2 ve 1 nolu soğutmanın açılması
M09	Soğutma sisteminin kapatılması
M10	Tutturma (kızağın, parçanın, milin)
M11	Çözme (M10 ile tutturulan elemanlar)
M12	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M13-14	M03-04 ile birlikte soğutma sisteminin açılması
M15-16	+ veya - hareket (çabuk veya ilerleme)
M17-18	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M19	Daha önceden belirlenen açısız bir konumda ana milin durması
M20-29	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M30	Bantın sonu
M31	"By-pass" ile bağlama
M32-35	Sabit kesme hızı
M36-37	1 veya 2 ilerleme hızı alanı
M38	1 veya 2 ana mil hızı alanı
M40-45	Dişli değiştirme veya serbest
M46-49	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M50	3. soğutma sisteminin açılması
M51	4. soğutma sisteminin açılması
M52-54	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M55-56	Takımın doğrusal sıfır kaydırması (1 ve 2 konuma)
M57-59	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir.
M60	Parça değiştirme
M61-62	Parçanın doğrusal sıfır kaydırması (1 ve 2 konuma)
M63-67	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M68-69	Parçanın tutturulması ve çözülmesi
M70	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M70-72	Parçanın açısız sıfır sapması (1 veya 2 konuma)
M73-M77	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir
M78	Kızağın sabitleştirilmesi ve çözülmesi
M80-99	Serbest, herhangi bir amaç için kullanılabilir

5.2 MAKİNANIN SET EDİLMESİ

İş parçası ve takımın hazırlanması aynı konvansiyonel tezgahlarda olduğu gibidir. Bununla birlikte işlemsel olmayan zamanın düşük olması istenmesinden dolayı Nümerik kontrollü tezgahlarda setting up zamanının minimum olması istenir. Bunun dışında nümerik kontrollü tezgahlarda, iş parçasının "0" noktasının çok dikkatli bir şekilde ayarlanması gerekir.



Şekil 5.5 : Tezgahların ayarlanmasında kullanılan aletler
a) Optik ayarlayıcı b) Ayarlayıcı mandrel

Sensor problar birçok nümerik kontrollü tezgahda kullanılmaktadır. Bu sayede takımın set edilme zamanı azalmaktadır. Hassas uç yüzeye değdiğinde bir sinyal oluşur ve tezgahın hareketi kesilir. Sinyalin oluştuğu noktadaki kordinatlar kontrol ünitesine aktarılır. İşleme merkezlerinde G komutları ile kullanılan problar vardır. Bunlar magazine sabitleştirilmiş ve pozisyonları kontrol ünitesine yüklenmiştir. Tornalama merkezleri ise en az iki eksene sahip makinalardır. Bunlarda üç eksenli frezeleme makinalarına oranla ortaya çıkan problem; üç eksenli makinalarda iş parçası makinaya bağlanmış olup, tablanın hareket miktarı kadar hareket eder, böylelikle hareket tablanın hareketine göre kontrol edilir. Tornalarda ise tam tersine çap ve uzunluk takımın kesici noktasına bağlıdır. Tornalama merkezlerinin genelinde iş parçasının merkez çizgisi "0" noktası olarak alınır. Aynadan en uzak noktada Z eksenidir.(Thyer,1991)

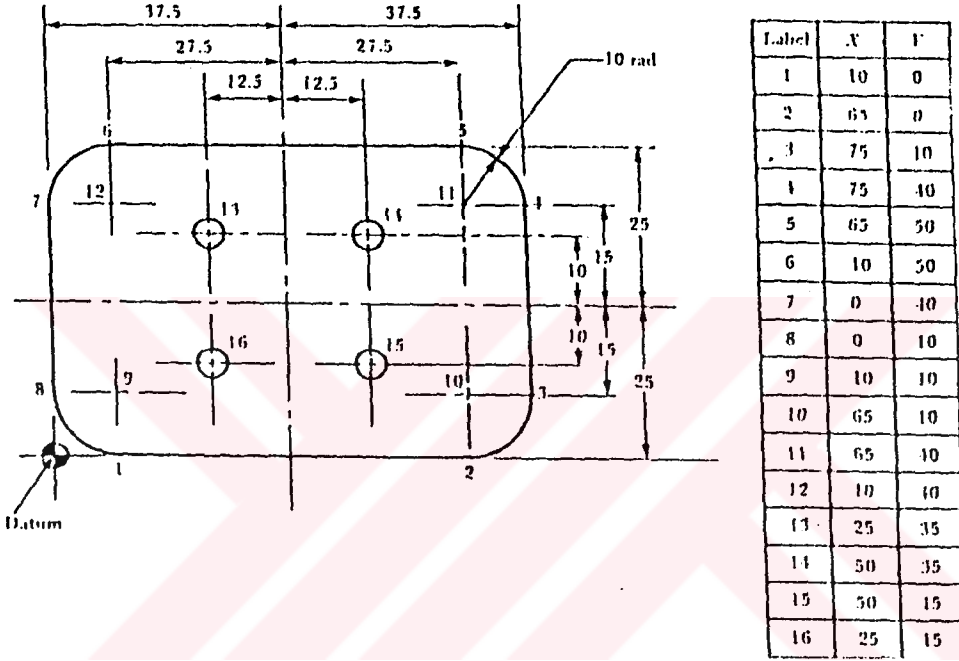
5.3 PARÇA PROGRAMI YAZMAK

Parça programı yazmak için şu teknikler kullanılabilir.

- Elle programlama
- Programlama dilleri kullanarak
- Digitizing tekniği kullanarak
- CAM sistemleri

Nümerik kontrollü bir parçanın işlenmesi için ilk olarak " başlangıç noktası (0)" nın bulunması gerekmektedir. Bu noktanın tespiti için aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. (Thyer,1991)

-) İşlenecek parçanın tipi
-) İşleme sırası
-) İşleme metodu
-) Kesme sırasında oluşacak kuvvetler



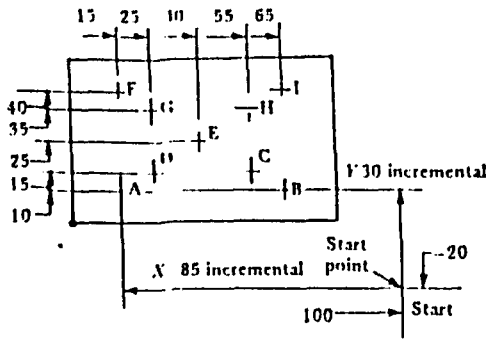
Şekil 5.6 Basit bir parça işlenmesi

Şekil 5.6 'da basit bir parçanın işlenmesi için gereken sırayı görebilirsiniz. Burada dikkat edilmesi gereken her hareket için resim üzerinde bir numara verilmiş olmasıdır. Birimlerin metrik veya inch sistemi olarak belirlenmeside gerekmektedir. Bunun için G70 (Inch sistemi) ve G71(metrik sistem) komutları kullanılır. (DeGarma et al,1988)

Parçaları boyutlandırır iken mutlak veya eklemeli sistem kullanılır. Bütün noktaların kordinatları "0" noktasından başlanarak alınıyorsa, bu sisteme mutlak sistem denir. Bu sistemin avantajı parça programının kontrol edilmesi ve düzeltilmesinin çok kolay olmasıdır.

Eklemeli sistemde, her boyut bir sonraki boyutla bağlantılıdır. Bir boyutta hata yapılırsa buna bağlı olarak diğer boyutlarda hatalı olacaktır. Bu yöntem çok sayıda delme işlemi içeren parçalar için uygun olmaktadır. Şekil 5.7'de mutlak ve eklemeli sisteme göre boyutlandırılmış bir iş parçası bulunmaktadır.

Mutlak ve eklemeli sistem arasındaki geçiş G90 (mutlak sistem) ve G 91 (eklemeli sistem) komutları kullanılarak yapılmaktadır. " 0" noktası genellikle parçanın şekli ile ilgilidir. Bunun yanısıra iş parçasının tuturma şekli ve takımın boyutu da etken olan faktörlerdir.



Pozisyon	Mutlak		Artan	
Start point	X100	Y-20	X0	Y0
Move to A	X15	Y10	X-85	Y30
A to B	X65	Y10	X50	Y0
B to C	X55	Y15	X-10	Y5
C to D	X25	Y15	X-30	Y0
D to E	X40	Y25	X15	Y10
E to F	X15	Y40	X-25	Y15
F to G	X25	Y35	X10	Y-5
G to H	X55	Y35	X30	Y0
H to I	X65	Y40	X10	Y5
I to start	X100	Y-20	X35	Y-60
Check sum			+150	+65-65
			-150	

Şekil 5.7 : Mutlak ve eklemeli sisteme göre parça boyutlandırılması

İş parçası: Parça programı hazırlanırken aşağıdaki sıralanan faktörler iş parçasına bağlıdır.

- İş parçası malzemesi
- Talaş miktarı
- İstenilen yüzey biçimi
- İstenilen boyutsal tolerans
- İş parçasının rijitliği
- İş parçasının tuturulma pozisyonu

İş parçasının işlenebilme yeteneği: Takımın malzemesinde göz önüne alırsak, işlem sırasında

- Soğutma sıvısı seçimi ve şeklini
- İlerleme hızını
- Takım geometrisini etkiler.

Talaş kaldırma miktarı: Mümkün olan en düşük miktarda talaş kaldırma işleminin uygulanması istenmektedir. İdeal olarak bir parçanın işlenmesi için, biri kaba biri de ince işleme olmak üzere iki paso verilmesi önerilmektedir. Bir malzemeden kaldırılacak maksimum talaş miktarı kesici takımın cinsine ve tezgah gücüne bağlıdır. Tornalama işlemi için ilerleme hızını bulurken;

$$F=f \cdot N \quad (5.1)$$

F=İlerleme hızı (mm/dak)

f=İlerleme hızı (mm/dev)

N=Mil hızı (dev/dak)

Tablo 5.3 ve 5.4 'den görülebileceği gibi bir alüminyum alaşımının işlenmesi için $f = 0.3 - 1$ arasında alınır. $f = 0.8$ alıp bu parçanın 500 dev/dak bir dönme hızı ile işleneceğini varsayarsak gereken ilerleme hızı $F = 0.8 \cdot 500 = 400$ mm/dak olmaktadır.

Tablo 5.3 : İlerleme

Malzeme	Takım ucu ilerlemesi (mm)
Dökme demir	0.05 - 0.25
Çelik alaşımı	0.04 - 0.2
Bakır alaşımı	0.1 - 0.35
Alüminyum alaşımı	0.1 - 0.4

Tablo 5.4 : İlerleme hızı

Malzeme	İlerleme hızı (mm/ dev)
Dökme demir	0.1 - 0.3
Çelik alaşımı	0.06 - 0.2
Bakır alaşımı	0.2 - 0.8
Alüminyum alaşımı	0.3 - 1.0

Frezeleme için ise kullanılacak eşitlik;

$$F=f*T*N$$

T=Kesici takımın ağız say

N=Mil hızı (dev/dak)

f=Parçaya bağlı ilerleme hızı

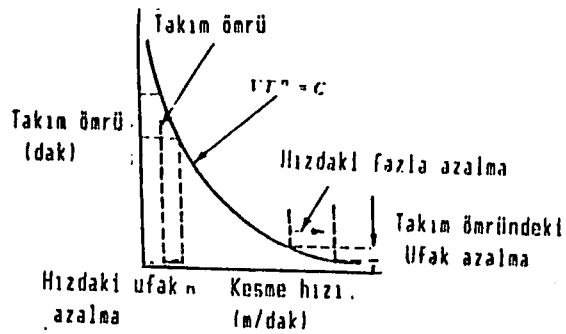
Tornalama merkezlerinde mil hızını seçmek, iş parçasının çapının işlem sırasında değişmesinden dolayı zor olabilir. Kaldırılan talaşın optimum kesme etkinliğinde olmasında önemli bir faktördür. Mil hızının yüksek olması takımın çabuk aşınmasına sebep olur.

Tablo 5.5 'de değişik devir sayıları için belirlenmiş kesme hızları bulunabilir.

Tablo 5.5 : Devir sayılarına bağlı kesme hızları

Mil Hızı Dev/dak	Gerçek kesme hızı (m/dak)		
	10 mm dia.	15 mm dia.	30 mm dia.
955	30	45	90
319	10	15	30
637	20	30	60

Şekil 5.8 de kesme hızı ve takım ömrü arasındaki bağlantıyı görebilirsiniz.



Şekil 5.8 : Kesme hızı ve takım ömrü arasındaki bağlantı

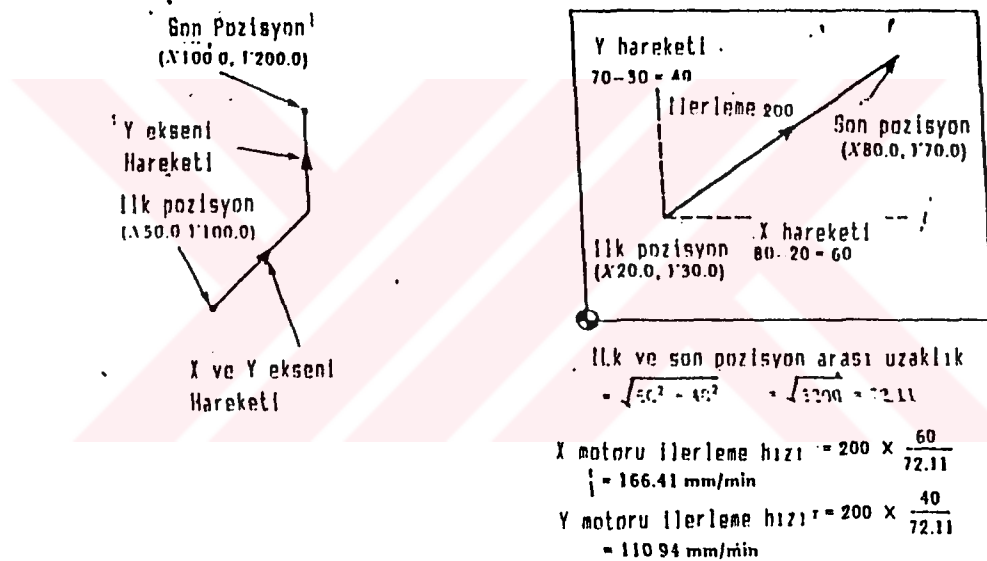
Kaldırılacak talaş miktarı parça çapının %20'si kadar ise hiçbir problem yoktur. Daha büyük çaplarda ise tornalama merkezlerinde problemler ortaya çıkabilir. Bu problemleri önlemek için sabit kesme hızları kullanılır. Bu

sistemde gereken ilerleme miktarı mt/dak olarak programlanır, bu sayede optimum verimle çalışılıp, takımın ömrünün uzatılması sağlanır. Sabit kesme hızı kontrol sisteminin tipine göre değişiklik gösterir. G 96 (mt/dak olarak sabit kesme hızı), G 97 (dev/dak olarak sabit kesme hızı)

5.4 KONTROL SİSTEMİ

Kontrol sistemleri, makinanın üreticisine göre değişiklik gösterir. Kontrol sistemlerinin görevi genel olarak okunan bilgileri işleme tutularak, tezgahın hareketli elemanlarına göndermektir.(Thyer,1991)

Pozisyonlama, takım ve iş parçasının belirli bir yerde pozisyonlanması gerektiğinde kullanılır. Bu sırada makinede işleme yapılmaz. Kullanılan ilerleme hızında programlanamaz, kontrol sisteminin sahip olduğu en yüksek hız kullanılır.



Şekil 5.9 : Lİner İnterpolasyon

Doğrusal interpolasyon, G 01 komutu ile kullanılan doğrusal interpolasyon ile bir eksen boyunca ilerlemeler, iki eksen boyunca açı altında ilerlemeler, çeşitli eksenlerde sıralı olarak düz ilerlemeler yapılabilir. İlerleme hızı programlanmalıdır ve programlanan ilerleme hızı değiştirilene kadar aktif olarak kalmaktadır. Şekil 5.9 'daki işlemin elde edilmesi için gereken blok;

```
N100 G00 X 20.0 Y 30.0 Z -6.0
N150 G01 X 80.0 Y 70.0 F 200
```

Dairesel interpolasyon, yayların işlenmesi için kontrol sistemlerinde G komutu ile kullanılan dairesel interpolasyon çeşitli metodlarla olur.

- Tek çeyrek daire (Single-quadrant): Bu yöntemde max. 90 kadar olan yaylarda işlem yapmak mümkündür. Dairesel interpolasyonda önce takımın yayın başlangıç noktasına gelmesi gerekmektedir. Daha sonra aşağıdaki bilgilerin işiği altında işlem yapılır.(Thyer,1991)

- Hareket yönü (G02 veya G03)
- Yayın sonundaki kordinatları
- Yayın merkezindeki kordinatları

Blok formatı;

N ... G02 veya G03 X ... Y ... I ... J ... F ...

N : Sıra numarası

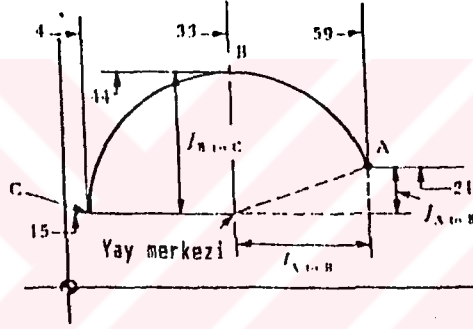
X : Yayın sonundaki X kordinatı

Y : Yayın sonundaki Y kordinatı

I : X eksenini boyunca yayın başlangıç noktasından merkezine olan uzaklığı.

J : Y eksenini boyunca yayın başlangıç noktasından merkezine olan uzaklığı.

F : İlerleme hızı.



Şekil 5.10 : Dairesel interpolasyon

Şekil 5.10 'daki yay 90 fazladır. Bu yayın single quadrant yöntemi ile işlenmesi için A - B ve B - C arasında iki defa program yazılması gerekmektedir. Bu durumdaki I ve J değerleri;

A - B

$$I = A'nın X kor - Yay mer.X kor \\ = 59 - 33 = 26$$

$$J = A'nın Y kor - Yay mer.Y kor \\ = 24 - 15 = 9$$

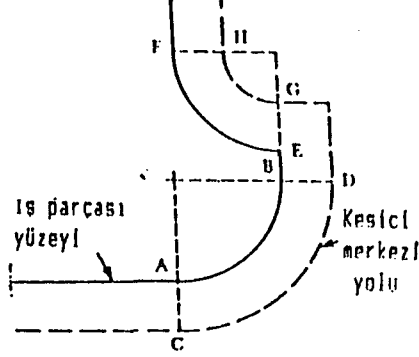
B-C arası:

$$I = 33 - 33 = 0 \\ J = 44 - 15 = 29$$

Blok yazılımı ise;

```
N50 G00 X 59.0 Y 24.0 (Başlangıç noktası)
N55 G03 X 33.0 Y 44.0 I 26.0 J 9.0 F 200 (Bitiş nok.)
N60 G03 X 4.0 Y 15.0 I 0.0 J 29.0 (C Bitiş nok.)
```

Bilgisayar bu yöntemde gerekli olan ilerleme hızlarını hesaplar. Şekil 5.11'deki 20 mm çapındaki kesici A-B arasında hareket ederken kesicinin merkezi C-D arasında yol almaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken kesici yayın dışında hareket ederken, kesici merkezinin hızının kesici hızından yüksek olduğudur. (Krar et al,1990)



Şekil 5.11 : Kesme hızları

Bundan dolayı kesici hızının artırılması gerekmektedir. A-B arası mesafe C-D arasından daha kısadır.C-D arasında 200 mm'lik bir ilerleme hızı programlanırsa C-D arası mesafeyi bulmak için;

$$C-D = \frac{\text{İlerlenen mesafe (mm)}}{\text{İlerleme hızı (mm/dak)}} = \frac{2 * 3.14 * 30}{4 * 200} = 0.236 \text{ dak}$$

A-B arasındaki ilerleme hızı

$$A-B = \frac{\text{İlerlenen mesafe (mm)}}{\text{Zaman (dak)}} = \frac{2 * 3.14 * 20}{4 * 0.236} = 133 \text{ mm/dak}$$

Yukarıdaki hesaplardan anlaşılacağı gibi bu ilerleme hızı çok yavaştır. Bu yüzden C-D arasının işlenmesi sırasında ilerleme hızının artırılması gerekmektedir. E-F arasındaki işlem esnasında ise tam tersine mesafe az olduğunda ilerleme hızının düşürülmesi gerekmektedir.Bu bilgilerin ışığı altında bir yayın dışından işlenmesi durumunda;

$$\text{İlerleme hızı } F = \text{Normal (liner) hız} * \frac{rw + rc}{rw}$$

İçden işlenmesi durumunda;

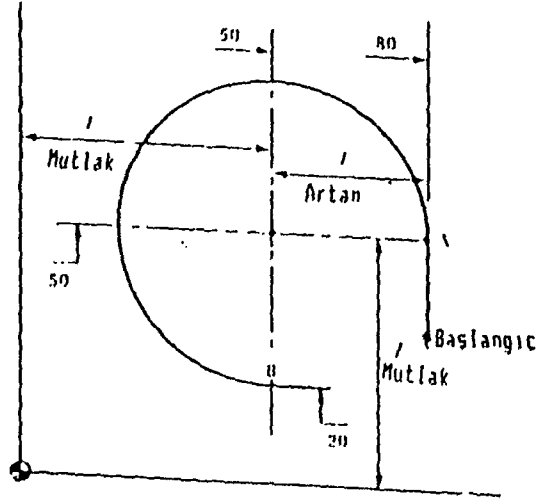
$$\text{İlerleme hızı } F = \text{Normal (liner) hız} * \frac{rw - rc}{rw}$$

rw = İş parçasını radüsü

rc = Takımın radüsü

Multi-quadrant dairesel interpolasyon, Bu operasyon modu birçok makinada mevcut olmamaktadır. 360 kadar olan yayların tek bir blokta işlenmesi mümkündür. Blok formatı ;

N... G02/G03 X ... Y ... I ... J ... F ...



Şekil 5.12 : Yay işleme

Kullanılacak X ve Y değerleri yayın son nokta değerleridir. Şekil 5.12 'deki yayın işlenmesi için gereken blok formatı;

```
N65 G01 G75 G90 X80 Y50 F200
N70 G03 X50 Y20 I50 J50
```

G75 komutunun bu işlemde kullanılması gerekmektedir. I ve J değerleri seçilen "0" noktasından yay merkezine olan uzaklıklardır. Mutlak "0" değilde eklemeli "0" sistemi seçilseydi; I ve J değerleri yay merkezinden, başlangıç noktasına olan uzaklıklar olurdu. Bu durumda aynı şekil için,

```
N 70 G01 G91 X-30 Y-30 I30 J0
```

olurdu. Şekil 5.12 için çeşitli yöntemlerle yazılmış programlar tablo 5.6 'da bulunmaktadır.

Tablo 5.6 : Çeşitli yöntemlerle daire işlemek için kullanılan programlar

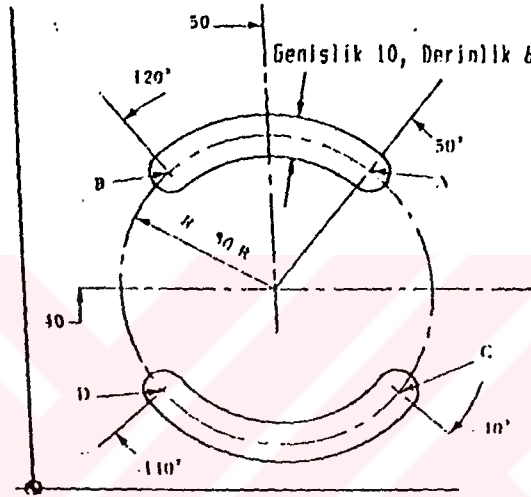
Mutlak değerler Single quadrant	Mutlak değerler Multi quadrant	Artan değerler Multi quadrant
N80G01G74G90X80.0Y50.0*	N80G01G75G90X80.0Y50.0*	N80G01G75G91X0Y30.0*
N85G03X50.0Y80.0I30.0J0*	N85G03X80.0Y50.0I50.0J50.0*	N85G03X0Y0I30.0J0*
N90G03X20.0Y50.0I0J30.0*	N90G01X90.0Y50.0*	N90G01X10.0Y0*
N95G03X50.0Y20.0I30.0J0*	N95G02X120.0Y50.0I105.0J50.0*	N95G02X30.0Y0I-15.0J0*
N100G03X80.0Y50.0I0J30.0*	N100G01X130.0Y50.0*	N100G01X10.0Y0*
N105G01X90.0Y50.0*		
N110G02X105.0Y65.0I15.0J0*		
N115G02X120.0Y50.0I0J15.0*		
N120G01X130.0Y50.0*		

Parabolik interpolasyon: Bu fonksiyon genel olarak G06 komutu ile gösterilmesine rağmen kontrol sisteminin cinsine göre farklılık gösterir. Özel ekipmanlar gerektirdiği için dairesel interpolasyon kadar yaygın değildir. Parabolik interpolasyon kullanılarak üç eksenle yaylar işlenebilir. Parabolik interpolasyonun kullanılması için başlangıç, orta nokta ve bitiş noktasının koordinatlarının bilinmesi gerekmektedir. (Thyer,1991)

5.5 POLAR KORDİNATLAR

Bazı kontrol sistemlerinde polar kordinatlar kullanarak programlama yapmak mümkündür. X,Y ve Z kordinatları yerine , R (çap) ve A (0.01 hassasiyetli açı değeri) kullanılır. İstenilen nokta bir açı ve yay uzunluğu ile ifade edilir.

Şelik 5.13 'den görülebileceği şekilde, merkez nokta polar olarak ifade edilmiştir. Parçanın "O" noktasının merkezde değil ise I,J ve K kordinat sisteminin kullanılması gerekmektedir. (Thyer,1991)



Şekil 5.13 : Polar kordinatlar

Şekil 5.13 için parça programı,

```
N120 G00 G90 R30.0 A50.0 I50.0 J40.0 ( A başlangıç nok.)
N125 Z2.0
N130 G01 Z-6.0 F100
N135 G03 R30.0 A120.0 I50.0 J40.0 F200.0 (B'ye dairesel in.)
N140 G00 Z2.0
N145 R30.0 A-40.0 I50.0 J40.0
N150 G01 Z-6.0 F100
N155 G02 R30.0 A-140.0 I50.0 J40.0 F200
N160 G00 Z10.0
```

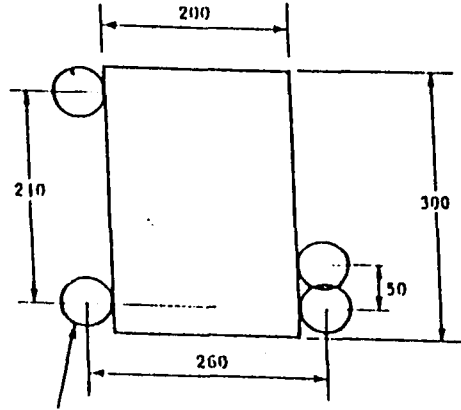
5.6 PROGRAMLAMADA KULLANILACAK YARDIMCI KOMUTLAR

Bu fonksiyonlar programları kolay yapılabilmesini sağlamaktadır. Aşağıda açıklanacak olan fonksiyon komutları (G komutları) makinanın kontrol sistemine göre değişir. Burada kullanılmış olan makina Bridgeport firmasının BOSS 5 tipi tezgahını kontrolüdür.

G77 Yüzey işleme : Şekil 5.14'de görülen blok için şu format kullanılır.

N.. G77 X.. Y..1 Y..2 F.

N105 G77 X26 Y240 Y50 F100

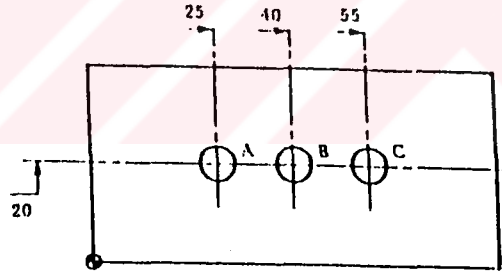


Şekil 5.14 : Yüzey işleme

- N : Blok numarası
 X : X eksen uzunluğu
 Y1: Y eksen uzunluğu
 Y2: Kesici çapının %70 veya %80'i oranında bir değer.
 F : İlerleme hızı

Genel olarak G81'den G89'a kadar olan komutlar imalatçılar tarafından sabitleştirilmiş fonksiyonlar olarak kullanılırlar.

G81 Art arta delme veya tornalama : En çok kullanılan cycle budur. Şekil 5.15 'daki parçanın işlenmesi için gerek blok formu;



Şekil 5.15 : Art arta delme

```
N100 G00 X25.0 Y20.0 Z2.0 M03
N105 G81 X25.0 Y20.0 Z14.89 F200
N110 X40.0 Y20.0
N115 X55.0 Y20.0
N120 G00 X100.0 Y-80.0 Z10.0 M00
```

G82 komutu art arta olan dwell işlemleri için kullanılır.

G84 Diş çekme : bu fonksiyonda diş çekme işlemleri yapılır. Blok formatı G81 komutu ile aynıdır. İlave olarak doğru mil devrini programlamak gerekir.

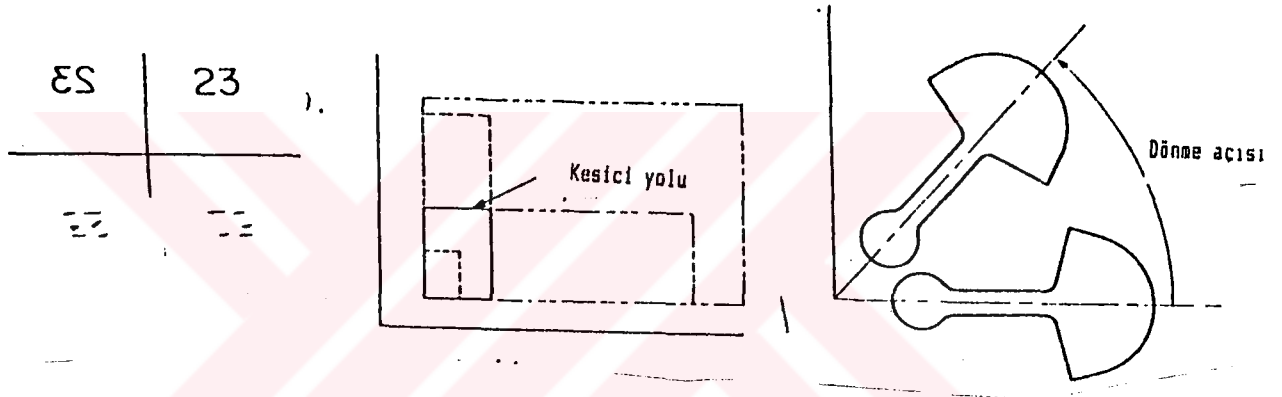
$$\text{Mil devri (dev/dak)} = \frac{\text{İlerleme}}{\text{Hatve}}$$

Yukarıda anlatılanlardan başka kontrol sisteminin cinsine bağlı olarak yardımcı komutlar çoğaltılabilir. Örneğin dwell, mirror imaging, scaling, rotation gibi.

Dwell (Bekleme) : Dwell fonksiyonu işlemin bitip kesicinin işleminin bitirilmesini sağlamak için geçen zamanı sağlar. G04 komutu kullanılmaktadır. G04/5 yazılı bir satırın anlamı 5 sn. bir dwell işlemidir.

Mirror imaging (Ayna görüntüsü) : Frezeleme ve delme işlemleri sırasında çokca kullanılır. Şekil 5.16 'da bu işlem için bir örnek görülebilir.

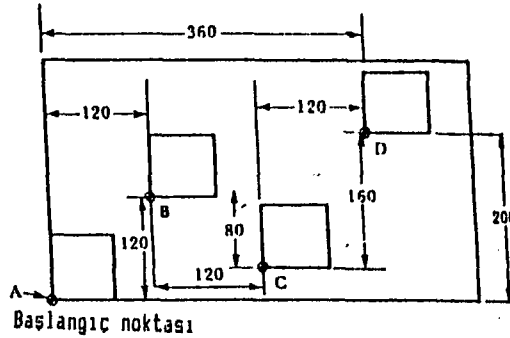
Rotation (Döndürme) : Frezeleme ve delme işlemlerinde kullanılır. Bu fonksiyonla kesicinin yolunun belirli bir açı altında çevrilmesi mümkündür.



Şekil 5.16 : Rotation ve mirror imaging

Scaling (Ölçülendirme) : Tornalama , Frezeleme ve Delme işlemlerinde kullanılır. Kesicinin hareket miktarı bir skala aracılığıyla artırılır veya azaltılabilir.

Preset absolute register : Genel olarak tornalamada kullanılsa da Frezeleme ve delme işlemlerinde de kullanılmaktadır. Fonksiyonu G92 olan bu komutla X,Y,Z eksenlerinde yeni kordinatlar sağlanır. Bir program örneği ;



Şekil 5.17 : Preset absolute register

```

MACRO 1 (1.İşlem)
N10 G00 X120 Y120 Z2
N15 G92 X-120 Y-120
MACRO 1 (2.İşlem)
N20 G00 X120 Y-80 Z2

```

```

N25 G92 X-120 Y80
MACRO 1 (3.İşlem)
N30 G00 X120 Y160 Z2
N35 G92 X-120 Y-160
MACRO 1 (4.İşlem)
N40 G00 X-360 Y-200 Z2
N45 G92 X360 Y200

```

Subrutineler : Looplar ve makrolar olmak üzere iki çeşittir. Looplar ile makrolar arasındaki fark; looplar blok sonunda makrolar ise bloktan önce programlanır.

Looplar : Parça programındaki bir blok setinin okunup program tarafından istenildiği zaman kullanıldığı bir yöntemdir. Loop içinde loop yaratmak mümkündür. Blok formu

= Na/b

= Loop ifade eder
Na Okunması gereken blok
b Loopun kaç kere tekrarlandığı

Şekil 5.15 'deki programın loop tekniği ile yazılmış şekli ;

```

N100 G00 X25 Y20 Z2 M03
N105 G91 G81 X0 Y0 Z14.89 F200
=N110/2
N110 X15 Y0
N115 G90 G00 X100 Y-80 Z10 M00

```

Macrolar : Makinanın parça programlarının değişik bölümlerinden tekrar edilmesi gereken kısımlar varsa kullanılır. Başka bir deyişle ana programın içindeki kısa programlardır. Gerektiği zaman kullanılabilir. Programın başında yazılması önerilmektedir. (Thyer,1991)

#1 Makro numarası
N1 GOO G71 G91 X20 Y 50(Takım X20,Y50 noktasında pozisyonlama
N5 G01 Z* F100 (**in anlamı Z eks.in değişken değer olması)
N7 G00 G90 Z1
\$ (Makronun bitmesi)

5.7 HEIDENHAIN DİLİNDE PROGRAMLAMA

En çok kullanılan programlama dillerinden biriside Heidenhain dilidir. Bazı kontrollerde ISO kodları ile birlikte kullanılır.

Heidenhain kontrol sisteminin paneli çeşitli özel komutların, takım numaralarının, kordinat değerlerinin belirlendiği sembollerin olduğu tuşlar ile donatılmıştır. Heidenhain programlama dili ile yapılan programlar aşağıdaki adımları içerir.

- 1) Parça boyutları belirtilir.
- 2) Kullanılan takımın boyutları belirlenir.
- 3) İşleme sırası programlanır.

Heidenhain dili ile programlama sırasında karşılaşılabilecek bazı komutlar şunlardır :

PGM/NR ; bu komutla yeni bir programın başlangıcı belirlenir.

MM = ENT / INCH = NO ENT ; ENTER tuşuna basılırsa verilen ölçüler mm, basılma ise inch sistemine göre dir.

BLK / FORM ; iş parçasının ölçüleri XY ve YZ olarak belirtilir.

TOOL CALL ; takım değiştirme pozisyonu X,Y ve Z olarak belirtilir.

TOOL DEF ; kullanılacak takıma numara verilip, takım uzunluğu ve çapı belirtilir.

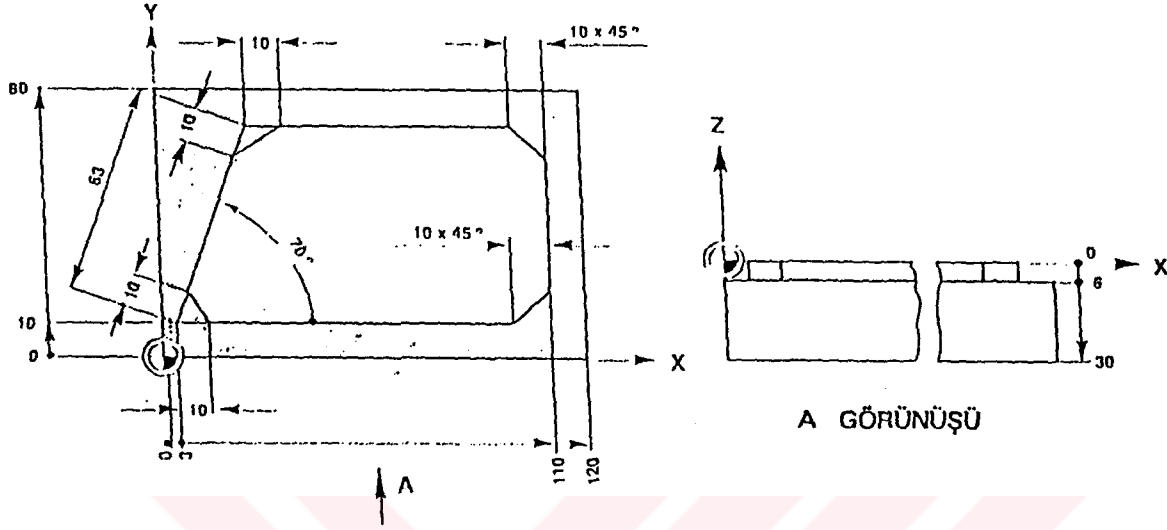
Takım telafisi ise işlem sırasında RR (Sağ) ve RL (sol) komutları ile belirtilir. Bunun yanı sıra; ilerleme hızı, devir sayısı ve gereken yardımcı komutlar (M) satırlarında belirtilir.M komutları ISO standartları ile aynıdır. I ve P tuşları yardımı ile artmalı ve polar koordinatlar da kullanılabilir. Heidenhain dilinde G hazırlık fonksiyonları kullanılmaz.

Dairesel interpolasyon için; bu interpolasyonun sembolü olan C kodunun yanı sıra, interpolasyonun yönünü belirtmek üzere DR (+) (saat yönün aksi) ve DR (-) (saat yönü) kullanılır.

Bu özelliklere ilaveten, çok sayıda sabitlendirilmiş devirler kullanılarak, işlemler basite indirilmiştir. " CYCLE / DEF " komutu ile gereken fonksiyona ulaşılır.

Program ile ilgili bütün bilgiler yüklendikten sonra, monitörden grafik modunun yardımı ile parçanın işlenmesi ile ilgili detaylar görülür. Şekil 5.18, 5.19 ve 5.20 'de Heidenhain programlama dili kullanılarak yazılmış programlar vardır. (Heidenhain,1990)

5.7.1. FREZELEME



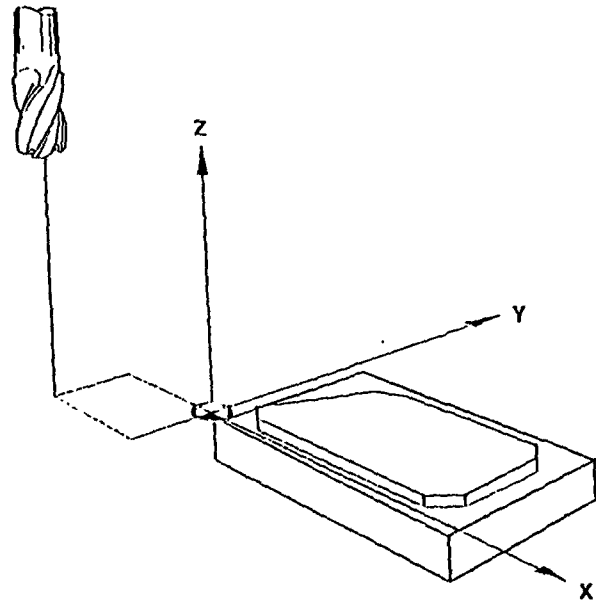
[#] 0	BEGIN	PGM 130	MM	MALZEME	: ALEMİNYUM
[#] 1	BLK	FORM 0.1 Z	X+0,000	PARÇA BOYUTU	: 120 * 80 * 30
		Y+0,000	Z-30,000	TAKIM	: 6 DİŞLİ, 30 MM ÇAPLI,
		BLK	X+120,000		PARMAK FREZE
		Y+80,000	Z+0,000		

Alt programda belirlenmiş takım
değiştirme pozisyonuna hareket

[#] 1	LBL	1		
[#] 2	TOOL	CALL 0	Z	
			S	
[#] 3	L	Z+100,000		
[#] 4	L	X-50,000	R F15999	M09
			Y-50,000	
			RO F	M05

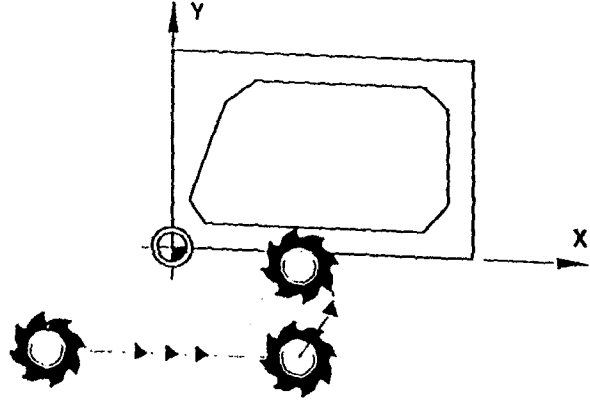
Tanımlama ve Takım çağırma

[#] 6	TOOL	DEF 31	L+0,000	
			R+15,000	
[#] 7	STOP			
[#] 8	TOOL	CALL 31	Z	MOG
			S1600,000	



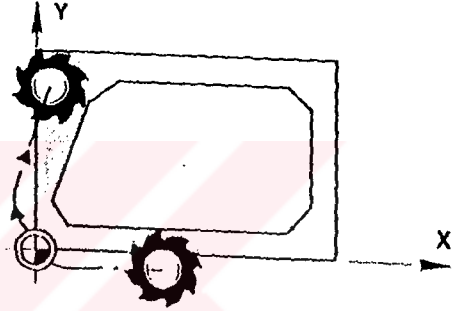
Helisel yaklaşım için bir yardımcı nokta tanımlanması

(✓)	9 L	X+50,000	Y-50,000			
				RO	F15999	M
(✓)	10 L	Z-6,000				
				R	F	M
(✓)	11 L	X+50,000	Y+10,000			
				RL	F1000	M13
(Z)	12 RND	R20,000				
				F		

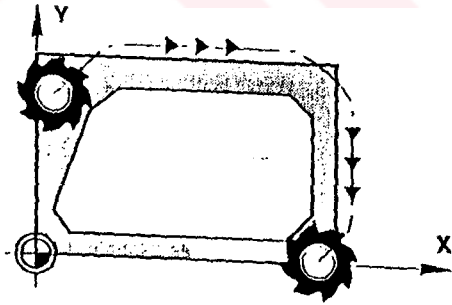


Pah kırma (13 nolu Blok)

(✓)	13 L	X+3,000				
				R	F	M
(✓)	14 L	10,000				
(✓)	15 CC	X+3,000	Y+10,000			
				F		
(✓) (P)	16 LP	FR+63,000	FA+70,000			
				R	F	M

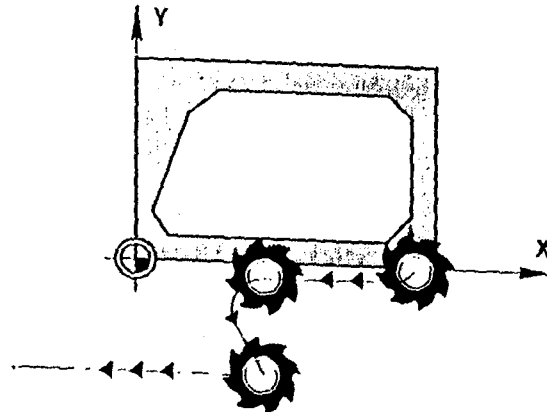


(✓)	17 L	10,000				
(✓)	18 L	X+110,000				
				R	F	M
(✓)	19 L	10,000				
(✓)	20 L	Y+10,000				
				R	F	M09
(✓)	21 L	10,000				



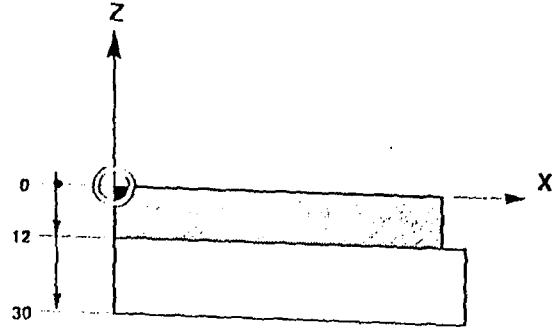
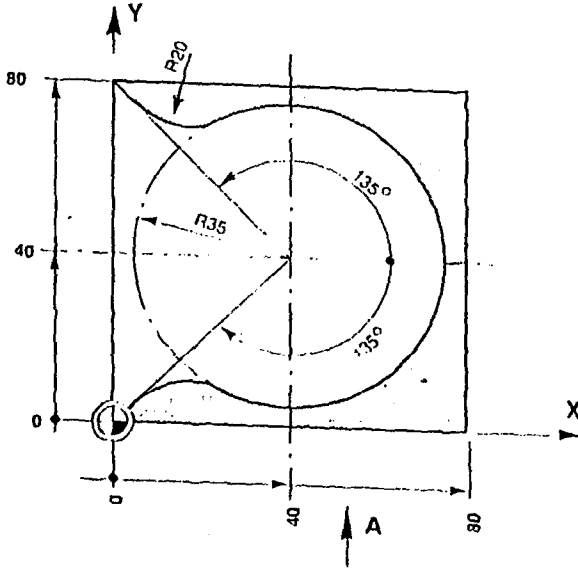
Parçadan ayrılma ve alt programda belirlenmiş takım değiştirme pozisyonuna hareket

(✓)	22 L	X+50,000	Y+10,000			
				RL	F	M
(Z)	23 RND	R20,000				
				F		
(✓)	24 L	X+50,000	Y-50,000			
				RO	F15999	M09
(...)	25 CALL	LBL 1 REP				
	26 END	PGM 130				MM



5.7.2. DAİRESEL İŞLEME

MERKEZ NOKTA VE SON NOKTA
TANIMLANMIŞ, SON NOKTA POLAR
KORDİNATLARDA



```

(---) 0 BEGIN PGM 225      MM
(---)  BLK  FORM 0.1  Z    X+0,000
      Y+0,000            Z-30,000
      BLK  FORM 0.2    X+80,000
      Y+80,000          Z+0,000
  
```

MALZEME : ALEMİNYUM
PARÇA BOYUTU : 120 * 80 * 30
TAKIM : 8 DİŞLİ, 30 MM ÇAPLI,
YÜZEY FREZE

Alt programda belirlenmiş takım
değişirme pozisyonuna hareket

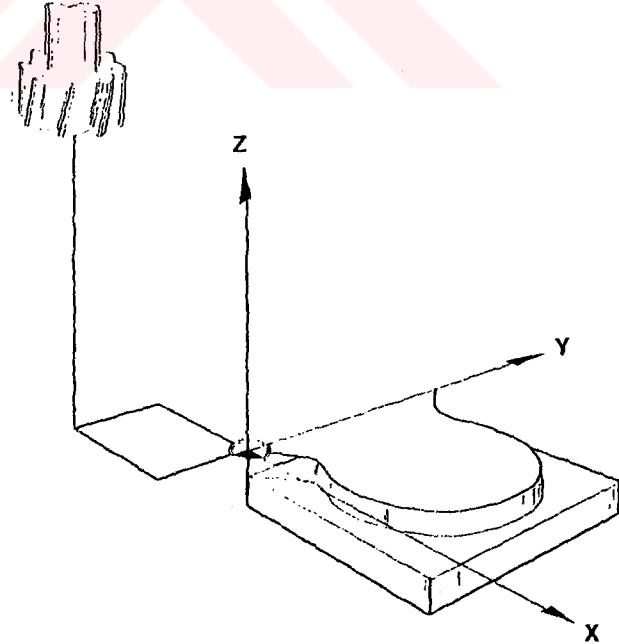
```

(---) 1 LBL 1
(---) 2 TOOL CALL 0      Z
      S
(---) 3 L  Z+100,000
      R F15990 M09
(---) 4 L  X-50,000    Y-50,000
      RO F M05
(---) 5 LBL 0
  
```

Tanımlama ve Takım çağırma

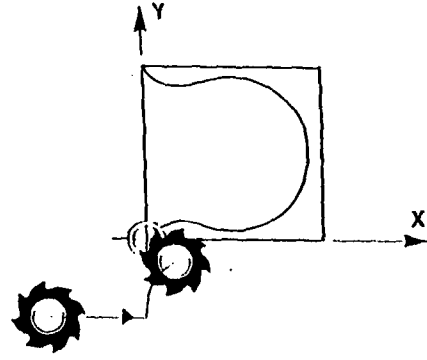
```

(---) 6 TOOL DEF 22      L+0,000
      R+15,000
(---) 7 STOP
(---) 8 TOOL CALL 22      M06
      Z
      S1600,000
  
```



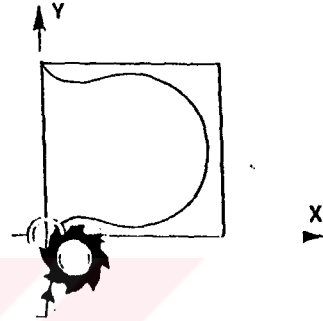
Helisel yaklaşım için bir yardımcı nokta tanımlanması

[G1]	9 L	X+0,000	Y-50,000	RO F15999 M
[G2]	10 L	Z-12,000	R F M	
[G3]	11 L	X+0,000	Y+0,000	RR F1280 M13
[G4]	12 RND	R15,000	F	



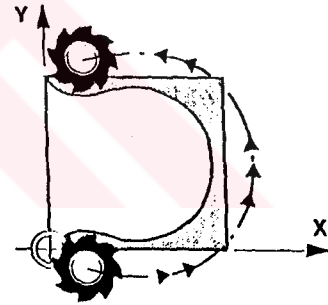
Başlangıç merkezinin belirlenmesi
Çap ve açının belirlenmesi

[G4]	13 CC	X+40,000	Y+10,000	
[G5] [P]	14 LP	PR+35,00	PA-135,000	R F M
[G6]	15 RND	R20,000	F	



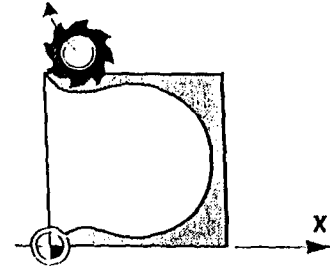
DR(+) komutu ile pozitif yönde frezeleme
Merkez 13 nolu satırdan transfer edilmiştir.

[G5] [P]	16 CP	PA+135,000	DR+ R F M
[G6]	17 RND	R20,000	F

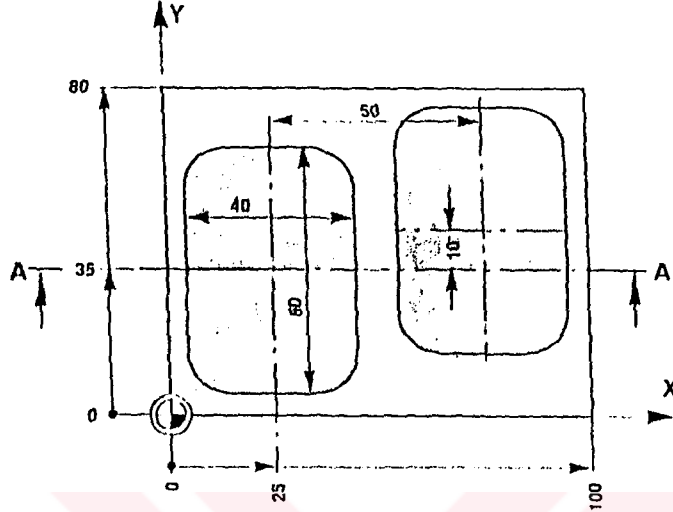


Son kenarın frezelenmesi ve alt
programda belirlenmiş takım
değiştirme pozisyonuna hareket

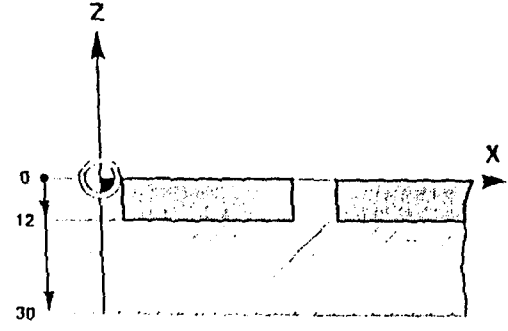
[G7]	18 L	X+0,000	Y+80,000	RR F M
[G8]	19 RND	R15,000	F	
[G9]	20 L	X+0,000	Y+125,000	RO F15999 M09
[G10]	21 CALL	LBL 1 REP		
	22 END	PGM 225	MM	



5.7.3. FONKSİYONEL KOMUTLAR DÖRT KÖŞE İŞLEME



Bütün radüsler 10 mm



A-B KESİTİ

```
(#) 0 BEGIN PGM 4/40 MM
(---) BLK FORM 0.1 Z X+0,000
      Y+0,000 Z-30,000
      BLK FORM 0.2 X+100,000
      Y+80,000 Z+0,000
```

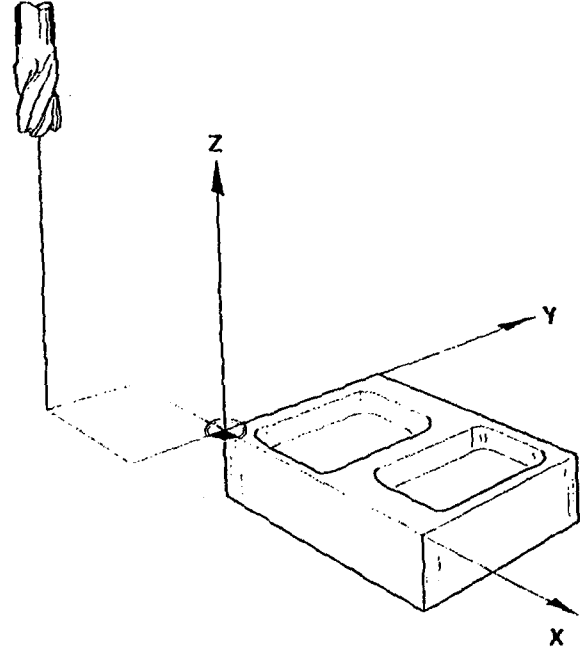
MALZEME : ALEMİNYUM
PARÇA BOYUTU : 100 * 80 * 30
TAKIM : 2 DİŞLİ, 20 MM ÇAPLI
PARMAK FREZE

Alt programda belirlenmiş takım
değiştirme pozisyonuna hareket .

```
(#) 1 LBL 1
(---) 2 TOOL CALL 0 Z
      S
(---) 3 L Z+100,000 R F15999 M09
(---) 4 L X-50,000 Y-50,000 R0 F M05
(---) 5 LBL 0
```

Tanımlama ve Takım çağırma

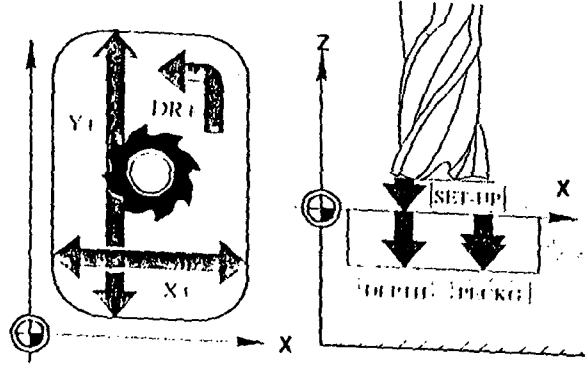
```
(---) 6 TOOL DEF 4/4 L+0,000
      R+10,000
(---) 7 STOP
      M06
(---) 8 TOOL CALL 4/4 Z
      S2500,000
```



Dörtköşe işleme için fonksiyon tanımlanması

```

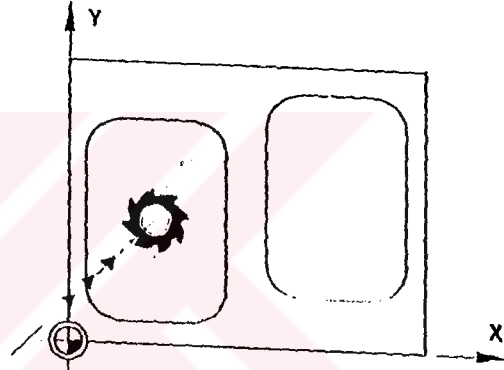
(=) 9 CYCL DEF 4.0 POCKET MILLING
10 CYCL DEF 4.1 SET UP 2,000
11 CYCL DEF 4.2 DEPTH -12,000
12 CYCL DEF 4.3 FEEDG -10,000
    F100
13 CYCL DEF 4.4 X+10,000
14 CYCL DEF 4.5 Y+00,000
15 CYCL DEF 4.6 F500 DR+
  
```



İlk pozisyona hareket ve CYCLE CALL komutu ile Fonksiyonu çağırarak

```

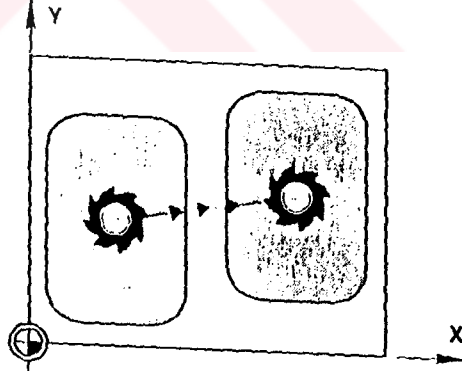
(=) 16 L X+25,000 Y+35,000
    RO F15999 M
(=) 17 L Z+2,000
    R F M15
(=) 18 CYCL CALL
    M
  
```



İkinci başlangıç noktasına hızlı hareket ve CYCLE CALL komutu ile Fonksiyonu çağırarak

```

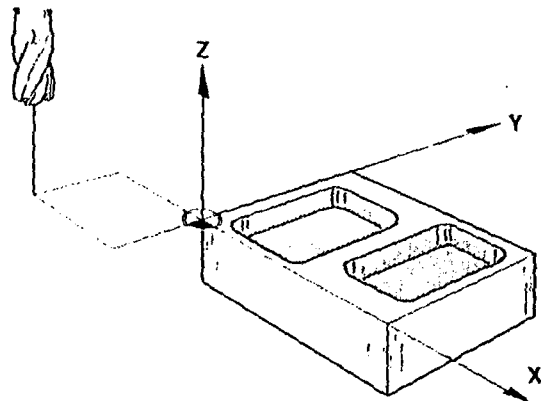
(=) 19 L IX+50,000 IY+10,000
    RO F15999 M
(=) 20 CYCL CALL
    M09
  
```



Parçadan ayrılma ve alt programda belirlenmiş takım değişirme pozisyonuna hareket

```

(=) 21 CALL L01 1 REP
22 END PGM 4/10
    M11
  
```



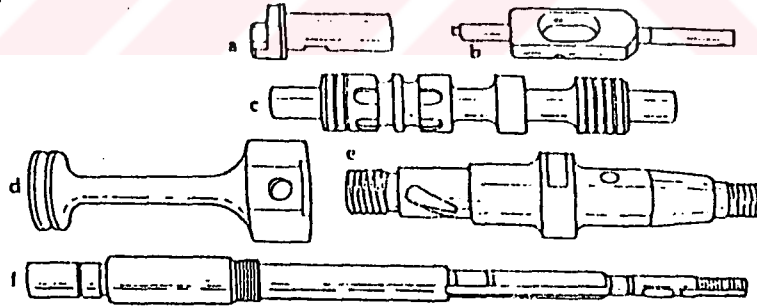
6. BÖLÜM

UYGULAMALAR

Bir iş parçasının işlenmesinde nümerik kontrolün kullanılması tamamen imalat maliyetine bağlıdır. Bir CNC makinası çok pahalı olabilir. Fakat burada da makinanın ilk hazırlık ve set up zamanları oldukça düşüktür. Bundan başka bazı faktörlerde vardır. Örneğin, manual kontrollü tezgahları kullanabilen yetenekteki insanların azalması durumunda bir firma için yüksek makina maliyeti ödeyerek CNC kullanmak, yüksek işçilik ödeyerek manual tezgahlar kullanmaktan daha ekonomik olabilir. Bunun yanısıra şunada dikkat edilmelidir; büyük sayılarda ve sabit tolerans limitlerine sahip olan parçaların sabitlenmiş hareketli (kamlı) makinalarda işlenmesi CNC'lerde işlenmesinden daha ekonomiktir.

Nümerik kontrol az miktardaki parçanın çok fazla operasyon kullanarak yapılması gereken iş parçalarının olduğu, çok fazla takım ve pozisyon değişikliği gerektiren imalatlar için uygundur. Büyük ve akım parça değişikliği olan imalatlarda CNC kullanılması ekonomik değildir.

CNC'lerde part program yazmak zor değildir. Böylece çok fazla parça üretmek fazla zaman almaz. Şunuda unutmamak gerekirk, depoya her konan parçanın bir stok maliyeti vardır ki bu parada sadece parçalar satılınca veya kullanılınca aktif hale gelebilir, buna ilaveten zaman içinde yapılacak olan değişiklikler stokdaki üretilmiş parçaları etkiler ve bunların zarar olmasına neden olur. Küçük miktarlarda talaş kaldırılması gereken operasyonlar için frezeleme-tornalama merkezlerinin bulunmasıyla CNC'lerin daha geniş uygulamaları görülmüştür. Bu makinalarda ikinci bir tezgaha geçerken yapılması gereken set uplar yapılmadığından dolayı zaman kazancı artmıştır. Şekil 6.1 'de işleme merkezlerinde işlenen bazı parçalar için işleme zamanları görülebilir.



No	İşleme zaman Sn	Matzeme
a	310	303 SST
b	420	AISI 12L13
c	410	303 SST
d	350	AISI 4135
e	320	303 SST
f	480	AISI 1035

Şekil 6.1 : İşleme merkezleri ile işlenen bazı parçalar için zamanlar

Nümerik kontrolün uygulanması ile kazanılan faydalara tekrar değinmekte yarar vardır.

- a) Hızlı üretim değerleri; takım ve iş parçasının pozisyonlaması için daha az zaman harcanması ve böylece zamanın daha verimli kullanılması.
- b) Daha hızlı set-up yapma; işleme ile ilgili olmayan operasyonlarda daha az zaman harcanması.
- c) Üretim için özel takıma ihtiyaç duyulmaması.
- d) Lead timelerin azaltılması
- e) Kesme veriminin geliştirilmesi
- f) Kalitenin artırılması
- g) Kalitenin artırılmasına bağlı olarak daha az araştırma zamanının harcanması. İlk üretilen parçanın boyutları istenilen toleranslarda ise diğer üretilen parçaların boyutlarının farklı olması sadece takımdan dolayı oluşabilecek bir durumdur.
- h) Parçanın daha az tutma zamanı, daha çok operasyon zamanı kullanması
- i) Parçanın dizaynının kolaylıkla değiştirilebilmesi.(Thyer,1991)

6.1 İMALAT MALİYETİ

Maliyeti; sabitleştirilmiş ve değişken maliyet olarak iki ayrı sınıf da inceleyebiliriz.

Sabitleştirilmiş maliyet, Bu maliyet üretilen parça sayısına bağlı olmadan ödenmesi gereken maliyettir, ilk üretim maliyeti, lead time maliyeti ve kapital maliyetini kapsar. Lead time takımın parça programının hazırlandığı zamandır ve bazı firmalar set up zamanında lead time zamanına ekler. Bir iş parçasının gruplar halinde işlenmesi gerekiyorsa her bir grubun üretilmesi için bir set up zamanı olacaktır. Eğer üretilen parça sayısı sabit ise her parça başına düşecek sabit maliyeti bulmak kolaydır. Buna göre üretilen parça sayısının çok olması sabit maliyetin düşük olmasını sağlar.

Değişken maliyet, üretim ve işleme maliyetlerini içerir. Bunlarda üretilen parçanın sayısına bağlıdır ve parça üretiliminin artması, parçanın değişken maliyeti o kadar artar. Değişken maliyet parça imalinde dört şekilde bulunabilir.

- a) Malzeme
- b) Makina
- c) İşçilik
- d) Servis ve genel giderler

Bir parça için imalat maliyetini bulmak için yukarıda açıklanan herbir maddenin maliyetini bulmak gerekmektedir.

Birim maliyet: Malzeme fiyatı+Makina fiyatı+İşçilik Maliyeti+Genel giderler (6.1)

Malzeme maliyeti; her bir parça için sabittir.

Makina maliyeti; her bir parça başına düşen makina ve ekipmanların fiyatıdır. Bir parçanın üretilmesi için harcanan zamana direk olarak bağlıdır. Bir ürünü dizaynı için kullanılan zamana floor to floor zamanı denir ki bu işleme hazır bir parçanın işlenmesinden diğer parçanın yüklenmesine kadar geçen zamandır. Floor to floor parçanın depodan alınıp, makinaya bağlanması

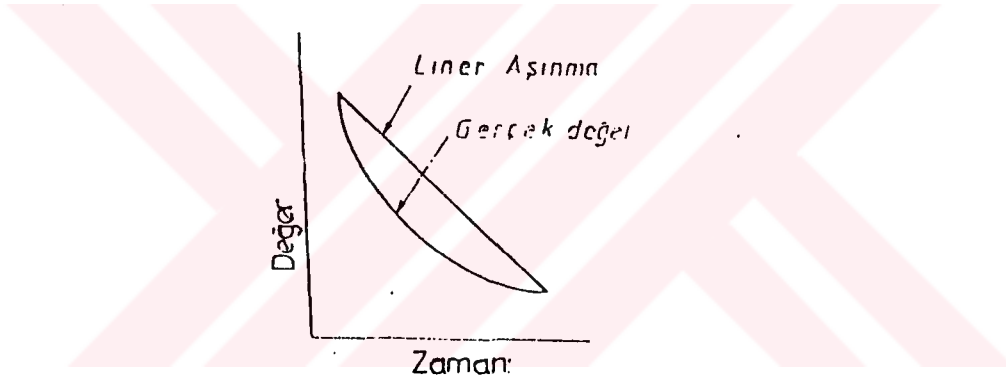
ve işlem sonrası makinadan alınıp depoya konmasına kadar geçen süredir. Bunu formüle edersek;

$$\text{Birim parça için makina maliyeti} = \text{makina fiyatı} * \text{floor to floor zamanı (saat)} \quad (6.2)$$

$$\text{Makina Fiyatı} = \frac{\text{Yeni makina maliyeti} + \text{sigorta ve bakım}}{\text{Tahmini makinanın kullanım ömrü (saat)}} \quad (6.3)$$

$$\text{Birim zaman} = \text{floor to floor zamanı} + \frac{\text{setup ve takım bileme zamanı}}{\text{set up parça sayısı}} \quad (6.4)$$

Bir makinanın maliyetini kullanım zamanı boyunca eşit olarak bölüştürme yapmak için hesaplamalar sırasında makinanın aşınmasının lineer olduğu varsayılır.



Şekil 6.2 : Takım tezgahında aşınma

Sigorta ve makina bakım giderleri makina fiyatının bir oranı olarak hesaplanır. Çeşitli firmalar bu oranı çeşitli şekillerde vermişlerdir. Yine de yaklaşık olarak sigorta maliyetinin toplam maliyetin 1.5'i bakım maliyetinin ise % 12'si olarak düşünülebilir. Makina ömrünü belirlemek makina oranının belirlerken çok önemli bir faktördür; burada en iyi belirleme kişinin geçmiş makinalardan almış olduğu tecrübesidir.

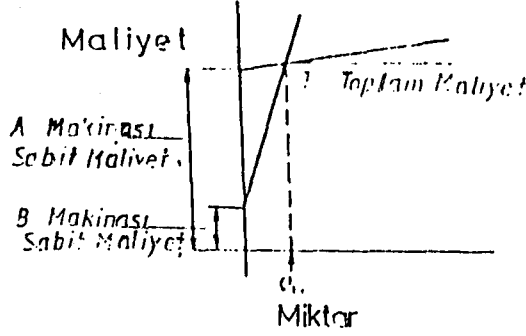
İşçilik maliyeti; Parçanın yapılmasında çalışan işçilere ödenen paradır.

$$\text{Birim parça işçilik maliyeti} = \text{saatlik işçilik ücreti} * \text{bir parçanın floor to floor zamanı} \quad (6.5)$$

Servis ve genel giderler; Bu alandaki maliyeti hesaplamak gerçekten çok zordur her firmanın çeşitli oranları vardır. Genel olarak işçilik maliyeti, en büyük ve en çok kontrol edilebilen maliyet olduğu için, genel giderler ile ilgilidir. Bu maliyet firmaya göre 2 - 8 misli arasında değişir. (Thyer, 1991)

6.2 KAR-ZARAR (BREAK- EVEN) TABLOLARI

Bu tablolar hangi makinada hangi parçaların işlenmesi gerektiğini bulmak için kullanılır. Şekil 6.3 'de tipik bir break*even tablosu gösterilmiştir. BU tabloda sadece iki makina kıyaslanmıştır, aynı teknik kullanılarak bir çok makina kıyaslanabilir.



Şekil 6.3 : Kar - zarar tabloları

Parça sayısı yatay eksen boyunca gösterilmiştir. Sabit ve değişken maliyetler ise dikey eksen boyunca. Break-even maliyeti ise iki makinadaki toplam maliyetin kesiştiği yerdir. Break-even noktasındaki miktara Q_{be} ve buradaki maliyete T ; A makinasının sabit maliyetine F_A ; B makinasının sabit maliyetine F_B ; A makinasındaki parça maliyetine C_A , B makinasındaki parça maliyetine C_B dersek.

A makinası için Break-even noktasındaki toplam maliyet;

$$T = \text{Sabit maliyetler}(F_A) + (Q_{be} * \text{parça başına maliyet } C_A) \quad (6.6)$$

Aynı şekilde B makinası için;

$$T = F_B + (Q_{be} * C_B) \quad (6.7)$$

İki tarafın eşitliğinden;

$$\begin{aligned} F_A + (Q_{be} * C_A) &= F_B + (Q_{be} * C_B) \\ F_A - F_B &= Q_{be} * (C_B - C_A) \end{aligned}$$

$$Q_{be} = \frac{F_A - F_B}{C_B - C_A} \quad (6.8)$$

Bu tablonun kullanıldığı başka bir örnekte aşağıdadır. Bu örnekte basitlik sağlanmak için sadece temel maliyetler göze alınmıştır. Gözönüne alınmayan diğer faktörler ise;

-) Isı, ışık, güç
-) Kalite kontrol
-) Güvenlik
-) Parçaların ilk hazırlık maliyetleri

Bu örnekte parça ; Manual torna (a), Cam kontrollü torna (b), CNC tornalama merkezi kullanılarak elde edilmesi durumunda kıyaslanmıştır.

Makina fiyatı(₺)	8.000 ₺	20.000 ₺	30.000 ₺
Makina ömrü(saat)	20.000	16.000	16.000
Lead time(saat)	2	100	24
Lead time mly.(₺/s) lead time'a dahil olmay.	3	4	4
set-up time (saat)	1	8	0.25
Set up fiyatı(₺/s)	3.50	3.50	3.50
Parça imlt.zama(dak)	20	6	7
İşçilik mal.(₺/s)	3.50	3	3.50

Cam kontrollü tornadaki işçilik zamanının yarısı set up, diğer yarıda beslemeyi sağlamak içindir. Beslemeyi sağlayan kişilerin görevi sadece tezgahın devamlı olarak dolu tutulmasını sağlamaktır. Bütün tezgahlarda aynı parçanın işleneceği varsayılarak malzeme fiyatı break even tablosunda göz önüne alınmamıştır.

Sabit maliyet:

$$\text{Sabit maliyet} = (\text{lead time} * \text{lead time cost}) + (\text{setup time} * \text{setup rate}) \quad (6.10)$$

$$\begin{aligned} \text{Centre lathe} &= (2 * 3) + (1 * 3.5) = 9.5 \\ \text{Cam auto} &= (100 * 4) + (8 * 3.5) = 428 \\ \text{CNC centre} &= (24 * 4) + (0.25 * 3.5) = 96.875 \end{aligned}$$

Değişken maliyet:

$$\text{Parça başına değişken maliyet} = \text{makina maliyeti} + \text{işçilik maliyeti} + \text{genel giderler} \quad (6.11)$$

$$\text{Makina maliyeti} = \frac{\text{Yeni makina fiyatı} * \text{zaman/parça}}{\text{Makina tahmini ömrü}} \quad (6.12)$$

$$\text{İşçilik maliyeti} = \text{İşçilik} * \text{zaman/parça} \quad (6.13)$$

$$\text{Genel giderler} = \text{İşçilik} * 3 \quad (6.14)$$

$$\text{Centre lathe} = (8000 * 20) / (20000 * 60) + (3.5 * (20/60)) + (3.5 * 20/60 * 3) = 4.8$$

$$\text{Cam outo} = (20000 * 6) / (16000 * 60) + (3 * 0.1) + (3 * 0.1 * 3) = 1.325$$

$$\text{CNC centre} = (30000 * 7) / (16000 * 60) + (3.5 * (7/60)) + (3.5 * (7/60) * 3) = 1.852$$

Break even miktarı:

Burada makinalar çiftler halinde karşılaştırılarak break-even miktarları bulunmuştur.

$$\text{Centre lathe ve Cam auto : } \frac{428 - 9.5}{4.8 - 1.32} = 120.432$$

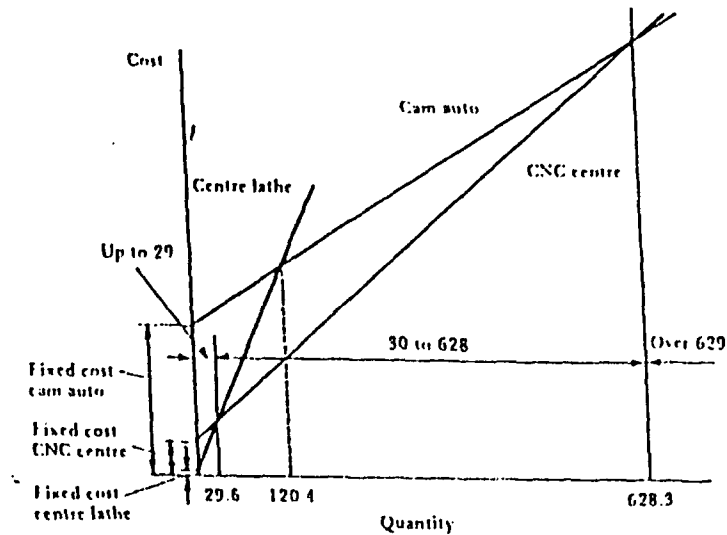
$$\text{Centre lathe ve CNC : } \frac{96.875 - 9.5}{4.8 - 1.85} = 29.638$$

$$\text{Cam auto ve CNC : } \frac{428 - 96.875}{1.85 - 1.32} = 628.32$$

- a) 29 adete kadar olan parçaların üretiminde Centre lathe en ekonomiktir.
 b) 30 - 628 arasındaki miktarlar için CNC tornalama merkezi seçilmelidir.
 c) 629 ve daha fazla sayıda parça için Cam auto torna en ekonomik tezgahdır.

Her makinanın en ekonomik olduğu alanı göstermenin en kolay yollarından biriside grafik yöntemidir. Şekil 2.4 'de görülebileceği gibi Cam auto ve centr lathe arasındaki break even noktası; bu aradaki CNC kullanılmasının daha ekonomik olması nedeniyle dikkate alınmaz. Bu iki noktadaki maliyetler;

$$\begin{aligned} \text{Centre lathe ve CNC} & : (4.8 \cdot 29.638) + 9.5 = 151.76 \text{ \$} \\ \text{CNC ve Cam auto} & : (1.325 \cdot 628.32) + 428 = 1260.52 \text{ \$} \end{aligned}$$



Şekil 6.4 : Kar - zarar tablosu

6.3 1.NOLU ÖRNEK

Bu örnekte MC 600 V Matsuura yatay işleme merkeziyle işlenmiş olan parçanın pratik olarak bulunan işleme zamanı ile aynı parçanın konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi durumunda hesaplanan yardımcı zaman ve makina zamanlarının incelenmesini bulabilirsiniz.

MATSUURA 600 V İŞLEME MERKEZİNİN ÖZELLİKLERİ

1.İLERLEME LİMİTLERİ

X eksen = 600 mm
Y eksen = 410 mm
Z eksen = 470 mm
Tabla Boyutları = 400 * 880 mm
Mil hızı = 30 -8000 dev/dak
Hızlı İlerleme hızı (X,Y,Z) = 15000/15000/12000 mm/dak
İlerleme hızı = 1 - 5000 mm/dak

2.MAKİNA BOYUTLARI

Yükseklik = 2651 mm
Ağırlık = 4400 kg
Tabla ağırlığı = 400 kg

3.OTOMATİK TAKIM DEĞİŞTİRİCİ

Takım kapasitesi = 20 adet
Max.takım uzunluğu = 150 mmP
Max.takım çapı = 80 mm
Max.takım ağırlığı = 8 kg
Takım değiştirme zamanı = 1.8 sn.

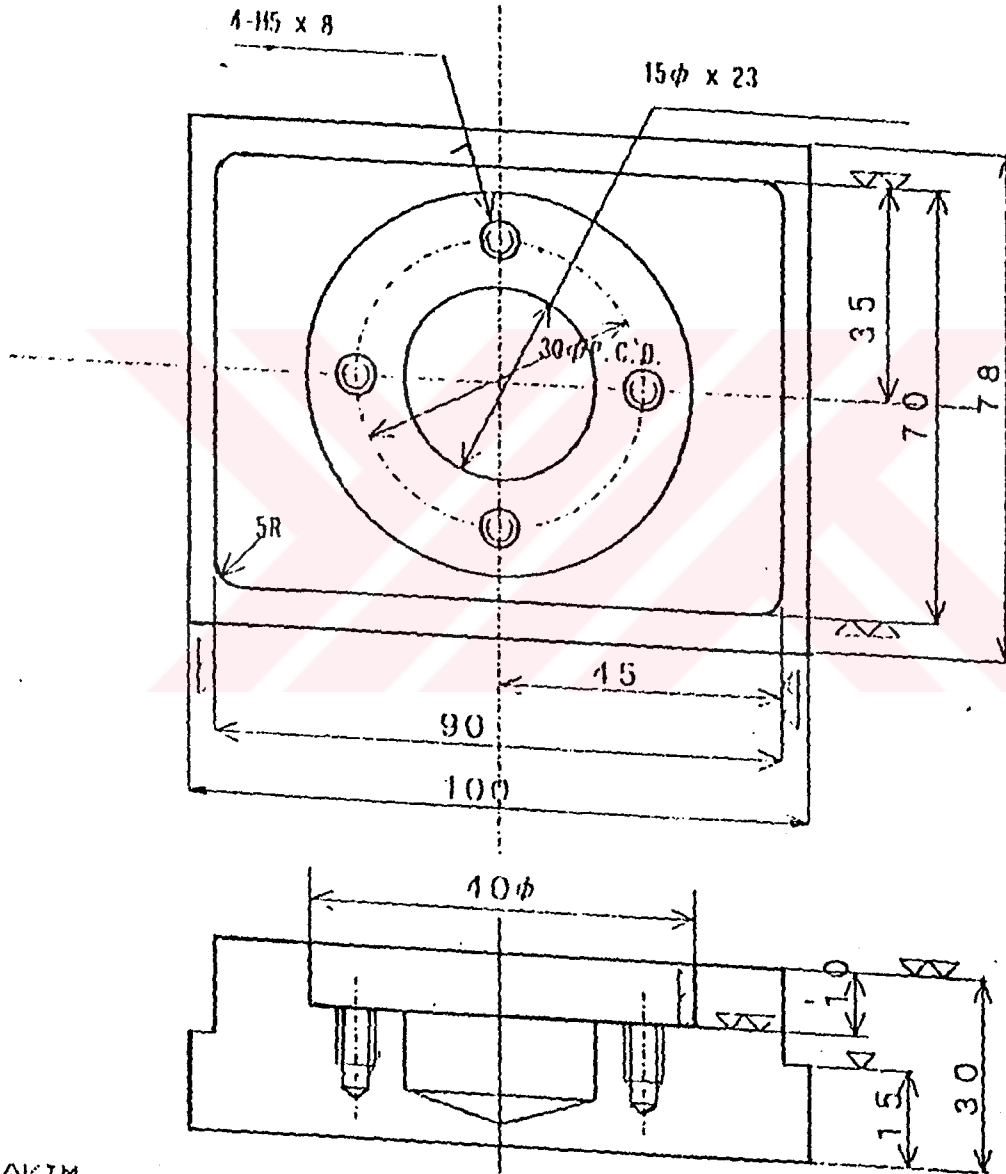
4.MOTORLAR

Mil motoru = AC 7.5 / 5.5
X ilerleme motoru = AC 1.3 kw
Y ilerleme motoru = AC 1.3 kw
Z ilerleme motoru = AC 2.9 kw

5.HASSASİYET

X/Y pozisyonlama = +- 0.005 mm
Z pozisyonlama = +- 0.006 mm

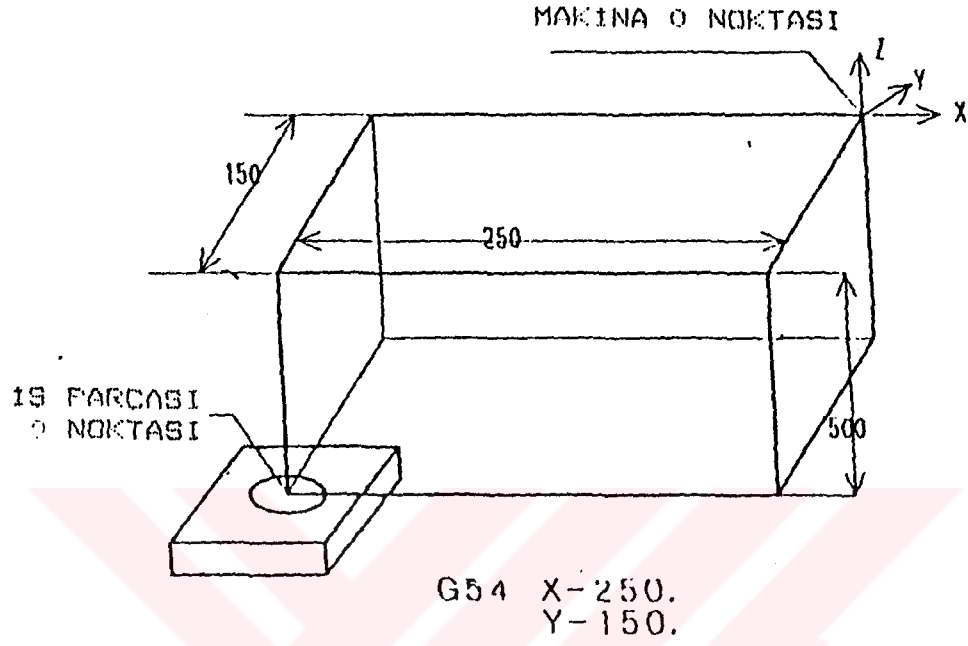
6.3.1. İŞ PARÇASININ RESMİ



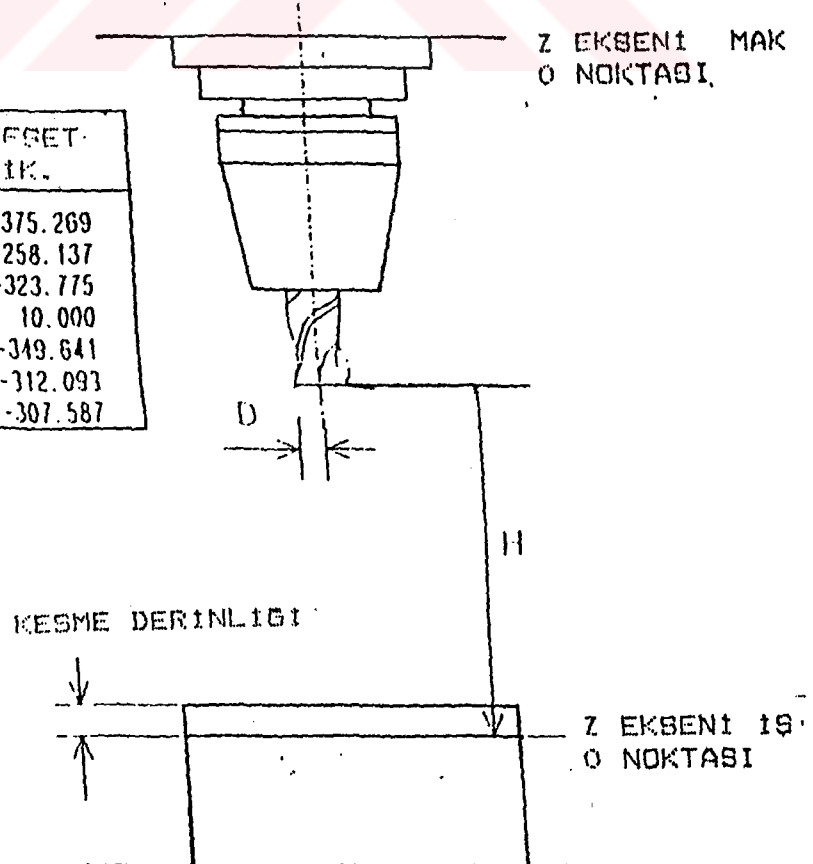
2. TAKIM

101	80φ	YÜZEY FREZE
102	15φ	MATKAP
103	20φ	YÜZEY FREZE
104	3φ	YÜZEY FREZE
105	2φ	MATKAP
106	M5	KILAVUZ

3.19 PARÇASI OFFSETİ

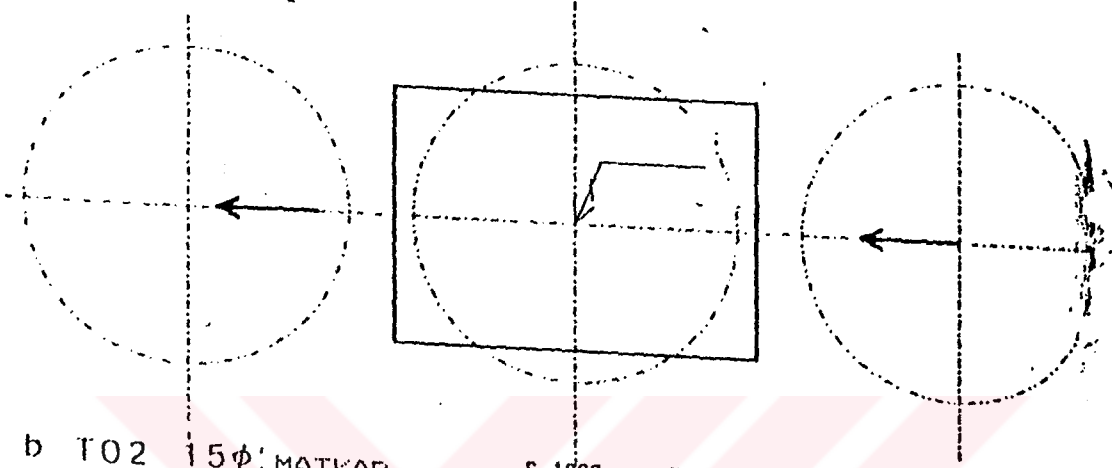
4. TAKIM UZUNLUĞU OFFSETİ
TAKIM CAPI OFFSETİ

TAKIM NO	OFFSET NO	OFFSET MIK.
T01	H01	-375.269
T02	H02	-258.137
T03	H03	-323.775
	D13	10.000
T04	H04	-349.641
T05	H05	-312.093
T06	H06	-307.587

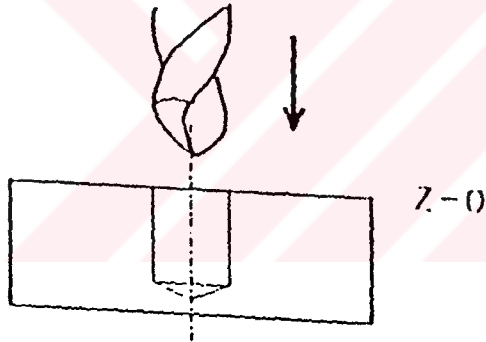


5. PROGRAM

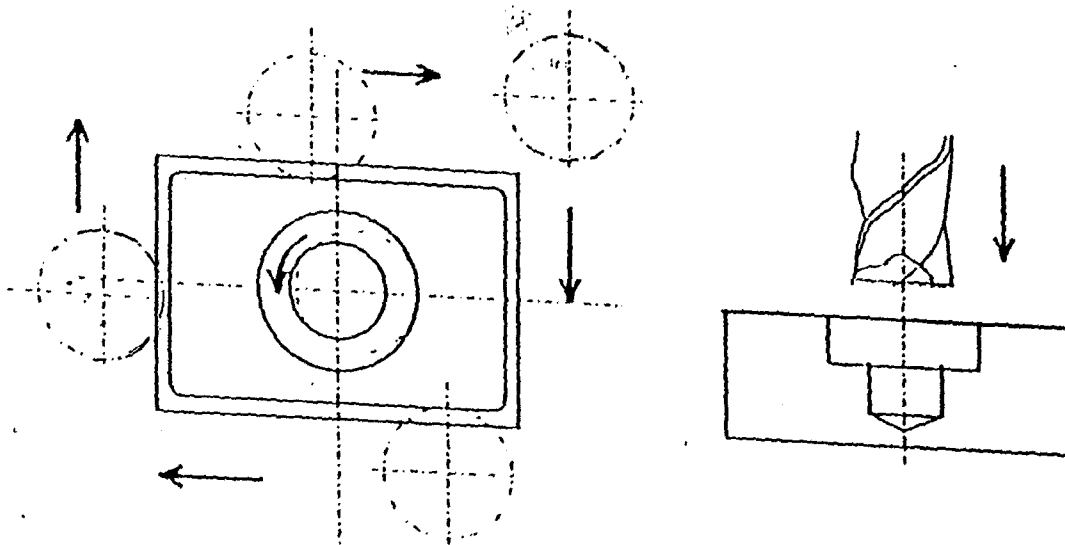
a T 30 YÜZEY FREZE S=955 rpm f=640 mm/min



b T02 15φ MATKAP S=1062rpm F=170 mm/min



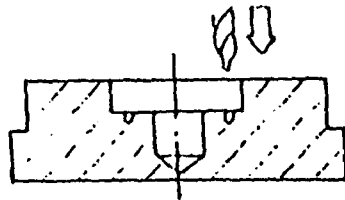
c T03 20φ SON FREZELEME S=760 rpm F=95 mm/min
F=190 mm/min



d T04 DELME

S=3000 rpm

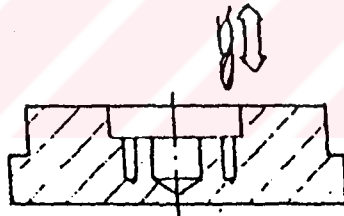
F=200 mm/min



e T05 4. 2φ DELME

S=3800 rpm

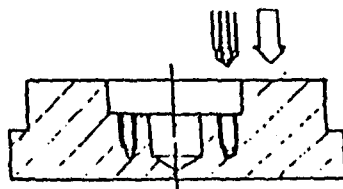
F=250 mm/min



f T06 M5 KILAVUZ

S=637 rpm

F=510 mm/min



6.3.2. YARDIMCI ZAMANLAR

SIRA NO	ISIN	CINSI	ZAMAN (sn)
1	Parcanın bağlanması		15
	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesici kesme olayına haz. ve ilk kes		10
	Tezgahı otomatige vermek ve çözme		4
	Kesici geri alınması ve yeni kesme		24
	Ölçme		8
2	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesici kesme olayına hazırlanması		3
	Kesme ve ölçme		14
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesici geri alınması		6
3	Kesici degistirme		18
	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesme olayına hazırlama ve ilk kesme		10
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		12
	Kesicinin geri alınması ve yeni kesme		6
	Ölçme		16
4	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesme olayına hazırlama		3
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesicini geri alınması		6
	Ölçme		8
5	Kesici degistirme		18
	Kesme hızı ve devir ayarı		6
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Matkabın geri alınması		4
6	Matkap degistirme		18
	Devir ayarı		3
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Matkabın geri alınması		4
	Ölçme		8
7	Kesici degistirme		18
	Devir ayarı		3
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesicini geri alınması		4
	Ölçme		8
8	Matkap bağlama		18
	Devir ayarı		3
	Kesicini kesme olayına hazırlanması		18
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		16
	Matkabın geri alınması		16

SIRA NO	ISIN	CINSI	ZAMAN(sn)
9	Matkabin degistirilmesi		18
	Kesme hizi ve devir ayari		3
	Kesici kesme olayina haz. ve ilk kes		18
	Tezgahi otomatige verime ve cozme		16
	Kesici geri alinmasi ve yeni kesme		16
10	Kilavuzun baglanmasi		144
	Kesme hizi ve paso ayari		6
	Kesici kesme olayina hazirlanmasi		36
	Tezgahi otomatige verme ve cozme		32
	Kesici geri alinmasi ve yeni kesme		32
	Parçanın çözülmesi		5
		TOPLAM	685

6.3.3. MAKİNA ZAMANI

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
1	<p>YÜZEY FREZELEME 80 mm çaplı freze, 12 dif h = 50 mm den 31 mm inecek i = 4 paso a = 50 - 31 = 19 mm v = 70 m/dak (Tablo 1) $L = 100 + 3 + 0.5(80^2 - 78^2)^{1/2}$ = 112 mm z = 12 dif sz = 0.2 mm/dif (Tablo 1) s = sz * z = 2.4 mm 1000 * v 1000 * 70 n = ----- = 300 dev/d !! * D !! * 80 L * i 112 * 4 t = ----- = 0.622 s * n 2.4 * 300</p>	70	300	2.4	0.622
2	<p>YUZEY FREZELEME 80 mm çaplı freze h = 31 - 30 mm inecek i = 1 paso a = 31 - 30 = 1 mm v = 100 m/dak (Tablo 1) L = 112 mm z = 12 dif sz = 0.1 mm/dif (Tablo 1) s = 12 * 0.1 = 1.2 n = 400 112 * 1 t = ----- = 0.233 1.2 * 400</p>	100	400	1.2	0.233
3	<p>YUZEY FREZELEME 20 mm çaplı freze, 6 dif h = 30 - 16 mm inecek i = 3 paso a = 30 - 16 = 14 mm v = 70 m/dak (Tablo 1) $L = (78^2 + 100^2) + 3 + 0.5 * (20^2 - 10^2)^{1/2}$ = 367.5 mm z = 6 sz = 0.2 s = 0.6 * 2 = 1.2 n = 1000 367.5 * 3 t = ----- = 0.91 1.2 * 1000</p>	70	1000	1.2	0.91

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
4	<p>YUZEY FREZELEME 20 mm çaplı freze, 12 dif h = 16 mm den 15 mm inecek i = 1 paso a = 16 - 15 = 1 mm v = 100 m/dak (Tablo 1) L = 367.5 z = 6 dif sz = 0.1 mm/dif (Tablo 1) s = 0.1 * 6 = 0.6 n = 1500 dev/dak 367.5*1 t = $\frac{0.6 * 1500}{100} = 0.408$</p>	100	1500	0.6	0.408
5	<p>DELİK DELME 10 mm çaplı matkap n = 600 (Tablo 3) v = 20 L = 15 + 10 = 25 s = 0.18 (Tablo 3) 25 t = $\frac{0.18 * 600}{20} = 0.231$</p>	20	600	0.18	0.231
6	<p>DELİK DELME 15 mm çaplı matkap n = 300 dev/da (Tablo 3) s = 0.3 mm (Tablo 3) v = 20 m/dak 25 t = $\frac{0.25 * 400}{20} = 0.280$</p>	20	300	0.3	0.280
7	<p>YUZEY FREZELEME 40 mm çaplı freze, 6 dif d = 15 mm den 40 mm olacak i = 1 paso a = 40 - 15 = 25 mm v = 20 m/dak (Tablo 1) L = 10 + 5 = 15 mm z = 6 sz = 0.2 s = 0.2 * 6 = 1.2 n = 200 dev/dak 15 t = $\frac{1.2 * 200}{20} = 0.062$</p>	20	200	1.2	0.062

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
8	DELIK DELME 3 mm çaplı matkap 4 adet delik olacak $L = 10 + 8 + 5 = 23$ mm $s = 0.05$ mm (Tablo 3) $n = 2500$ dev/dak (Tablo 3) $v = 20$ $23 * 4$ $t = \frac{23 * 4}{0.05 * 2500} = 0.736$	20	2500	0.05	0.736
9	DELIK DELME 4.2 mm çaplı matkap $L = 23$ $s = 0.08$ mm (Tablo 3) $n = 1600$ dev/dak (Tablo 3) $v = 20$ m/dak $23 * 4$ $t = \frac{23 * 4}{1600 * 0.08} = 0.718$	20	1600	0.08	0.718
10	KILAVUZ ÇEKME M 5 Kılavuz çekilecek Kör delik $L = 8$ mm $v = 5$ m/dak (Tablo 4) $p = 0.8$ mm (hatve) $n = 300$ dev/dak $i = 2$ (2 kılavuz kullanılacak) $t = \left(\frac{L}{n \cdot p} \right) * i = \left(\frac{8}{300 \cdot 0.8} \right) * 2$ $= 0.1 * 4 = 0.4$	5	300	0.2	0.4
	TOPLAM				4.6

6.3.4. PARÇA PROGRAMI

N001 G40 G49 G90 G00 G00

Ø 80 YÜZEY FREZE

N002 I01 H06

N003 G54 G00 X110. Y0 I02.

G91 G45 X0 D98

G45 Y0 D99

G92 X0 Y0 Z0 I

N004 G90 G43 Z0 H01 S995 H03

N005 H08

N006 G01 X-110. I640

N007 G00 H09

N008 G91 G28 Z0 H29

Ø 15 MATKAP

N009 H06

N010 G90 G43 Z10. H02 I03 S1062 H03

N011 H08

N012 G98 G81 X0 Y0 Z-23.0 R1.0 F170

N013 G80 H09

N015 G91 G28 Z0 H29

Ø 20 SON FREZELEME

N016 H06

N017 G90 G43 Z1.0 H03 I04 S760 H03

N018 H08

N019 G01 Z-10.0 I95

N020 G13 I20.0 D13 F190

I H020' G41 X-12.5 D13

G03 X20.0 Y0 I16.25

I-20.0

X-12.5 Y0 I-16.25

G40 G01 X0 Y0 I

N021 G00 Z1.0

N022 G17 G41 X45.0 Y55.0 D13

N023 Z-15.0 I95

N024 G01 Y-30.0 F190

N025 G02 X40.0 Y-35.0 R5.0

N026 G01 X-40.0

N027 G02 X-45.0 Y-30.0 R5.0

N028 G01 Y30.0

N029 G02 X-40.0 Y35.0 R5.0

N030 G01 X40.0

N031 G02 X45.0 Y30.0 R5.0

N032 G00 Z1.0 H09

N033 G40 X0 Y0

N034 G91 G28 Z0 H29

DELME

N035 H06

N036 G90 G43 Z10.0 H04 I05 S3000 H03

N037 H08

N038 G81 Z-13.0 R-9.0 F200 L0

N039 H98 P100

N040 G91 G28 Z0 H29

Ø 4.2 DELME

N042 H06

N043 G90 G43 Z10.0 H05 I06 S3800 H03

N044 H08

N045 G83 Z-20.0 R-9.0 Q3.0 F250 L0

N046 H98 P100

N047 G91 G28 Z0 H29

M5 KILAVUZ

N048 H06

N049 H42 S637

N050 G90 G43 Z10.0 H06 I00

N051 H08

N052 G84 Z-18.0 R-5.0 F510 L0

N053 H98 P100

N054 G91 G28 Z0 H29

N055

N056 H06

N057 G91 G28 X0 Y0

N058 H30

ALT PROGRAM

() 1 ()

H100 X0 Y15.0

H101 X15.0 Y0

H102 X0 Y-15.0

H103 X-15.0 Y0

H104 G80 H09

H105 H99

6.3.5. SONUÇ

MATSUURA 600 V yatay işleme merkezi ile parçanın net işleme zamanı 4 dak. 25 sn. olarak hesaplanmıştır.

Bu iş parçasının konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi halinde hesaplanarak bulunan zaman :

Yardımcı zamanlar	$T_n = 685 \text{ sn}$	= 11.4 dak.
Makina zamanı	$T_h =$	= 4.6 dak.
Kayıp zamanlar	$T_v = (T_h + T_n) * \%10$	= 1.6 dak.
Toplam		= 17.6 dak.

Temel ve yardımcı donanım zamanı, yukarıda hesaplanan zamanlara dahil değildir.

$$17.6 / 4.42 = 3.98$$

6.4 2.NOLU ÖRNEK

TEE Topkapı tesislerinde bulunan INDEX GB 42 işleme merkezi ile işlenmiş olan X10CrNiS189 paslanmaz çelik malzeme bir çamaşır makinası motor milinin pratik olarak bulunan işleme zamanı ile aynı parçanın konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi durumunda hesaplanan yardımcı zaman ve makina zamanlarının incelenmesini bulabilirsiniz.

6.4.2. PARÇA PROGRAMI**INDEX GB25 ISLEME MERKEZİNDE PARÇA PROGRAMI**

```
5 G0 G53 X280 Z380 M42
10 G50 X0 Z211.9
15 M4 S500
20 T202 S1000
25 G0 G41 X142.9 Z3.8 M8
30 G1 X139.8 Z2.2 F0.12
35 Z0.1
40 X135.1
45 X133.5 Z0.7
50 G0 X43 S1400
55 Z-33.9
60 G1 Z-34.3 F0.1
65 X36
70 X34.8 Z-36.3
75 Z-60.8 F0.18
80 X33.5
85 G0 G40 Z25
90 T606
95 G0 G41 X34.9
100 Z-33
105 G1 G9 X35.005 F0.05
110 Z-60.7 F0.08
115 X33.2 Z-61.1
120 G0 G40 Z25
125 T808 S1000
130 G0 X139.9 Z4
135 G1 G9 X140.02 F0.05
140 Z0 F0.1
145 X133
150 S500
155 G0 G40 Z25 S250 M9
160 M19 S60
165 G0 G53 X280 Z380 T0
170 H99
175 e00.5
180 M30
```

t = 51 sn

6.4.3. YARDIMCI ZAMANLAR

SIRA NO	ISIN	CINSI	ZAMAN (sn)
1	Parçanın bağlanması		15
	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesici kesme olayına haz. ve ilk kes		10
	Seyyar puntanın geri alınması		10
	Parçanın sökülerek, ters çevrilip bağ.		30
2	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesici kesme olayına hazırlanması		3
	Kesme ve ölçme		14
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesici geri alınması		6
3	Ölçme		10
	Kesme hızı ve paso ayarı		4
	Kesme olayına hazırlama ve ilk kesme		10
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		12
	Kesicinin geri alınması		6
4	Ölçme		16
	Kesme olayına hazırlama		3
	Tezgahı otomatige veme ve çözme		4
	Kesicini geri alınması		6
	Ölçme		8
5	Kesme olayına hazırlanma		3
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesicinin geri alınması		6
	Ölçme		8
	6	Kesme olayına hazırlanma	
Tezgahı otomatige verme ve çözme			4
Kesicinin geri alınması			6
Ölçme			8
7		Kesme olayına hazırlanma	
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesicini geri alınması		6
	Ölçme		8
	8	Kesicini kesme olayına hazırlanması	
Tezgahı otomatige verme ve çözme			4
Kesicinin geri alınması			6
Ölçme			8
9		Kesici degiftirme	
	Kesicinin kesme olayına hazırlanması		3
	Tezgahı otomatige verme ve çözme		4
	Kesicinin geri alınması		6
	Ölçme		8

SIRA NO	ISIN	CINSI	ZAMAN (sn)
10	Kesici kesme olayına hazırlanması		3
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		4
	Kesici geri alınması		3
	Ölçme		6
11	Kesici kesme olayına hazırlanması		3
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		4
	Kesici geri alınması		3
	Ölçme		6
12	Kesicinin kesme olayına hazırlanması		3
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		4
	Kesicinin geri alınması		3
	Ölçme		6
13	Kesme olayına hazırlanma		3
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		4
	Kesicinin geri alınması		3
	Ölçme		6
14	Kesme olayına hazırlanma		3
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		4
	Kesicinin geri alınması		3
	Ölçme		6
15	Kesicinin degistirlmesi		18
	Kesme hızı, dis çekme ve devir ayarı		15
	Tezgahî otomatige verme ve çözme		10
	Kesicinin geri alınması		4
	Ölçme		6
	Parçanın çözülmesi		5
TOPLAM			138

6.4.4. MAKİNA ZAMANI

SIRA	İSİN CİNSİ	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
1	PUNTA DELİĞİ AÇMAK 2 adet punta deliği açılacak				0.1
2	KABA TORNALAMA 16 mm'den 11 mm kaba torna i = 2 paso L = 100 + 3 = 103 mm 16-11 a = ----- = 2.5 mm 2 s/a = 1/2.5 s = 1 mm v = 70 m/dak (Tablo) n = 1500 dev/dak 103 * 2 t = ----- = 0.14 1*1500	70	1500	1	0.14
3	İNCE TORNALAMA 11 mm'den 10.3 mm çap tor. L = 103 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 mm a = 0.35 mm i = 1 paso 103 t = ----- = 0.171 0.2*3000	125	3000	0.2	0.171
4	İNCE TORNALAMA 10.3 mm'den 10.15 mm L = 5.5 mm a = 0.075 mm s = 0.2 i = 1 paso v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak 5.5 * 1 t = ----- = 0.01 0.2*3000	125	3000	0.2	0.01

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
5	INCE TORNALAMA 10.15 mm'den 9.7 mm çap i = 1 L = 4 mm s = 0.2 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak a = 0.225 mm 4 * 1 $t = \frac{0.2 * 3000}{4 * 1} = 0.01$	125	3000	0.2	0.01
6	INCE TORNALAMA 9.7 mm'den 9.5 mm çap tor. i = 1 L = 10.05 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 mm a = 0.1 mm 10.05 * 1 $t = \frac{0.2 * 3000}{10.05 * 1} = 0.016$	125	3000	0.2	0.016
7	INCE TORNALAMA 9.7 mm'den 8.2 mm çap tor. L = 20 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 a = 0.75 mm i = 1 paso 20 * 1 $t = \frac{0.2 * 3000}{20 * 1} = 0.033$	125	3000	0.2	0.033
8	INCE TORNALAMA 8.2 mm'den 7.7 mm çapa tor. i = 1 paso L = 7.7 mm v = 125 m/dak (Tablo) s = 0.2 n = 3000 dev/dak a = 0.25 mm 7.7 * 1 $t = \frac{0.2 * 3000}{7.7 * 1} = 0.012$	125	3000	0.2	0.012

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
9	FATURA ACMA 10.15 mm'den 9 mm çap i = 2 L = 10 mm s = 0.2 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak 10 * 2 t = $\frac{10 * 2}{0.2 * 3000} = 0.034$	125	3000	0.2	0.034
10	FATURA ACMA 10.3 mm - 9.5 mm i = 1 L = 1.5 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 mm a = 0.4 mm 1.5 * 1 t = $\frac{1.5 * 1}{0.2 * 3000} = 0.002$	125	3000	0.2	0.002
11	FATURA ACMA 10.3 mm - 9.5 mm L = 1 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 a = 0.4 mm i = 1 paso 1 * 1 t = $\frac{1 * 1}{0.2 * 3000} = 0.002$	125	3000	0.2	0.002
12	FATURA ACMA 10.3 mm - 6.8 mm i = 2 paso L = 1 mm v = 125 m/dak (Tablo) s = 0.2 n = 3000 dev/dak a = 1.75 mm 1 * 2 t = $\frac{1 * 2}{0.2 * 3000} = 0.003$	125	3000	0.2	0.003

SIRA	ISIN CINSI	v m/dak	n d/dak	s mm	t dak
13	FATURA ACMA 10.3 mm - 6.8 mm i = 2 L = 4 mm s = 0.2 mm v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak a = 1.75 mm 4 * 2 t = $\frac{0.2 * 3000}{0.2 * 3000} = 0.013$	125	3000	0.2	0.013
14	FATURA ACMA 7.7 mm - 5.52 mm i = 1 L = 2.4 v = 125 m/dak (Tablo) n = 3000 dev/dak s = 0.2 mm a = 1.09 mm 2.4 * 1 t = $\frac{0.2 * 3000}{0.2 * 3000} = 0.004$	125	3000	0.2	0.004
15	DIS ÇEKME M 6 * 7.7 mm dis çekme L = 7.7 mm v = 7 m/dak (Tablo 6) n = 400 dev/dak h = 1 mm/dis a = 0.75 mm i = 3 paso 3.14 * D * L * i * (m+1) t = $\frac{h * v * 1000}{3.14 * 7.7 * 6 * 3 * (0.5+1)}$ = 0.093	7	400	0.2	0.093
	TOPLAM				0.643

6.4.5. SONUÇ

INDEX GB 42 işleme merkezi ile parçanın net işleme zamanı 51 sn., diğer bir ifade ile 0.85 dakikadır.

Bu iş parçasının konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi halinde hesaplanarak bulunan zaman :

Yardımcı zamanlar	$T_n = 138 \text{ sn}$	= 2.3 dak.
Makina zamanı	$T_h =$	= 0.64 dak.
Kayıp zamanlar	$T_v = (T_h + T_n) * \%10$	= 3.23 dak.
Toplam		= 6.17 dak.

Temel ve yardımcı donanım zamanı, yukarıda hesaplanan zamanlara dahil değildir.

Firmada aynı zamanda kapasitenin artırılması için OVERBECK GBL 25 tipinde PLC bir başka tezgahda bulunmaktadır. Bu makinanın kapasitesi 36 sn. yani 0.6 dakikadır.

İşleme merkezi ile konvansiyonel tezgahın karşılaştırılması :

$$6.17 / 0.85 = 7.25$$

PLC ile konvansiyonel tezgahın karşılaştırılması :

$$6.17 / 0.6 = 10.28$$

İşleme merkezi ile PLC makinanın karşılaştırılması :

$$0.85 / 0.6 = 1.41$$

6.5. 3.NOLU ÖRNEK

TEE Topkapı tesislerinde bulunan STAMA 540 S işleme merkezi ile işlenmiş olan dökme demir malzeme Elektrik motor kapağının pratik olarak bulunan işleme zamanı ile aynı parçanın konvansiyonel tezgahlarla işlenmesi durumunda hesaplanan yardımcı zaman ve makina zamanlarının incelenmesini bulabilirsiniz.

STAMA 540 S MAKİNANIN ÖZELLİKLERİ

1.İLERLEME LİMLTLERİ

X eksenı = 2000 mm
Y eksenı = 550 mm
Z eksenı = 550 mm
Tabla Boyutları = 2500 * 520 mm
Mil hızı = 36 - 6000 dev/dak
Hızlı İlerleme hızı (X,Y,Z) = 22 m/dak
İlerleme hızı = 1 - 10000 mm/dak

2.MAKİNA BOYUTLARI

Yükseklik = 4200 * 5000 * 2100 mm
Makina ağırlığı = 12500 Kg
Tabla ağırlığı = 250 kg

3.OTOMATİK TAKIM DEĞİŞTİRİCİ

Takım kapasitesi = 40 adet
Max.takım uzunluğu = 350 mm
Max.takım çapı = 80 mm
Max.takım ağırlığı = 15 kg
Takım değiştirme zamanı = 3 sn.

4.HASSASİYET

Pozisyonlama = +- 0.001 mm

6.5.2. PARÇA PROGRAMI**STAMA MC 540 S MACHINING CENTER'DA YAZILMIS PROGRAM**

```

N 50    G90 G00 G80 G17
N 60    G80 M09
DIS ÇEKME
N 70    M4 F610 S1000
N 80    G54 X125 Y105 M03 F1330
N 90    Z180 M08 D01
N100    G84 R2=2 R3=-12 R4=0 R6=4 R7=3 R10=180 R11=3
N110    G55 X125 Y105
N120    G80 G00
KABA İSLEME
N140    G55 X105 Y15 H2 M03 F640
N150    Z-5 M08 D02
N160    G01 Z-13
N170    H1 F160
N180    Z-13.9
N190    G04 X0.05
N200    G00 Z180
N210    G54 X105 Y15 H2 F640
N220    Z-5
N230    G01 Z-13
N240    H1 F160
N250    Z-13.9
N260    G04 X0.05
N270    G00 Z180
FINISH
N290    G54 X25 Y-255 H3 F200 M22
N300    Z-5 M08 D03
N310    G01 Z-14.3
N320    G04 X0.02
N330    M21
N340    G00 Z180
N350    M22
N360    X275 Y-255 H3
N370    Z-5 M08
N380    G01 Z-14.3
N390    G04 X0.02
N400    M21
N410    G00 Z180
N420    M22
N430    G55 X25 Y-255 H3
N440    Z-5 M08
N450    G01 Z-14.3
N460    G04 X0.02
N470    M21
N480    G00 Z180
N490    M22
N500    X275 Y-255 H3
N510    Z-5 M08
N520    G01 Z-14.3
N530    G04 X0.02
N540    M21
N550    G00 Z220

```

N560
N570 G49 G53 G28 Z0
N580 G53 G00 G80 Y0
1.PROGRAMIN BITISI
N600 G80 G00 G90 H2
N610
N620
N630
N640
KABA ISLEME
N660 G56 X105 Y15 H2 M03 F640
N670 Z-4 M08 D02
N680 G01 Z-19
N690 H1 F160
N700 Z-19.9
N710 G04 X0.05
N720 G00 Z180
N730 G57 X105 Y15 H2 F640
N740 Z-4
N750 G01 Z-19
N760 H4 F160
N770 Z-19.9
N780 G04 X0.05
N790 G00 Z180
FINISH
N810 G57 X25 Y-255 H3 F200
N820 Z-4 M08 D03
N830 G01 Z-20.3
N840 G04 X0.02
N850 M21
N860 G00 Z180
N870 M22
N880 X275 Y-255 H3
N890 Z-4 M08
N900 G01 Z-20.3
N910 G04 X0.02
N920 M21
N930 G00 Z180
N940 M22
N950 G56 X25 Y-255 H3
N960 Z-4 M08
N970 G01 Z-20.3
N980 G04 X0.02
N990 M21
N1000 G00 Z180
N1010 M22
N1020 X275 Z-255 H3
N1030 Z-4 M08
N1040 G01 Z-20.3
N1050 G04 X0.02
N1060 M21
N1070 G00 Z220
N1080 M22
N1090 G49 G43 G28 Z0

6.5.3. SONUÇ

STAMA 540 S işleme merkezinde dört parça aynı anda işlenmektedir. Bu dört parçanın işleme süreci şöyledir:

Parçanın bağlanıp, kapının kapatılması	10 sn.
İşlem	60 sn.
Kapının açılıp, parçaların sökülmesi	10 sn.
TOPLAM	80 sn.

$$80 / 4 = 20 \text{ sn/parça}$$

Firmada aynı zamanda kapasite artışı için ek olarak OVERBECK GBL 25 tipinde PLC bir başka makinada bulunmaktadır. Bu makinanın kapasitesi 12 sn/parçadır.

7.BÖLÜM

SONUÇLAR :

Çağımızda insan ihtiyaçlarının ve tüketiminin sürekli olarak artması, takım tezgahı tasarımcılarını daha hızlı ve daha verimli tezgahlar yapmaya yöneltmiştir. Günümüzde elektronik ve özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak, takım tezgahlarındaki gelişmeler, ve buna bağlı olarak takım tezgahlarında işlenebilen parça çeşitliliği inanılmaz boyutlara ulaşmıştır.

Araştırmamda anlatmış olduğum işleme merkezleri bir çok işlemin bir arada yapıldığı takım tezgahlarıdır. İş parçasının işlenmesinde işçinin ustalığından ziyade takım tezgahının kapasitesi ve programcının kalitesi rol oynamaya başlamıştır. Günümüz teknolojisinde hız ve verimlilik ön plana geçmiştir. Yapılan araştırmalara göstermiştir ki, bir iş parçasının işleme süresinin %30'u makinede geçen zaman ve bu %30 'un sadece %5 'i gerçek makina zamanıdır. İşleme merkezleri ile bu gerçek makina zamanını en çok süren zaman yapıp, yan zamanları azaltmanın yanısıra, birden çok makinede işlenerek çok uzun zaman harcanacak parçaların makineden makineye taşınması, bekletilmesi , makinaların setup'larının değiştirilmesi gibi işlemlerden kurtunulmuştur. Özellikle bir iş parçasına birden fazla takım tezgahı tarafından işlem uygulanacak ise örneklerde görebileceğiniz gibi işleme merkezleri çok verimlidir.

Kontrol sistemleri, her zaman gelişmeye açık olan bir konudur. 1945' yılında ilk nümerik kontrollü tezgahın bulunmasından bu yana geçen elli yıl içerisinde takım tezgahlarının kontrol sistemlerinde meydana gelen gelişmeler ortadadır. Değişmeler ve gelişmelerin bu kadar çok olduğu konuda bir araştırma yapmak, daha araştırma bitmeden yapmış olduğumuz çalışmanın zaman aşımına uğraması gibi bir risk getirmektedir. Kontrol sistemi, bir tezgahın en önemli özelliğidir. Takım tezgahlarının bilgisayar ile kontrol edilmesi, makina ve teçhizat kullanımında önemli gelişmeler sağlamıştır. Bunlara ek olarak bilgisayar kontrolü, malzeme ve enerji tasarrufu sağlamış, insan gücünün azaltılması ile de verimlilik artmıştır. Bilgisayarların imalat sistemlerinde yaratıkları etkiye paralel bir şekilde sektörde nitelikli eleman ihtiyacı artmaktadır. Bilgisayar teknolojisi bu nitelikli elemanların istedikleri parçaların dizaynlarını ve imalatını mümkün hale getirmiştir. Üretim organizasyonlarında yeni fikirler, bir veya birçok imalat metoduna oldukça kolay ve en az insan müdahalesiyle adepte olabilen üretim sistemleri oluşturmaktadır.

Takım tezgahları ve kontrol yöntemlerindeki bu gelişmeler aynı zamanda kesme takımlarındaki gelişmelere bağlıdır. Kesme takımı imalatçıları, ürünlerini zaman içinde geliştirerek makinaların yüksek hızlı üretimlerinde kullanılacak dizaynlar yapmışlardır. Takımların bu gelişiminin yanında takım tutucularıda, takımların her hangi bir etkiye maruz kalmadan çalışmasını sağlamayı başarmıştır. Nümerik kontrolün yeteri kadar verimli olabilmesi için gereken takımın istenildiği zaman işleme hazır bulunması gerekmektedir. Otomatik takım değiştiriciler aracılığı ile takım değiştirme işlemlerinin dört ile on saniye mertebesinde değişimini sağlamak mümkündür. Takım tutucularda gelişmelerin yanısıra, iş parçası tutucularda basitliğe doğru bir yöneliş olmaktadır. Her parça için ayrı bir aparat yapmaya gerek kalmamaktadır.

Parça programı yazmanın, nümerik kontrolün ilk zamanlarında, günümüzdeki gibi kolay olmadığı gerçektir. Bu devirlerde programın yazılmasının yanısıra makinanın kullanacağı şekle çevirmek ve her hangi bir düzeltme için delikli bantların yeniden yapmak gerekmekteydi. Şimdi ise bilgisayarlar sayesinde bütün bu zorluklar yok edilmiştir.

Gerçek şudur ki, gelecekte ülke ekonomimizin diğer ülkeler ile mücadele edebilmesi ve kalitenin artırılması için üretimimizde bilgisayar kontrollü takım tezgahlarının etkin bir şekilde kullanılmasının sağlanması gerekmektedir .



KAYNAKLAR

- 1 - Thyer, G.E. ,1991. Computer Numerical Control of Machine Tools, second edition, Newness
- 2 - Spur, G., and Storferle, T.,1979 , Handbuch der Fertigungstechnik,Carl Hanser Verlag,Müchen-Wien
- 3 - DeGarma, E.P., Black, J.T. , and Kohser R.A. ,1988, Materials and Process in Manufacturing, Macmillan Publishing Company
- 4 - Lindberg, R.A. , 1989, Process and Materials of Manufacturer, Macmillan Publishing Company.
- 5 - Krar, S.F., and Oswald J.W., 1990, Technology of Machine tools, Allyn and Bacon Series in Engineering
- 6 - Metals handbook, ASM international 9 th. edition
- 7 - Krar, S.F. , and Gill, A., 1990, CNC Technology and Programing, McGraw - Hill International Edition
- 8 - Koren,Y., 1983, Computer Controls of Manufacturing System, International Student Edition
- 9 - Goetsch, D., 1994, Modern Manufacturing Processes, Delmar Publishing
- 10- Akkurt, M., 1985, Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi
- 11- Akkurt, M., 1991, Bilgisayar kontrollü takım tezgahları ve sistemleri, Birsen Yayınevi
- 12- İnan, Y., 1975, Takım tezgahları ve Sınıflandırılması, Mühendis Makina, Ocak 1975 Sayı: 216
- 13- Taşkın, A.R., 1976, Takım Tezgahları Notları, İ.D.M.M.A. Makina Bölümü Ders Notları
- 14- Jones, B.L., 1985, Bilgisayarlı Takım Kontrol Konusuna Giriş, Çeviren ,Gürkan,İ.,Milli Eğitim Bakanlığı Yay., 1994
- 15- Groover, M.P., and Zimmers, E.W., 1984, CAD/CAM Design and Manufacturing, Prentice - Hall U.K.
- 16- Özgürler, M., 1992, Nümerik Kontrollü Tezgahlarda Bilgisayar Kontrollü, Ders Notları
- 17- Kochan, D., 1986, CAM Developments in Computer Integrated Manufacturing, Springer - Verlag, Berlin
- 18- Ranky, P.G., 1989, Computer Integrated Manufacturing, Prentice - Hall U.K.

**TABLO 1 .. Sert metal plaketsli freze başlıkları için v kesme hızları ve s_z ilerleme değerleri.
(Kaba talaş için değerler,talaş kalınlığı a = 10 mm'ye kadar geçerlidir.)**

Parça malzemesi	İşleme tarzı	s _z (mm/diş)	v (m/dak)	İnkim açılırları				Sert metal
				α	γ	γ _f	λ	
St 50 - St 60 C 35 - C 45	Kaba	0,2-0,5	100-180	8-12	5-10	-4	-8	P 25'ten K 40'ya kadar
	İnce	0,1-0,2	120-200					
St 70 - St 95 ve az alaşımlı çelikler	Kaba	0,2-0,5	70-140	8-12	5-10	-10	-8	
	İnce	0,1-0,2	90-180					
Yüksek alaşımlı çelikler kalıp çelikleri	Kaba	0,2-0,4	50-100	8-10	5	-10	-8	
	İnce	0,1-0,2	70-120					
GS 45 - GS 52	Kaba	0,2-0,4	60-100	8-10	5-10	-10	-8	
	İnce	0,1-0,2	70-120					
GG 25 - GG 30	Kaba	0,2-0,5	60-120	8-12	0-8	-4	-8	
	İnce	0,2-0,3	80-140					
Ms 58 - Ms 63	Kaba	0,2-0,4	80-140	8-10	10-12	0	-8	
	İnce	0,1-0,3	90-150					
Al-alaşım (9-13%Si) G-AISI	Kaba	0,1-0,6	300-600	8-12	12-20	0 +15kadar	-4 +4kadar	

TABLO 3 Spiral matkapla delmede kesme hızları. Değerler: matkap hız çeliği, kesme derinliği $t = Sd$ için geçerlidir. (Parantez içindeki değer sert metal içindir; $s = \text{mm/rev}$; $n = \text{dev/dak}$ dir.)

Parça malzemesi	v_c (m/dak) ortalama değer	Delik çapı d (mm)									
		2,5	4	6,3	10	16	25	40			
Alaşımsız çelikler ($\sigma_k \leq 70 \text{ daN/mm}^2$) (C10, C15, C25, 9S20K, 35S20, St 42, Ck 35)	32	n	4000	2500	1600	1000	630	400	250	160	100
		s	0,05	0,08	0,12	0,18	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63
Alaşımsız çelikler ($\sigma_k > 70 \text{ daN/mm}^2$) Alaşımlı çelikler ($\sigma_k \leq 100 \text{ daN/mm}^2$) (C45, C45S, 34Cr4, 22NiCr 14, 25CrMo5, 45S20, 20NiMo4)	20	n	3500	1600	1000	630	400	250	160	100	
		s	0,05	0,08	0,12	0,18	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63
Alaşımlı çelikler ($\sigma_k \leq 100 \text{ daN/mm}^2$) (36CrNiMo4, 20MnCr5, 50CrMo4, 37MnSi5)	12	n	1600	1000	650	400	250	160	100		
		s	0,04	0,06	0,1	0,14	0,18	0,25	0,32	0,4	
Dökme demir ($\sigma_k \leq 25 \text{ daN/mm}^2$) (GG15, GG20, GG 25)	20 (32)	n	2500	1600	1000	630	400	250	160		
		s	(0,06)	(0,08)	(0,12)	(0,18)	(0,25)	(0,32)	(0,4)	(0,5)	
Dökme demir ($\sigma_k > 25 \text{ daN/mm}^2$) (GG30, GG35, GG40)	16 (32)	n	2000	1250	800	500	320	200	125		
		s	(0,06)	(0,08)	(0,12)	(0,18)	(0,25)	(0,32)	(0,4)	(0,5)	
Pirinç (Ms 58)	63	n	8000	5000	3200	2000	1250	800	500		
		s	0,08	0,12	0,2	0,28	0,38	0,5	0,63		
Pirinç (Ms 60, Ms 63)	40	n	5000	3200	2000	1250	800	500	320		
		s	0,06	0,1	0,16	0,22	0,3	0,4	0,5		
Alüminyum alaşımları (AlMgSiPb, AlCuMg1)	63	n	8000	500	3200	2000	1250	800	500		
		s	0,08	0,12	0,2	0,28	0,38	0,5	0,63		
Alüminyum alaşımları (G-AlSi 5 Cu 1 G-AlSi 7 Cu 3 G-AlSi 9 (Cu))	50	n	6300	4000	2500	1600	1000	630	400		
		s	0,08	0,12	0,2	0,28	0,38	0,5	0,63		

Delme derinliği $t = (5 \dots 10)d$ için hız değerleri %20 azaltılır.

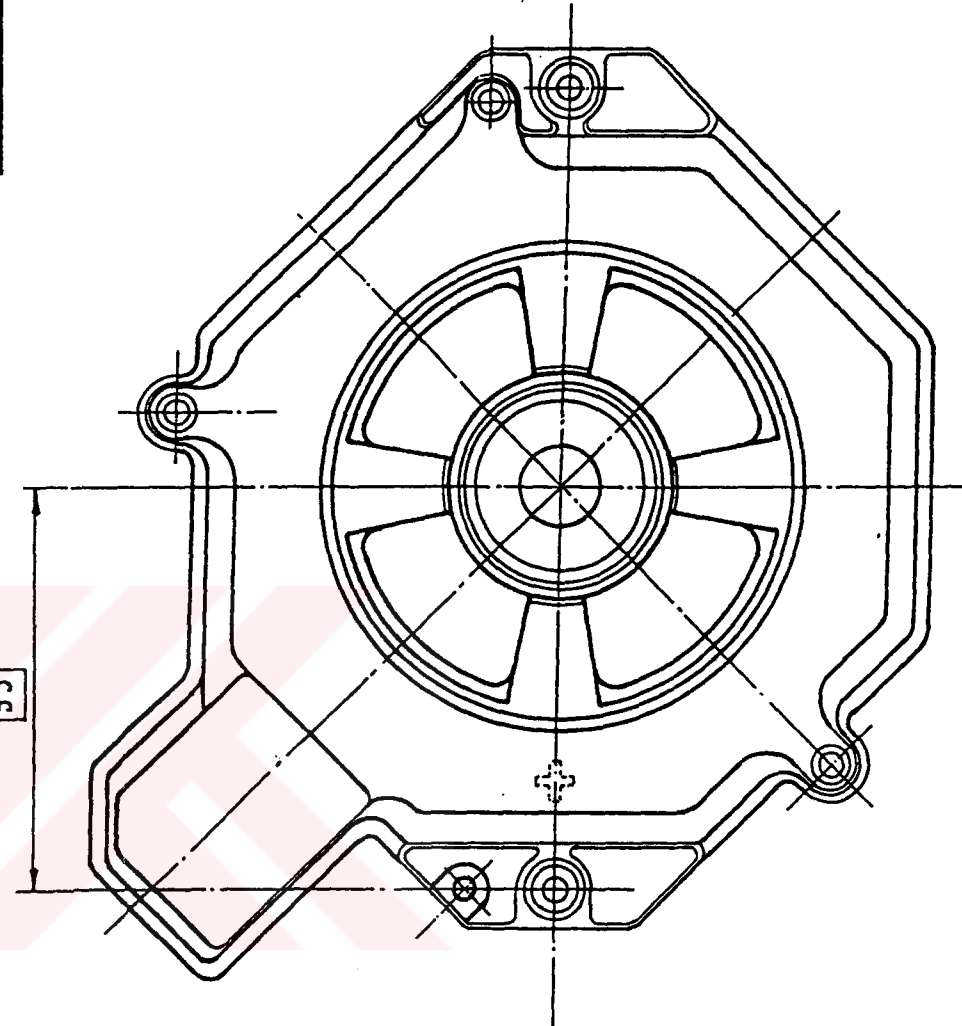
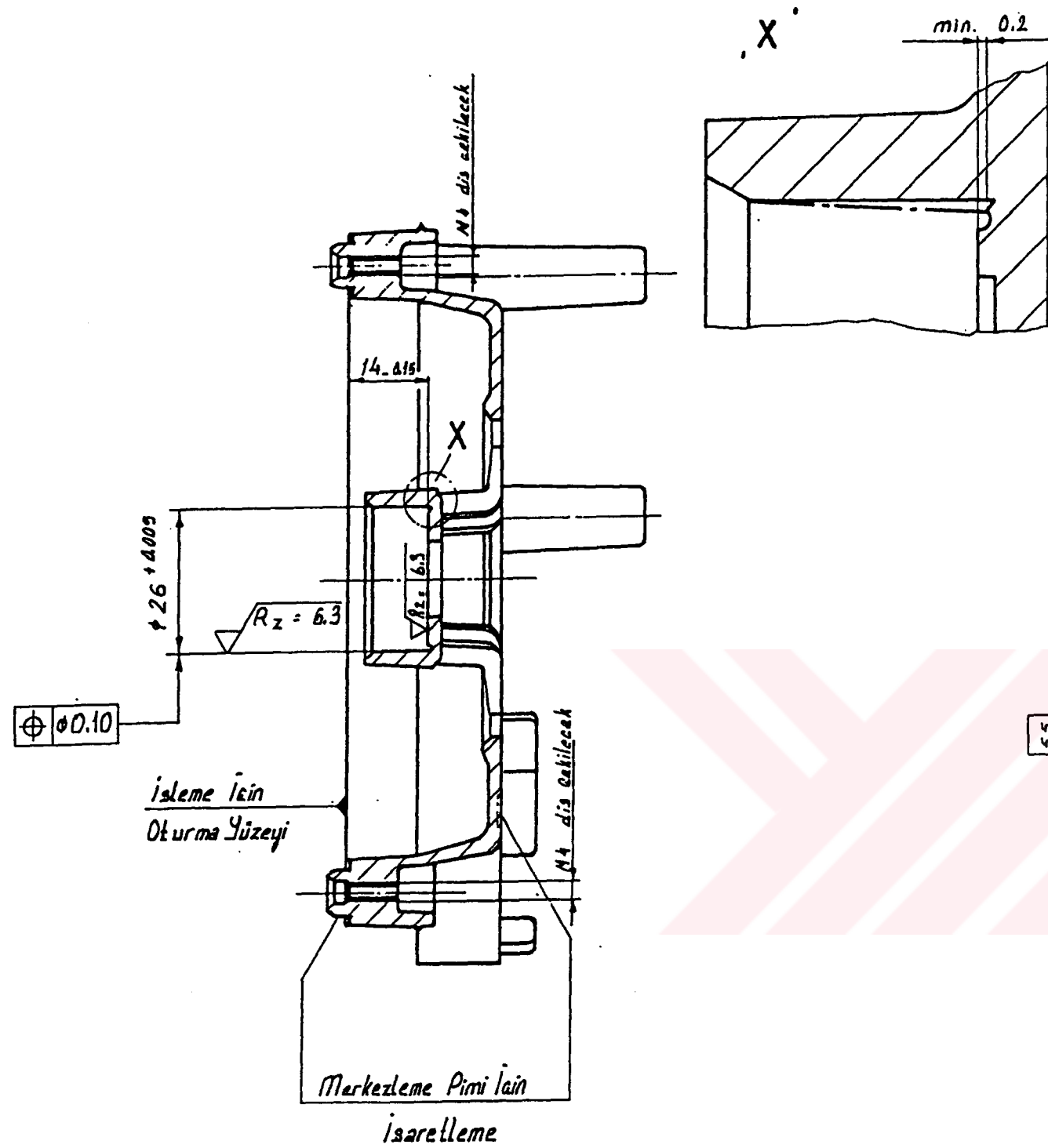
TABLO 4 Makina Kılavuzu ile vida açmada kesme değerleri

Parça malzemesi	v (m/dak)		Talaş açısı γ	Kesme sıvısı
	İnkım malzemesi			
	SS	İnkım çeliği		
Çelik ($\sigma_k \leq 70 \text{ daN/mm}^2$) (C10, C15, C35, 9S20K, St42)	16	6	10-12°	E O
Alaşımsız çelik ($\sigma_k > 70 \text{ daN/mm}^2$) Alaşımlı çelik ($\sigma_k \leq 100 \text{ daN/mm}^2$) (C45, 34Cr4, 22NiCr14, 38MnSi4)	10	3	6-8°	O E
Alaşımlı çelik ($\sigma_k < 100 \text{ daN/mm}^2$) (42MnV7, 36CrNiMo4, 20MnCr5, 37MnSi5)	5	-	8-10°	O E
Dökme demir ($\sigma_k \leq 25 \text{ daN/mm}^2$) (GG 15, GG 20, GG 25)	10	7	5-6°	P E I
Dökme demir ($\sigma_k > 25 \text{ daN/mm}^2$) (GG 30, GG 35, GG 40)	8	6	0-3°	P E
Pirinç (Ms 58)	25	15	2-4°	O I
Pirinci (Ms 60-63)	16	10	12-14°	O E
Al-alışımları (AlMgSiPb, AlCuMg 1)	20	14	20-22°	E
Al-alışımları (G-AlSi5Cu1; G-AlSi9)	16	10	16-18°	E

Kesme sıvısının simgesi
O = Yağ P = Gaz yağı
E = Bor yağ I = Kuru (sıvısız)

TABLO 5 Tornalama ile dış vida açmada kesme hızları

Vida	v (m/dak)	
	SS	HM
Metrik	5-7,5	70
İnce metrik	5-9	70-90
Trapez	5-8	70



BU RESİM 28 TEMMUZ 1993
TARİHİNDEN
GİÇERİ AYNI NUMARALI RESİMLERİ İPTAL EDİLİR

1	Döküm resmine göre değiştirildi	A	93/069	27-7-1993	Ali
SIRA NO	DEĞİŞİKLİK	DEĞ NO	FORM NO	TARİH	İMZA
MALZEME : 4244001 No'lu döküm resmine bakınız					
TARİH	15.11.1991	İMZA			
ÇİZEN	E. PASALAR				
KONTROL	N. YASAR				
ONAY	R. EĞİN				
ÖLÇEK	1:1	MOTOR KAPAĞI (K.T.A) (İşleme Resmi)		129.39153 NO'LU RESİMDEN KOPYA EDİLDİ	
GENEL TOLERANSLAR (VERİLENLERDEN HARİC)				SAHİFE / TAMAMI /	
				RESİM No A	
6 mm.ye kadar	± 0.1	30 - 120mm.	± 0.3	400 - 1000mm.	± 0.8
6 - 30 mm.	± 0.2	120 - 400mm.	± 0.5	1000 - 2000mm.	± 1.2
				4224001	



TÜRK ELEKTRİK
ENDÜSTRİSİ A.Ş.

TABLO 5. Tornalama işlemine ait kesme hızları v(m/dak) (Hız çeligi ve sert metal takımlar için)

Parça malzemesi	Maksimum veya orta delik deli/mm ²	İstikametsizlik	Kesme hızları v, m													
			Standart deli, dak													
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6							
S1 34-S1 42 C 15-C 22	40-90	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			50	45	28	40	25	35	23	30	20	25	16	20		
			350	220	300	200	270	180	240	160	210	140	-	-		
			P 20	-	200	140	190	130	170	115	150	100	135	90		
S1 50-S1 60 C 35-C 45	50-80	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			45	30	50	26	35	22	30	20	25	16	20	13	15	10
			240	160	210	140	190	125	170	110	150	100	130	85	-	
			P 20	-	170	110	150	100	130	90	120	80	100	70	90	60
S1 70-S1 85 C 60	75-90	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			30	20	26	18	24	16	22	15	18	12	12	8	-	
			200	130	175	115	150	100	130	85	115	75	95	60	-	
			P 20	-	120	80	105	70	90	60	80	50	70	45	40	30
16 MelCr 5 30 Mel 5	85-100	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			-	-	50	28	20	13	16	10	12	8	10	6	8	5
			210	140	190	125	170	110	150	100	130	85	-	-		
			P 20	-	150	100	140	95	130	85	120	80	110	70	100	65
42 CrMo 4 50 CrMo 4	100-140	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			-	-	20	15	11	9	10	7	8	5	6	4	5	3
			200	150	170	110	150	100	130	85	115	75	100	65	-	
			P 20	-	150	100	130	85	115	75	100	65	85	55	75	50
66 38-65 42	30-45	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			-	-	55	36	45	30	35	23	30	20	25	16	20	13
			140	95	120	80	100	65	85	55	70	45	-	-		
			P 20	-	90	60	80	55	70	45	60	40	50	35	45	30
66 10-66 20	140-180 H8	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			34	22	30	20	26	17	22	15	17	11	13	9	-	
			100	65	90	60	80	55	70	45	60	40	50	35	40	26
			K 20	-	100	65	90	60	80	55	70	45	60	40	50	35
66 20-66 25	200-220 H8	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			20	13	18	12	16	11	14	9	12	8	10	7	-	
			80	55	70	45	60	40	50	35	45	30	40	30	38	25
			K 10	-	80	55	70	45	60	40	50	35	45	30	38	25
Ms 50-H63	80-120 H8	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			-	-	300	200	280	185	250	165	240	160	220	145	200	135
			120	80	90	60	70	45	50	35	40	25	35	25	-	
			K 10	-	120	80	90	60	70	45	50	35	40	25	35	25
41-104 9-13 31	250-300 H8	SS	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240	60	240		
			600	400	500	350	480	320	450	290	420	270	400	200		
			-	-	600	400	500	350	480	320	450	290	420	270	400	
			K 10	-	600	400	500	350	480	320	450	290	420	270	400	

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Ahmet ULUDOĞAN
Doğum yeri ve tarihi : 20.3.1970, İSTANBUL
Tabiyeti : T.C.
Adresi : Dikilitaş, Gelincik sok. Başak apt.
2/9 80700 Beşiktaş / İSTANBUL
Telefon numarası : 2609869

ÖĞRENİM DURUMU

İlkokul : 1977 - 1981 Sakıp Sabancı Yıldız İlkokulu
Ortaokul : 1981 - 1984 Beşiktaş Ortaokulu
Lise : 1984 - 1987 Maçka Teknik Lisesi Makina Bölümü
Üniversite : 1987 - 1991 Yıldız Teknik Makina Bölümü
Yabancı Dil : İngilizce