

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

57494

MASA TİPİ KLASİK BİR TORNA TEZGAHININ  
BİLGİSAYARLA KONTROLU

Mak.Müh. Levent GÜLBAHAR

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalında,  
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Erhan ALTAN

İSTANBUL, 1996

## İÇİNDEKİLER

| Konu                                                                            | Sahife No |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1) GİRİŞ.....                                                                   | 1         |
| 1.1) Nümerik kontrolün Tanımı Amaçları.....                                     | 1         |
| 1.2) Nümerik kontrollü Tezgahların Üstün ve İstenmeyen Yönleri.....             | 2         |
| 1.3) Nümerik kontrol Sisteminin Ana Yapısı.....                                 | 3         |
| 2.1) Nümerik Kontrollü Tezgahların Genel Özellikleri ve Çalışma Sistemleri..... | 4         |
| 2.1.1) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Tezgah Eksenleri.....                      | 4         |
| 2.1.2) Nümerik kontrollü Takım Tezgahlarında Kontrol Tipleri.....               | 9         |
| 2.1.3) Nümerik kontrollü Tezgahlarda İnterpolasyon.....                         | 10        |
| 2.1.4) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Kontrol Devreleri.....                     | 13        |
| 2.1.5) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Konum (yol) ölçme sistemleri.....          | 15        |
| 2.2) Nümerik kontrollü Tezgahların Konstrüksiyon Özellikleri.....               | 17        |
| 2.2.1) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Tezgah Gövdeleri.....                      | 17        |
| 2.2.2) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Kızak Yolları ve Yataklar.....             | 21        |
| 2.2.3) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Güç ve Hareket İletim Elemanları.....      | 28        |
| 2.2.4) Nümerik kontrollü Tezgahlarda Takımlar.....                              | 31        |
| 2.3) Nümerik kontrollü Tezgahların Programlanması.....                          | 35        |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1) Elle Programlama.....                                                 | 35 |
| 2.3.2) Bilgisayar Yardımıyla Programlama.....                                | 39 |
| 2.3.2.1) Otomatik Programlama.....                                           | 39 |
| 3) Klasik Tezgahların Nümerik Kontrollü Duruma Çevrilmeleri.....             | 46 |
| 3.1) Dönüştürmenin Getirdiği Yararlar ve Karşılaşılan Zorluklar.....         | 46 |
| 3.2) Dönüştürmede Göz Önünde Bulundurulması Gereken Esaslar.....             | 47 |
| 3.3) Genel olarak Dönüştürme İşlemleri.....                                  | 50 |
| 3.3.1) Dönüştürmede Donanım.....                                             | 50 |
| 3.3.1.1) Dönüştürmede Kullanılan Motorlar.....                               | 50 |
| 3.3.1.2) Dönüştürmede Kullanılan Ölçme Sistemleri.....                       | 53 |
| 3.3.2) Dönüştürmede Yazılım.....                                             | 53 |
| 4) Klasik Masaüstü Torna Tezgahının Nümerik kontrollü Duruma Çevrilmesi..... | 54 |
| 4.1) Klasik Masaüstü Torna Tezgahı.....                                      | 54 |
| 4.2) Dönüştürmede Donanım.....                                               | 58 |
| 4.2.1) Kontrol Devresi.....                                                  | 58 |
| 4.2.2) Step Motorlar.....                                                    | 62 |
| 4.2.3) Mekanik Swiçler.....                                                  | 64 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 4.2.4) Bağlantı Noktaları ve Soketler.....             | 65 |
| 4.3) Dönüştürmede Yazılım.....                         | 65 |
| 5) Sonuç.....                                          | 70 |
| Kaynakça.....                                          | 71 |
| Uygulama Örnekleri, Menü Açıklamaları ve Resimler..... | 72 |
| Özgeçmiş.....                                          | 94 |



Günümüz teknolojilerindeki inanılmaz gelişmeler, eski teknolojiler için de lokomotif görevi oluşturmaktadır. Özellikle bilgisayar ve elektronik sektörlerinde sağlanan ilerlemeler, yan sektörleri de etkilemekte; bunlara paralel olarak ilgili diğer endüstriyel alanlarda da aynı gelişmeler yaşanabilmektedir. Buna en iyi örnek makina imalat sektörüdür.

Karlılığı, verimliliği ve belli bir kaliteyi amaçlayan işletmeler, ister istemez kendilerini yeni teknolojilere adapte etmektedirler. Makina imalat sektöründeki işletmeler de klasikleşmiş tezgahları bir kenara iterek daha modern olan sayısal denetimli takım tezgahlarına yönelmektedir. Geçiş dönemindeki bir kısım sanayici de, fazla eski olmayan takım tezgahlarına gerekli ilaveleri yaparak, geride kalmamaya çalışmaktadır. Bu aşamada dönüşüm problemi ile karşılaşmakta, en uygun kararı vermek makina mühendisinin görevi olmaktadır.

Takım tezgahlarının bilgisayarla kontrolü yeni bir uygulama değildir. Nümerik kontrollü takım tezgahları, kısaca CNC adı altında, yıllardır fiilen kullanılan tezgahlardır. CNC, yani bilgisayar destekli sayısal denetim ile doğrudan ilgisi olan tez konumunda, makina mühendisliğinin ilgi alanının dışında kalan, kontrol ve bilgisayar mühendisliği ile elektronik mühendisliğini ilgilendiren konulara da girmek zorunda kaldım. İlgili konulara olan yabancılık nedeniyle yapmış olduğum hataların hoş görülmesini dilerim.

Hazırladığım bu tezde, masaüstü klasik torna tezgahının bilgisayarla kontrolü hakkında, nümerik kontrol ile ilgili temel bilgileri de kullanarak, karşılaşılabilecek problemlere pratik çözümler bulmaya çalıştım.

Bitirme tezimin hazırlanışı sırasında, yardım ve tavsiyeleri ile büyük kolaylıklar gösteren, danışman hocam Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi İmal Usulleri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Erhan Altan ve Elektrik-Elektronik Fakültesi Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Galip Cansever'e, ayrıca eğitimim boyunca beni fedakarca destekleyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Üniversitemiz bünyesinde gerçekleştirilen bu çalışmanın, konuyla ilgilenenlere faydalı olması dileklerimizle.

Mak.Müh. Levent Gülbahar

İSTANBUL-1996

## ÖZET:

Klasik torna tezgahının bilgisayarla nümerik kontrollu hale dönüştürülmesi konusunda hazırladığım bitirme tezinde, üniversitemiz ve ülkemiz imkanları ile bu dönüştürmenin ne derece gerçekleştirilebileceğini araştırmaya çalıştım. Bu işlem için bir dönüştürme işlemi sözkonusudur.

Klasik tezgahların nümerik kontrollu hale dönüştürülmesi, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için, eldeki mevcut klasik tezgahların değerlendirilmesi açısından çok büyük öneme sahip olmakla beraber, nümerik kontrollu tezgahların tasarım gereksinimlerinin klasik tezgahlara göre oldukça farklı olması nedeniyle çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada klasik tezgahların programlanabilir kontrol ve tahrik elemanları vasıtasıyla nümerik kontrollu hale dönüştürülmesi konusu, ülkemizde üretilen bir torna tezgahı, step(adım) motorlar yardımıyla nümerik kontrollu hale dönüştürülerek incelenmiş ve tezgah performansını arttıracak bir optimizasyon önerisi de sunulmuştur.

## SUMMARY :

Although retrofitting numerical control to conventional machine tools has grate importance for devlopping countries, in the view that the present machine tools can be kept in operation it present several difficulties as the design concept of NC machine tools different from the conventional ones.

In this work retrofitting numerical kontrol to conventional machine tools using programmable drive and control units has been studied attempting to retrofit NC to a home made lathe with the aid of stepping motors and an optimisation method to improve machine tools performance was suggested.

## 1 ) GİRİŞ:

Talaşlı şekillendirme; makina mühendisliğinde imal usulleri olarak adlandırılan dalın, temel konularından birisidir. Çok geniş ve kapsamlı olan bu konunun incelenmesi sırasında karşımıza daima ham madde halinde bulunan malzemenin, çeşitli takım tezgahlarında değişik talaşlı imalat yöntemleri ile işlenmesi konusu çıkar. Teknikte önemli bir yer işgal eden bu işlemin gerçekleştirildiği takım tezgahları ise, neredeyse tamamıyla bu konunun başlıca uğraşı alanı haline gelmiştir.

Talaşlı şekillendirme işlemlerinin katettiği gelişmeler, takım tezgahlarının gelişmesine paralel olarak ilerlemiştir. İşlenen parçaların kalitesini arttırmak için yapılan çalışmalar, sonuçta takım tezgahlarının modernizasyonunu gerektirmiş ve sonuçta elektronik ve bilgisayar çağında yaşamının da verdiği avantajlarla nümerik kontrollü takım tezgahları geliştirilmiştir.

1950 li yıllarda uygulamaya konulan en önemli sistemlerden birisi nümerik sistemlerdir. Nümerik sistemlerin geliştirilmesinin meyveleri, bilgisayarlar ve nümerik kontrol sistemleri olmuştur. Bilgisayarların mühendislik faaliyetlerinde uygulanmasından sonra, bilgisayar destekli dizayn (CAD) bilgisayar destekli imalat (CAM) ve bilgisayarlı nümerik kontrol (CNC), gibi yöntemler ortaya çıkmıştır. Ekonomik güç haline gelen ülkelerin en büyük avantajı yüksek teknoloji ile kusursuz olarak üretilmiş mamülleri rahatlıkla her piyasada satabilmeleridir. Bunu da sattıkları mamülleri son derece gelişmiş tezgahlarda üreterek sağlamaktadırlar. Makina ve yedek parçaları imalat sektöründeki durum da aynıdır. Üretim kalitesinin artması için gereken ilk şartlardan birisi üretim yapan tezgahların hassasiyetini ve niteliklerini, dolayısıyla kalitesini arttırmaktır. Son yıllarda ülkemizde de mamül kalitesine verilen önemin artmasıyla nümerik kontrollü takım tezgahlarının kullanımı artmakta ve böylece yeni bir imalat ve hizmet sektörü doğmaktadır.

### 1.1) NÜMERİK KONTROLÜN TANIMI , AMAÇLARI :

Takım tezgahlarının, sayısal kodlanmış komutlarla çalıştırılıp kontrol edildiği, programlanmış otomasyon yöntemlerine kısaca nümerik kontrol denir. Nümerik kontrolün gelişmesinde, elektrik elektronik ve dolayısıyla bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler yardımcı olmuş, havacılık ve otomotiv endüstrisinin ihtiyaçları da itici güç oluşturmuştur.

Nümerik kontrol kısaca CNC olarak adlandırılmaktadır. Tam karşılığı, bilgisayarlı nümerik kontroldür. Endüstriyel rekabet arttıkça, verim , karlılık ve kaliteyi iyileştirmek için, eldeki sistemlerin iyi kullanılması ve denetiminin yeterli olmadığı, temel sorunun ürün ile üretim sistemi arasındaki uyumun sağlanması olduğu ortaya çıkmıştır. Bilgisayarlı sistemler de bu sorunun çözümünde büyük kolaylıklar getirmiştir. Nümerik kontrolün temelinde yatan gerçek de budur.

Nümerik kontrollu tezgahlar aşağıdaki amaçlar doğrultusunda geliştirilmiştir:

- a) Üretimin hızlandırılması ve birim maliyetinin azaltılması
- b) İşlenmesi çok zor olan parçaların üretiminin kolaylaştırılması
- c) Çok sayıdaki benzer parçanın boyutsal ve geometrik tamlığının daha yakından kontrol edilebilmesi
- d) Geleneksel yöntemlerle üretimi mümkün olmayan parçaların imalatı

#### 1.2) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARIN ÜSTÜN VE İSTENMEYEN YÖNLERİ :

Nümerik kontrollu tezgahların kullanımına kara vermeden önce, bu tezgahların üstün ve kısıtlayıcı yönleri dikkatle gözden geçirilmelidir. Genel bir fikir vermek üzere bunların bir kısmı aşağıda ele alınmıştır.

Üstün Yönler:

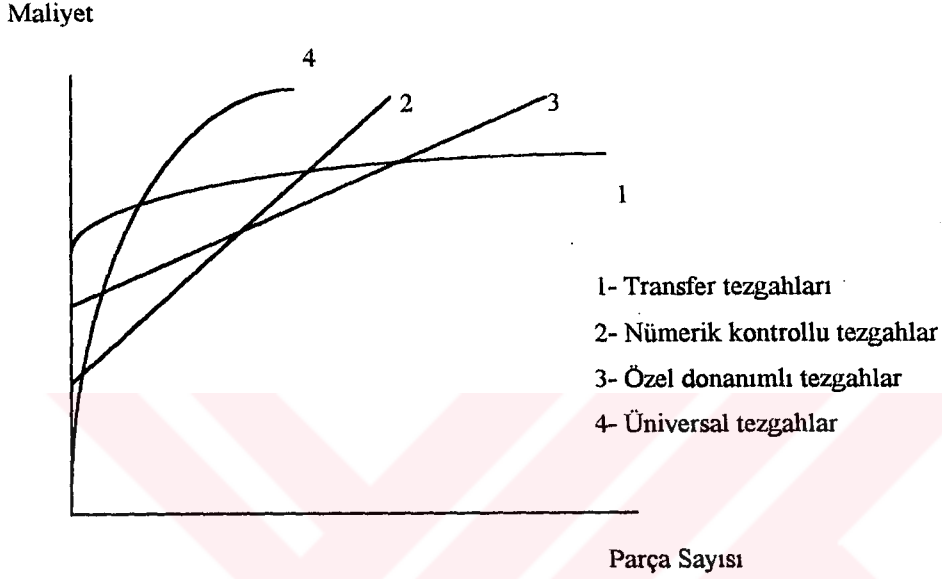
- a) Verimliliği artırır.
- b) İşlenen parçaların boyutsal ve biçimsel tamlıkları yüksektir, dolayısıyla ıskarta sayısı düşük, kalite kontrolü kolaydır.
- c) Takım ve iş bağlama kalıplarına duyulan ihtiyaç azdır. Bu nedenle stoklama ve ölü yatırım maliyeti azdır.
- d) Bu tezgahların esnek olması, daha az çeşitte tezgaha ihtiyaç duyulmasını böylece de parça taşıma ile takıp-sökme zamanının azalmasını sağlar.
- e) Tezgahların programlama esnekliği tasarım değişikliklerini kolaylaştırır.
- f) İşlem süreleri sabit olduğundan, üretimi denetim altında tutmak kolaydır.

Kısıtlayıcı Yönler:

- a) İlk yatırım ve işletme maliyeti, genelde diğer tezgahlardan daha yüksektir.
- b) Tezgah operatörlerinin özel olarak eğitilmeleri gerekir.
- c) Elektrikli ve elektronik donanımlarının bakım giderleri çoktur ve bu tür bakımlar için kalifiye eleman bulundurma zorunluluğu vardır.
- d) Kesici takımların seçilmesi, bilenmesi ve takımlıklara yerleştirilmesi daha fazla özen ister.
- e) Teknik resim hazırlama ve kalite kontrolü süreçlerinin bu tezgahlara uydurulması zordur.

Bu bilgilerin ışığı altında, nümerik kontrollu tezgahların her uygulama için ekonomik olmadıkları açıktır. Basit ve az ayrıntılı, az sayıdaki parçanın üretimi, bu tezgahlarda ekonomik değildir. Buna karşın ince ayrıntılı ve karışık şekilli parçalar, az sayıda da olsa nümerik kontrollu tezgahlarda daha ucuza imal edilebilir.

Nümerik kontrollü tezgahların çalışır geçen süreleri daha fazladır. Kesme hızları sürekli ayarlandığından takım ömürleri fazladır. Ayrıca toplu olarak bilgisayarlar tarafından aynı anda kontrol edilebilmeleri de mümkündür.



Şekil 1.1 Nümerik kontrollü tezgahların geleneksel tezgahlarla birim parça sayısı maliyetine göre karşılaştırılması

### 1.3) NÜMERİK KONTROL SİSTEMİNİN ANA YAPISI :

Nümerik kontrol, imalat aşamalarının, sayılar, harfler ve simgelerden oluşan kodlanmış kodlarla otomatik olarak yürütülmesidir. Bu nümerik kontrol sisteminin ana yapısı 3 temel unsurdan oluşur :

- Program
- Makine kontrol birimi
- Takım tezgahı

Program, tezgaha kumanda eden veriler dizisidir. Tezgaha, makine kontrol birimi aracılığıyla ulaşılır. Makine kontrol birimi, programı komut sinyallerine dönüştürür ve tezgahın komutları yerine getirme derecesini denetler. Takım tezgahı da komutlara göre işlem hareketlerini gerçekleştirir.

a) Program : Bir parçanın otomatik olarak işlenmesi için, tezgahın yerine getirmesi gereken işlevlerin adım-adım belirlenmesi gerekir. İşlevler ve işlevleri tamlayan diğer bilgiler, program adıyla anılan veri dizisiyle, nümerik kontrollu tezgahların otomasyonunu sağlar. Programlama elle ve bilgisayar desteğiyle olmak üzere iki farklı yolla yapılabilir.

b) Makine kontrol birimi : 3 Temel görevi vardır. Bunlar,

1- Makineye verilen programı okumak, komutları okumak ve bunları tezgah hareketlerine dönüştürmek

2- Makinenin komutları yerine getirme derecesini denetlemek

3- Operatörün tezgahı kontrol etmesini ve tezgahla operatör arasındaki iletişimi sağlamak

c) Takım tezgahı : Nümerik kontrol sisteminin 3. ögesidir. Parçanın işlenmesi için gerekli olan; parça hareketleri ile takım hareketlerini oluşturan, parça ve takım değiştirme hareketlerini gerçekleştiren, zengin bir parça işleme kapasitesine (esnekliğe) sahip olan mekanik kısımdır.

Ayrıca üzerinde, boyut ölçüm ve kontrolü için gerekli olan cihazlarla, soğutma v.b. gibi işlevleri olan aksamı da bulunur.

Kısaca anlatmak gerekirse, başlangıçta anlamsız gibi görünen sayılardan ve kodlardan oluşan programın, gerçeğe dönüştüğü ve parçanın şekillendirildiği kısım takım tezgahıdır.

## 2) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE ÇALIŞMA SİSTEMLERİ

### 2.1.1) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA TEZGAH EKSENLERİ :

Bir nümerik kontrollu takım tezgahının hareketlerinin aksenel bileşenleri analitik geometrinin X,Y,Z koordinat sistemi uyarınca tanımlanır. Nümerik kontrollu takım tezgahlarındaki kontrol sisteminin görevi, her bir eksen doğrultusunda, kesici takımın konumunu ve yerine göre hızını kontrol etmektir.

Nümerik kontrol takım tezgahlarında kullanılan koordinat sistemlerinde standart uygulamaya gidilmesine çaba gösterilmiştir. Çabaların amacı yazılımı basitleştirmek, programlama eğitimini kolaylaştırmak ve programları değişik tezgahlarda kullanabilmektir.

Standart koordinat sistemi, sabit iş parçası ve hareketli takım ilkesine dayanır. Aynı ilke, hareketli iş parçası ve sabit kesici takımla işleme yapan tezgahlar için de geçerlidir. Şöyle ki, sabit kesici takımdan uzaklaşan iş parçası, bağıl hareket nedeniyle, kesici takımın iş parçasından

uzaklaşması olarak algılanır. Bu durum karışık bir hareket kontrol kavramına neden olur. Çünkü, kesici takımın hareketlerinin karşılığı olan iş parçasının hareketi karşıt yöndedir. İş parçasının hareketli olması programlama açısından bir sorun yaratmaz. Tezgahın hareket kontrol sistemi, standartlara uygun yazılımdaki program komutlarını tezgahın teknik özelliklerine uyarlar.

Standart koordinat sistemi uygulamasına tüm tezgahlarda tam anlamıyla bağlı kalınmamıştır. Bazı takım tezgahlarında eksenlerin doğrultuları, standart eksenlerden farklıdır. Örneğin bazı nümerik kontrollü yatay freze tezgahlarının malafasının Z olarak tanımlanması gerekirken, birçok yapımcı firma bu eksenin Y eksenini olarak kullanır. Böylece X,Y,Z koordinat sisteminin geleneksel doğrultularına uymaya çalışılmaktadır. Bu nedenle bir takım tezgahının eksenlerinin doğrultuları konusundaki en yeterli kaynak tezgaha ait kullanma kılavuzudur.

Nümerik kontrollü tezgahlarda, koordinat sisteminin ana eksenleri olan X,Y,Z dışında, bunlarla bağıntılı ek eksenler de vardır. Aşağıda bunlar detaylı olarak anlatılmaktadır.

#### a) Z Ekseni ve Z Hareketi:

Özelliği nedeniyle önce Z ekseninin ele alınmasında yarar görülmüştür. Nümerik kontrollü takım tezgahı yapımcıları arasında varılan anlaşma uyarınca, bir nümerik kontrollü takım tezgahının Z eksenini, iş mili eksenine çakışıktır. Freze, matkap, delik delme ve diş çekme tezgahlarında iş mili, kesici takımın bağlandığı mildir. Torna, taşlama tezgahı ve benzerlerinde iş mili, iş parçasını döndüren mildir.

Z eksenini doğrultusunda, birden fazla iş mili olan tezgahlarda, asal iş mili Z eksenini olarak kabul edilir. İş mili olmayan tezgahlarda Z eksenini, iş parçasının bağlandığı yüzeye diktir. İş milinin açılma hareketi varsa, iş milinin 0 (sıfır) durumu Z eksenini ile çakışık olarak kabul edilir. 0 durumu tercihen, iş milinin tablaya dikey dikey olduğu konum olarak alınır.

Pozitif Z eksenini, iş parçasından kesici takıma doğrudur. Bir başka anlatımla pozitif Z hareketi sonucunda kesici takım iş parçasından uzaklaşır. Bu tanım, sadece iş parçası hareketli veya hem işparçası hem de kesici takım hareketli olsa da değişmez.

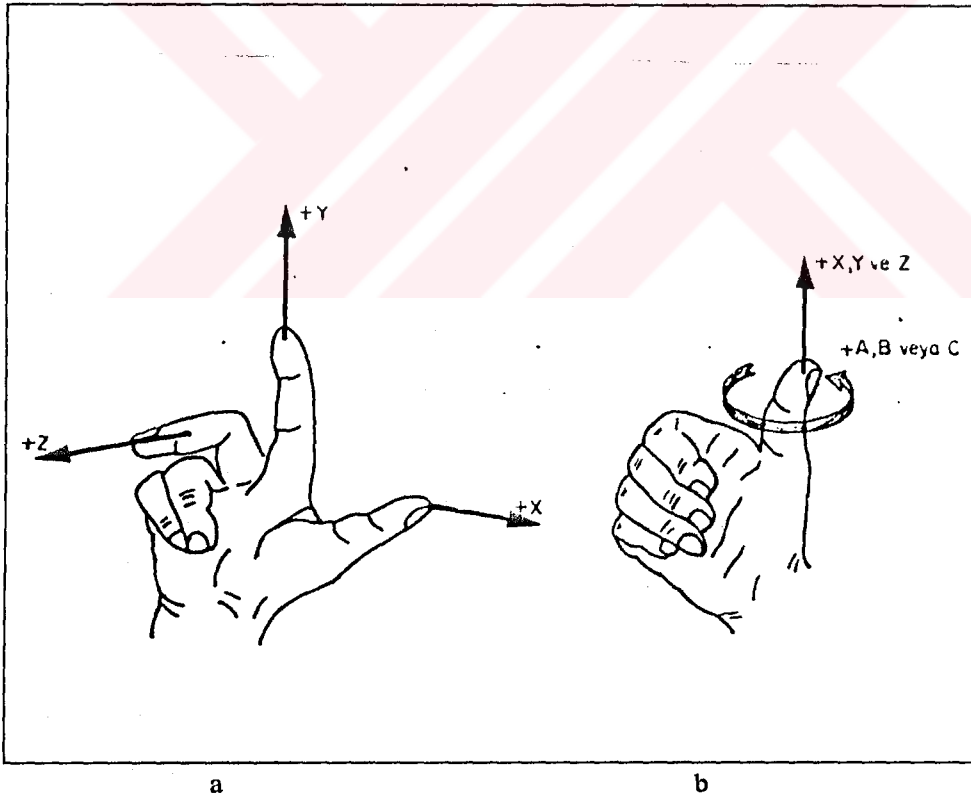
#### b) X Ekseni ve X Hareketi:

X eksenini doğrultusundaki hareket yatay ve iş parçasının bağlandığı yüzeye paraleldir. Pozitif X eksenini tanımlamakta sağ el kuralından faydalanılır. Sağ elin baş, işaret ve orta parmakları birbirleri ile 90° açılı olacak şekilde açıldığında, pozitif X,Y ve Z yönleri adı geçen 3 parmağın

gösterdiği yönlerdir. Sadece tornalar bu tanımın dışında kalır. Torna tezgahlarında iş parçasının dönme ekseninden uzaklaşan her yön pozitif X hareketi olarak kabul edilir. Anlaşılacağı üzere torna tezgahlarında X eksenindeki bir hareket, aynı zamanda Y eksenindeki bir harekettir. Yapılan bu açıklamalardan da görüleceği gibi tornalar için pozitif X hareketi, Z eksenine dikey, çapı büyüten takımılık hareketidir.

c) Y Ekseni ve Y Hareketi:

Y eksenini X ve Z eksenlerine diktir. Sağ el kuralıyla kolayca saptanabilir. Yukarıda yapılmış olan tanımın doğal sonucu olarak, torna tezgahlarının Y eksenini yoktur. Nümerik kontrollü freze tezgahlarında iş parçasının bağlandığı tabla üzerindeki X eksenine dik olan eksen Y eksenidir. Nümerik kontrollü torna tezgahlarında Y eksenini aynı zamanda X eksenini kabul edildiği için detaylı olarak ele alınmayacaktır.



Şekil 2.1 Sağ el kuralıyla eksenlerin ve açısal hareketlerin saptanması

d) Diğer Doğrusal Hareketler:

Bir nümerik kontrollü takım tezgahını X,Y,Z eksenleri boyunca yapabildiği asal doğrusal hareketler dışında, eksenlere paralel olan veya olmayan, ek doğrusal hareketleri olabilir. Bu hareketlerin programlama sırasında ayırdedilebilmesi için kullanılan harf simgeleri aşağıdadır.

| Eksen | Asal Hareket | İkincil Hareket | Üçüncül Hareket |
|-------|--------------|-----------------|-----------------|
| X     | X            | U               | P               |
| Y     | Y            | V               | Q               |
| Z     | Z            | W               | R               |

U,V, W ve P,Q,R harfleri genelde asal eksenlere paralel hareketleri tanımlarlar. Öte yandan asal eksenlere paralel olmayan, ikincil ve üçüncül hareketleri simgeledikleri programlar da vardır.

Bir takım tezgahı eksenler boyunca 3 hareketten daha fazlasını yapabilir. Bunlar, programlamanın saklı harfleri dışındaki harflerin alfabetik sırayla kullanılmasıyla tanımlanır.

Saklı harfler, programlamada standart simge olarak kullanılan harflerdir. Program satır numarasını gösteren N ya da hareket komutlarını ifade eden G gibi.

Tezgahın temel iş miline en yakın olan hareketleri, asal hareketler olarak alınır. İkincil ya da üçüncül hareketlerin saptanmasında da uzaklık kuralı uygulanır.

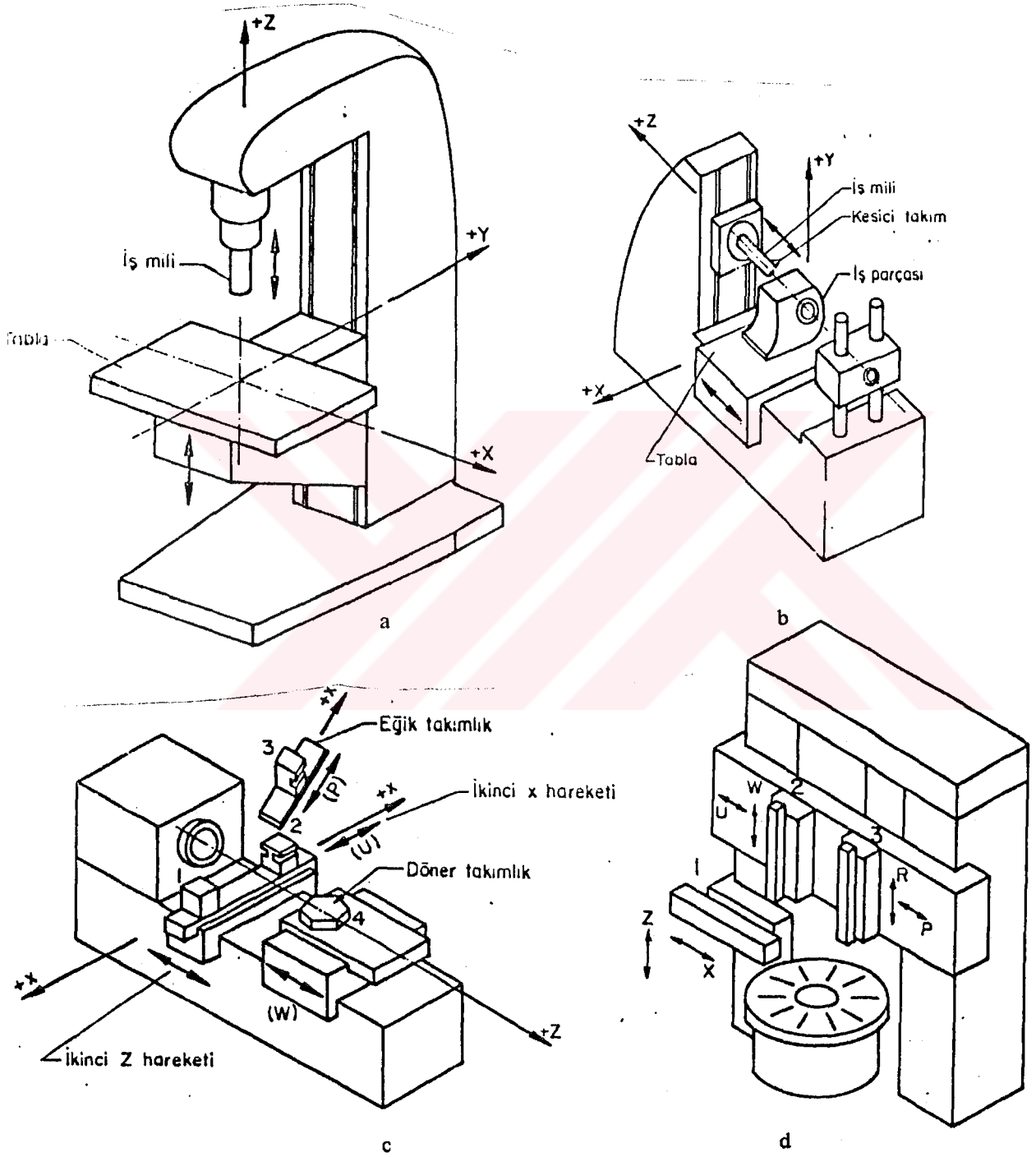
e) Açısal Hareketler :

İş milleri ya da tablası açısal olarak hareket edebilen nümerik kontrollü takım tezgahları da vardır. Bu tezgahların asal eksenler çevresindeki dönme hareketlerine ilişkin harf simgeleri aşağıdadır. Dönme hareketinin işareti şu şekilde saptanır. Sağ elin baş parmağı asal eksenin pozitif yönünü gösterdiğinde kıvrılan diğer 4 parmağın yönü pozitif dönme yönünü işaret eder. (Şekil 2.1-b)

| Eksen | Dönme |
|-------|-------|
| X     | A     |
| Y     | B     |
| Z     | C     |

Açısal Hareketler

Asal eksenlerin çevresinde olmayan diğer dönme hareketleri D ve E harfleriyle gösterilir. Bu harflerin paso veya kesici takım seçimi gibi başka amaçlarla kullanıldıkları programlar da vardır. Bir nümerik kontrollü takım tezgahının yapabildiği hareketler ise tezgahın eksen sayısını verir.



Şekil 2.2) Yukarıdaki şekillerde nümerik kontrollü takım tezgahlarında geçerli olan hareket eksenleri görülmektedir.

## 2.1.2) NÜMERİK KONTROLLU TAKIM TEZGAHLARINDA KONTROL TİPLERİ

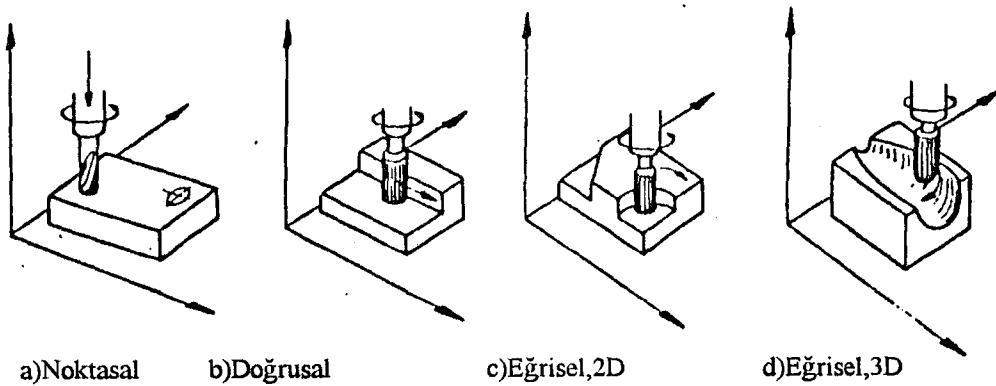
Bir işlemi gerçekleştirmek için tezgahın hareket elemanları çeşitli şekillerde kontrol edilebilir. Kontrol tipleri adını taşıyan kontrol şekilleri şunlardır :

- Noktasal ( point to point ),
- Doğrusal (straigh cut ),
- Eğrisel (contouring)

Noktasal, diğer bir deyişle konum kontrol tipinde, takım hedef noktası denilen hedef bir noktaya gelinceye kadar kontrol edilmez. Noktaya geldiğinde kontrol başlar ve takım kesme işlemini gerçekleştirir. Delme işlemlerinde kullanılan bu kontrol tipinin programında, sadece hedef noktalarının koordinatları verilir. (Şekil 2.3-a)

Doğrusal kontrol tipinde, takımın koordinat eksenlerine paralel olan hareketleri kontrol edilir ve bu yönlerde kesme işlemleri gerçekleştirilir. Genellikle kontrol X veya Y, yani tek eksen üzerinde yapılır. Ancak ilerleme hızlarının oranı  $V_x/V_y$  sabit kalmak koşuluyla takım aynı anda iki eksen üzerinde kontrol edilebilir. Bu durumda takım eğik bir yolda kesme işlemini gerçekleştirebilir. Doğrusal kontrol tipi frezeleme ve tornalama gibi işlemlerde uygulanır. (Şekil 2.3-b)

Eğrisel kontrol tipinde takım 2D (2 boyutlu) denilen aynı anda iki ve 3D (3 boyutlu) adımı taşıyan aynı anda üç eksen üzerinden kontrol edilebilir. Bu şekilde çeşitli eğrisel yüzeyler işlenebilir. Esasen bu kontrol tipi doğrusal tipin genişletilmiş tarzıdır. Doğrusal ve eğrisel kontrol tiplerinde, takımın hareketleri devamlı kontrol edildiği için, sürekli temas kontrol tipi de denilmektedir. (Şekil 2.3-c ve d)



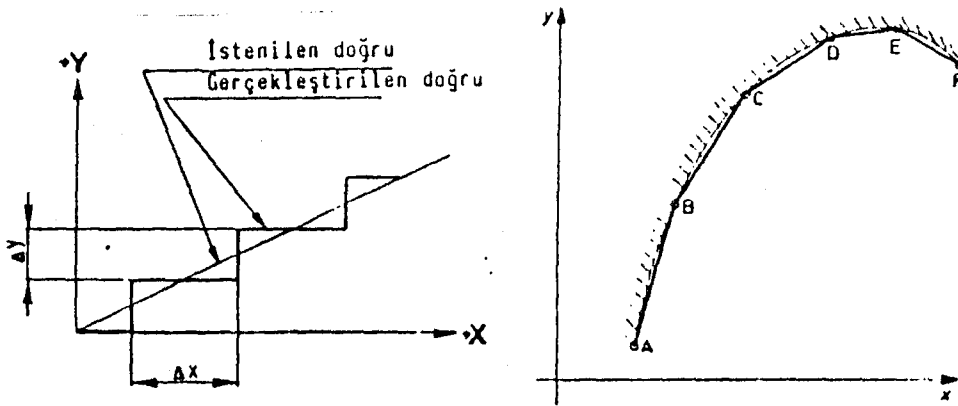
Şekil 2.3 Kontrol tipleri

### 2.1.3) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA İNTERPOLASYON

Nümerik kontrollu tezgahlarda takımın sadece X ve Y ya da X ve Z yönlerinde hareketleri kontrol edilebilir. Dolayısıyla takım aynı anda iki eksene paralel olarak işlem yapabilir. Bu durumda eğik veya eğrisel bir yüzeyin işlene-bilmesi için takıma  $\Delta x$  değerinde X eksenine paralel ve sonra  $\Delta y$  değerinde Y eksenine paralel olarak çok küçük bir hareket verilir ve işlem yüzey boyunca bu şekilde devam eder. Yani eğik doğrusal ya da eğrisel bir yüzey n parçaya bölünür ve her parça  $\Delta x$  ve  $\Delta y$  hareketleri ile meydana getirilir. İşlenecek yüzey ne kadar fazla parçacıklara bölünürse, işlenen yüzeyin doğruluğu o kadar yüksek olur. Şöyleki, parçacık sayısı sonsuz olduğu durumda, eğrinin kendisi elde edilebilir.

Uzunluğu  $\Delta s$  olan her parçacığın belirli bir  $\Delta t$  zamanında yani bir  $u_i = \Delta s / \Delta t$  hızı ile işlendiği düşünülürse,  $\Delta x$  ve  $\Delta y$  uzunluklarına  $u_i$  hızının bileşenleri olan ve onu tayin eden  $V_{ix} = \Delta x / \Delta t$  ve  $V_{iy} = \Delta y / \Delta t$  hızları karşılık gelmektedir. Eğik ve eğrisel yüzeyler esasen  $V_{ix} / V_{iy}$  oranına bağlı olarak işlenirler. Eğik yüzeyler için  $V_{ix} / V_{iy}$  oranı yüzeyin eğim açısı ile eşit olup, işlem boyunca sabit kalır, yani  $u_i = \text{sabit}$ dir. Eğrisel yüzeylerde  $V_{ix} / V_{iy}$  oranı eğrinin özelliğine göre işlem boyunca değişir.

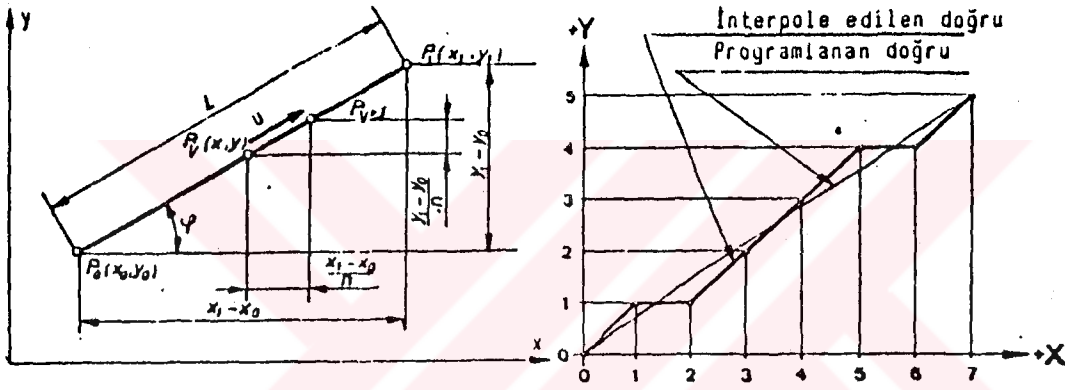
Yukarıda açıklanan işleme yöntemine interpolasyon denir. İnterpolasyonun matematiksel yönü nümerik diferansiyel analiz veya direkt fonksiyon hesaplaması yöntemleri ile açıklanabilir. Pratikte daha çok DDA adını taşıyan nümerik diferansiyel analiz yöntemi kullanılır. Bu konuda, eğik yüzeylere uygulanan doğrusal interpolasyon ve eğrisel yüzeylere uygulanan dairesel ve parabolik interpolasyon yöntemleri vardır.



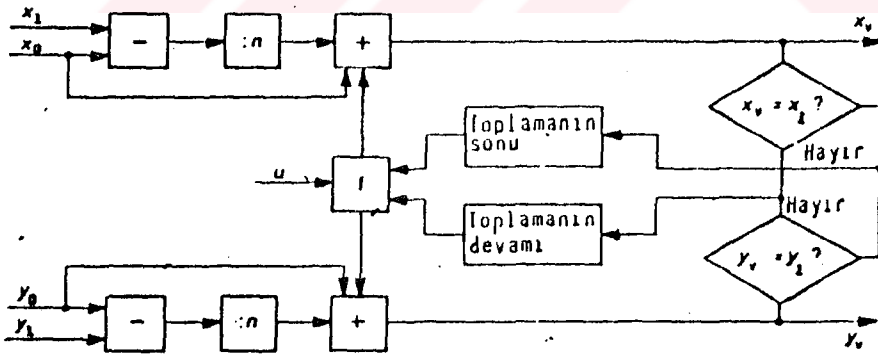
Şekil 2.4 İnterpolasyonun esasları a)Doğrusal b)Eğrisel

Nümerik kontrollü takım tezgahlarında, parça işleme sırasında oluşturulan takım veya tabla hareketlerinin temelinde doğrusal ya da eğrisel interpolasyon işlemleri yatar. Bu iki interpolasyon yöntemi bütün geometrik şekilleri çok küçük bir hata payıyla oluşturmaya elverişlidir.

İnterpolasyona ait karışık matematiksel işlemler takım tezgahı üzerindeki interpolatör denilen bir dijital hesaplayıcı ile çözülür. Hesaplayıcı toplama, çıkarma ve bölme işlemlerini yapar ve tek bir adımda her iki eksene ne kadarlık bir ilerleme verileceğini hesaplayarak bunları vuruş jeneratörüne iletir. Vuruş jeneratörünün frekansı ise işlemin hızını belirler. Aşağıdaki şekilde bütün bu işlemlerin sonucunda oluşan geometrik şekil ile interpolatör denilen hesaplayıcının mantıksal çalışma şeması görülmektedir. İnterpolasyon tiplerinden birisi olan doğrusal interpolasyon, interpolasyonu en iyi anlayabileceğimiz bir yöntemdir.



Doğrusal interpolasyon



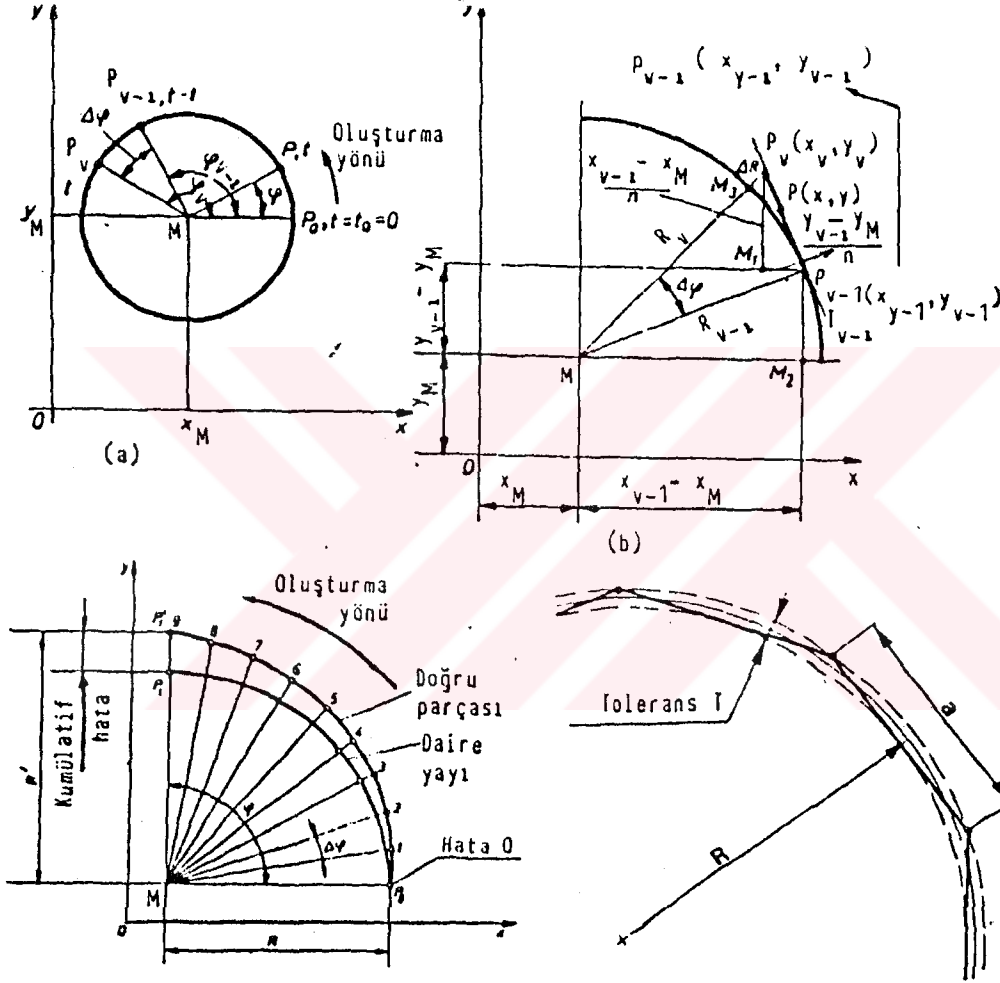
Doğrusal interpolatörün çalışma devresi

Şekil 2.5) Doğrusal interpolasyon mantığı

Dairesel interpolasyon, doğrusal interpolasyona göre biraz daha karışıktır. Ayrıca daha farklı bir işleyiş yapısı vardır. Örneğin eklemelerin açı ile ifade edilmesi gibi. Dairesel interpolasyon

sonucunda, hesaplanan değer ile gerçekleşen değer arasında sapma olarak da adlandırılan bir hata oluşur. Bu hataları azaltmak için çeşitli yöntemler vardır.

Dairesel interpolasyonda dairenin yarıçapını ve merkezini vermek işlem için yeterlidir. İnterpolatör daireyi parçacıklara böler, parçacıkların koordinatlarını tayin eder, iki eksene göre eklemeleri tayin etmek için işlemleri tamamlar ve eklemeleri aynı anda oluşması için vuruş jeneratörüne iletir. İşlemin hızı yine  $f$  vuruş jeneratörü frekansına bağlıdır.



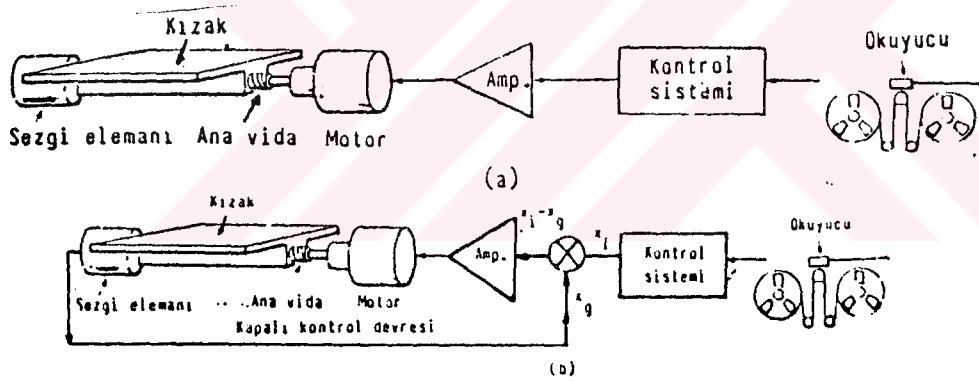
Şekil 2.6) Dairesel İnterpolasyon Mantığı

Esasen doğrusal interpolasyon ile daire de dahil olmak üzere herhangi bir eğri elde edilebilir. Ancak kolaylık sağlamak amacıyla, daire ve parabol oluşturan ayrı parabolik ve daireysel interpolasyon yöntemleri ve interpolatörleri vardır. Bu interpolatörlerde, örneğin daireyi oluşturmak için sadece daire merkezinin koordinatları ve daire yarıçapını vermek yeterlidir. Daire yayı istenir ise, bu durumda ek olarak yayın başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları da verilir. Aynı işlem parabolik interpolasyon için de geçerlidir.

#### 2.1.4) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA KONTROL DEVRELERİ

Nümerik kontrollu tezgahlarda kontrol devreleri, açık devre ve kapalı devre olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Açık kontrol devresinde, motora verilen bilgiler, motoru ve buna bağlı olan iletim sistemini harekete geçirir ve kızak istenilen konuma getirilir. Ancak kızıağın tam olarak istenilen konuma getirilmesi, bu sistemde step(adım) motorun kullanılması ile mümkündür. Oldukça pahalı olan step motorlarının milleri, vurgu ( puls ) şeklinde verilen bilgilere karşılık büyük bir doğrulukla belirli bir açı ile döner ve kızıağı istenilen konuma getirir.(Şekil 2.7-a)

Kapalı kontrol devrelerinde kontrol sisteminden çıkan bilgiler, bir komparatörün yardımıyla motora verilir, motor ve iletim sistemi harekete geçer ve kızıağı istenilen konuma getirir. Bu sistemde kızıağın konumu bir ana sezgi elemanı (transducer) tarafından kontrol edilir. Sezgi elemanı kızıağın gerçek  $x_g$  konumunu sürekli olarak ölçer ve komparatöre geri gönderir, burada  $x_g$  değeri istenilen  $x_i$  konumu ile karşılaştırılır ve bir fark olduğu taktirde motora artı veya eksi cinsinden ek bir hareket verilerek fark giderilir. (Şekil 2.7-b) Bunu gerçekleştirmek için genellikle bir servo mekanizması kullanılır. Elektrik, pnömatik, mekanik veya hidrolik olabilen servo mekanizmalarının çalışma ilkesi Şekil 2.8 de gösterilmiştir.

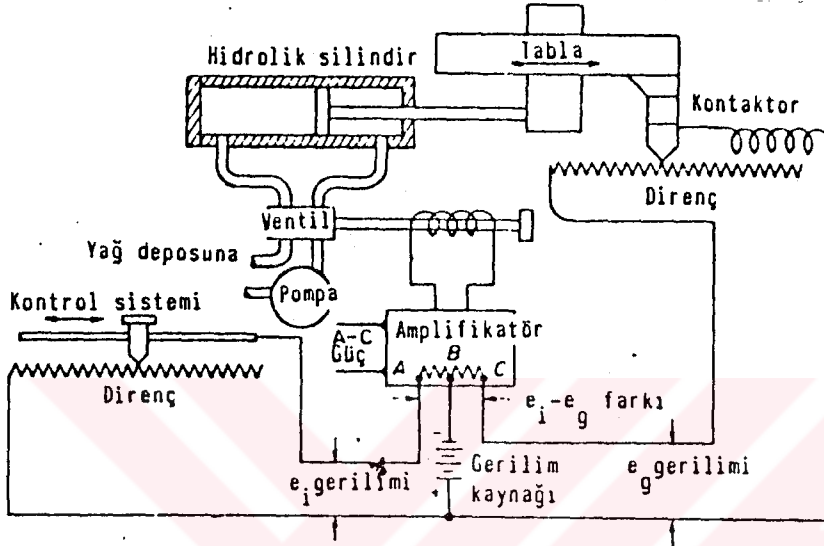


Şekil 2.7 Nümerik kontrollu Tezgahlarda Kontrol Devreleri

a) Açık b) Kapalı

Bu sistemde kızıağın hareketi bir ventil ile kontrol edilen bir hidrolik silindir tarafından sağlanır. Sezgi elemanı olarak elektrikli bir direnç kullanılmaktadır. Kızıağa bağlı olan direncin kontaktörü, kızıağın hareketi ile direncin üzerindeki gerilimi değiştirerek, devrede kızıağın gerçek konumunu ifade eden  $e_g$  gerilimini meydana getirir. Diğer taraftan devrede kontrol direnci denen başka bir direnç bulunur. Bu direncin kumandası tezgahın kontrol sistemi tarafından yapılır ve meydana getirdiği  $e_i$  gerilimi, kızıağın istenilen konumunu temsil eder. Her iki gerilim, komparatörün A-C uçlarında bir gerilim farkı ( $e_g - e_i$ ) oluşturur.

Gerilim farkı amplifikatörde büyütülür, bobine gönderilir, buna göre bobine bağlı olan ventil ayarlanır ve hidrolik silindir kızağa ( $e_g - e_i$ ) farkını sıfırlayacak şekilde bir hareket verir. Fark sıfır olduğunda ventilin kumanda çubuğu nötr konumuna geri döner ve kızağın hareketi durur. Tezgahtın bu şekilde kontrol edilen yönüne eksen denir. Tezgahtın kontrol edilen her ekseninin ayrı bir kontrol sistemi ve servo mekanizması vardır.



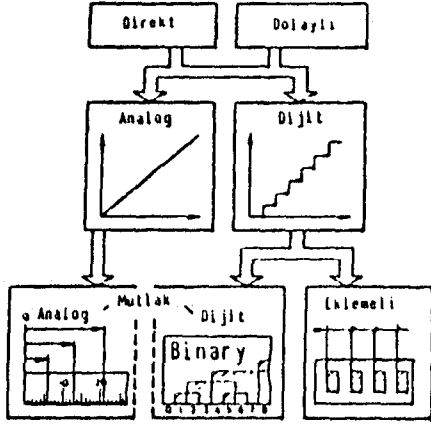
Şekil 2.8 Servo mekanizmalarının çalışma ilkesini gösteren şema

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında elle kontrol edilen bir tezgahla nümerik kontrollü bir tezgah arasında bir karşılaştırma yapılabilir. Örneğin üniversal bir torna ele alırsa, bu tornada çapı  $d$  olan bir parçayı işlemek için şu işlemler yapılır. İşçi belirli çapa kadar talaş kaldırır. Kalemın bağlı olduğu ve arabayı harekete geçiren kolun ölçme tamburunu sıfıra getirir ve işlediği çapı ölçer. İhtiyatlı davranırsa bir veya iki ölçme yapabilir. Buna rağmen parçayı oldukça geniş toleranslar içinde işler ve hata yapma ihtimali her zaman yüksektir.

Nümerik kontrollü tornada gerçek ve istenen çap değerleri arasındaki fark sezgi elemanı ve servo mekanizması tarafından devamlı ölçülür, tezgah kızağına ek bilgiler verilir ve fark sıfır olduğu durumda tezgah durur. Bu şekilde parçanın sıkı toleranslar içerisinde ve hatasız olarak işlenmesi mümkündür. Nümerik kontrollü tezgahlarda, kızağın konumunu belirleyen ölçme yöntemleri önemli bir yer tutmaktadır. Aşağıda bunlar kısaca incelenecektir.

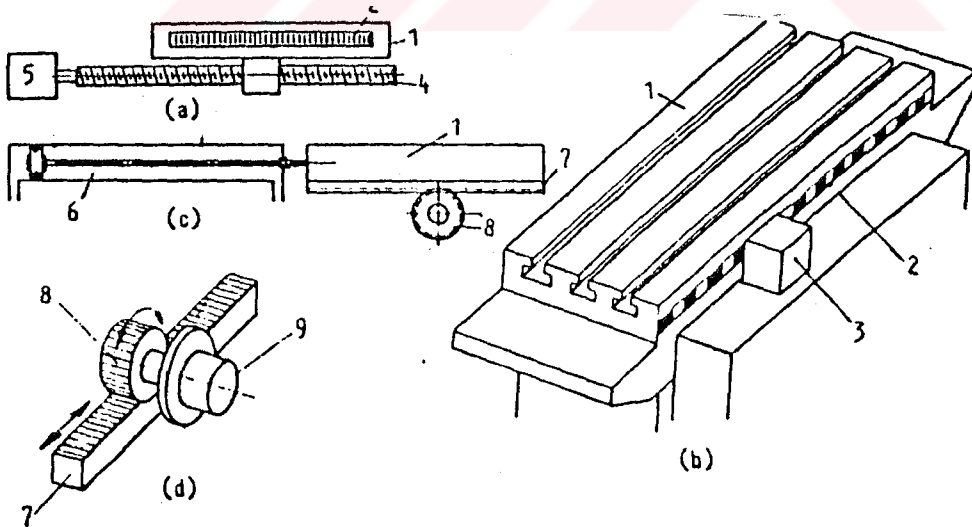
### 2.1.5) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA KONUM (YOL) ÖLÇME SİSTEMLERİ

Nümerik kontrollu tezgahlarda kızağın konumunu ölçmek için kullanılan yöntemlerin sınıflandırılması Şekil 2.9 da görülmektedir. Buna göre ölçme yöntemleri direkt veya dolaylı, analog veya dijit ve bunların her ikisi de, mutlak veya eklemeli şekilde olabilir.



Şekil 2.9) Ölçme yöntemlerinin sınıflandırılması

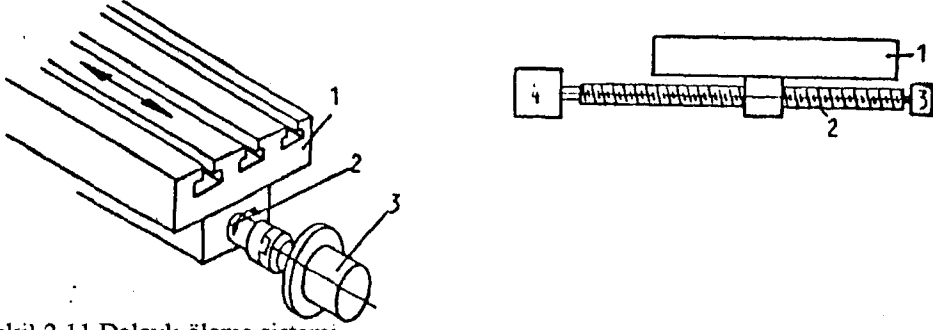
Direkt ölçme sisteminde, kızağın kaydettiği mesafe kızağa direkt olarak bağlanan bir sezgi elemanı ile ölçülür. Ölçme doğrusal veya döner ölçme sistemleri ile yapılabilir. Doğrusal ölçme sisteminde ölçme elemanı direkt olarak kızağın yan tarafına yerleştirilir. (Şekil 2.10-a ve b) Döner ölçme sisteminde, kızağa bir kramayer mekanizması bağlanır ve ölçme elemanı bu mekanizmanın dışı çarkına yerleştirilir. (Şekil 2.10-c ve d)



Şekil 2.10) Direkt Ölçme Sistemleri a,b)Doğrusal c,d)Döner

1-Kızak 2-Ölçme Cetveli 3-Okuyucu 4-Ana Vida 5-Motor 6-Silindir 7-Kremayer  
8-Kremayer Dişlisi 9-Sezgi Elemanı

Dolaylı sistemlerde kızığın konumu, kızığı harekete geçiren vida mekanizmasının ucuna yerleştirilen bir sezgi elemanı ile ölçülür.(Şekil 2.11) Burada sadece döner ölçme sistemi kullanılır. Pahalı olan birinci yöntemde iletim mekanizmalarının boşlukları, ölçülen konumun değerini etkilemez, ancak sistemin büyük bir hassasiyete sahip olması gerekir. Örneğin 2m lik bir uzunlukta 10  $\mu$ m lik bir doğruluk elde etmek için  $0,5 \cdot 10^{-6}$  lık bir hassasiyet gerekir. Daha ucuz ve kolay olan ikinci sistemde ise, iletim mekanizmasının boşlukları ölçülen konumun değerini etkiler.



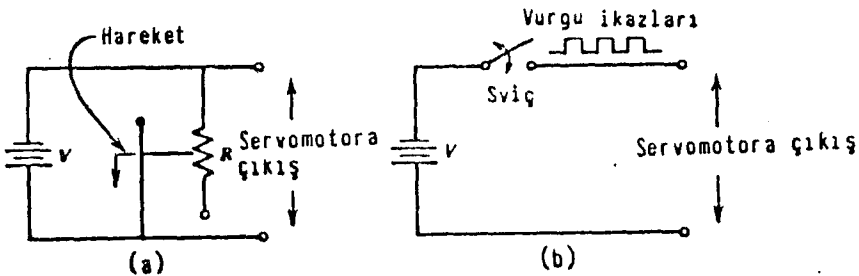
Şekil 2.11 Dolaylı ölçme sistemi

1-Kızık 2-Ana vida 3-Sezgi elemanı 4-Motor

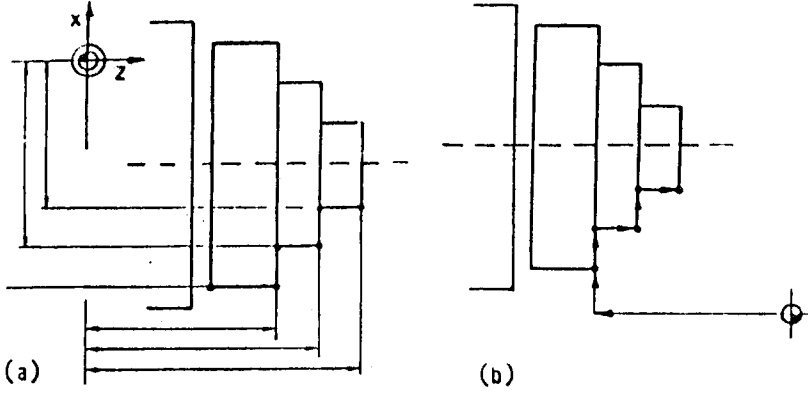
Ancak sistemin çok hassas olması gerekmez. Örneğin hatvesi 10 mm olan bir ana vida ile 10  $\mu$ m lik bir doğruluk elde etmek için, ana vidanın bir devirine karşılık  $10^{-3}$  lük bir hassasiyet istenir. Dolaylı sistemler kontrol yolu uzun olan veya doğruluk mertebesi 10  $\mu$ m dan daha büyük olan sistemlerde kullanılır.

Analog ölçü sistemi elektrik gerilimi, elektriğin şiddeti gibi sürekli değişken bilgilerle işlem görür. Dijit ölçme sistemi sayı, vurgu gibi kademeli olarak değişen bilgilere dayanır. Mutlak sistemlerde kızığın her konumu belirli bir orijine göre verilir. Örneğin  $P_1, P_2, P_3, P_4$  noktalarının koordinatları 0 orijinine göre verilir. Bu şekilde bir konumda yapılan hatalar diğer konumları etkilemez.

Eklemeli ölçme sisteminde kızığın bir konumu daha önceki konumuna göre verilir. Örneğin  $P_1$  noktasının koordinatı  $P_0, P_2$  nin  $P_1, P_3$  ün  $P_2$ , ye v.b. şeklinde verilir. Bu sistemde bir konumun hatası diğer konumları da etkiler.



Şekil 2.12 a) Analog ve b) Dijit Ölçme sistemleri



Şekil 2.13 a) Mutlak ve b) Eklemeli Ölçme sistemleri

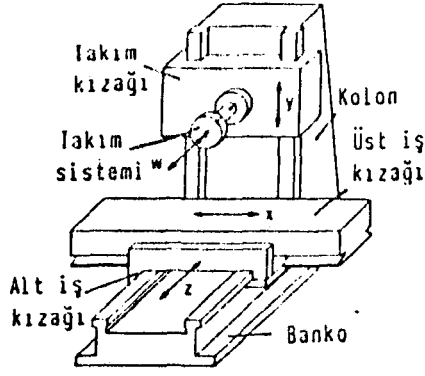
## 2.2) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARIN KONSTRÜKSİYON ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde nümerik kontrollu tezgahların konstrüksiyonu ile ilgili açıklamalar yer almaktadır. Konstrüksiyon özellikleri olarak, tezgahların gövdeleri, kızaklar ve kızak yolları, yataklar ile güç ve hareket iletim sistemleri anlaşılmalıdır. Tezgah konstrüksiyonlarının hazırlanması sırasında ne çeşit bir yol izlendiği, hesaplama yöntemleri ve karşılaşılan problemlerle bunların giderilme şekli anlatılmaktadır. Tezgah konstrüksiyonunu oluşturan birimlerin çeşitleri, tipleri, avantajlı ve dezavantajlı durumları ile ilgili örnekler sunulmaktadır.

### 2.2.1) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA TEZGAH GÖVDELERİ:

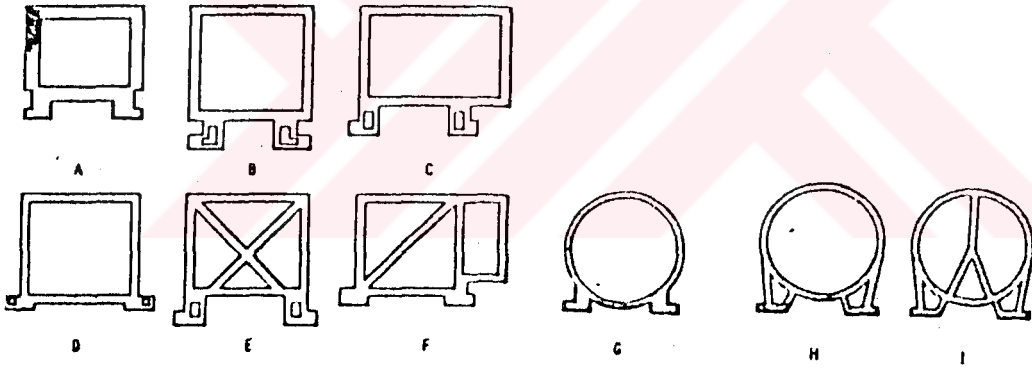
Tezgah tipine göre, tezgah gövdeleri birbirinden oldukça farklıdır. Ancak bir genelleştirme yapılırsa tezgahların gövdeleri banko ve kolonlardan meydana gelir. Banko, tezgahın bulunduğu zemine göre yatay vaziyette bulunan bölüm, kolon ise bu zemine göre dikey vaziyette bulunan gövde kısmıdır. Buna göre bazı tezgahlar örneğin torna, sadece bankodan, bazıları ise örneğin freze sadece kolondan meydana gelir. Borverk veya işleme merkezlerinde genellikle bankolar, ilerleme hareketini meydana getiren iş kızağını (veya kızakları); kolonlar ise, takım sistemini ayar hareketini gerçekleştiren kızağı taşırlar. (Şekil 2.14)

Tezgah gövdeleri yüksek rijitliğe sahip hafif konstrüksiyon ilkesine göre dizayn edilir. Ayrıca malzeme seçiminde sönümlenme özelliği de dikkate alınır. Rijitlik ( $k$ )/ağırlık oranı üzerinde yapılan teorik ve deneysel çalışmalara göre, bu bakımdan en uygun kesitin içi boş kesit olduğu anlaşılmıştır. Boş kesitler eğilme burulma gibi zorlamalarda, kesitteki gerilme dağılımını eşitlemekle beraber, aynı kesit alanı için örneğin eğilmede,  $I$  eylemsizlik momentini ve  $W$  eğilme mukavemetini artırır. Ancak bu durumda elemanın dış boyutu da artar. Boş kesitli elemanların rijitliklerini arttırmak için kaburgalar veya yerel şekillendirmeler yerleştirilir. Buna göre takım tezgahlarının gövdelerinin kesitleri Şekil 2.15 de gösterildiği gibi yapılır. Kaburgaların etkileri kare bir kesit için Şekil 2.16 da verilmiştir.



Şekil 2.14) Tezgah Gövdesinin Kısımları

Gövdelerin burulma rijitliği, gövdeyi oluşturan kısımların birbirine bağlanma şekline de bağlıdır. Genellikle civatarla öngerilme şeklinde yapılan bu bağlamalar, bir yüzeye veya iki yüzeye ait olabilirler. Genellikle iki yandan yapılan bağlama burulma rijitliğini arttıran bir yöntemdir. Boş bir kesitte bir yandan serbest kesite göre bağlama, rijitliği % 41 e düşürürken, iki yandan bağlamada 106 ya yükseltir.



Şekil 2.15) Takım Tezgahlarında Gövde Kesitleri

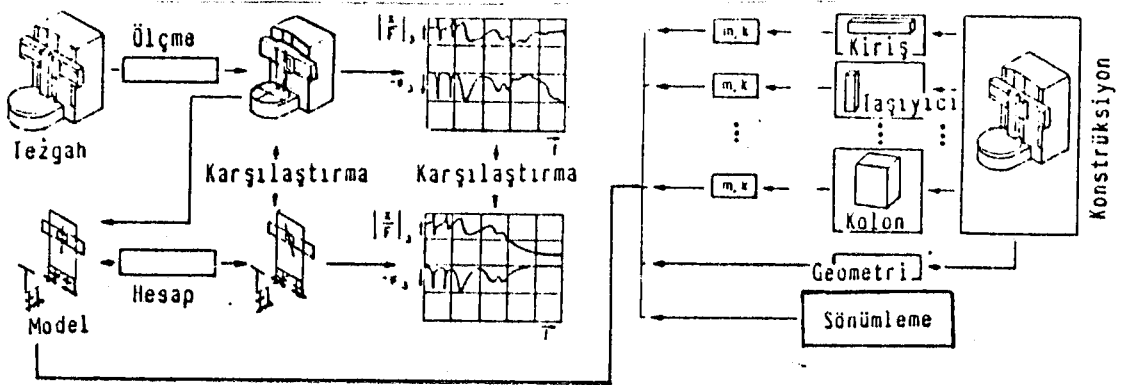
Birçok hallerde çeşitli maksatlar için gövdelerde delikler açılır. Bu delikler daha sonra açık bırakılır veya kapaklarla kapatılabilir. Genellikle rijitliği azaltan bir etken olan delikler ve kapaklar, eğilme rijitliğini çok az etkilerken, burulma rijitliğini önemli ölçüde azaltırlar. Deliklerin kapaklarla kapanması açık deliklere göre rijitliği arttıran bir yöntemdir.

Şekilleri ve kesitleri karışık olan tezgah gövdelerinin, mukavemet, şekil değiştirme ve titreşim hesapları oldukça zor ve karışık bir işlemdir. Şekil ve kesit karışıklığının yanı sıra gövdeleri zorlayan kuvvetler, değişken ve tam olarak tayin edilemeyen (gezer) şeklindedirler.

| Şekil | İzafi ağırlık $S_0$ | İzafi eğilme rijid. $k$ | İzafi burulma rijid. $k_b$ | $\frac{k}{S_0}$ | $\frac{k_b}{S_0}$ | İzafi rijid k rijid $k_b$<br>Çok kalın cidarlar için |      |
|-------|---------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------------------------------|------|
|       |                     |                         |                            |                 |                   |                                                      |      |
| 1     | 1,00                | 1,00                    | 1,00                       | 1,00            | 1,00              | 1,00                                                 | 1,00 |
| 2     | 1,10                | 1,10                    | 1,63                       | 1,00            | 1,48              | 1,15                                                 | 1,18 |
| 3     | 1,05                | 1,09                    | 1,39                       | 1,04            | 1,32              | 1,10                                                 | 1,10 |
| 4     | 1,14                | 1,08                    | 2,04                       | 0,95            | 1,79              | 1,16                                                 | 1,21 |
| 5     | 1,38                | 1,17                    | 2,16                       | 0,85            | 1,56              | 1,29                                                 | 1,40 |
| 6     | 1,49                | 1,78                    | 1,69                       | 1,20            | 1,07              | 1,30                                                 | 1,46 |
| 7     | 1,26                | 1,55                    | 2,94                       | 1,23            | 2,39              | 1,19                                                 | 1,24 |

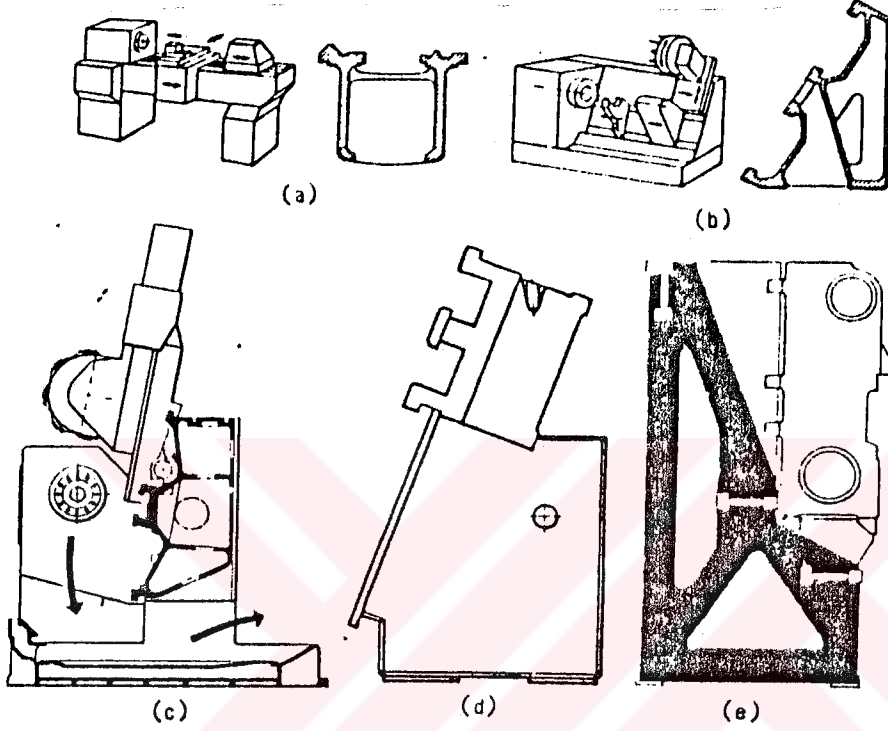
Şekil 2.16) Gövde Üzerinde Kaburgaların Etkileri

Gövdelerin konstrüksiyonunda birbirine bağlı iki yol izlenebilir. Bir taraftan basit veya karışık modeller kurarak, sonlu elemanlar yöntemi de dahil olmak üzere, bu model üzerinde hesaplar yapılır. Diğer taraftan imal edilmiş gerçek bir tezgah üzerinde deneylerle, mukavemet, şekil değiştirme ve dinamik davranışı ile ilgili değerler tayin edilir ve daha önce, model üzerinde alınan sonuçlarla karşılaştırılır. Bu karşılaştırmada varılan sonuçlarla tezgah üzerinde düzeltmeler yapılır. Ancak bu yöntemle elde edilen sonuçlar, gerçekten bir hayli uzaktır. Takım tezgahları alanında uygulanan konstrüksiyon yönteminin akış şeması, Şekil 2.17 de verilmiştir. Örnek, tezgahın dinamik davranışı ile ilgilidir. Mevcut bir tezgahtan hareket ederek, tezgah üzerinde yapılan ölçmelerin sonuçları ile model üzerinde yapılan hesaplamaların sonuçları karşılaştırılır ve yeni ya da düzeltilmiş bir konstrüksiyon meydana getirilir. Bu konstrüksiyonun tam olarak belirlenen elemanlarının kütle ( $m$ ) ve rijitlik faktörü ( $k$ ) ile hesaplar yeniden yapılır ve tam olarak istenilen davranış elde edilinceye kadar tekrarlanır. Günümüzde tüm bu işlemler CAD/CAM sistemi ile yürütülür.



Şekil 2.17) Hesap ve Deney Yolu İle Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

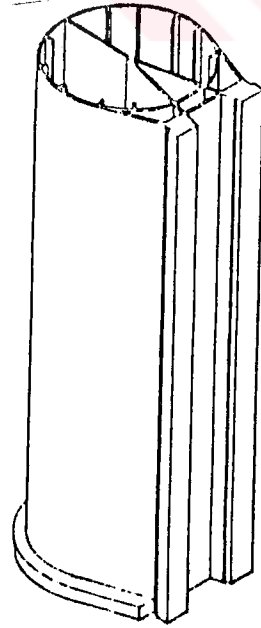
Yukarıda incelenen ilkelerin ışığı altında gerçekleştirilen Nümerik kontrollü tezgahların konstrüksiyonu konvansiyonel tezgahlara göre değişik bir görünüm arz etmektedir. Örneğin Şekil 2.18 de Konvansiyonel bir torna tezgahı (Şekil 2.18-a) ile Nümerik kontrollü bir torna tezgahının (Şekil 2.18-b) bankosu gösterilmiştir. Bu bankolarla ilgili olarak Şekil 2.18-c de yüksek burulma ve eğilme rijitliğine sahip ve Şekil 2.18-d,e de iki parçadan oluşan bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.18 Torna Tezgahlarının Bankoları

- a) Üniversal torna      b) Otomat torna  
c) Yüksek eğilme ve burulma rijitliğine sahip banko  
d,e) İki parçalı banko

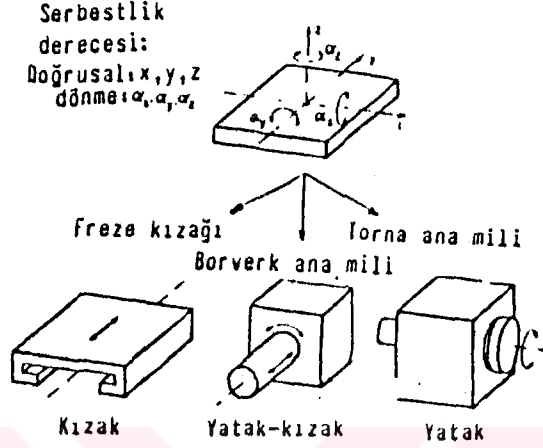
Şekil 2.19 da yüksek rijitliğe sahip dairesel kesitli bir kolon gösterilmiştir. Kızak yolları kesite teğet olarak yerleştirilmiş ve içten radyal kaburgalarla desteklenmiştir. Dairesel kesit kolona yüksek bir burulma rijitliği verir, eğilme rijitliğini arttırmak için boyuna kaburgalar öngörülmüştür.



Şekil 2.19 Dairesel kesitli kolon

### 2.2.2.) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA KIZAK YOLLARI VE YATAKLAR

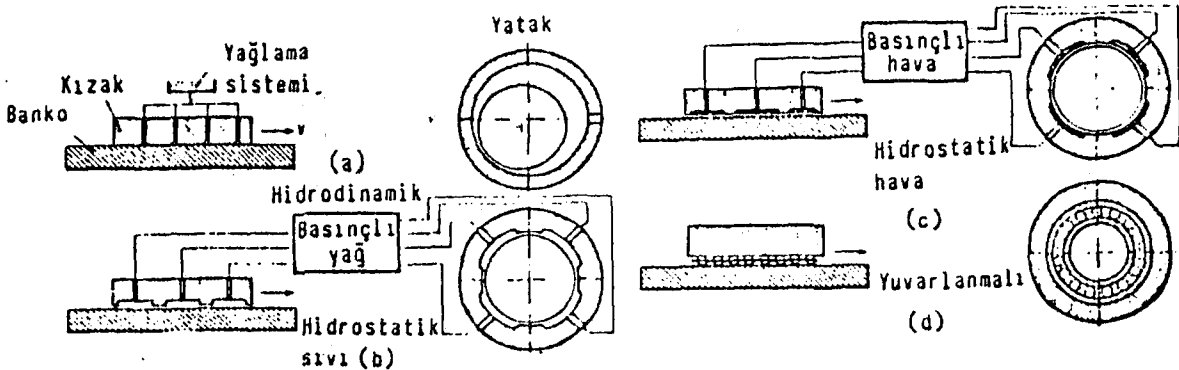
Kızak yolları ve yataklar tezgahın hareketli elemanlarını desteklemekle beraber, bunların belirli bir doğrultuda hareket etmelerini sağlarlar. Genel olarak herhangi bir elemanın, üçü doğrusal ( $x,y,z$ ), üçü dönme ( $\alpha_x,\alpha_y,\alpha_z$ ) olmak üzere, altı serbestlik derecesi vardır. ( Şekil 2.20 )



Şekil 2.20) Kızak ve yatakların Açıklanması

Buna göre kızak yolları, kızak denilen elemanın serbestlik derecesini bire indirerek bu elemanların bir tek yönde doğrusal hareket etmesini sağlarlar. Yataklar, millerin serbestlik derecesini yine bire indirerek, bunların bir eksen üzerinde dönmelerine izin verirler. Bunun yanı sıra, borverg ana milinde olduğu gibi belirli bir doğrultuda hareket ve o doğrultunun eksenini etrafında, dönme hareketini sağlayan kızak-yatak sistemleri de vardır.

Genel bir anlamda yağlama bakımından kızaklar ve yataklar; sınır sürtümlü (normal ve esaslı), hidrodinamik sıvı ( Şekil 2.21-a), hidrostatik sıvı ( Şekil 2.21-b), hidrostatik hava ( Şekil 2.21-c) ve yuvarlanmalı ( Şekil 2.21-d ) olabilirler.



Şekil 2.21) Kızak ve Yatakların Sınıflandırılması

Daha önce de belirtildiği gibi nümerik kontrollü tezgahlarda esaslı sınır, hidrostatik sıvı ve yuvarlanmalı kızaklar ile yataklar kullanılır. Bu hususta, günümüzde en çok kullanılan hidrostatik ve yuvarlanmalı sistemler arasında bir karşılaştırma yapılırsa, aşağıdaki sonuçlara varılır. Hidrostatik sistemlerde, metalik yüzeyler bir yağ tabakası ile birbirinden tamamen ayrılmış durumdadırlar. Bu nedenle, hareketin başlangıcı ve sonu da dahil olmak üzere, tüm hareket boyunca, sürtünme çok düşük olur ve aşınma meydana gelmez. Ayrıca sönümleme özelliğinin yanısıra, hidrostatik sistemler memnun edici bir rijitliğe, yüksek bir yük taşıma kapasitesine ve yüksek hızlarda sessiz ve darbesiz bir çalışma özelliğine de sahiptirler. Bunun yanısıra, çeşitli yük durumlarını karşılamak için rijitlik bakımından telafi edici kabiliyetleri de vardır.

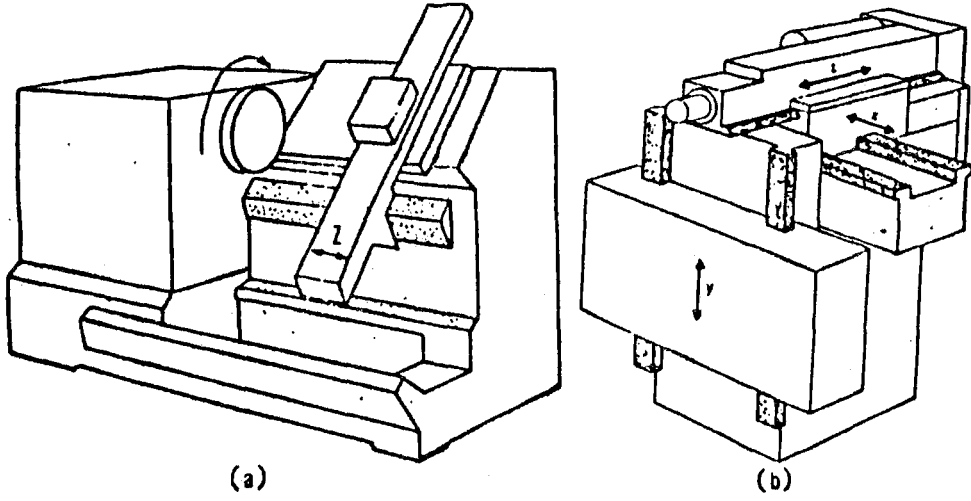
Hidrostatik sistemlerin iki önemli mahsuru vardır. Birincisi; yüzeyler arası yüksek basınçlı bir yağ tabakası oluşturmak için yüksek basınçlı pompa, yağ deposu, çok iyi süzme özelliklerine sahip filtre, vana, valf v.s. gibi elemanlardan oldukça karışık bir hidrolik devreye ihtiyacı olmasıdır. Ayrıca yağlama tarzını oluşturmak için sistemde, kızak ve kızak yollarında cepler, bu ceplere yağı getirmek için delikler ve hidrolik direnç elemanlarını yerleştirmek için yuvalar açılması, yani köklü konstrüksiyon değişikliklerinin yapılması gerekir.

İkincisi, çalışma sırasında yağ sevkiyatında meydana gelen herhangi bir aksama, yüzeylerin aniden bozulmasına neden olan metalik temasın oluşmasıdır. Bu mahsuru berteraf etmek için güvenilirliği arttıran fakat sistemi daha karışık hale getiren ek önlemler alınır.

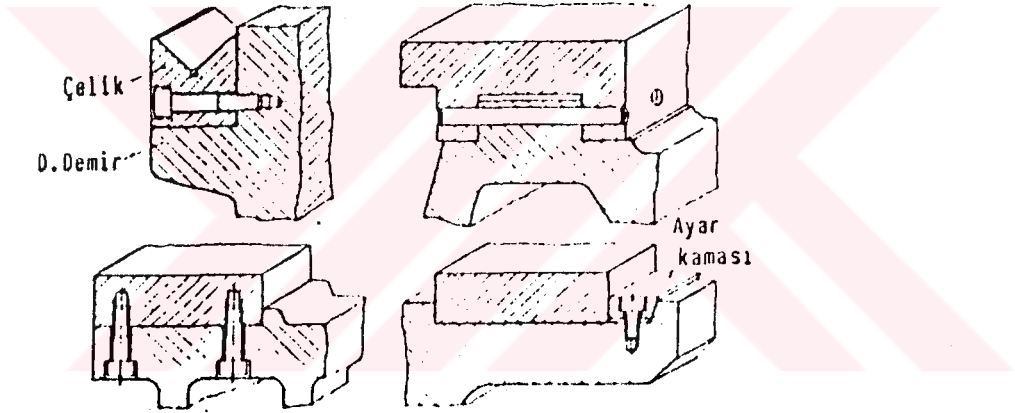
Yuvarlanma sistemleri, yüksek bir rijitliğe, düşük bir sürtünme katsayısına, basit bir yağlama tertibatına, çok az bir yağ miktarına, standart olarak imal edilme ve çok az bir konstrüksiyon değişikliği ile herhangi bir yere kolayca takılabilmek özelliğine sahiptirler. Ancak bu sistemlerin ; sönümleme özelliğine sahip olmamaları, ömürlerinin sınırlı olmaları, yüksek hızlarda ve yüklerde gürültülü çalışmaları gibi mahsurları vardır. Ayrıca kızak sisteminde, yükün düzgün değil de noktasal şekilde yayılması, sistemin rijitliğini azaltan bir unsurdur. Bunun yanısıra, yuvarlanma elemanları arasında çok cüzi boyut farklılıkları çok hassas sistemlerde, arzu edilmeyen konum hatalarına neden olabilir.

#### a) Kızak Yollarının Konstrüksiyonu

Şekil 2.22-a' da torna tezgahlarına ve Şekil 2.22-b'de freze tezgahına ait kızak sistemleri gösterilmiştir. Çeşitli şekillerde olabilen kızak yolları, banko veya kononla yekpare (Şekil 2.22 a-b) veya ayrı olabilirler; bu son durumda banko veya kolona, civatalarla bağlanırlar. (Şekil 2.23) Bu durumlarda kuvvetin etkime doğrultusu rijitliği daha düşük olan ve bağlamayı sağlayan civata üzerine değil de, daha rijit olan kızakları etkilemelidir.



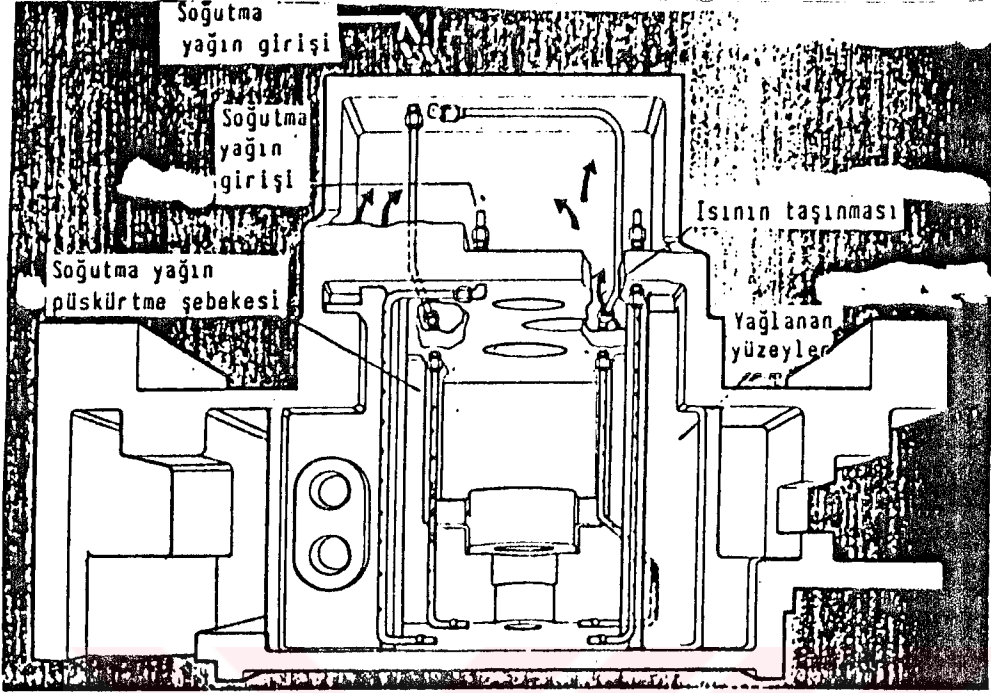
Şekil 2.22) Kızak Sistemleri a) Otomatik Torna , b) Freze Tezgahı



Şekil 2.23) Takmalı Kızak Yolları

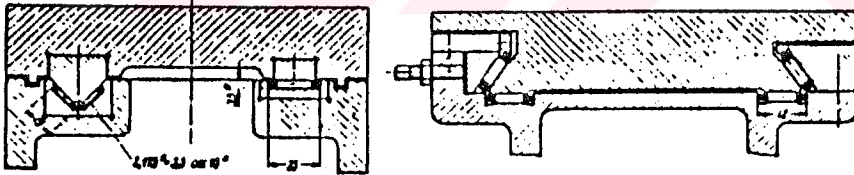
Sınır yağlama koşullarında çalışan kızaklar sertleştirilir veya taşlanır; ya da sert metalik şeritleri veya plastik (nylon, teflon) tabakaları ile kaplanır. Bu tip kızaklar büyük hassasiyet isteyen uygulamalarda, sürtünmeden dolayı ısı artışını önlemek için, tezgah gövdesinin iç kısmına yerleştirilmiş, Şekil 2.24 de gösterildiği gibi püskürmeli yağlama-soğutma sistemiyle donatılır.

Hidrostatik kızakların çalışması sırasında yağ tabakasının kalınlığı rijitliği etkileyen önemli bir faktördür.



Şekil 2.24) Kızaklarda Uygulanan Püskürtmeli Soğutma Yağlama Sistemi

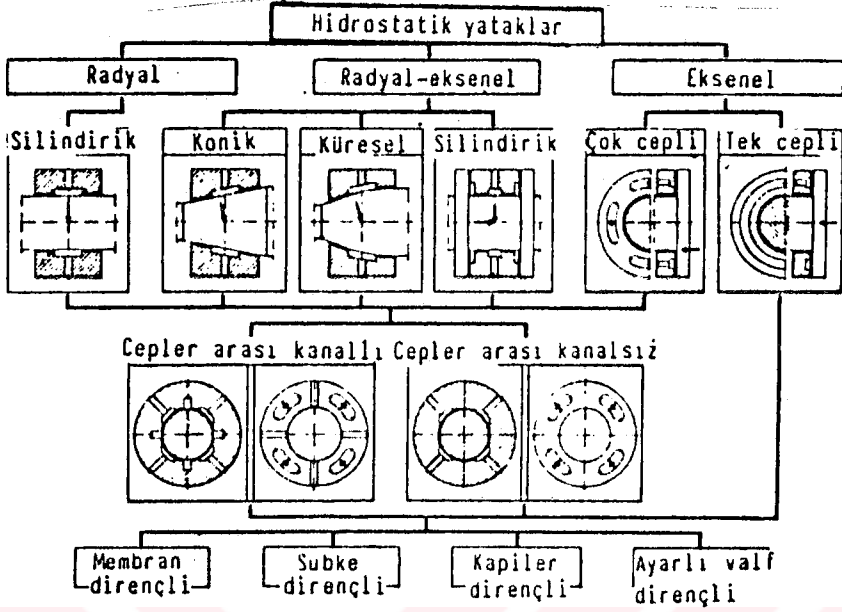
Şekil 2.25 de kızaklarda kullanılan yuvarlanma elemanları gösterilmiştir. Bu elemanlar kullanıldığında, kızak yollarının çok sert olmaları gerekir. Bu nedenle bu sistemlerde sertleştirilmiş takmalı kızak yolları kullanılmaktadır.



Şekil 2.25 Yuvarlanmalı Elemanlı Kızaklar

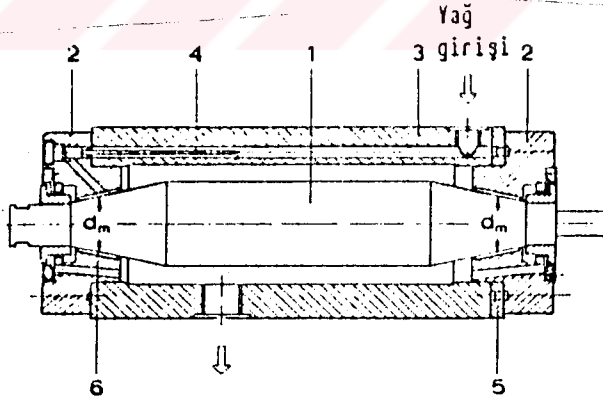
#### b) Hidrostatik Yatakların Konstrüksiyonu

Bunlar: Radyal (silindirik), radyal-eksenel ( konik, küresel, silindirik ), ekstenel ( çok cepli, tek cepli ) ; cepler arasında yağ boşaltma kanallı veya kanalsız olabilirler. Burada da direnç elemanı olarak kapiler, subke, membran veya ayarlı valf kullanılır. Radyal hidrostatik yatak genellikle çok ceplidir. Her cebe birer direnç elemanı yerleştirilerek besleme tek pompa ile yapılır. Şekil 2.26' da tezgahlarda kullanılan hidrostatik yatak çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.26) Takım Tezgahlarında Kullanılan Hidrostatik Yataklar

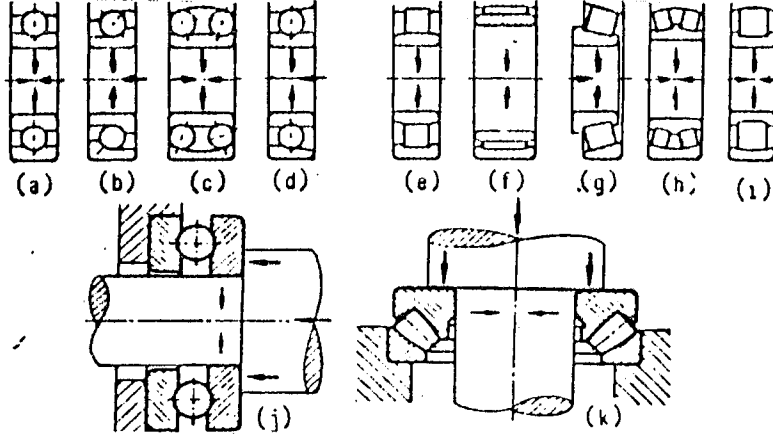
Şekil 2.27' de hidrostatik yatakların taşlama, freze, matkap gibi tezgahların ana milinde uygulaması gösterilmiştir. Yatak  $d_m$  ortalama çapı (mm) ve  $n$  dönme hızı olmak üzere  $n \cdot d_m = 2 \cdot 10^6$  değerinde çalışmaktadır. Yağın 100 bar besleme basıncına karşılık yatağın radyal rijitliği  $250 \text{ Nt}/\mu\text{m}$  olup, çalışma doğruluğu (konum hatası)  $0,2 \dots 0,3$  mikrondur.



Şekil 2.27) Taşlama veya freze tezgahında kullanılan hidrostatik yatak  
 1-Ana Mil 2-Yatak 3-Gövde 4-Direnç Elemanı 5-Sızdırmazlık Elemanı  
 6-Cep 7- Ayarlama Parçası

c) Yuvarlanmalı Yataklar: Rulman adını taşıyan bu yataklar çeşitli standart boyutlarda imal edilirler. Rulmanlar, yuvarlanma elemanları bakımından bilyalı ve makaralı; yük taşıma bakımından

radyal, radyal-eksenel (açısal temaslı) ve eksenel şekilde olabilirler. Herhangi bir rulman montajdan önce, imalat kalitesine bağlı olan belirli bir imalat boşluğuna sahiptir. Rijitlik bakımından bir rulmanın iyi davranması için, montajdan sonra bu boşluk 0 ile en çok +5 µm arasında olmalıdır. Bunun yanısıra, rulmanların rijitliklerini arttırmak için, ön gerilmeli montaj sistemleri de uygulanır.



Şekil 2.28) Standart Rulman Çeşitleri

Şekil 2.28'de , standart olarak imal edilen çeşitli rulmanlar verilmiştir.

Bunlar:

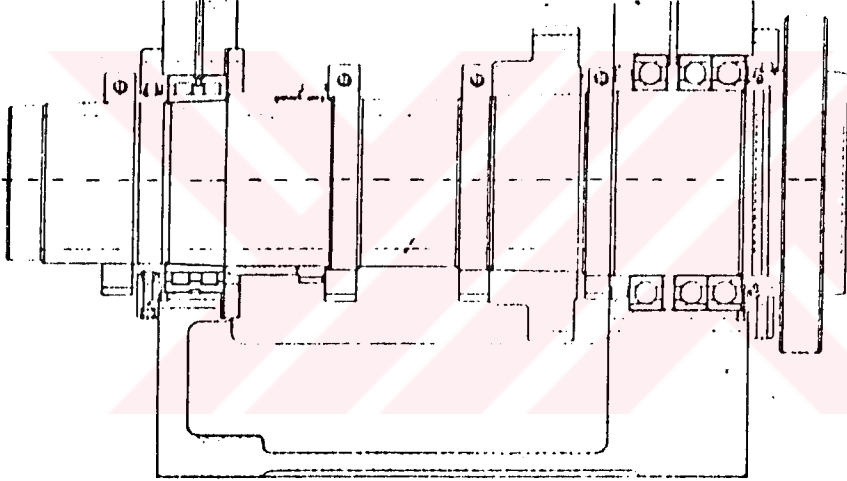
- |                                    |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| a) Tek sıralı sabit bilyalı radyal | b) Tek sıralı eğik bilyalı          |
| c) Oynak bilyalı                   | d) Faturalı bilyalı                 |
| e) Silindirik makaralı             | f) İğneli                           |
| g) Konik makaralı                  | h) İki sıralı masuralı              |
| i) Tek sıralı masuralı             | j) Tek sıralı sabit bilyalı eksenel |
| k) Oynak makaralı eksenel ,        | şeklinde olabilirler                |

Şekiide oklarla rulmanlı yatakların taşıyabilecekleri yükler gösterilmiştir. Bu bakımdan, tek sıralı sabit bilyalı radyal, silindirik makaralı ve iğneli rulmanlar esasen radyal kuvvet taşırlar. Ancak sabit bilyalı radyal rulmanlar, kullanılmayan radyal kuvvetinin % 20'si kadar bir eksenel kuvvet taşıyabilirler. Açısal temaslı adını taşıyan eğik bilyalı, faturalı ve konik makaralı rulmanlar radyal kuvvetinin yanısıra, eksenel kuvvet de taşıyabilirler. Oynak bilyalı ve makaralı rulmanların, milin yatak yuvasına göre küçük bir eğim yapmasına müsaade etmekle beraber, az miktarda eksenel kuvvet de taşıyabilirler. Bilyalı eksenel ve oynak makaralı eksenel rulmanlar, esasen eksenel kuvvet taşırlar. Ayrıca oynak makaralı rulman, mile küçük bir eğim yapma imkanı verir. Milin eğim yapma imkanı, işleme ve montaj hatalarından dolayı, milin eğilmesi sonucunda yuvarlanma elemanlarının sıkışmasını önler.

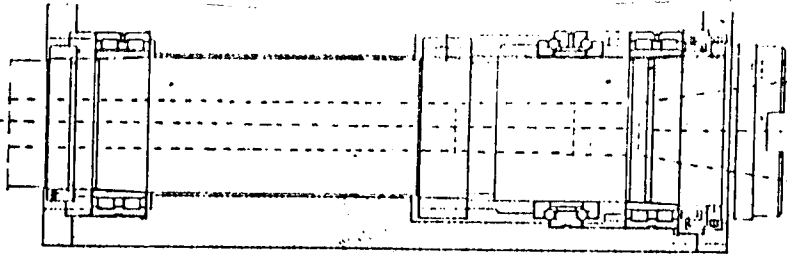
Genellikle radyal rulmanların diğer yataklara göre aksel yük taşıma kabiliyetleri düşüktür. Açısal temaslı ve yivleri derin olan rulmanların, rijitliği daha iyi olmakla beraber, aksel rulmanlarda maksimum değere ulaşır. Bilyalı rulmanlarda temas noktasal makaralılarda ise doğrusaldır. Bu nedenle makaralı rulmanlar daha rijittir. Aynı boyuttaki makaralı rulmanların rijitliği bilyalıya göre iki kattır. Makaralı rulmanların bir mahsuru sürtünmelerinin daha fazla olmasıdır.

Bir yatak sisteminde rulmanlar arasında bilezik ya da segman ve burç gibi elemanlar da vardır. Bu elemanlar yükü destekleyen temas yüzeyini artırırlar. Ancak rijitliği azaltıcı özellikleri nedeniyle mümkün olduğunca az kullanılmalıdırlar.

Aşağıdaki şekillerde Nümerik kontrollü tezgahlarda kullanılan tipik yataklama sistemleri görülmektedir.



Şekil 2.29) Nümerik kontrollü bir tornanın ana milinin yataklanması

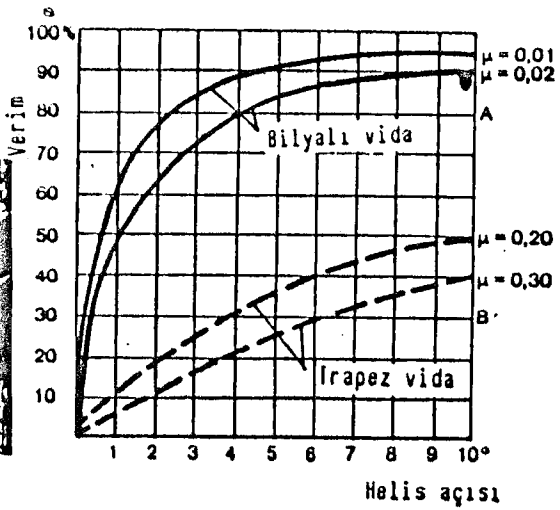
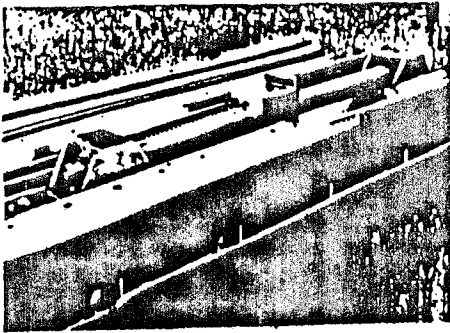
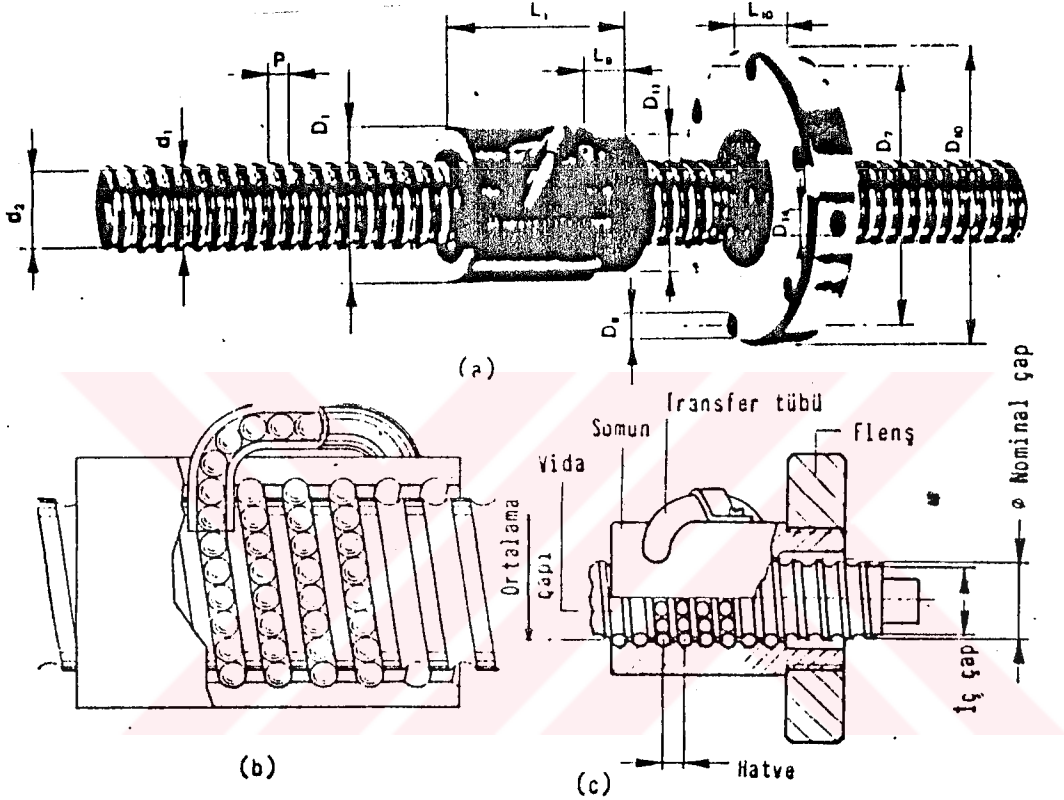


Şekil 2.30) Rijitliği arttıran yataklama sistemi

### 2.2.3) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA GÜÇ VE HAREKET İLETİMİ

Güç ve hareket iletim elemanları, vida, dişli çark, krameyer, kayış-kasnak mekanizmaları ve bu elemanların arasında irtibat sağlayan kavramalardan meydana gelir. Kontrol devresinde mekanik sistem olarak adlandırılan bu elemanların tezgahın gerek konum hatalarını gerekse dinamik davranışını önemli şekilde etkilemektedir.

#### a) Vida-somun mekanizması:

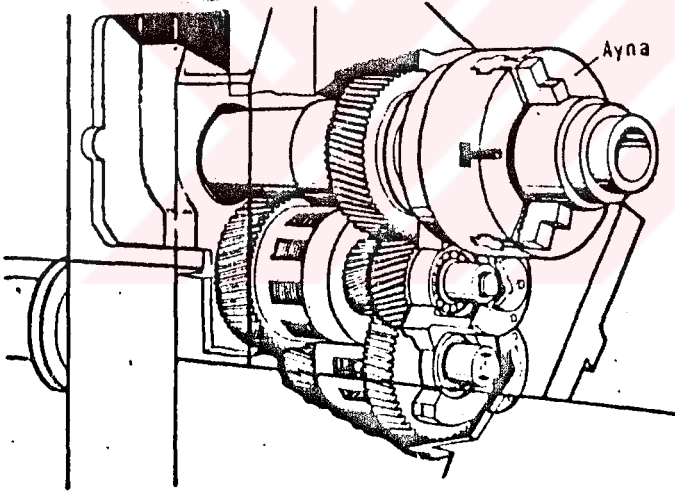


Şekil 2.31) Bilyalı yataklar

İletim sisteminin en önemli elemanıdır. Nümerik kontrollu tezgahlarda kullanılan vida mekanizmasının, rijit, doğruluk derecesinin yüksek ve sürtünme değerinin düşük olması gerekmektedir. Ayrıca helis açısının çok küçük takriben  $3^{\circ}$ -  $4^{\circ}$  derece olması gerekir. Bu nedenle normal trapez vidalar bu görevi yerine getiremezler.

Nümerik kontrollu tezgahlarda genellikle bilyalı vidalar kullanılır. Bilyalar vida kanalı içinde yuvarlanma hareketi yaparlar. Bir türbün vasıtası ile bilyalar kapalı sistemleri içindeki geri dönüşlerini de gerçekleştirerek sürekli bir döngüye girerler. Şekil 2.31 de bu sisteme ait bir örnek görülmektedir. Bilyalı vidaların rijitliği çok yüksek olmakla beraber, istenen helis açılarında sürtünmeleri çok düşük, verimleri de oldukça yüksektir. Ayrıca bir ara bileziği yardımıyla kolaylıkla ön gerilmeli hale getirilebilirler.

b) Dişli çark mekanizmaları: Nümerik kontrollu tezgahlarda kullanılan dişli çark mekanizmaları, rijit, atalet momentleri düşük, doğruluk dereceleri yüksek gibi özelliklere sahip olmalıdırlar. Bu özellikleri yerine getirmek için, Şekil 2.32' de görüldüğü gibi iç içe konstrüksiyon yöntemi uygulanırken aşağıdaki hususlara da dikkat edilmesi gerekir.



Şekil 2.32) İç içe dişli çark konstrüksiyonu

- Genellikle düz silindirik veya eğim açısı düşük olan silindirik helisel dişliler kullanılmalıdır. Büyük aksenal yükler meydana getirdikleri için konik ya da helis açısı büyük olan helisel dişliler kullanılmamalıdır.

- Hız kademesi bakımından en çok iki hız kademesine sahip dişliler kullanılmalıdır. Ancak noktasak kontrol tipinde daha çok hız kademesine ve daha karışık vites kutularına ihtiyaç duyulur. Bilhassa freze ve delme uygulamalarında buna ihtiyaç duyulur. Daha basit çözümlere gidilmesi tavsiye edilir.

- Dişli çarkların atalet momentlerinin azaltılması, çapların mümkün mertebe küçük tutulması ile gerçekleştirilir. Çaplarda gidilebilecek % 20' lik bir azaltma atalet momentini % 59 düşürür.

- Yüksek çevrim oranı istenen durumlarda sistemi basitleştirmek için sonsuz vida mekanizması önerilir.

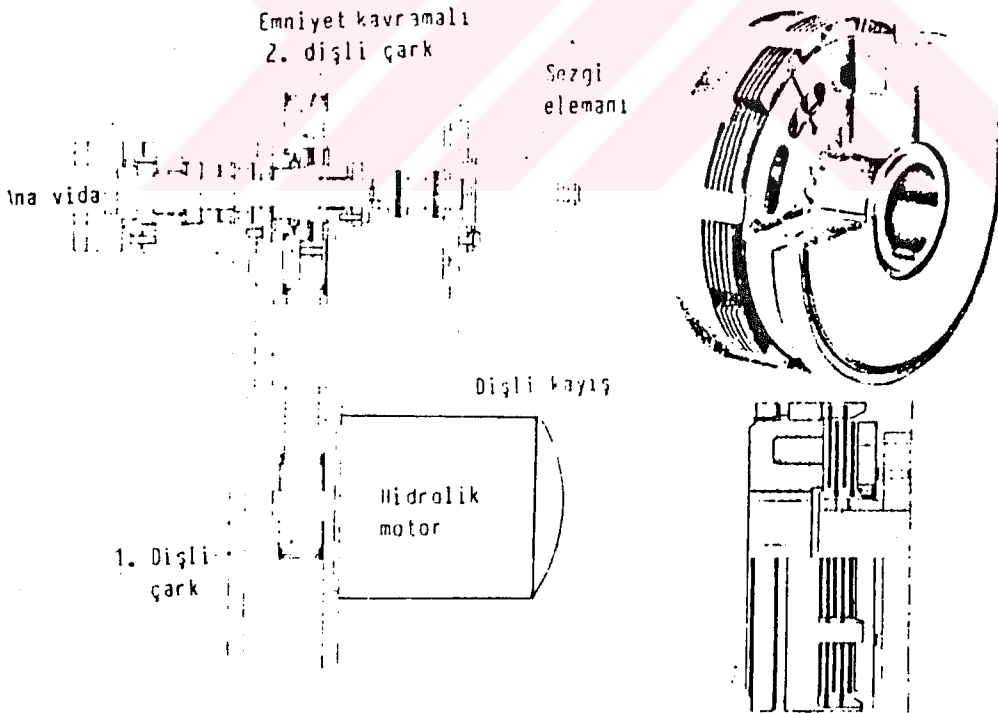
- Mukavemet bakımından çapı arttırmak yerine dişli genişliğini arttırmak yerinde olur. Yüksek hızlarda çalışan düşük moment ileten dişlilerin genişliği, alçak hızlarda çalışan yüksek moment ileten dişlilerin genişliğine göre daha az olmalıdır.

- Dişlilerin montajı kolaylıkla yapılabilmelidir.

- Dişli çarkların yan boşlukları özel konstrüksiyonlar ile yok edilebilir. Yüksek doğruluk istenen sistemlerde bu dişli çarkların kullanılması önerilir.

- Dişli çarkların içinde buldukları vites kutuları da büyük önem taşır. Rijitlikle ilgili bütün önlemler alınmalıdır.

Tezgah sisteminin en önemli parçalarından biri de ana mildir. Bu milin doğruluğu, rijitliği ve yataklaması büyük ölçüde sistemin rijitliğini etkiler. Günümüzde tezgahların tüm konstrüksiyon ve analiz işlemleri ileri matematiksel yöntemler kullanılarak, CAD veya CAD-CAM sistemleriyle gerçekleştirilir. Bu sistemlerde tezgahı oluşturan tüm elemanların hesap ve analizleri yapılır, şekilleri oluşturulur, teknolojik prosesleri tamamlanır, programları yapılır ve üretilmek üzere Nümerik kontrollu tezgahlara verilir.



Şekil 2.33) Nümerik Kontrollü Tezgahlarda Kullanılan Kayış-Kasnak Sistemleri

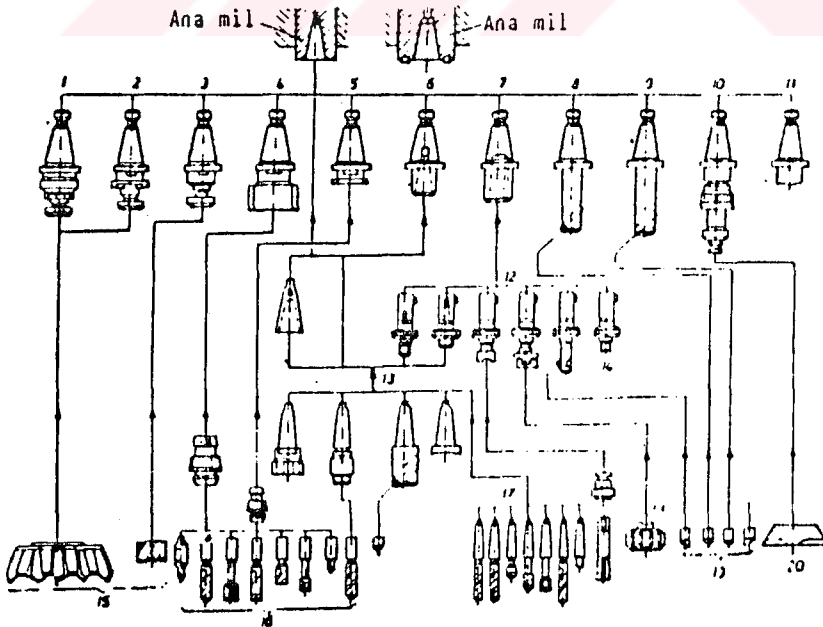
#### 2.2.4) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARDA TAKIMLAR:

Genellikle karışık bir parçayı işlemek için, çeşitli takımlara ihtiyaç vardır. Örneğin vites kutusu gövdesini işlemek için şu takımlara ihtiyaç vardır:

1-Parmak freze 2-Uzun delik delme matkabı 3-Delik işleme kalemı 4-İç alın yüzeyü işleme kalemı 5-Dış alın yüzeyi işleme kalemı 6-İç alın yüzeyi işleyen alın freze 7-Dış alın yüzeyi işleyen alın freze 8-Matkap 9-Vida açma klavuzu 10-Kanal açan disk freze 11-Alın yüzeyi işleme kalemı 12-Alın yüzeyi işleyen alın freze

Parça bir tezgahta, örneğin işleme merkezinde işlenirse, takımlar o tezgahın ana miline tutturulur. Tutturma işlemi teker teker elle veya magazinli tezgahlarda otomatik olarak yapılır.

Nümerik kontrollü tezgahlarda yüksek bir prodüktivite ve işleme kapasitesi elde etmek için takımların kaliteleri yüksek, kolay merkezlenebilen, kolay ayarlanabilir ve değiştirilebilir olmaları gerekir. Bu koşullar takımların ve takım taşıyıcılarının unifikasyonu ve standardizasyonu; takımların tezgah dışında merkezlenmesi ve ayarlanması; operasyon için takımların, programa göre değiştirilmesi gibi önlemlerle gerçekleştirilir. Takımların ve takım taşıyıcıların unifikasyonu ve standardizasyonu ile takım sistemleri oluşturulmuştur. Takım sistemi takım taşıyıcısı, ara parça ve takımdan meydana gelen bir sistemdir. Bu sistemlerin unifikasyonu şu ilkeye dayanmaktadır. Tezgahın ana milinin tutturma tertibatına göre, çeşitli takım taşıyıcıları tayin edilir. Bu taşıyıcılara direkt veya bir ara parça ile çeşitli takımlar tutturulabilir. Takım sistemlerinin unifikasyonu ve standardizasyon ilkesi Şekil 2.2.4.1' de gösterilmiştir.

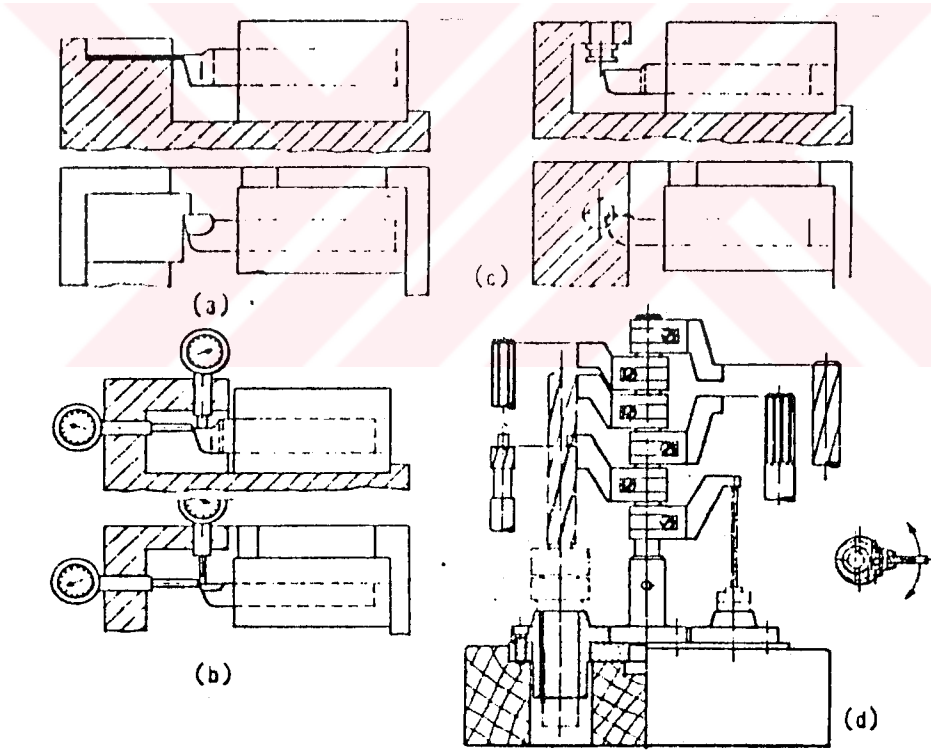


Şekil 2.2.4.1) Takım unifikasyonu esasları

Burada tezgahın ana miline tutturma boşluğuna göre 11 tane takım taşıyıcı tayin edilmiştir. Bu takım taşıyıcılarına, örneğin 1,2 ve 3 nolu takım taşıyıcısına direkt olarak 15 te gösterilen frezeleme takım taşıyıcıları bağlanabilir. Takım sistemlerinde takım taşıyıcısının ayrı bir önemi vardır. Takımın merkezlenmesi, ayarlanması ve değiştirilmesinde takım taşıyıcısı önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle takım sistemlerinin standardizasyonunda, takım taşıyıcısı ana eleman olarak alınmaktadır.

Nümerik kontrollü tezgahlarda parça koordinatlarının tayininde, takım uzunluğu önemli bir rol oynar. Bu bakımdan işlemleri kolaylaştırmak için takım uzunluğu ile ilgili takım kartları hazırlanır ve teknolojik noktaların koordinatları bu kartlarda gösterilen uzunluklara göre hazırlanır. Dolayısıyla takımlar tezgaha tutturulduğunda bu uzunluklara sahip olmaları gerekir. Bu da takımların ayarlanmaları ile sağlanır.

Tezgahın dışında yapılan ayarlama işlemleri Şekil 2.2.4.2' de görülen metodlarla olur.

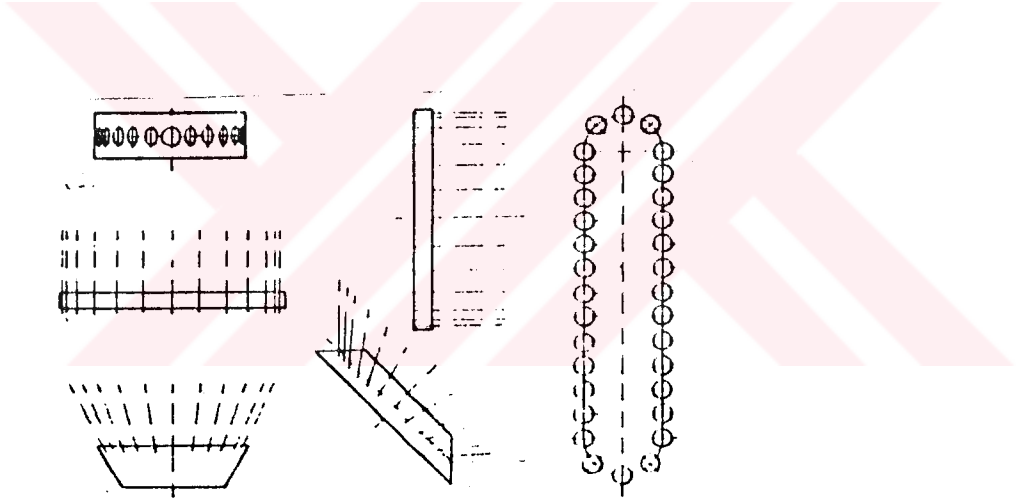
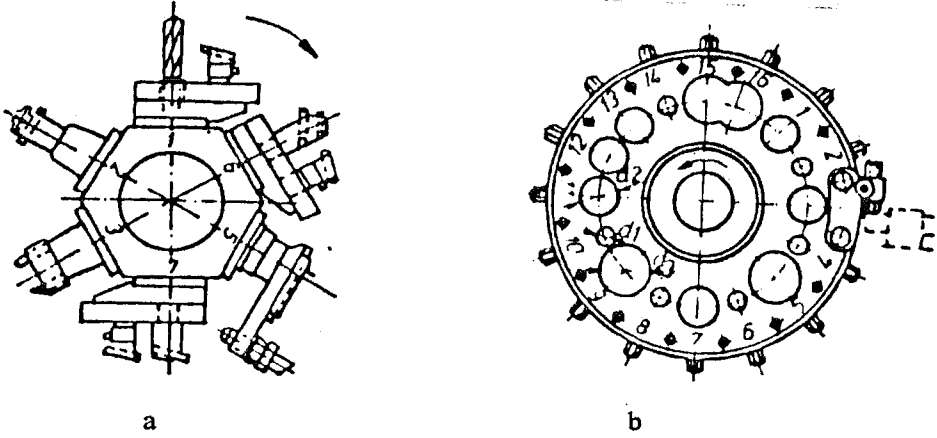


Şekil 2.2.4.2) Takım ayarlama sistemleri

a-Şablon b-Komparatör c-Ölçme mikroskobu d-Ayarlı şablon

Nümerik kontrollü tezgahların ayrı bir takım dolabı vardır. Bu dolaba yerleştirmeden önce takımların bilenmesi ve ayar edilmesi ayrıca önem taşıyan bir konudur. Takımların kullanımdan sonra mutlaka bilenip ayarlanarak saklanması işleme hassasiyeti bakımından ayrıca önemlidir.

Günümüzde üretiviteyi arttırmak için takım değiştirme zamanını azaltmak şarttır. Bu nedenle gelişmiş Nümerik kontrollu tezgahlarda çok takımlı tezgah sistemleri kullanılır. Bu sistemelerde takımların değiştirilmesi otomatik olarak yapılır. Bu amaçla takımlar tezgah üzerinde bulunana revolver başlığı ya da magazin denilen takım deposuna yerleştirilir.

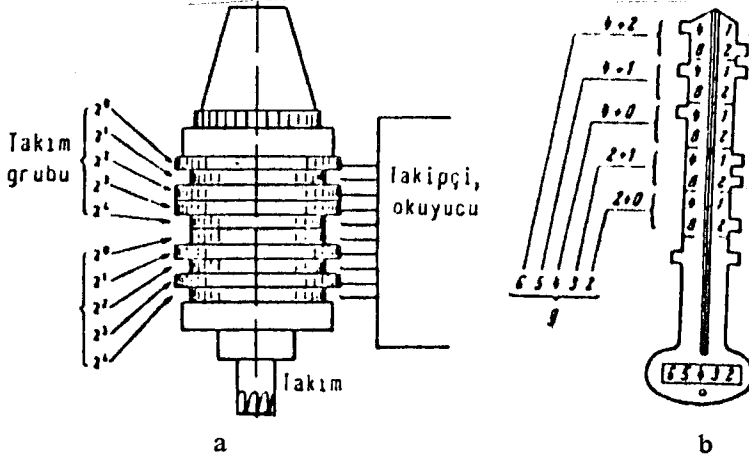


şekil 2.2.4.3) Takım taşıyıcılar

a-Köşeli revolver b-Tambur tipi c-Magazinli

Nümerik kontrollu tezgahlarda parça işlenirken, program içinden çağırılan takımın seçilmesi için takımlar çeşitli kodlama yöntemlerine göre sınıflandırılırlar. Bu kodlama yöntemleri bilezikli ya da kod anahtarları olarak adlandırılırlar. Bilezikli yöntemde takım taşıyıcı kısmında 1 ve 0' ı ifade eden bilezikler bulunur. Okuyucu tarafından bunlar sayısal kodlara çevrilerek tezgah tarafından anlaşılır hale getirilirler. Böylece tezgahın, takımını tanıması sağlanmış olur. Kod anahtarları yönteminde ise her takımın bir kod anahtarları olur. Bu anahtarlar üzerinde sayısal şekle dönüştürülebilir çeşitli şekiller bulunur. Kod anahtarları tezgaha başlangıçta bağlanarak, bunların tezgah kayıtlarına alınması sağlanır.

Daha sonra kod anahtarları takım üzerindeki yerlerine takılarak her seferinde tezgahın seçtiği takımın hangi takım olduğunu tanıtmaları sağlanır.



Şekil 2.2.4.4) Takım Kodlama Sistemleri a-Biletli b-Kod anahtarı

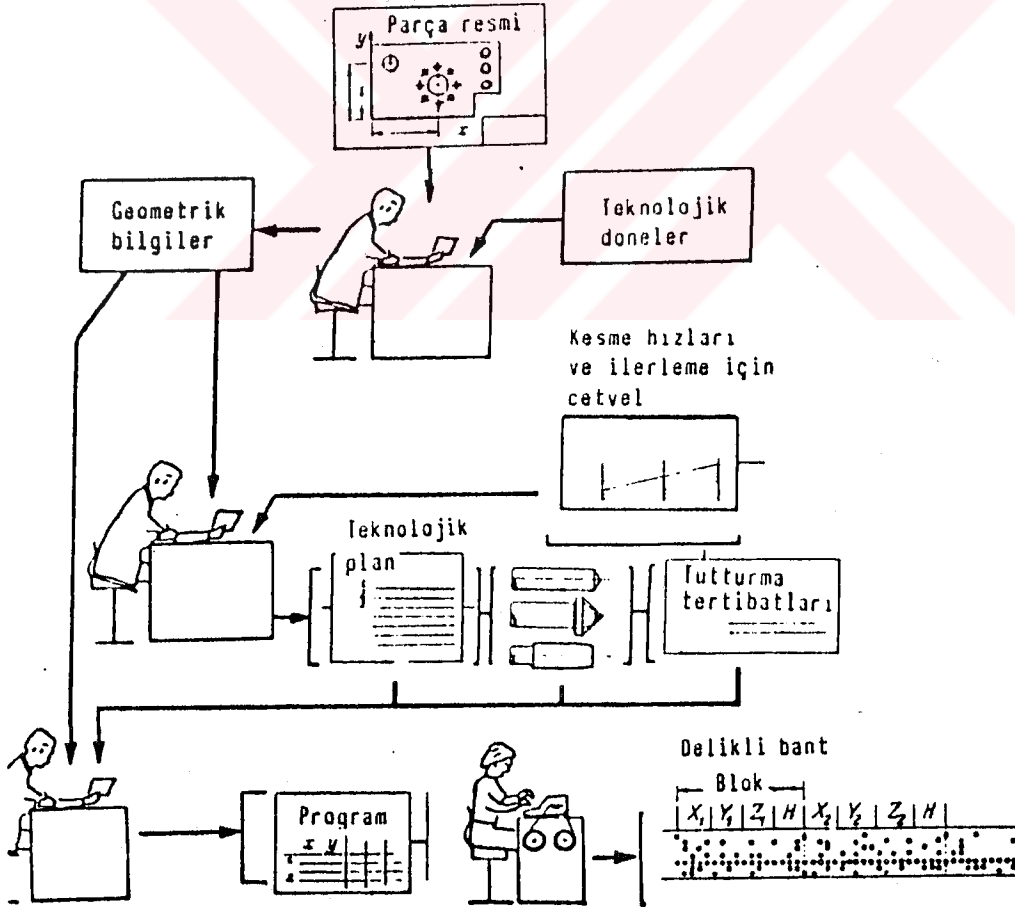
### 2.3) NÜMERİK KONTROLLU TEZGAHLARIN PROGRAMLANMASI

Programlama işleminin amacı, parçanın işlenmesi için gereken bilgileri, tezgahın kontrol ünitesinin anlayacağı bir hale hale getirmektir. Tezgaha verilen bilgiler geometrik ve teknolojik olmak üzere iki grupta toplanabilir. Parçanın geometrik şeklini tayin eden ve boyutlara bağlı olan geometrik bilgiler kazağın veya takımın hareketleri ile ilgili olan bilgilerdir. Bunlar kazağın yolunu veya takım izini oluşturan noktaların koordinatları ile belirtilir. Teknolojik bilgiler kesme, ilerleme gibi talaş kaldırmayı etkileyen bilgilerdir. Programlama işlemi elle ve otomatik olmak üzere iki şekilde yapılabilir :

#### 2.3.1) ELLE PROGRAMLAMA:

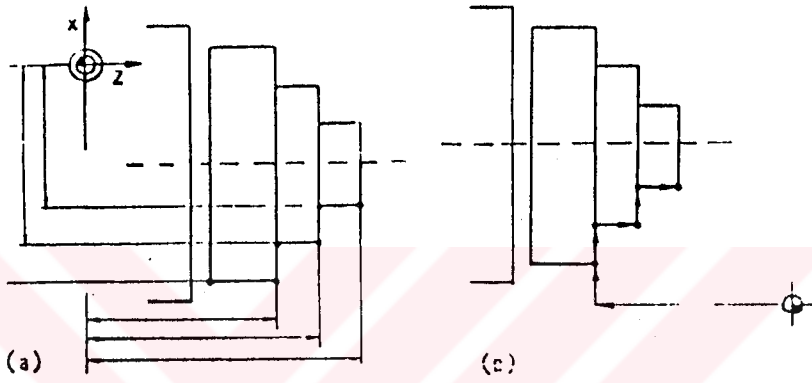
Elle programlama aşağıdaki işlemlerden meydana gelir,

- İmalat resmine dayanarak parçanın boyutları, tezgahın koordinat sistemine göre ifade edilir.
- İşlem için teknolojik plan hazırlanır.
- Teknolojik plan, parçanın koordinat sistemi ve verilen boyutlara göre program hazırlanır.
- Programdaki bilgiler program taşıyıcısına aktarılır.



Şekil 2.34) Elle programlamada iş akışı

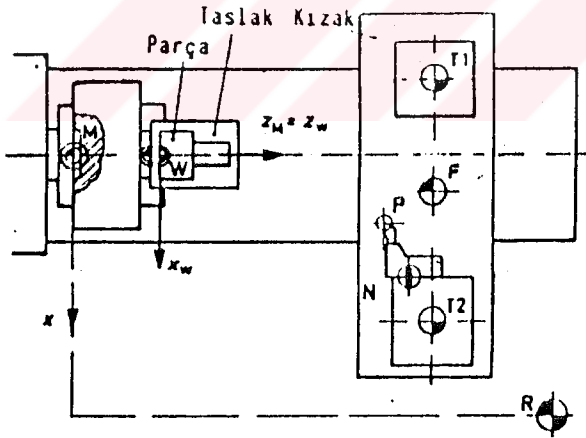
İmalat resmi üzerinde yapılan işlemlerde önemli olan, parçanın boyutlarını tezgahın eksenlerine uygun bir koordinat sistemine göre ifade etmektir. Parçanın koordinat sistemi tezgahın koordinat sistemine uygun olarak seçilir. Bu hususta yapılacak ilk iş, parça koordinat sisteminin orijinini, yani sıfır noktasını tayin etmektir. Parçanın sıfır noktası(W), parça üzerinde veya parça dışında olabilir. Parçanın tüm boyutları bu noktaya göre, tezgahın ölçme sistemine uygun olarak mutlak veya eklemeli şeklinde (Şekil 2.35) ifade edilebilir. Sıfır noktasından başka, programlama işleminde önemli olan tezgahın sıfır noktası (M), takımın uç noktası(P) ve takım taşıyıcının referans noktası(N) vardır. Bunu yanısıra ikinci derecede önemli olan, lızağın referans noktası (F), takım tutturma yerinin referans noktası(T), genel referans noktası(R) gibi noktalar da vardır.(Şekil 2.36)



Şekil 2.35) Parçanın Boyutlandırılması

a) Mutlak sistem

b) Eklemeli sistem



Şekil 2.36) Tezgah üzerindeki referans noktaları

Parça ve tezgahın sıfır noktaları ile ilgili nümerik kontrollü tezgahlarda sıfıra göre kaydırma ve yüzer kaydırma olmak üzere iki ayarlama tarzı vardır. Sıfıra göre kaydırma sisteminde, parçanın sıfır noktası tezgahın sıfır noktasına göre kaydırılabilir. Ancak parçanın sıfır noktasının esas yeri, tezgahın kontrol sisteminin belleğinde muhafaza edilir. Yüzer sıfır sisteminde parçanın sıfır noktası, tezgahın sıfır noktasına göre herhangi bir yerde bulunabilir; yani parça tezgah kızıağının herhangi bir yerine

yerleştirilebilir. Parça koordinatlarını belirlerken dikkat edilecek başka bir konu da takım kaydırma olarak bilinen takım çapının etkisidir. Programlama sırasında takım eksenini ile parça arasındaki fark dikkate alınarak gerekli koordinat ayarlamaları yapılmalıdır. Ayrıca takımların işleme sırasında maruz kaldıkları aşınmadan dolayı oluşabilecek koordinat sapmaları da program içinden giderilmelidir.

İş akışı gereğince, nümerik kontrollü tezgahlara uygun şekilde hazırlanmış olan parça resmine göre, teknolojik plan hazırlanır ve bu plana istinaden program meydana getirilir.

Teknolojik plan, işleme operasyonlarını operasyonların sıralamasını, kesme hızlarını, ilerleme ve paso derinliklerini, işlemler için kullanılan takım-ları kapsamaktadır. Bu hususta talaş kaldırma yöntemleri ile ilgili kitaplarda, gereken bilgiler verilmektedir. Ancak nümerik kontrollü tezgahlarda teknolojik plan programa bir temel oluşturacak şekilde hazırlanmalıdır. Dolayısıyla teknolojik planın hazırlanmasında, program ve programlama işlemlerinde kullanılan kod sistemleri hakkında söz sahibi olunması gerekir.

Nümerik kontrollü tezgahlarda ASCII kod esasına göre kodlama sistemleri kullanılır. Bu kodlama sistemlerinde genel olarak hangi kodların hangi amaç doğrultusunda kullanıldığı aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- 1- Blok sırasını gösteren kelime (N veya n)
- 2- Hazırlık işlemlerini gösteren kelime (G veya g)
- 3- Koordinat eksenlerini gösteren kelime (X,Y,Z,U,V,W,P,Q,R,A, B,C,D,E veya x,y,z,u,v w,p,q,r,a,b,c,d,e )
- 4- İnterpolasyon kelimelerini gösteren kelime (I,J,K veya i,j,k)
- 5- İlerleme değerlerini gösteren kelime (F veya f)
- 6- Ana milin dönme sayısı şeklinde, kesme hızını gösteren kelime (S veya s)
- 7- Takımı gösteren kelime (T veya t)
- 8- Yardımcı işlemleri gösteren kelime (M veya m)

Elle programlamada yapılacak işlemler, özet olarak aşağıda verilmiştir:

a- Koordinat sisteminin (parçanın) sıfır noktası seçilir. Tezgahın özelliklerine göre bu nokta sıfır kaydırmalı veya yüzer sıfır şeklinde olabilir.

b- İşlem için gereken takımlar tesbit edilir ve takımların boyu hakkında bilgi toplanır. Bu amaç için takım kartlarından faydalanılır.

c- Tutturma tertibatları tayin edilir ve bunların özellikleri saptanır. Takımlarda olduğu gibi, tutturma tertibatları için de hazırlanmış kartlardan yararlanır.

d- Takımın referans noktası esas alınarak, işlem için takımın hareketleri çizilir. Teknolojik işlemleri temsil eden bu çizgiler kademelere (operasyonlara) ayrılır, her operasyon için 001,002, veya 1,2,..... şeklinde birer sıra numarası verilir. Takımın çabuk hareketlerinin, kesme hareketlerinden farklı çizgilerle gösterilmesi tavsiye edilir. Bu şekilde işleme operasyonları ve bu amaçla takımın hareketi belirlenmekle beraber, parça üzerinde takımın bulunması gereken önemli noktalar da tayin edilmiş olur. Böylece teknolojik operasyonlar, bu noktalara bağlı olarak ifade edilebilir. Bir çok takım ile işlenen parçalarda takım hareketleri ve operasyonları her takım için ayrı ayrı gösterilir.

e- Parçanın sıfır noktası esas alınarak, takım yolunun önemli noktalarının koordinatları tayin edilir. Bu hususta noktasal ve doğrusal (eksenlere paralel) işlemlerde hiçbir zorluk yoktur. Noktasal işlemede delik merkezlerinin koordinatlarını tayin etmek yeterlidir. Doğrusal işlemede, yüzeylerin başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları verilir. Ancak burada takım ucunun yarıçapına bağlı olarak takım kaydırması yapılması gerekir. Bu işlem hesap yolu veya takım kaydırma komutu ile donatılmış tezgahlarda G41...G42 fonksiyonlarıyla yapılır. Eğrisel işlemede doğrusal interpolasyon ile işlenen yüzeylerin başlangıç, bitiş ve eğim açıları; dairesel interpolasyon ile işlenen yüzeylerin ise başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarının yanısıra kavis yarıçapı da verilir. Bu noktaların koordinatları oldukça uzun ve karışık matematiksel hesaplara göre tayin edilir.

f- Teknolojik noktaların koordinatları hesaplandıktan sonra, her operasyon için gereken takım, ilerleme hızı, kesme hızı ve yardımcı fonksiyonlar tayin edilir. Böylece her operasyon için bir blok oluşturulur ve programda örneğin;

N002 G02 X3200 Y3200 F4 S2 T2 M2

şeklinde gösterilir.

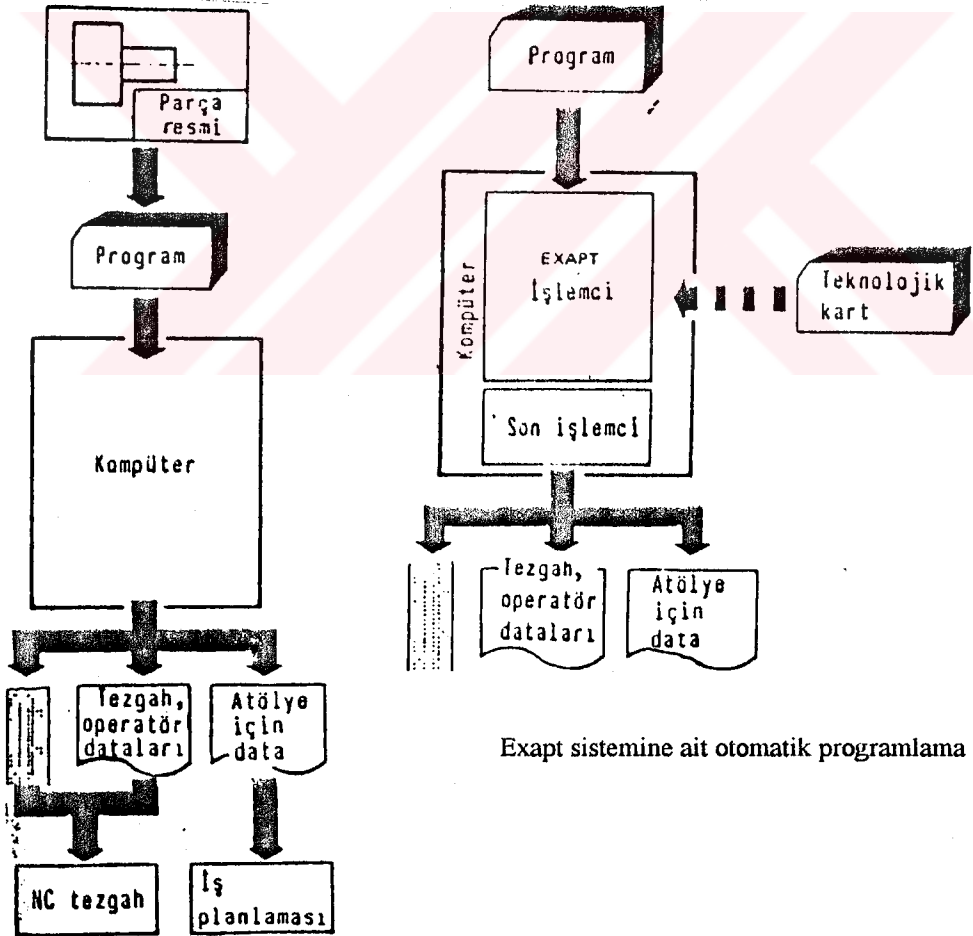
g- Programın başında, programı çalıştıracak bilgiler bloku bulunur. Uzun programlarda bu blok belirli aralıklarla tekrarlanır. Bu şekilde elektrik kesilmesi, takımın kırılması, veya benzeri olaylardan sonra tezgahın tekrar çalıştırılması kolaylaştırılır. Programın başlangıcında başlama işareti (%) ve sonunda bitiş işareti konulur. İşleme sırasında program bittikten sonra, program taşıyıcısı otomatik olarak geri sarılır. Geri sarma işlemi, program başlama işareti veya başka bir durdurma işaretinde durur. Tezgah programlama işlemi bittikten sonra programlar taşıyıcı denilen kayıt(yedekleme) birimlerinde saklanır. Bunlar çeşitli özelliklerde olabilir. Eskiden manyetik bant, delikli kart ya da delikli şerit şeklinde olan bu yedekleme birimleri günümüzde daha modern ve güvenilir yöntemlerle kullanılmaktadır. Hazırlanan bu bitirme tezinde, klasik masa üstü torna tezgahının programlama işlemi için elle programlama metodu esas alınmıştır.

## 2.3.2) BILGISAYAR YARDIMIYLA PROGRAMLAMA

Elle programlama esasen basit işlemler için uygulanır. Karışık işlemlerde, uzun zaman almakla beraber, hata yapma ihtimali de artar. Bu nedenle bu gibi işlemlerde otomatik programlama işlemi kullanılır.

### 2.3.2.1) OTOMATİK PROGRAMLAMA

Otomatik programlamada belirli bir programlama diline göre hazırlanmış geometrik ve teknolojik bilgiler, tezgah sistemine dahil olan bir kompüte verilir. Kompüter işlemci ve son işlemci olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. İşlemcide teknolojik ve geometrik bilgiler ayrı ayrı işlenir ve CLDATA denilen genel bir çözüm olarak ifade edilir. Şekil 2.37' de otomatik programlama sistemine ait işlem adımları görülmektedir.

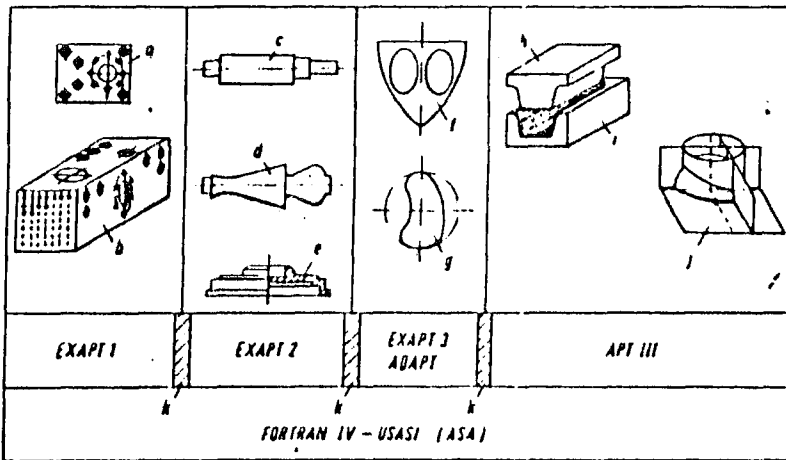


Şekil 2.37 Otomatik Programlama İşlemi

Bu çözüm son işlemcide belirli bir tezgah ve kontrol sistemine uygulanır ve sonuçlar tezgaha verilmek üzere delikli bant şeklinde elde edilir. Ayrıca son işlemciden operatör ve organizasyon bakımından faydalı olan takım listesi, tutturma tertibatlarının listesi ve başka bilgiler de alınabilir. Günümüzde bilgileri, kompüterden direkt olarak tezgaha aktaran sistemler de vardır. Ayrıca elektronik alanındaki gelişmeler, bilgisayarların yerine, tezgah üzerine monte edilebilen mini ve mikro kompüterlerin kullanılmasına imkan sağlamıştır. Bu sistemlerde program bilgileri, bir klavyenin yardımıyla, direkt olarak tezgaha verilebilir.

Program için kullanılan diller, üniversal yani tezgah ve kompüterden bağımsız, veya özel yani tezgah ve kompütere bağlı olabilirler. Özel dillerin üstünlüğü, küçük kapasiteli kompüterlerle işlem görebilmeleridir. Ancak tezgaha veya kompütere bağlı olmaları nedeniyle uygulama alanları sınırlıdır. Bu sistemler tezgaha bağlı olduklarından imalatçı firmaya göre değişebilirler. Üniversal programlama dillerinin tümü, APT (Otomatik programlanabilir takımlar) sistemine dayanmaktadır. 3 ile 5 eksenli ve 3 boyutta işlem yapabilen tezgahlara uygulanan APT sistemi, geniş uygulama alanlarına, yüksek esnekliğe sahip, devamlı gelişmeye açık bir sistemdir. Sistemin mahzurlu tarafı gelişmiş bilgisayarlara ihtiyaç duyulmasıdır. APT sistemiyle benzerlik gösteren diğer programlama dilleri EXAPT, ADAPT, IFAPT-MINIAPT, NEL-NC isimli dillerdir.

EXAPT sistemi APT sisteminin daha dar alandaki bir uygulaması iken, IFAPT ve NEL-NC gibi sistemler teknolojik bakımdan APT sisteminde olmayan bazı özellikler taşırlar. Bu programlama sistemleri birbirlerinden, kullandıkları bilgisayarın kapasitesi ve işleyebildikleri geometrik ve yüzeyel şekiller bakımından ayrılırlar. Şekil 2.37'de EXAPT ve APT sistemleri arasındaki karşılaştırma görülmektedir.



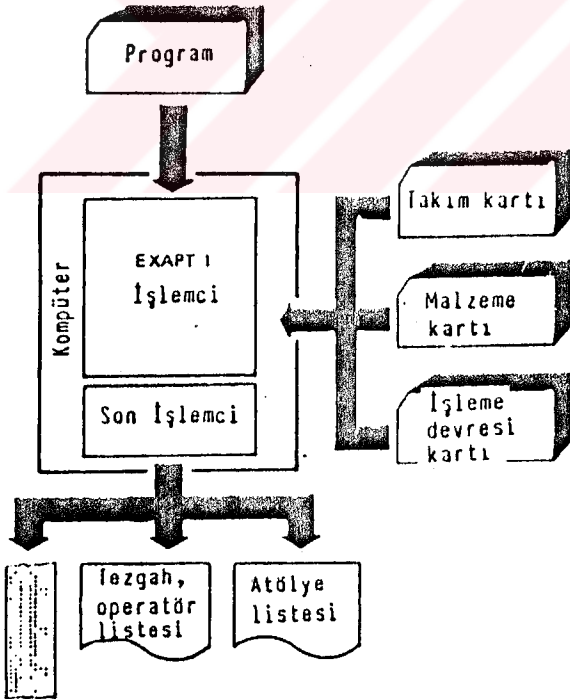
Şekil 2.37/EXAPT ve APT sistemleri arasındaki karşılaştırma

- a) 2D noktasal kontrol b) 3D noktasal ve doğrusal kontrol c) Tornalamada doğrusal kontrol  
d)Tornalamada eğrisel kontrol e)Tornalamada doğrusal ve eğrisel kontrol f)Çok karışık profil imalatı  
g) Frezelemede 2D eğrisel kontrol h,i)Frezelemede 3D eğrisel kontrol k)Ortak bölge

Burada tüm bu sistemlerin incelenmesine imkan yoktur. Bu nedenle sadece EXAPT1, EXAPT2 sistemleri kısaca incelenecek ve APT sistemi hakkında bilgi verilecektir.

#### a- EXAPT1 Sistemi:

EXAPT1 ile programlamanın esası şu şekilde açıklanabilir. Parçanın imalat resmine dayanarak nokta, doğru, daire gibi geometrik elementler X,Y,Z koordinat sistemine göre geometrik komutlarla ifade edilirler. Bu ifadeler, takımın bulunması gereken önemli teknolojik noktaları da kapsar. Teknolojik bilgiler teknolojik komutlarla verilir; bunlar parçanın başlangıçtaki durumunu, malzemesini ve operasyonun tipini ifade ederler. Bu donelere göre kompüter otomatik olarak, teknolojik prosesi tayin eder. Teknolojik proses, operasyon için gereken takım seçimi, işleme operasyonlarının tayini, kesme donelerinin tayini, takım yolunun hesaplanması gibi işlemleri kapsar. Teknolojik prosesi tayin etmek için teknolojik doneler kompütüre, teknolojik kartlar denen, takım kartları, malzeme kartları ve işleme operasyonları kartları şeklinde verilir. Bu kartlar, kompüterin dışında bulunan dış bellekte (bant,disk v.b.) saklanır ve istenildiğinde çağırılmak üzere data file olarak prosesörün hizmetine sunulur.



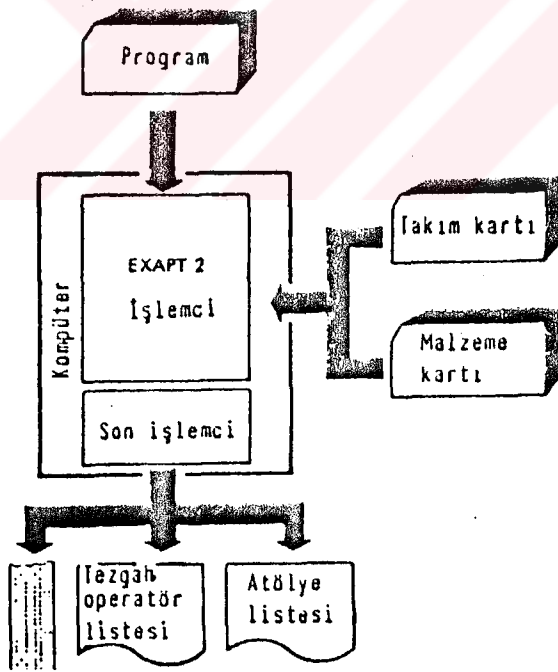
Şekil 2.38) EXAPT1 Sistemine göre çalışan bir kompüterin şeması

Bu sistem içinde semboller, özel işaretler, ifade-icra-program komutları olmak üzere çeşitli kelimeler kullanılır. Bunlar geometrik ifade komutları, teknolojik ifade komutları, işleme operasyonlara ait ek ifade komutları, koordinat sisteminin değişikliğine ait ifade komutları ve aritmetik işlem komutları olarak da adlandırılan terimlerdir.

#### b- EXAPT2 Sistemi:

EXAPT2, iki boyutlu (2D) doğrusal ve eğrisel kontrol tipi tornalama için geliştirilmiş bir programdır. Ayrıca, tornada gerçekleştirilen delme işlemleri, EXAPT1 ile programlanabilir. Şöyleki, bu iki sistemin kombinezonu ile nümerik kontrollu tornada çok çeşitli parçalar işlenebilir.

EXAPT2'nin Program yapısı, EXAPT1' inkiye benzemektedir. Ancak bu iki yöntem arasındaki fark, şu şekilde açıklanabilir. EXAPT1 dilinde geo-metrik açıklamalar nokta ve nokta ailesi ifadelerine dayanmaktadır. EXAPT2 dilinde ise, nokta, doğru, daire gibi ifadelerin yanısıra, taslağın ve bitmiş parçanın çevresini açıklayan ifadeler de bulunur. Taslak ve bitmiş parçaların çevreleri, kaldırılacak talaş derinliğini tayin etmek ve bu derinliğini pasolara bölmek için gereklidir. Ayrıca teknolojik bilgiler, tornalama işlemine ait ifadelerden meydana gelmektedir.



Şekil 2.39) EXAPT2 Sistemine göre çalışan bir kompüterin şeması

EXAPT2 otomatik olarak şu işlemleri tayin etmektedir:

- Taslaktan hareket ederek, kaldırılacak talaş derinliğini pasolara böler.
- Takım hareketini tayin eder.
- Takım-parça çarpışmasını önlemek amacıyla, takım yolunu kontrol eder
- Paso derinliği, ilerleme, kesme hızı gibi teknolojik faktörleri tayin eder.

Özet olarak EXAPT2, aşağıda gösterilen özelliklere sahiptir:

a)Uygulama alanı tornalama işlemidir.

b)Komutlar, taslağı, işlenmiş parçayı ve talaş kaldırma işlemini açıklamaktadırlar.

c)Paso sayısı, takım yolu, ilerleme, dönme hızı,otomatik olarak tayin edilmektedir.

d)Otomatik olarak tayin edilen faktörler,program yolu ile de gerçekleştirilmektedir. Bu durumda otomatik işlem yapılmaz.

e)EXAPT1 den farklı olarak EXAPT2 sisteminde bilgileri hazırlamak için komputere sadece takım ve malzeme kartları verilmektedir.

f)Komputer,genel bir çözüm meydana getiren bir işlemci ve bu çözümü tezgaha uygulayan bir son işlemciden oluşmaktadır.

EXAPT1 den farklı olarak EXAPT2 sisteminde de komutlar, geometrik ve teknolojik ifade komutları, icra komutları ve program komutlarından oluşmaktadır.

c) APT sistemi

Üç boyutlu sistemlerin işlenmesi için kullanılan, 3 ile 5 eksenli tezgahlarda uygulanan, APT programlama dili, 300 sözlük kelimesinden meydana gelmektedir. Bu kelimelerin yaklaşık yarısı, son işlemcide kullanılmak üzere takım tezgahına aittir. Diğer yarısı ise;

a-Parçanın geometrisini açıklamak

b-Takım geometrisini tayin etmek

c-Komputer fonksiyonlarına kumanda etmek üzere kullanılır.

Sistem sınırlı olmayıp, en basitinden en karmaşığına kadar bütün talaş kaldırma işlemlerine yöneliktir.

Sistem, geometrik ifade komutlarından (vektör ifadesi, yüzey, düzlem, silindir, koni, küre, kuadrikler, konikler ve analitik olmayan düzlemler), takım hareket komutlarından ve program komutlarından oluşur.

APT sistemi ile diğer otomatik programlama sistemlerini daha iyi anlamak için karmaşık komutları uygulamalı olarak denemek gerekmektedir. Teorik olarak komutları anlatmanın yararlı olmadığı bir gerçektir.

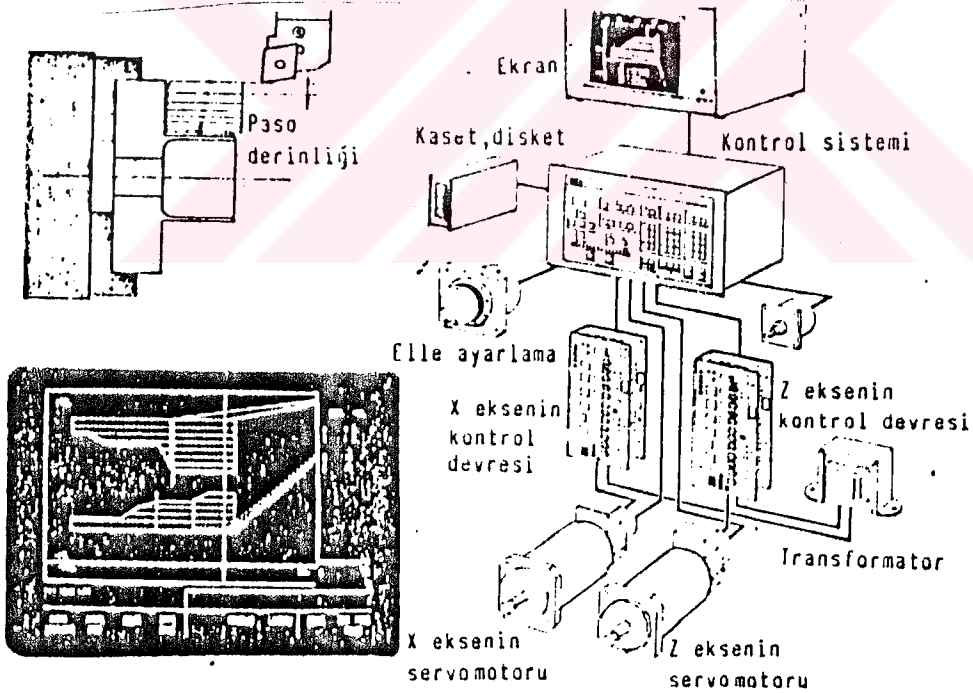
#### d- CAM Sistemi

Bilindiği gibi makina mühendisliğinin esas faaliyet alanı mamül teknolojisidir. Bu faaliyet konstrüksiyon ve imalat denen iki kademedede gerçekleştirilir. Konstrüksiyon işlemi tasarı ve şekillendirme olmak üzere iki kademededen meydana gelmektedir. Şekillendirme ve tasarı işlemi sırasında parçanın şekilsel hesaplamaları tamamen bilimsel kriterlere ve karmaşık işlemlere dayanmaktadır.

Nümerik kontrol işleminin ortaya çıkmasından sonra, başlangıçta klasik yöntemlere dayanan bu hesaplamalar yavaş yavaş, kendine has bir işlem olarak karşımıza çıkmaya başladı. İmalat faaliyetlerinin işlem kısmı nümerik kontrollu tezgahlarla yapılmaya başlandıktan sonra, bu tezgahların bir programlama ihtiyacı olduğu ve bu programın elle ya da bilgisayarlar yardımıyla hazırlandığı gözönüne alınırsa, bu aşamada mamül teknolojisinin şeması :

Konstrüksiyon(Tasarım+Şekillendirme) + İmalat(Teknolojik plan+ Programlama  
+Nümerik kontrol işlemi) = Mamül şeklinde yazılabilir.

Aşağıdaki şekillerde CAD-CAM sisteminin kontrol şeması verilmiştir.



Şekil 2.40 CAD-CNC sistemlerinin şeması

a-Operasyonların ekranda görüntüsü      b-Kontrol sistemi

Gelişmiş CAD-CAM sistemleri, parçaların sadece işlenmesi ve montajını değil, parçanın nakliyesini, kontrolünü ve personelin kullanılması gibi doneleri kapsar. Bu sistemler gelişmiş sistemler olmakla beraber, son derece pahalı sistemlerdir. Bu nedenle, tezgah imal eden bazı firmalar basitleştirilmiş CAD-CAM veya sadece CAM sistemi ile çalışan nümerik kontrollü tezgahlar geliştirmişlerdir. Bu sistem ve tezgahlarda genellikle, EIA/ISO kod sistemine uyan özel program dilleri kullanılmaktadır. Örneğin basitleştirilmiş bir CAD-CAM sistemi ile çalışan nümerik kontrollü tezgahta basit konstrüksiyon donelerine karşın, sistemin belleğinde bulunan standart geometrik elementlerle parça resmi çizilebilir ve ekranda görüntülenebilir, teknolojik plan ve program hazırlanabilir, parçanın işlenmesi ekranda görüntülenebilir.

Bu sistemlerde parça doneleri tezgaha, parça resmi üzerinde bir takipçiyi “ mouse” gezdirerek verilebilir. Parçanın resmi ekran üzerinde görülür ve parçaya uygulanacak olan işleme operasyonları yine ekranda görüntülenebilir.



### 3) KLASİK TEZGAHLARIN NÜMERİK KONTROLLÜ DURUMA ÇEVİRİLMELERİ

#### 3.1) DÖNÜŞTÜRMEİNİN GETİRDİĞİ YARARLAR VE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Konvansiyonel tezgahların nümerik kontrollü hale dönüştürülmesinin ilk örneği, 1953 yılında Amerika'da klasik bir torna tezgahının, nümerik kontrollü hale dönüştürülmesi yoluyla olmuştur. Bu geliştirilen tezgah ilk sayısal kontrollü tezgahdır.

Nümerik kontrollü tezgahların üretimine başlandığı günlerde, özellikle uçak parçalarının üretilmesi amacıyla, A.B.D.' de devlet desteği ile konvansiyonel tezgah dönüştürme programları üzerinde çalışıldı. İlk uygulamalarda orta denebilecek sonuçlar, hatta bazen de başarısızlıkla sonuçlanan çalışmalar görüldü. Mekanik, servo dizayn ve nümerik kontrol alanlarında yapılan mühendislik çalışmaları sonucunda, dönüştürme çalışmalarından daha iyi sonuçlar alınmaya başlandı. Öte yandan nümerik kontrollü tezgahlar geliştirildi ve üretim maliyetleri azaltıldı. Dönüştürme konusunda A.B.D.' de 1970' li yılların başında devlet desteği kesildi, çalışmalar azaldı. 1977 ve 1978' de ise sayısal kontrollü tezgahların, bilgisayarlı nümerik kontrollü hale dönüştürülmesi çalışmaları başladı. Sonraki yıllarda konvansiyonel takım tezgahlarının bilgisayarlı nümerik kontrollü duruma dönüştürülmesi üzerindeki çalışmalar, gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde görülmektedir. Ülkemizde de, üniversitelerde ve özel sektörde takım tezgahlarının dönüştürülmesi üzerinde çalışmalar yapılmış, halen bu çalışmalar devam etmektedir.

Dönüştürme işlemi uygulanmış tezgahların getirdiği önemli yararlar şunlardır:

- a- Az sermaye yatırımı; Nümerik kontrollü tezgahların fiyatları dönüştürülen tezgahlardan daha fazladır.
- b- Modernizasyon; İmalatçılar, geleceğin teferruatlı tezgahları için çalışan elemanlarını dönüştürülmüş tezgahlar üzerinde eğitmeye başlayabilirler.
- c- Kısa sürede kendini amorti etmesi; Tezgahın kontrol ünitesi ile birlikte maliyetinin az olması, üretimin hızlandırılmasını ve böylece dönüştürülen tezgahın kendini kısa sürede amorti etmesini sağlar.
- d- Klasik tezgah üreticilerini koruma; Zamanla işparçaları maliyet açısından klasik tezgahlarda üretilmeyecek, bu nedenle klasik tezgah üreticileri zamanla ortadan kalkacaktır.
- e- Kısa zamanda işletmeye alınması; Çok detaylı dönüşüm işlemi gerekmedikçe, konvansiyonel tezgahların dönüşümü kısa sürede gerçekleşmekte, hatta bu süre yeni bir silahın işletmeye alınıp kurulması için gereken süreden daha az olabilmektedir.
- f- Bakım masrafının az olması; Nümerik kontrollü tezgahlar, dönüştürülmüş tezgahlardan daha fazla bakıma, yedek parçaya ve kalifiye elemana ihtiyaç duyarlar. Elektronik donanım olarak birbirlerinden farkları yoktur.

g- Tezgahın oturduğu zemin alanından kazanç; Dönüştürülen tezgah aynı yerde kalacağından yerleştirilme planında bir değişikliğe gerek duyulmaz.

h-Kontrol ünitelerinin özelliklerinin artması, maliyetlerinin azalması; Genellikle geniş özelliklere sahip kontrol üniteleri, takım tezgahlarının tümünün dönüştürülmesinde istekleri karşılamaktadır. İleriki yıllarda kontrol ünitelerinin kullanımı, üretimi arttıracak, maliyeti düşürecektir.

Dönüştürme işlemi sırasında karşılaşılan zorluklar ise şunlardır:

a-Konvansiyonel tezgah kullananların çoğu, dönüştürme işlemleri için gerekli kalifiye elemanlara sahip değildirler.

b- Takım tezgahı ve kontrol sistemi üreticileri, dönüştürme için gerekli yedek parçaları, resimleri, arabirim (interface) detaylarını kolaylıkla temin edemezler.

c- Geri besleme, servo mekanizma ve tahrik sistemine ait, mühendislik bilgileri tezgahtan tezgaha farklılık gösterebilir ve zor olabilir.

d- Bazı kontrol sistemi üreticileri, dizayn ettikleri sistemlerin yalnızca tek bir tezgaha uygun olmasını isteyebilirler.

e- İstenen stabilitede olmayan tezgahların dönüştürülmeleri sonucunda, düşük performans elde edilebilir. Bu nedenle işlem öncesi uygun tezgah seçilmelidir.

f- Takım tezgahlarının bazıları için kolayca tahrik sistemi bulunamaz.

g- Ana milin hatvesi, dişli oranları gibi ana dizayn özellikleri, kontrol sisteminin özelliklerine uygun olmayabilir.

h- Otomatik takım indekslemesi, otomatik iş bağlama ve sıkma için olanakların yokluğu veya kolaylıkla yapılamaması zorluğu vardır.

### 3.2) DÖNÜŞTÜRMEDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN ESASLAR

Genel esaslar üç bölümde ele alınacaktır.

#### A- Dönüştürmeye Uygunluk ve İşlemin Uygulanışı:

Hemen hemen bütün konvansiyonel takım tezgahları dönüştürmeye tabi tutulabilirler. Kullanılan işleme ait örnekler olarak, noktadan noktaya pozisyon kontrollü işlemler, delik delme, kılavuz çekme, doğrusal ve eğrisel kontrol işlemleri, tornalama, frezeleme ve tel erozyonu verilebilir.

Sadece noktadan noktaya işlemleri gerçekleştirmek için, X-Y eksenli tablaya veya tahrik doğrultusuna sahip kontrol sistemi, tezgah gövdesine doğrudan uydurulabilir. Karmaşık işlemler, klasik düzeltmeler kullanılarak elle gerçekleştirilebilir.

Dönüştürme üniteleri takım tezgahlarının çok kullanılan tipleri için hazır bulunabilir veya amaca yönelik dizayn edilip, imal edilebilirler. Konvansiyonel tezgahta bulunan tahrik elemanları, çok kısa zamanda hazır elemanlar ile yer değiştirebilirler. Atölyelerde iyi şartlarda bulunan konvansiyonel tezgahların, tahrik ve ilerleme elemanları, uygun dizayn ve imal edilmiş kontrol elemanları ile değiştirilmelidir. Bilyalı miller, yataklar v.b. elemanların bazıları üreticilerinden veya bunları satan firmalardan bulunabilirler.

Dönüştürme üniteleri ister standart hazır alınmış, isterse dizayn ve imal edilmiş olsun, konvansiyonel ilerlemeli tahrik sistemleri yeni işletim sistemleri ile yer değiştirecektir. Bu nedenle, dişli kutusu, hız seçim levyeleri v.b. fonksiyon dışı olacaklardır. Benzer şekilde servo tahrik mekanizmasının eklenmesiyle hız seçim dişli kutusu, seçim levyeleri, ilerleme için elle kullanılan volonlar, v.b. lerinde fonksiyonlarını yitireceklerdir. Böylece dönüştürülen sistem daha verimli ve hızlı hale geleceklerdir.

#### B- Dönüştürme İçin Konvansiyonel Tezgah Seçimi:

Dönüşüm için seçilecek tezgah hakkında, bazı yol gösterici fikirler aşağıda verilmektedir:

1- Konvansiyonel tezgahın bilgisayarlı nümerik kontrollü hale getirildikten sonra çok yönlü ve maksada uygun olup olmayacağı

2- Temel hareket eksenlerinde bilyalı mil olup olmadığı

3- Mevcut vida milleri ile değiştirmek için bilyalı vida millerinin bulunup bulunmadığı

4- Tezgahın iyi durumda olup olmadığı

5- Kızak yollarının aşırı derecede aşınıp aşınmadığı

6- Geometrik tamlığın dönüştürme sonrası için planlanan değerde olup olmadığı

7- Ana milin ve diğer tahrik elemanlarının kolayca bulunup bulunamayacağı

8- Doğrusal ve dönel ölçme sistemlerinin montajının mümkün olup olmadığı

9- Tezgah parçalarının ve tahrik sisteminin nümerik kontrol için yeteri kadar rijit olup olmadığı

10- Ana milin sehimlerinin ve yatak montajlarının, limitler dahilinde olup olmadığı

11- Aşırı sürtünme ve dur-kay olayının olup olmadığı

12- Her ilerleme ekseninde istenen gücün ne kadar olduğu

13- Eldeki servo mekanizmaları ve tahrik sistemi için kütle ve ataletinin yeterli olup olmadığı

14- Tezgahın ilerleme ve iş mili dişli kutusunun karmaşık olup olmadığı

15- Emniyet cihazlarının sisteme dahil edilip edilmeyeceği

16- Parça ve montaj teknik resimlerinin bulunup bulunmadığı

17- Tezgahın değerinin ne olduğu

18- Karşılaştırılması mümkün olan bir nümerik kontrollu sistemin dönüştürülen sistemden maliyetinin çok fazla olup olmadığı

19- Kontrol edilen eksenlerin sayısının yeterli olup olmadığı

20- Noktadan noktaya pozisyonlamanın yeterli olup olmadığı veya doğrusal ve eğrisel kontrolün gerekli olup olmadığı

21- Güç kontrol ünitelerinin tahrik bakımından yeterli olup olmadığı

22- Dairesel interpolasyondaki küçük programlanabilen uzaklığın, yeterli ve uygun olup olmadığı

23- Kontrol ünitesinin uluslararası standartlara uyup uymadığı

24- Kontrol ünitesinin bütün özelliklerinin operatörün kontrol cd gözetim isteklerine cevap verip veremediği

25- Çeşitli telafiler için kontrol sisteminin yeterli olup olmayacağı

26- Kontrol ünitelerinin ileride gerekirse,ek kontrol ünitelerinin eklenmesine uygun olup olmadığı

27- Kontrol sisteminin takım tezgahının çalışma güvenliğini oluşturup oluşturmadığı

28- Kontrol ünitesinin mevcut değerinin ne olduğu

#### C- Maliyet Analizi:

Tezgah ve kontrol devrelerinin teknik incelemeleri yapıldıktan sonra, dönüşüm toplam maliyeti için, bilgisayarlı nümerik kontrollu tezgahların (CNC) maliyeti ve verimliliği ile karşılaştırılıp fikir edinilmelidir. Dönüşüm toplam maliyeti aşağıda gösterilen kısımlara ayrılabilir.

1- Tezgahın defter değeri/üretim değeri bedeli

2- Yardımcı elemanlar ve parçalarıyla kontrol ünitelerinin maliyeti

3- Tezgahın çalışması için kestirilen değer (Ham madde, cihazlar ve yedek parçalar, gerekli olan parçaların imalatı, montaj ve test için işçi desteği, sistem mühendisliği, kontrol ve test )

4- Dönüşüm sırasındaki kayıp zaman miktarı

5- Daha önce uygulanmış olan bilgisayarlı nümerik kontrol sistemlerinin analizinin maliyeti

6- Tezgahın kontrol ünitesinin ve günümüzde kullanılan nümerik kontrollu sistemelerin önceden tahmin edilen maliyetlerinin ne olduğu

7- Her iki sistem için amaortisman değerinin sıfırlanması için geçen süre

Yukarıda sayılan maddelerde sözedilen konular ne kadar iyi gözden geçirilip ne kadar iyi hesaplanırsa, dönüştürme işlemi o derece kolay, zahmetsiz ve ucuz olur.

### 3.3) GENEL OLARAK DÖNÜŞTÜRME İŞLEMLERİ :

Klasik takım tezgahlarının bilgisayarlı nümerik kontrollu hale dönüştürül-meleri iki çalışma alanını içerir. Mekanik tasarımlar ve tezgah kontrol sisteminin tasarım veya seçimi ve kontrol devrelerine, tahrik, ölçme sistemlerine ve sınır anahtarlara bağlanması.

Mekanik tasarım değişiklikleri, tezgahın ana gövde,araba, işmili ve diğer kısımlarında, dönüştürme işleminin zorunlu kıldığı değişiklikleri içerir. Bu aşamada tahrik sisteminin dinamik analizinin yapılması için bir matematik model oluşturulur ve böylece tahrik sisteminin dinamik davranışı incelenerek, sistemin çalışmasını sınırlayan ve bunları etkileyen tasarım faktörlerinin saptanması gerekir.

Kontrol sisteminin tasarımı ise donanım ve yazılım çalışmalarından oluşur. Eğer hazır bir kontrol ünitesi kullanılacaksa, seçimin doğru yapılması ve sisteme alınma çalışmaları gerekir.

Dönüştürme işleminde açık ya da kapalı kontrol devresi kullanılabilir. Step, DC ve AC motorlar tahrik motoru olarak kullanılabilir. Klasik torna tezgahının bilgisayarlı nümerik kontrollu tezgaha dönüştürülmesinde her iki doğrusal eksen (Z ve X), ayrıca iş mili devri de kontrol edilmelidir.

Mekanik tasarımlar temelde aynı olmakla beraber, farklılık Z ve X eksenlerinin hareketini sağlayacak motorun nereye yerleştirileceğidir. Kontrol değişiklikleri ik farklı eksen üzerinde yapıldığından dizayn, Z eksen ve X eksen üzerindeki dizayn değişiklikleri şeklindedir.

#### 3.3.1) DÖNÜŞTÜRMEDE DONANIM

##### 3.3.1.1) DÖNÜŞTÜRMEDE KULLANILAN MOTORLAR

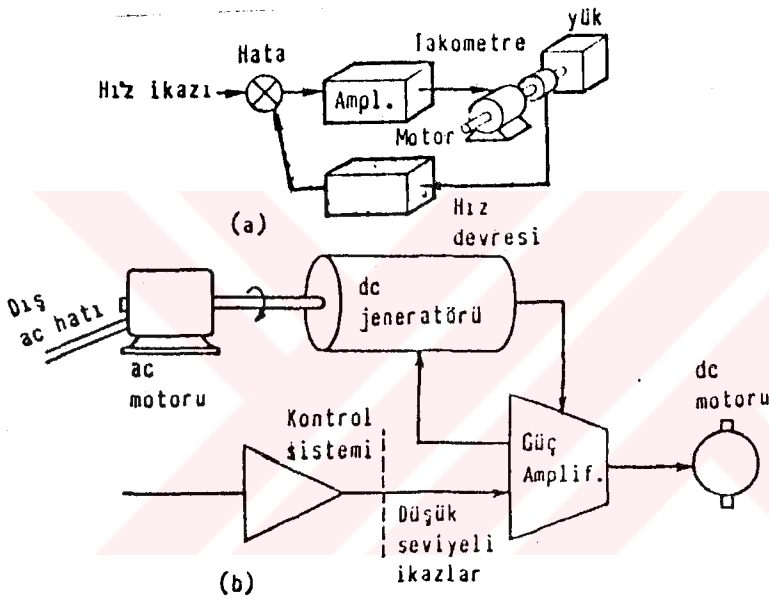
Genel olarak bu tür sistemlerde 3 çeşit motor kullanılmakta olup her bir motorun kontrol ve sürücü devreleri farklı olmaktadır. Bu tahrik motorları aşağıdaki gibidir:

- 1- Doğru akım ( DC ) motorları
- 2- Step ( Adım ) motorları
- 3- Hidrolik motorlar

Doğru akım motorlu sistemin kontrolunda mikroişlemci veya bilgisayar, konum ve hız kontrolu yapmakta ve sisteme ait giriş ve çıkışları sağlamaktadır. Bellek bloğu ise bilgisayarın kendi bünyesinde bulunan bir bellek sistemi olabildiği gibi, dışarıdan bu bu düzeni geliştirmek için, ilave

bellek devresi oluşturulabilir. Bellek sistemi sisteme ait işletme programını ve aynı zamanda sistem konumu ve hızına ait uyarı bilgilerini ihtiva etmektedir. Kapalı kontrol devrelerinde kullanılan motorlar genellikle doğru akım motorlarıdır. Doğru akım motorlarının en büyük özelliği hızlarının ayarlanabilir özellikte olması ve konum, hız gibi faktörleri kontrol edilebilen bir servo durumuna getirilmesidir.

Doğru akım motorlarının nümerik kontrol sisteminde kullanılması sırasında karşılaşılan en büyük problem, gücün kuvvetlendirilmesidir. Çoğu zaman ilk ataletin yenilmesi için başka bir deyişle motoru harekete geçirmek için problemlerle karşılaşılabilir. Bir başka problem ise motorun dönüş yönünün değiştirilmesinde karşımıza çıkar. Bunların dışında DC motorların çalışması ve durması için başlangıçta ve duruşta geçen zaman da fazla olması nedeniyle bir başka kusurlu taraftır.



Şekil 3.1) Doğru akım motorlarını güçlendirme yöntemleri  
a- Amplifikatör ilavesi                      b) DC jeneratörü ilavesi

Yukarıdaki şekilde DC motorların kusurlarından biri olan güçlendirme probleminin çözümü için gerekli olan ilaveler gösterilmiştir.

Step motorlu sistemin kontrolü:

Step motorlar yapı itibariyle iki çeşittir.

1-Değişken relüktanslı step motorlar                      2-Hibrid step motorlar

Hibrid step motorlarda manyetik akını kaynağı sabit bir mıknatıstır. Değişken relüktanslı step motor, herbiri ayrı faz sargıları tarafından uyarılan, motor miline dik ve birbirinden manyetik olarak yalıtılmış durumdaki öbek adı verilen bölümlere ayrılmıştır.

Step motorların kontrolünde genelde iki yöntem kullanılır.

- 1-Açık çevrim kontrol
- 2-Kapalı çevrim kontrol

Açık çevrim kontrolünde sayısal faz kontrol sistemleri bir mikroişlemci tarafından üretilmekte ve motora uygulanmadan önce, sürücü devre tarafından güçlendirilmektedir. Sürücü devrede kuvvetlenen bu işaretler motora verilmekte ve motor adım adım veya sürekli olarak dönmektedir. İşaret kaynağı ne olursa olsun sürücü, motor ve yük gibi parametrelerin kontrol sinyallerinin zamanlamasına bazı kısıtlamalar getirmektedir. Örneğin sistem büyük bir ataletle sahip ise maksimum adımlama hızına bir anda varılmayıp, motoru ivmelendirerek yeterli bir zaman tanıyarak kademeli olarak maksimum hıza ulaşılır.

Step motorların kontrol devreleri:

- 1-Mikroişlemci tarafından üretilen zamanlama ile
- 2-Donanım ile zamanlama
- 3-Darbe sayılarını azaltarak
- 4-Analog rampa fonksiyonu ile (aşağı/yukarı) gerçekleştirilir.

Mikroişlemcili step motor kontrolünde kullanılacak step motorun atım sayısının fazla olması gerekir. Mikroişlemci tarafından her 0.1 ms' de bir atım komutu gönderilir. Gönderilen bu atım darbeleri için gerekli olan program assembler dilinde veya başka bir dilde yazılabilir.

Donanım ile zamanlamalı step motor kontrolünde, sistemin hızlanması az sayıda adımla sağlanabildiği takdirde, faz uyarma zamanlaması dijital devrelerle gerçekleştirilebilir.

Darbe sayısını azaltarak step motor kontrolünde hızlanma / yavaşlama konfigürasyonu, uyarma zamanlamasının kontrolünde diğer yöntemler kadar başarılı olmamakla beraber basitlik ve düşük maliyet gibi üstünlüklere sahiptir. Burada saat darbeleri, işlem başlamadan önce, hedef konuma ayarlanmış bir aşağı/yukarı sayıcıya gönderilir. Bu şekilde step motoru ile kontrolde ivmeli bir hareket sağlanabilir. Parça işleme sırasında, program içinden belirlenen takım ilerleme hızı bu atım(darbe) sayısı ile değiştirilir.

### 3.3.1.2) DÖNÜŞTÜRMEDE KULLANILAN ÖLÇME SİSTEMLERİ:

Ölçme sistemleri olarak genellikle ölçü cetvelleri ve dönel kodlama sistemleri kullanılmaktadır. Ölçü cetvelleri temel olarak iki adet işaret üretirler ve bu işaretlerde genellikle 90° faz farkı bulunur. Bu faz farklı işaretler yardımıyla ölçüm yapılan hareketli makina parçasının yönünün ve ne kadar hareket ettiğinin tesbitini mümkün kılar. Ölçü cetveli iki temel kısımdan oluşur:

- 1- Ölçü kafası    2- Cam cetvel

Ölçü cetvelinin çalışma mantığının anlaşılabilmesi için, örnek bir ölçü cetvelinin tanıtımından hareket edeceğiz. Ölçü cetvelinde, ölçü cetveli cam cetvel boyunca hareket eder ve ölçü kafasında, biri verici, diğeri alıcı olan iki kısım vardır. Verici kısım cam cetvelin bir yanında, alıcı kısım ise cam cetvelin diğeri yanında yer almaktadır. Verici kısımda bir ışık kaynağı ve iki adet yarık bulunur. Alıcıda ise birbirleriyle açılı duran iki ayna ve ışığı okuyan fotoseller yer alır. Alıcı ve verici kısım arasında hareket edebilen, ölçme cetveli üzerindeki taksimatlar bir ışık engeli oluşturarak tablanın hareket yönünün ve hareket miktarının (uzunluk olarak) anlaşılmasını sağlarlar.

Dönel ölçme sistemleri için, ışık geçirmez bir disk, motor miline bağlı şekilde motorla aynı hızda dönmektedir. Diskin kenarlarında motorun bir devir boyunca aldığı adım sayısına eşit miktarda radyal aralık mevcuttur. Bir ışık kaynağı ve ışığa duyarlı bir eleman, diskin her iki yanında diskin üzerindeki aralıklardan birbirlerini görecek şekilde yerleştirilirler. Dolayısıyla fotoeleman rotorun her adımında bir sinyal üretir. Bu sinyallerin sayısı sayılmak suretiyle tablanın aldığı yol rahatlıkla sayılabilir.

### 3.3.2) DÖNÜŞTÜRMEDE YAZILIM:

Konvansiyonel takım tezgahlarının, bilgisayarlı nümerik kontrollü duruma dönüştürülmesinde kontrol sisteminin tasarlanması halinde gerekli yazılım, donanımına uygun şekilde assember ya da yüksek dillerden biriyle yazılır. Yazılımdan, talaş kaldırma işlemlerinin grafik simülasyonunu sağlayarak, tezgahta talaşlı şekillendirme gerçekleşirken izlemeyi ve tezgah çalışmadan parça programının kontrolüne yardımcı olması; sürekli çalışma için EIA/ISO kod sistemine göre G,X,Z,I,K,R..... kodlardan oluşan komutlarla programlanabilir olması istenir. Yazılım modüler olup, tezgahın hızlı çalışması ve sürekli çalışmasını sağlamalıdır. Genellikle kontrol donanımıyla uyumlu olan bir yazılım seçmek mümkündür.

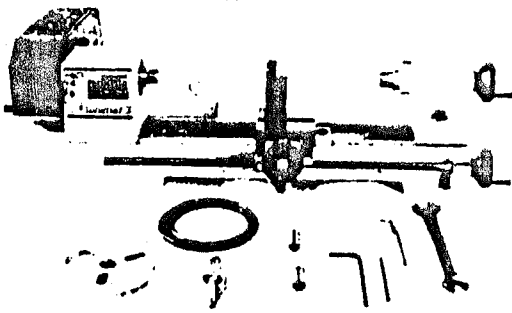
#### 4) KLASİK MASAÜSTÜ TORNA TEZGAHININ NÜMERİK KONTROLLU DURUMA ÇEVİRİLMESİ

##### 4.1) KLASİK MASAÜSTÜ TORNA TEZGAHI

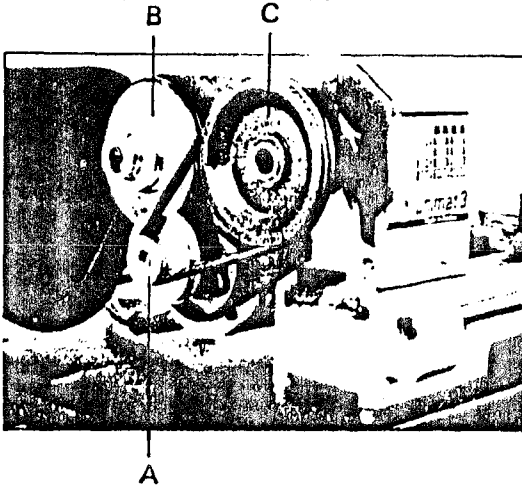
Nümerik kontrollü duruma dönüştürülecek olan masaüstü torna tezgahı Avusturya yapımı olan Emco Unimat-3 Masaüstü torna tezgahıdır. Dönüştürme işleminde, prototip özellikteki tezgah daha önceden konvansiyonel tezgahlar sınıfından sayılmakta idi.

Tezgah ağır işparçalarından çok, boyu 100...150 mm civarında ve çapı da 25...30 mm civarında olan yumuşak işparçalarının işlenmesine uygundur. Ana motor lastikli kayış-kasnak sistemini tahrik edecek ve iki hız kademesine izin verecek şekilde dizayn edilmiştir. Değişik hız kademeleri kayış kasnak sistemindeki değişik hız çevrim oranlarına göre kayışların yerlerinin değiştirilmesi yoluyla elde edilebilir. Tezgah üzerinde farklı adım açıları olan iki tane step motor bulunur. Bu step motorlarından biri dişli kayış-kasnak sistemiyle ana tahrik miline bağlı olup kesici takımın Z ekseni üzerindeki hareketlerini bu motorun hareketi sağlar. Diğer step motor ise kesici takımı X ekseni boyunca hareket ettirerek kalemin radyal hareketlerine izin verir. Bu step motor kalem tutucu parçaya sonsuz vida sistemiyle doğrudan bağlıdır. Arabanın Z ekseni doğrultusundaki hareketleri kaymalı sonsuz vida ile sağlanır. Tezgah üzerindeki bütün kızaklar kaymalı kızak tipindedir. İşlem hassasiyetini etkileyebilecek istenmeyen bir özelliği ise, kızaklar arasında oldukça fazla boşluklar bulunması ve kızaklar arasındaki sürtünmenin çok fazla olmasıdır.

Bir başka istenmeyen durum ise aynanın bağlı olduğu ana tahrik motorunun gücünün pek fazla olmaması ve belirli bir işlem süresi sonunda, arızaya neden olabilecek kadar ısınmasıdır. Bu nedenle motorun 8-10 dakikada bir durdurularak soğumaya bırakılması gerekmektedir. Aşağıdaki şekillerde klasik masaüstü torna tezgahının nümerik kontrollü hale dönüştürülmeden önceki resimleri görülmektedir.

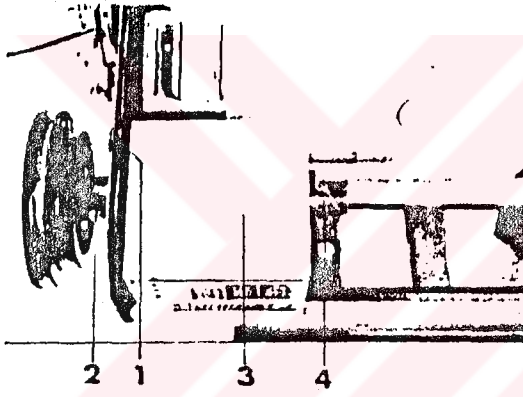


Şekil 4.1) Temel ekipmanlar

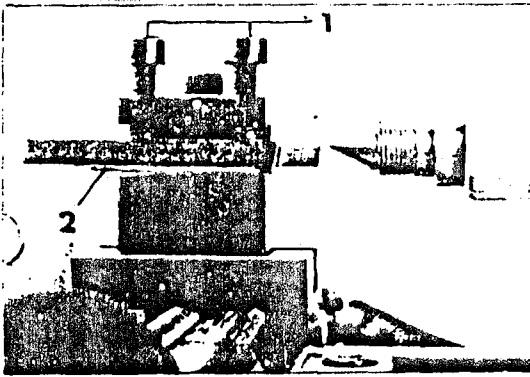


Şekil 4.2) Kayış kasnak düzeni

A-B) Hız kademesi kasnakları C) Ayna mili kasnağı

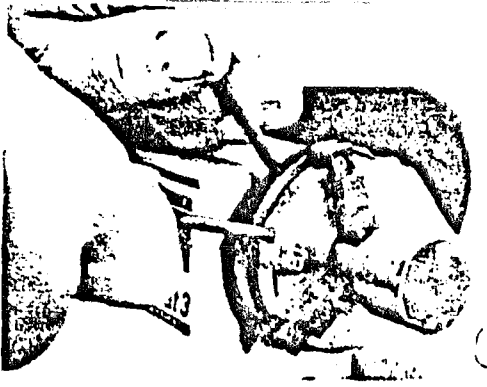


Şekil 4.3) Çift hızlı tahrik motoru

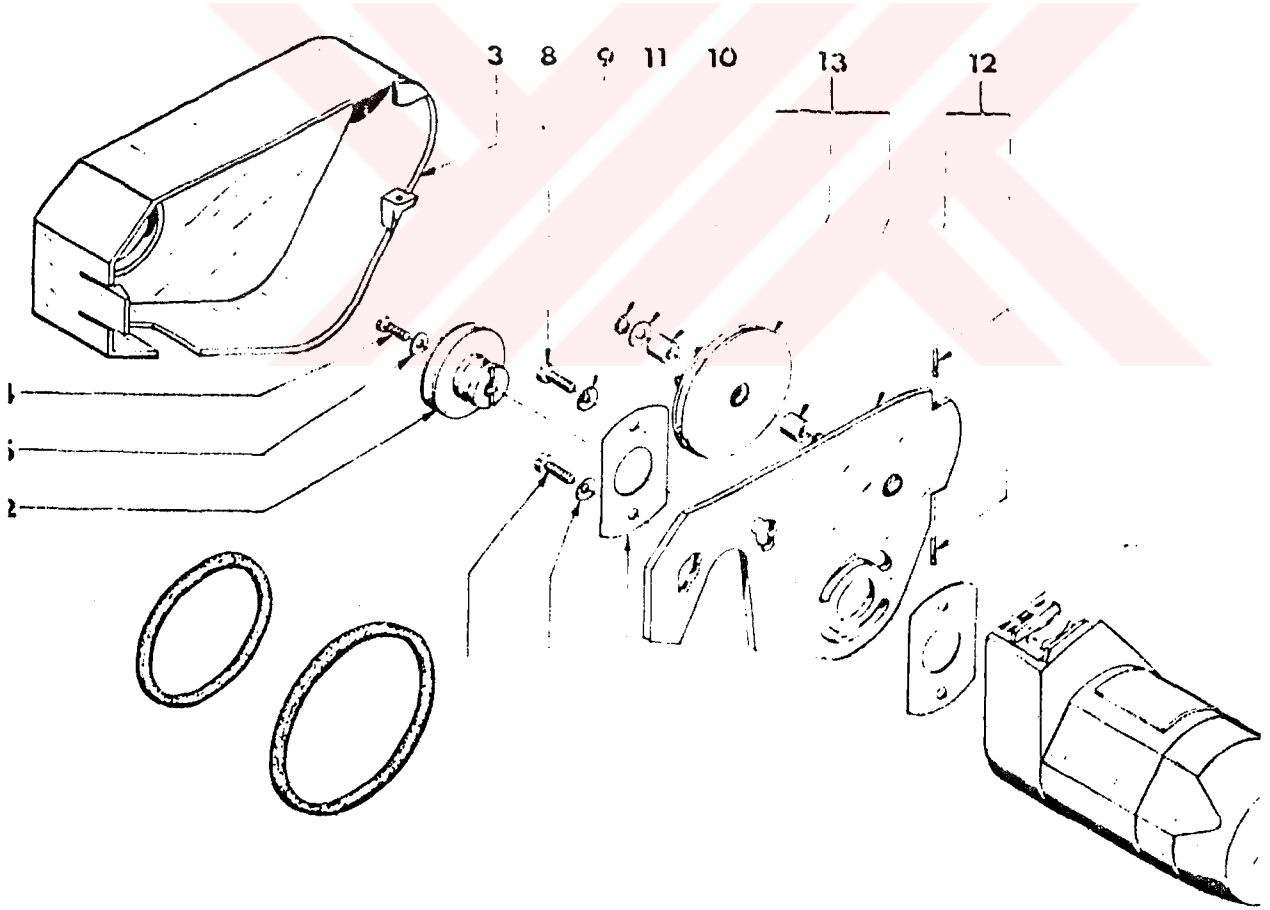


Şekil 4.4) Araba

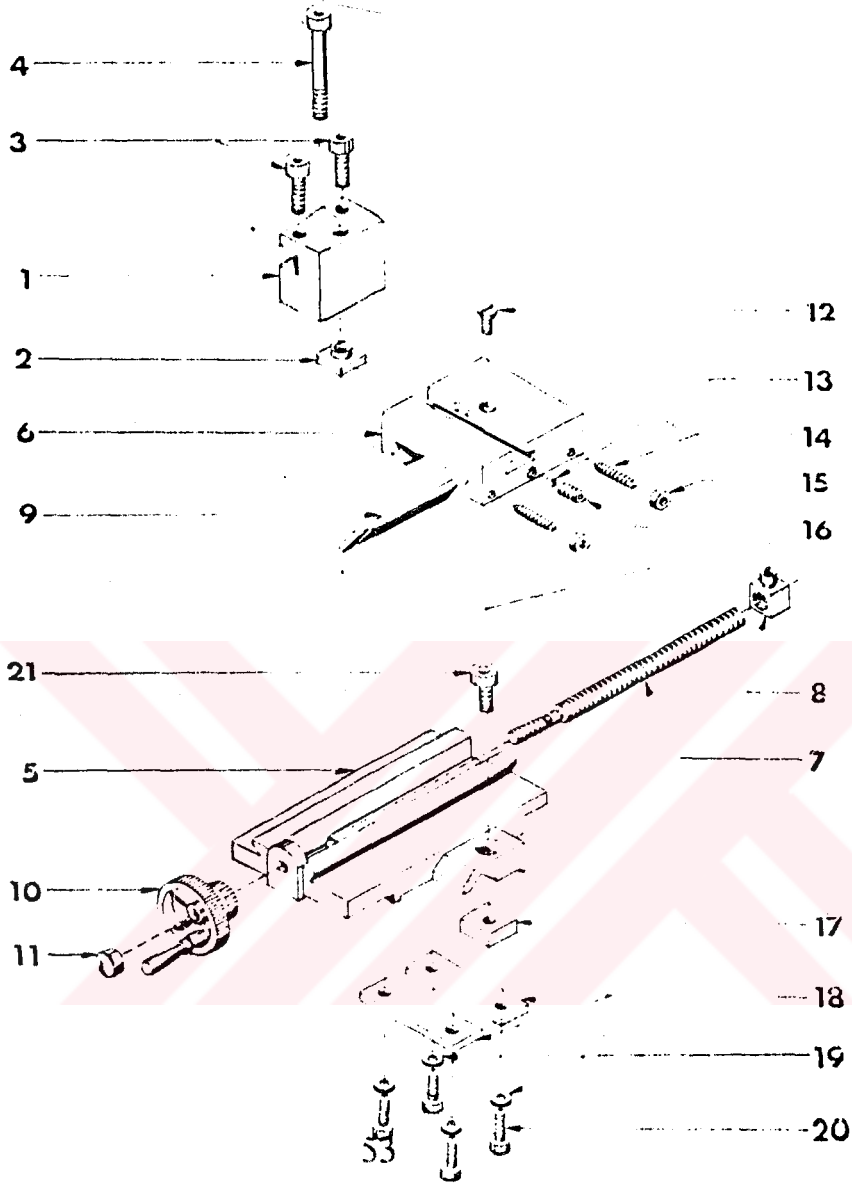
1-Takım sıkma vidaları 2-Kesici Takım



Şekil 4.5) Parçanın aynaya bağlanması



Şekil 4.6) Kayış kasnak sistemi montaj resmi



Şekil 4.7) Araba montaj resmi

Dönüştürme işlemi sırasında tezgahın manuel (elle hareket ettirilen) kısımları iptal edilerek bu parçaların yerine iki adet step motor bağlanmıştır. Bu iki step motor program içinden doğrudan kontrol edilerek nümerik kontrol işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Dönüştürülmüş tezgahta uygulanan kontrol tipi açık kontrol tipidir. Yani programın gönderdiği komutların yerine getirilme derecesi denetlenememektedir. Bunun nedeni maliyeti arttırması ve deneme amaçlı bir uygulama olduğu için buna gerek duyulmamasıdır. Sonuçta çok küçük bir ihtimal de olsa olması gereken boyutlarla, gerçekleşen boyutlar arasında sapmalar görülebilir.

Tezgah parçayı işlemeye başlamadan önce araba, tezgahın sıfır noktasına kadar taşınarak ölçülendirme işlemi için orijin noktasına gelinme şartı yerine getirilmiş olur. Bu sıfır noktası daha sonra kullanılacak olan ölçülendirmeler için temel noktadır. Sıfır noktasına gelindiği, tezgah ve araba üzerindeki kollu mekanik switchlerin, kapanması ile oluşan sinyalin bilgisayar tarafından algılanması ile olur.

#### 4.2) DÖNÜŞTÜRMEDE DONANIM:

Klasik masaüstü torna tezgahının nümerik kontrollu hale dönüştürülmesi işleminde kullanılan donanımlar şunlardır:

- a) Kontrol devresi
- b) Step motorlar
- c) Mekanik swiçler
- d) Bağlantı kabloları ve soketler

##### 4.2.1) KONTROL DEVRESİ

Nümerik kontrollu torna tezgahında kullanılan kontrol devresi IBM uyumlu AT veya XT makinalarla kullanılabilir özelliğindedir. Giriş ve çıkışlara belirli adresler üzerinden yazılım aracılığıyla ulaşılabilir. Giriş/çıkış kanallarının adres alanı kart üzerindeki iki anahtar ile ayarlanabilir. Üç farklı adres alanı söz konusudur. Bu kontrol kartından IBM uyumlu pc içine 3 tane bağlanabilir. Kontrol kartı ISA standardındaki slotlara bağlanabilir. Kontrol kartı bu slotların 8 bitlik kısmını kullanır.

Kart çok basit bir yapıya sahiptir ve piyasada kolaylıkla bulunabilen malzemelerden imal edilmiştir. Kontrol kartının kalbini paralel giriş/çıkış elemanı 8255 oluşturur. Bir kart üzerinde üç adet 8255 bulunabilir. Ancak biz sadece bir adet kullanacağız. Çünkü bunun 24 giriş/çıkış adresi nümerik kontrol için yeterli gelmektedir. Adres kod çözme işlemi, 74LS85 tipi 4 bitlik veri karşılaştırıcı ile 74LS138 tipi 3 bit ikili kod çözücü ile gerçekleştirilmektedir. Devre iki taraflı bir baskılı plaket üzerine kurulmuş olup baskılı devre delik içi kaplama gerektirmektedir. Kontrol kartının baskılı devresi aydınlatılarak baskılı devre imal eden elektronikçilere kolaylıkla yaptırılabilir.

Kontrol kartının devreye alınması çok basittir. Devreye almada şu yol izlenir:

- a-Bilgisayar kapatılır ve kılıfı açılır.
- b-Kontrol kartı boş olan ISA slotlardan birine elemanlar üst yüze gelecek şekilde takılır.
- c-İstenen adres bölgesi belirlenir
- d-Bilgisayarın kılıfı tekrar kapatılarak bilgisayar çalıştırılır ve yazılım yardımıyla kontrol kartı aktif hale geçebilir.

Kontrol kartının çalışma biçimini anlayabilmek için, 8255 tümdevresinin içyapısı bilinmelidir. Bu tümdevre PC lerin çoğunda kullanıldığından uygulama olarak geniş bir çeşitlilik gösterir. 8255 paralel giriş/çıkış tümdevresi 8 adet uca sahip üç giriş/çıkış kapısı (Port) içermektedir. ( A,B,C Portları )

Bu üç kapı iki gruba ayrılmıştır. 1. kapı grubu A portu ile C portunun yarısını, 2. kapı grubu ise B portu ile C portunun diğer yarısını kapsar. 8255 entegresi şu iç fonksiyon bloklarından oluşmaktadır:

Veri arabelleği, okuma/yazma kumanda lojiği, bir kumanda durum kütüğü, A ve B kapı gruplarının kumandası ve her kapının sürücüsü.

8255 tümdevresinde kapı hatlarından başka veri yolu bağlantısı (D0..D7) eleman seçme ucu (/CS), sıfırlama(reset) ucu, A0 ve A1 adres hatları ile /RD ve /WR kumanda uçları bulunmaktadır. Reset işaretinin alınmasından sonra, 8255 entegresinin bütün uçları giriş olarak tanımlanır.

Elemanın içinde iki kütük bulunmaktadır; bunlar kumanda kütüğü (Control Word Register) ve durum kütüğüdür(Status regiter).

1. ve 2. kanal gruplarının çalışabileceği 3 farklı çalışma türü bulunmaktadır. A ve B kapılarının çalışma türleri birbirlerinden farklı olabilirken C kapısının her iki yarısı ait oldukları kapı grubunun çalışma şekline uyarlar. Üç çalışma türü şunlardır:

**Çalışma türü 0 (Standart giriş çıkış):**

Kullanıcıya 3 adet 8 bitlik giriş/çıkış kanalı sunulur. Her kanal 8 bitlik çıkış veya 8 bitlik giriş olarak programlanabilir. Çkapsı ise 4 bitlik iki parçaya ayrılabilir ve bunlar birbirinden bağımsız bir şekilde giriş yada çıkış olarak kullanılabilir.

**Çalışma türü 1 ( El sıkışmalı giriş/çıkış ):**

El sıkışmalı (handshake) arabirimli cihazlarla bağlantı için iki kapı grubu bulunmaktadır. 1. kapı grubuna ait olan PC4..PC7 hatları A kapısının el sıkışma hatları olarak, benzer şekilde PC0...PC3 de B kapısının el sıkışma hatları olarak çalışırlar. Bir kapı grubu üzerinde ya sadece giriş ya da sadece çıkış yapılabilir.

**Çalışma türü 2 ( İki yönlü yol ):**

1. kapı grubu iki yönlü ve el sıkışmalı arabirim olarak çalışabilir. Aynı anda 2. kanal grubu da 0. ve 1. çalışma türünde çalıştırılabilir. 8255 tümdevresi mikroişlemci tarafından IN ve OUT komutları ile yönetilir. Kumanda kütüğüne sadece yazılabilir, bu kütüğün içeriğinin okunması mümkün değildir.

**8255' in programlanması:**

Tümdevrenin kumanda kütüğü programlandıktan sonra, artık veri giriş ve çıkışı yapılabilir. İlk kumanda sözcüğü bütün çıkış kanallarını 0 yapar. Bu sözcüğün yapısı aşağıda görülmektedir.

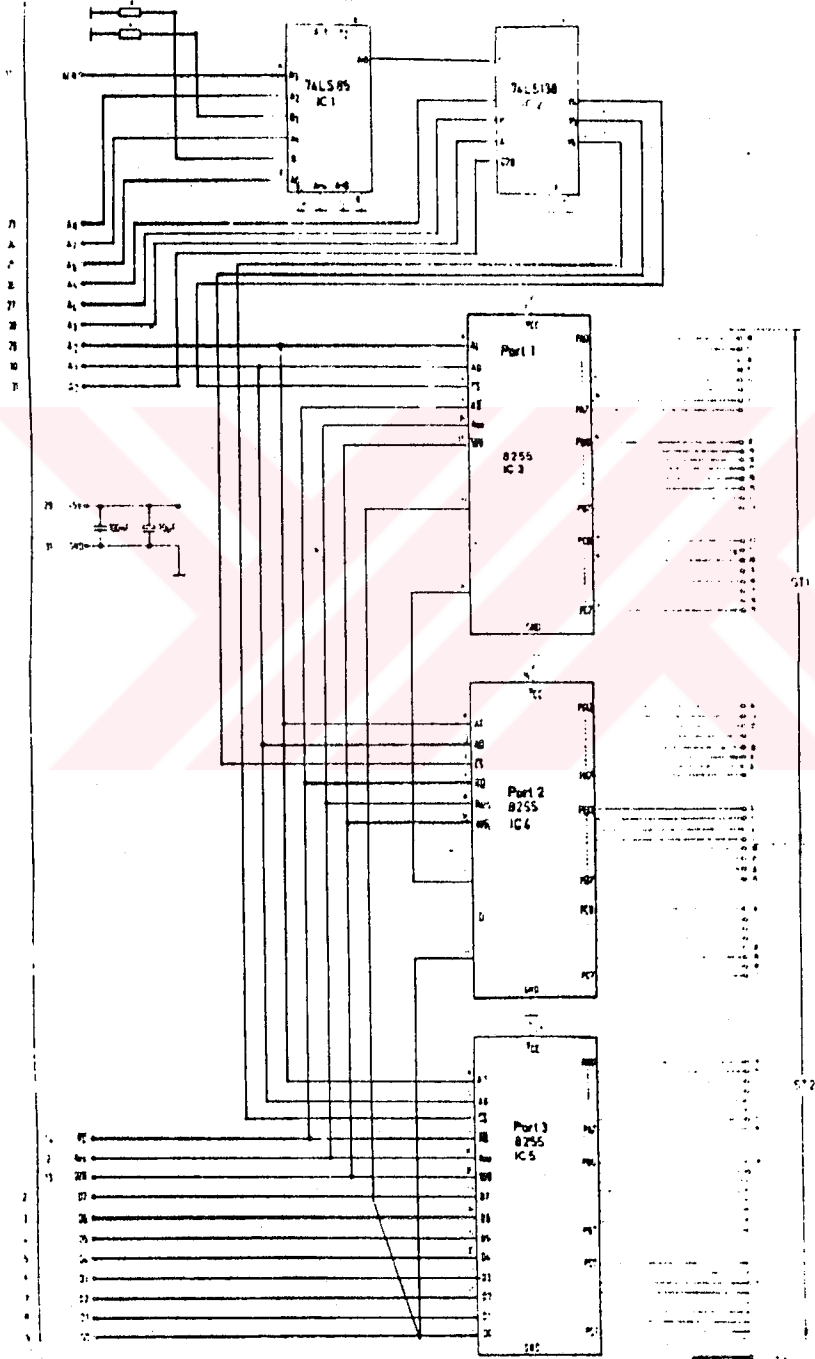
## Bit Anlamı

|      |                                                     |
|------|-----------------------------------------------------|
| D0   | C kapısı ( 1=giriş 0=çıkış )- Üst yarı              |
| D1   | B kapısı ( 1=giriş 0=çıkış )                        |
| D2   | Çalışma türü seçme (0=0. çalışma 1=1. çalışma türü) |
| D3   | C kapısı ( 1=giriş 0=çıkış )- Alt yarı              |
| D4   | A kapısı ( 1=giriş 0=çıkış )                        |
| D6,5 | Çalışma türü seçme (00=0. çalışma 01=1. Çalışma)    |
| D7   | İlk kumanda formatı (1= Aktif)                      |

## İlk kumanda sözcüğünü yapısı

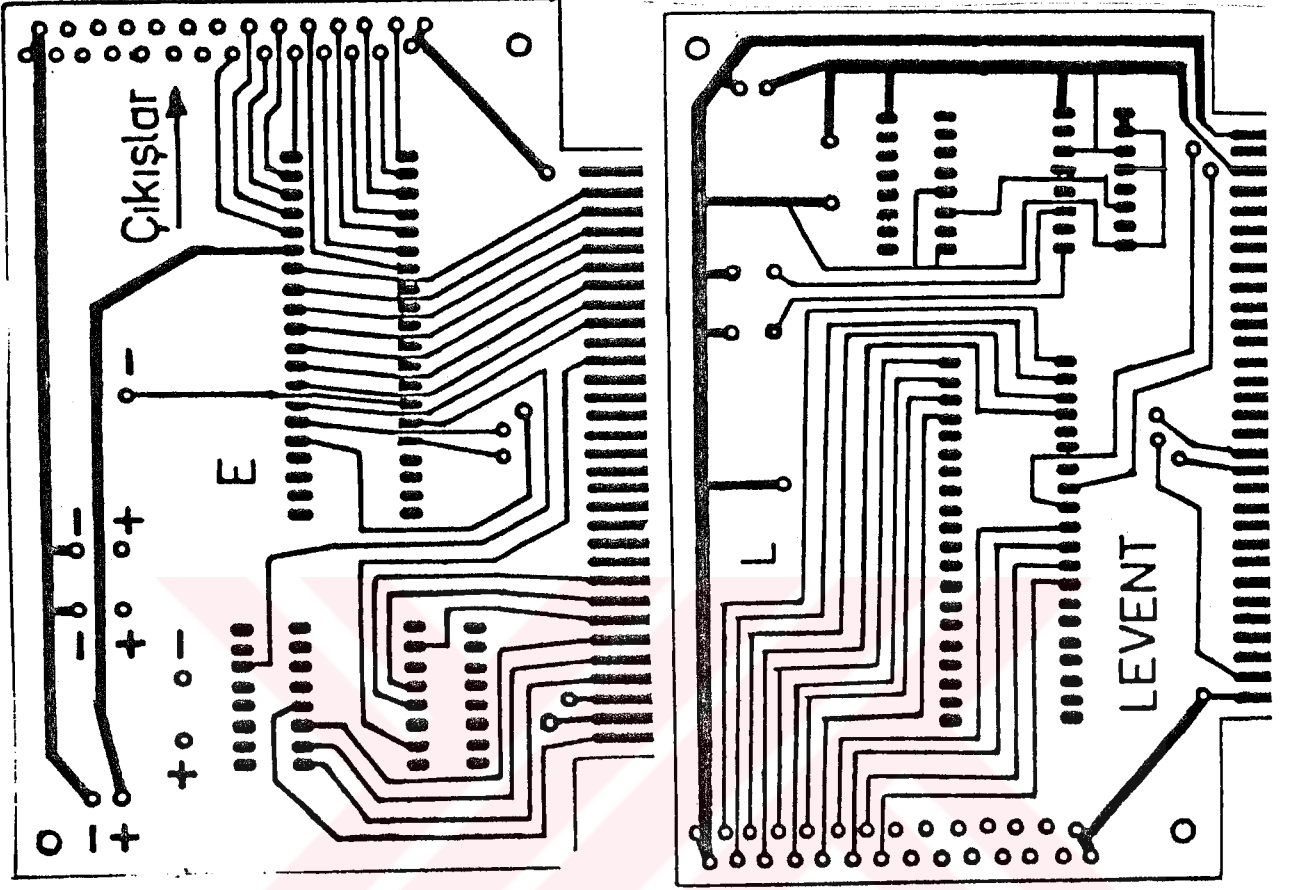
|         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| C=128   | C=129   | C=130   | C=131   |
| 0-7 A-O | 0-7 A-O | 0-7 A-O | 0-7 A-O |
| 4-7 C-O | 4-7 C-O | 4-7 C-O | 4-7 C-O |
| 0-3 C-O | 0-3 C-I | 0-3 C-O | 0-3 C-I |
| 0-7 B-O | 0-7 B-O | 0-7 B-I | 0-7 B-I |
| C=136   | C=137   | C=138   | C=139   |
| 0-7 A-O | 0-7 A-O | 0-7 A-O | 0-7 A-O |
| 4-7 C-I | 4-7 C-I | 4-7 C-I | 4-7 C-I |
| 0-3 C-O | 0-3 C-I | 0-3 C-O | 0-3 C-I |
| 0-7 B-O | 0-7 B-O | 0-7 B-I | 0-7 B-I |
| C=144   | C=145   | C=146   | C=147   |
| 0-7 A-I | 0-7 A-I | 0-7 A-I | 0-7 A-I |
| 4-7 C-O | 4-7 C-O | 4-7 C-O | 4-7 C-O |
| 0-3 C-O | 0-3 C-I | 0-3 C-O | 0-3 C-I |
| 0-7 B-O | 0-7 B-O | 0-7 B-I | 0-7 B-I |
| C=152   | C=153   | C=154   | C=155   |
| 0-7 A-I | 0-7 A-I | 0-7 A-I | 0-7 A-I |
| 4-7 C-I | 4-7 C-I | 4-7 C-I | 4-7 C-I |
| 0-3 C-O | 0-3 C-I | 0-3 C-O | 0-3 C-I |
| 0-7 B-O | 0-7 B-O | 0-7 B-I | 0-7 B-I |

Elemena ilk koşullar verildikten sonra, her zaman kapı çıkışlarının durumları değiştirilebilir ve giriş kapılarının durumları okunabilir. Nümerik kontrollu hale getirilen torna tezgahında kullanılan kontrol kartında A portunun 4 biti bir step motora, B portunun 4 biti ise diğer step motora kumanda eder. C portu ise dokunmatik swiçlerin açık ya da kapalı olduğunu denetlemek amacıyla giriş portu olarak programlanmıştır. A ve B portları çıkış olarak, C portu ise giriş olarak ayarlanmıştır. Aşağıdaki şekilde 8255 tümdevresinin IBM uyumlu bir bilgisayarın ISA slotuna yapılan bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 4.8 ) Kontrol kartının bilgisayara bağlantı şeması

Aşağıdaki şekilde kontrol kartının baskıdevre şeması görülmektedir.



Şekil 4.9 ) Baskı devre Şeması

#### 4.2.2) STEP MOTORLAR:

Masa tipi nümerik kontrollü torna tezgahında kullanılan step motorları iki ayrı tiptedir. Çalışma şekilleri aynı olmakla beraber büyüklük ve güçleri birbirinden farklıdır.

Radyal Hareket (x ekseni) step motoru özellikleri :

Maksimum besleme gerilimi...  $V_{max} = 6$  Volt/Faz  
 Maksimum besleme akımı .....  $I_{max} = 1.2$  A/Faz  
 Step açısı.....  $\alpha = 1.8^\circ$   
 Oran..... 200 Adım/devir

Step motorun kablo bağlantı uçları aşağıdaki gibidir:

| ( - )          | ( + )         |
|----------------|---------------|
| 1) Siyah       | Kırmızı       |
| 2) Siyah-beyaz | Yeşil-beyaz   |
| 3) Beyaz       | Kırmızı-beyaz |
| 4) Turuncu     | Yeşil         |

Step motorun hareketi sırasında her bir atıma karşılık step motor  $1.8^\circ$  döner. Bu atımların sağlanarak motorun belirli bir yönde dönmesi için her bir atımda motorun gerilim verilen uçları değiştirilir. Bu değişim sırası yukarıdaki çizelgede 1,2,3 ve 4. adımlarda gösterilmiştir. Bu adım sırası 1,2,3,4 olarak sürekli tekrarlandığında step motor bir yöne doğru döner. 4,3,2,1 olarak tekrarlandığında ise step motor ters yöne döner.

Eksenel hareket ( Z ekseni ) Step motorunun özellikleri :

Maksimum besleme gerilimi...  $V_{max} = 4.5$  Volt/Faz

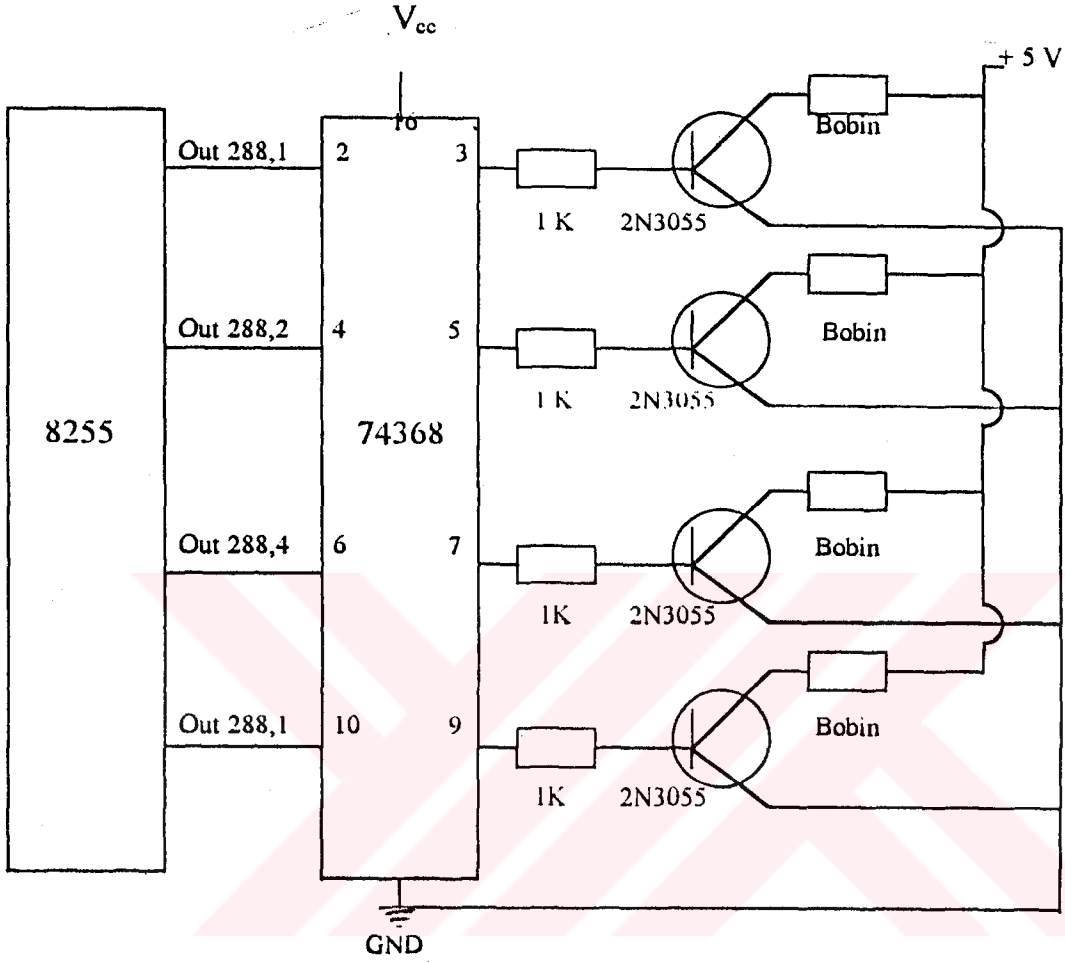
Maksimum besleme akımı .....  $I_{max} = 1.4$  A/Faz

Step açısı.....  $\alpha = 2^\circ$

Oran..... 180 Adım/devir

Büyük step motorun kablo bağlantı uçları aşağıdaki gibidir:

| ( - )        | ( + )     |
|--------------|-----------|
| 1) Yeşil-B   | Yeşil-A   |
| 2) Gri-A     | Gri-B     |
| 3) Turuncu-B | Turuncu-A |
| 4) Mavi-A    | Mavi-B    |

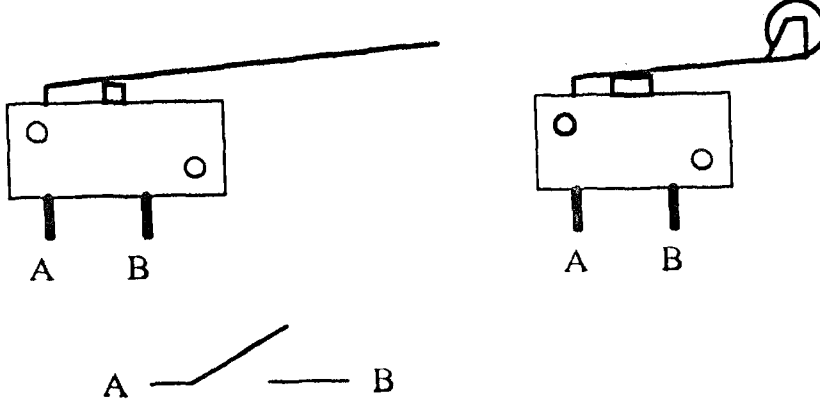


Şekil 4.10) Step motor kontrol devresi

Yukarıdaki şekil step motorları süren devreyi göstermektedir

#### 4.2.3) MEKANİK SWİÇLER:

Kontrol kartının bağlı olduğu donanımlardan birisi de dokunmatik swiçlerdir. Bunlar tezgahın araba ve gövdesine bağlanmıştır. Görevleri takımı sıfır noktasına taşıma durumunda, takımın sıfır noktasına gelip gelmediğini kontrol etmek içindir. İki tanedirler, birisi araba üzerinde olup radyal kontrolü, diğeri de gövde üzerinde olup aksel kontrolü sağlarlar.



Kullanılan swiçlerden bazıları

#### 4.2.4) BAĞLANTI KABLOLARI VE SOKETLER

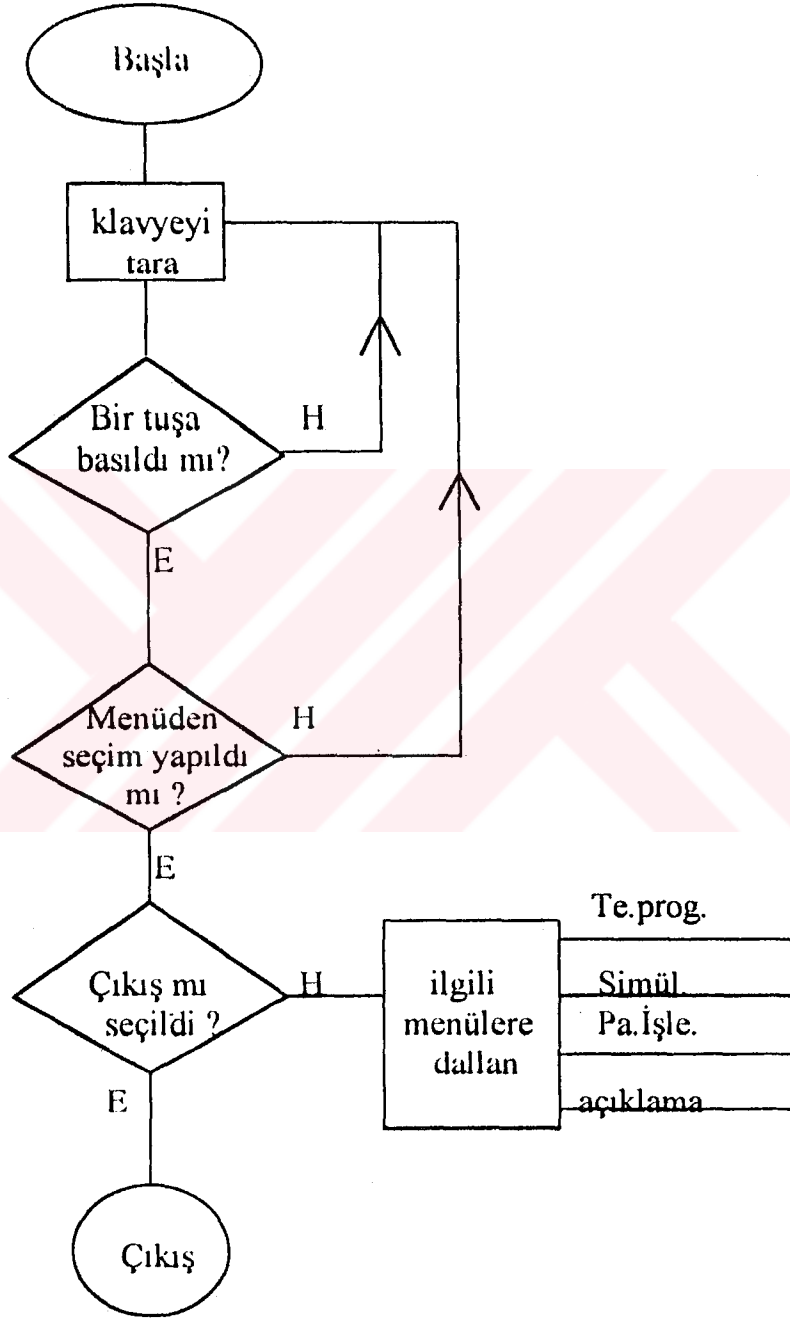
Kontrol kartı ile bilgisayar arasında kullanılan kablo 25 damarlı blendajlı kablodur. Uzunluğu yaklaşık 2 m kadardır. Konnektör olarak 25 pinli dişi ve erkek soketler kullanılmıştır. Kabloların görevi, program tarafından oluşturulan kontrol sinyallerini kontrol kartına ulaştırmak ve kontrol kartı tarafından algılanan okuma sinyallerini bilgisayar tarafından işlenmek üzere bilgisayara taşımaktır. Daha rahat bir çalışma ortamı için kontrol kartı tezgaha yakın bir yere yerleştirilmiştir. Bilgisayarın slotuna sadece kontrol kartının bilgisayar borduna bağlantı kısmı yerleştirilmiş olup kontrol kartının asıl iş gören kısmı bilgisayar kasaının dışındadır.

#### 4.3) DÖNÜŞTÜRMEDE YAZILIM

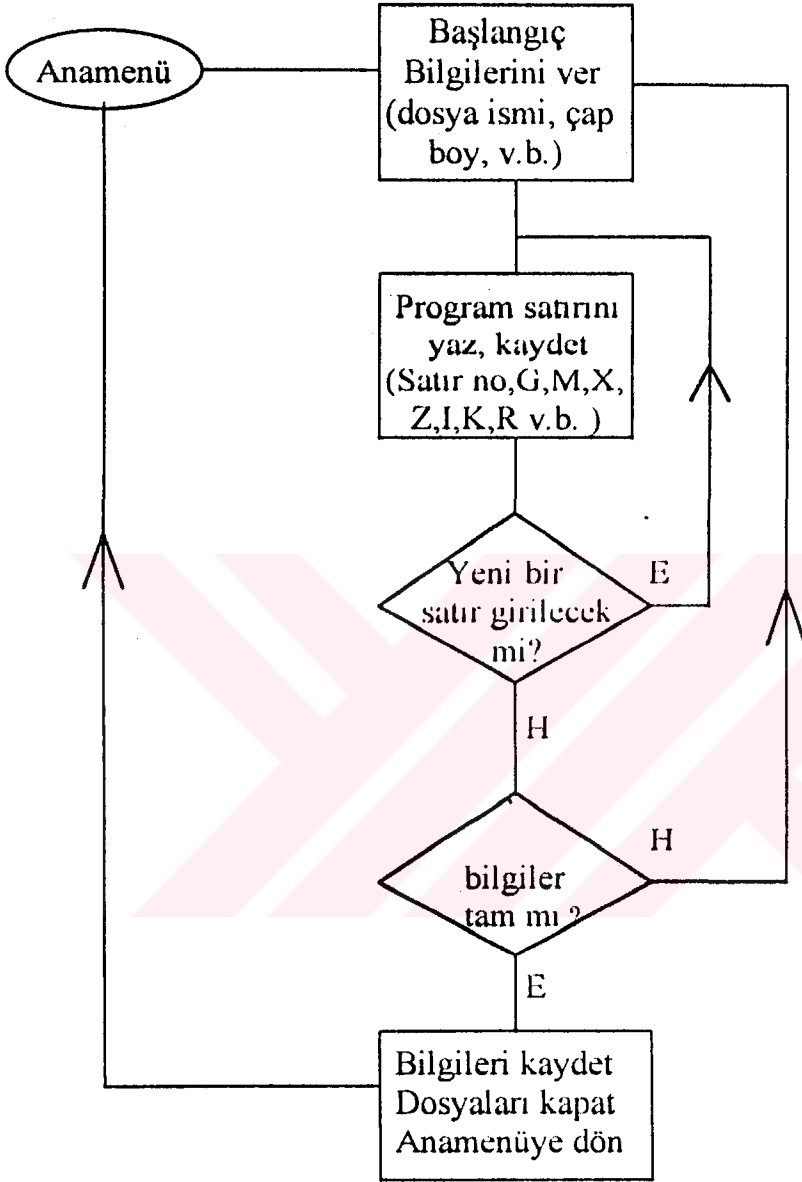
Klasik masaüstü torna tezgahının nümerik kontrollu hale getirilmesi için kullanılan yazılım, kontrol kartını denetim altına almanın yanında, tezgahın programlanmasına, simülasyonun yapılmasına ve parçanın işlenmesine de izin verir. Gerek grafik, gerekse veri tabanının oluşturulması için son derece uygun olan programlama dili, Mikrosoft Quickbasic 'dir. Dönüşüm işleminde kullanılan yazılımın hazırlanması için, Quickbasic dili yeterli gelmiştir. Görüntü, nümerik kontrol hesaplama, veri tabanı oluşturulması ve otomatik kontrol gibi uygulamalar tek bir program altında toplanmış olup, bütün bu uygulamalara cevap veren bir dil olarak quickbasic dili yeterli gelmiştir. Ayrıca kullanımının kolay ve anlaşılır olması da bu dilin seçilmesinde etkili olmuştur.

Sayısal denetimli duruma getirilen masaüstü torna tezgahının çalıştırılmasında kullanılan yazılımın program listesi Ekler kısmında sunulmaktadır. Bu kısımda yazılımın listesi içinde kullanılan komutlar, programlama teknikleri ve menüleri ait ayrı ayrı listeler bulunabilir.

Aşağıdaki şekillerde programda kullanılan mantığın anlatıldığı algoritmalar gösterilmiştir.

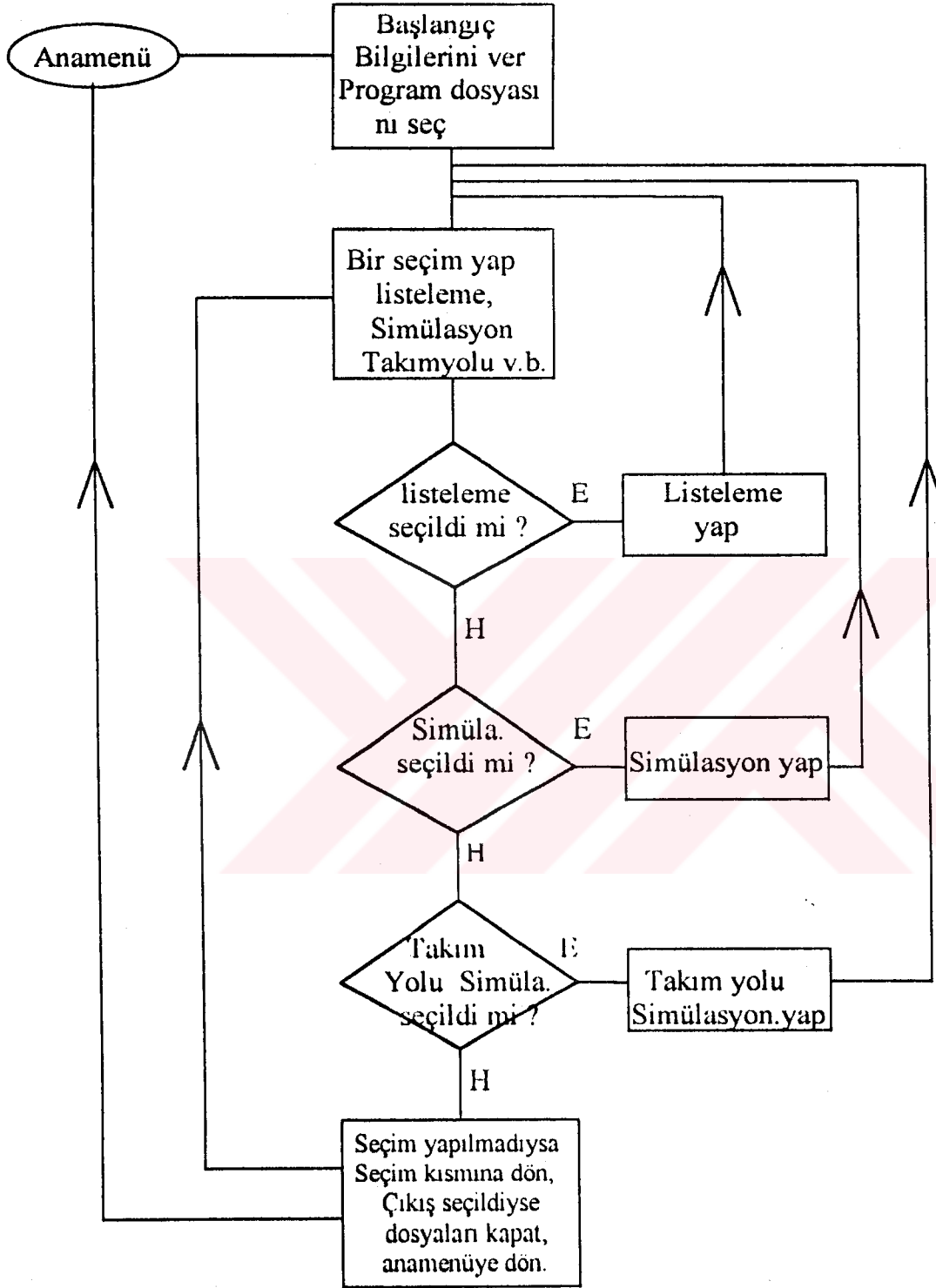


Şekil 4.11) Ana menü algoritması



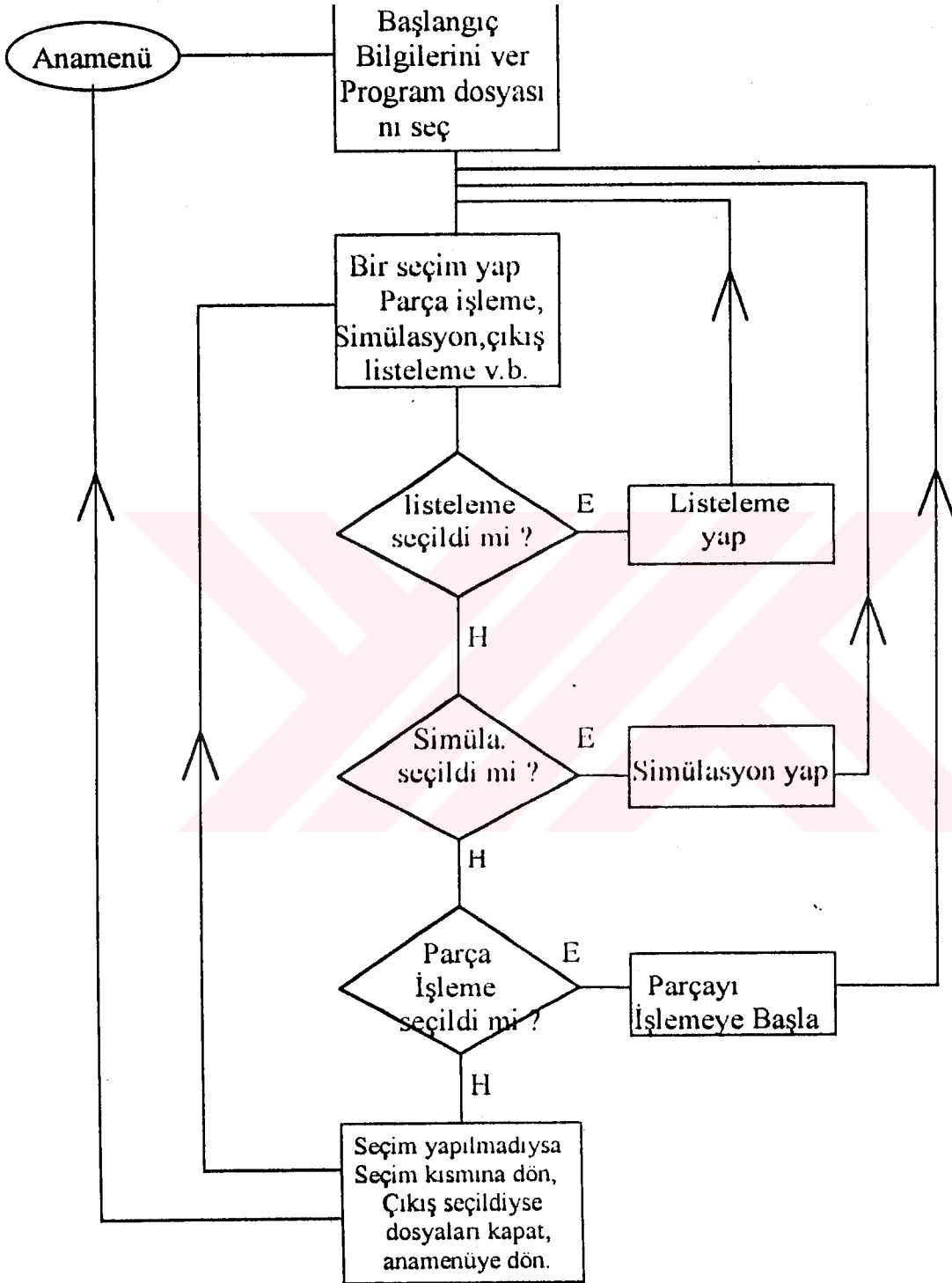
Şekil 4.12) Tezgh programlama menüsü algoritması

Tezgh programlama menüsünde tezgh işletecek olan program listesi oluşturulur, işparçasıyla ilgili bilgiler belirlenir ve bu bilgiler daha sonra kullanılmak üzere hafızaya kaydedilir. Hafızaya kaydedilen program listesine ait olan dosya simülasyon ve parça işleme menülerinden de çağrılabilir. Tezgh programlama menüsünden programlama ile ilgili gerekli olan takım formları, G ve M kodları kullanılan birimler ve yardımcı bilgiler bulunabilir. Bir hata yapılmadığı ve yapılan uyarılarla bilgilere uyulduğu sürece program listesi doğru şekilde hazırlanır ve diğer menülerden rahatlıkla kullanılabilir şekilde diske kaydedilir.



Şekil 4.13) Simülasyon menüsü algoritması

Simülasyon menüsünde program listesi oluşturulan parçanın işlenmeden önce görsel olarak simülasyonu yapılarak varsa hatalar görülür, ayrıca işlem sırasında takımın izlediği yollar da görülebilir.



Şekil 4.14) Parça işleme menüsü algoritması

Parça işleme menüsünde program listesi oluşturulan parçanın işlenmesi gerçekleştirilir. İşleme anında programın görsel olarak simülasyonunda görülebilir.

## 5) SONUÇ:

Klasik masaüstü torna tezgahının bilgisayarla kontrolü konusunda yapmış olduğum bitirme tezinde konunun teorik kısmı dışında uygulamalı olarak dönüşüm işlemini gerçekleştirmeye çalıştım. Dönüştürme işlemi geniş bir uygulama alanını kapsar ve çok farklı branşları ilgilendirir. Bu nedenle bir grup çalışmasını gerektirir.

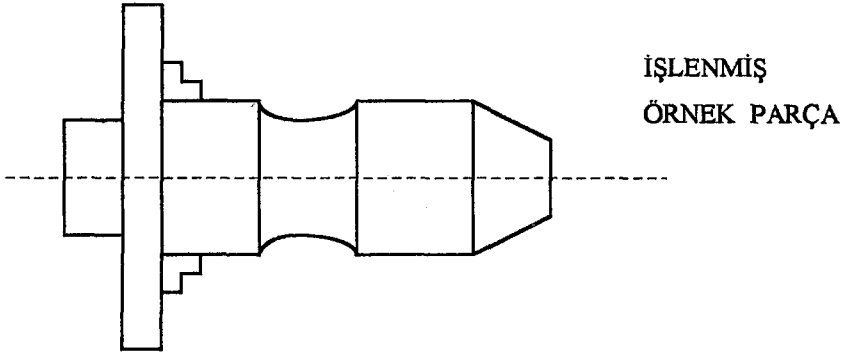
Ayrıca araştırmaya dönük bir konu olduğu için mali açıdan, bazı problemlerle karşılaşılabilir. Parçaların alınması parasal bakımdan oldukça yüklü bir iştir. Teknik açıdan bakıldığında, step motor temininde ve bu motorları süren kontrol kartının bulunmasında zorluk çekilebilir. Dönüştürme işleminde temel zorluk mekanikselidir. Dönüştürme işleminde kullandığım torna tezgahının yeteri kadar hassas olmaması, ana motor gücünün fazla olmaması ve bu tezgahta kullanılacak özellikte (yumuşak) malzemenin zor bulunması karşılaşılacak temel zorluklardır. Dönüştürülen tezgahın dinamik karakteristiğinin önceden bilinmemesi de imal edilen parçanın kalitesini etkiler.

Karşılaşılan zorluklara ve yetersizliklere rağmen bu konu üzerinde çalışılması ülkemiz sanayii için büyük faydalar getirecektir. Bu konuda biz mühendislere büyük görevler düştüğü gibi, araştırma ve geliştirmeye; ülkemizdeki finansman sahiplerince daha çok önem verilmesi de gerekmektedir.

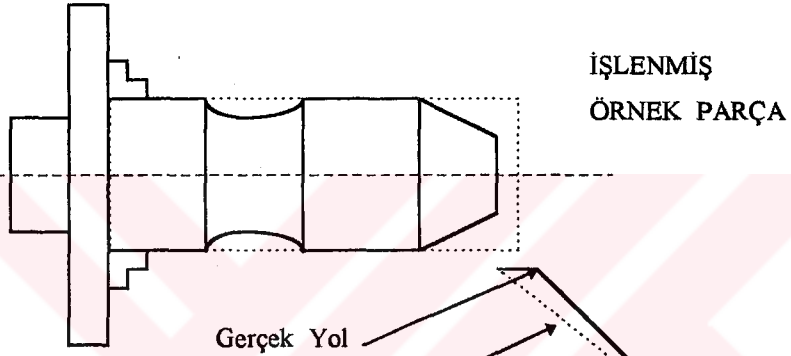
KAYNAKÇA:

- 1- AKKURT, Mustafa(Prof. Dr.),1991, Bilgisayar Kontrollu Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi,İstanbul 41-367
- 2- AKIN, Rahmi (Dr), 1987, FBE/ELK-87-AR 41 Ülkemizde Üretilen Bir Torna Tezgahının Sayısal Kontrollu Hale Dönüştürülmesi ve Hassasiyetinin Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Raporları, İzmir, 7-9
- 3- ELO Elektronik Aylık Dergi, 1988, 42. Sayı, IBM PC ve Benzerleri İçin Paralel Giriş-Çıkış Kartı, Yüce Reklam Yayım Dağıtım A.Ş.,İstanbul,6-10,28
- 4- ESİN, Alp (Prof. Dr.), 1992, Sayısal Denetimli Takım Tezgahları Cilt 1, Arzu Ofset, Yayın no 140, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ankara,16-193
- 5- KÜZGİL, Hasan (Teknik Öğretmen), 1990,1,Mikroişlemciler ve Devre Uygulamaları, Evrim Kitabevi, İstanbul,12-13
- 6- MAIER+Co. EMCO Unimat 3 Tezgahı kullanım klavuzu, Hallein /Avusturya, 5-21
- 7- TMMOB, Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi,1991,91/05, CNC Bilgisayar Sayısal Denetimli Tezgahlar Seminer Notları,İstanbul,9-101
- 8- ÜREY, Hasan (Müh), 1985, FBE/ELK-85-AR 003 Mikroişlemci Denetimli DC Motor Tahrik Sistemi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Raporları, İzmir, 2-15
- 9- YILDIZ, Adnan (Müh), 1987, FBE/ELK-87-AR 40 Mikroişlemci Denetleyici Santrali, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Raporları, İzmir, 4-8
- 10- YTÜ,1993,Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Ders Notları

## UYGULAMA ÖRNEKLERİ

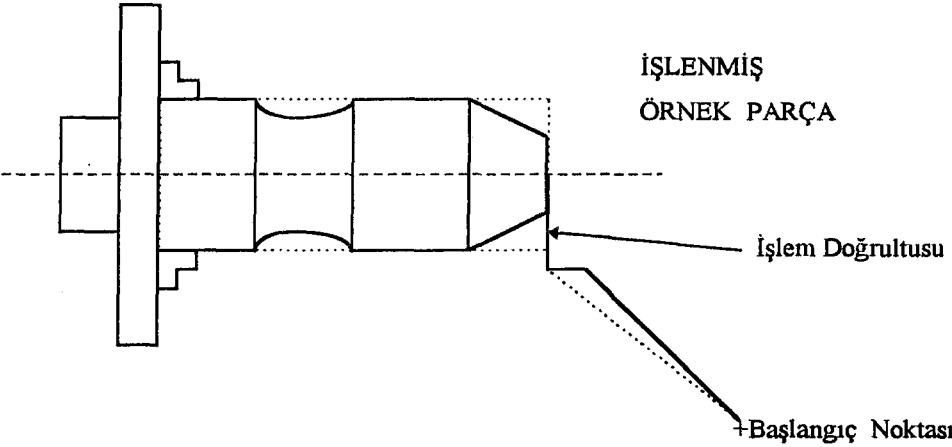


+Başlangıç Noktası



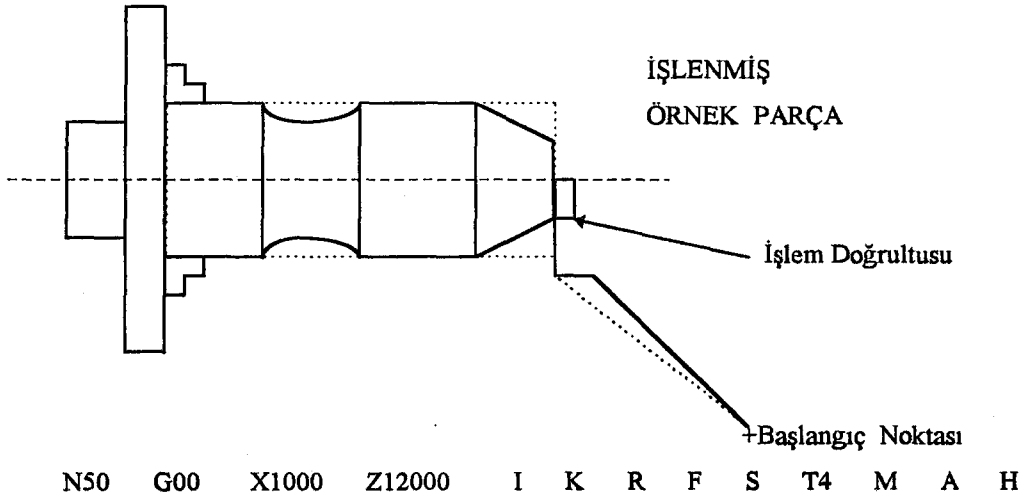
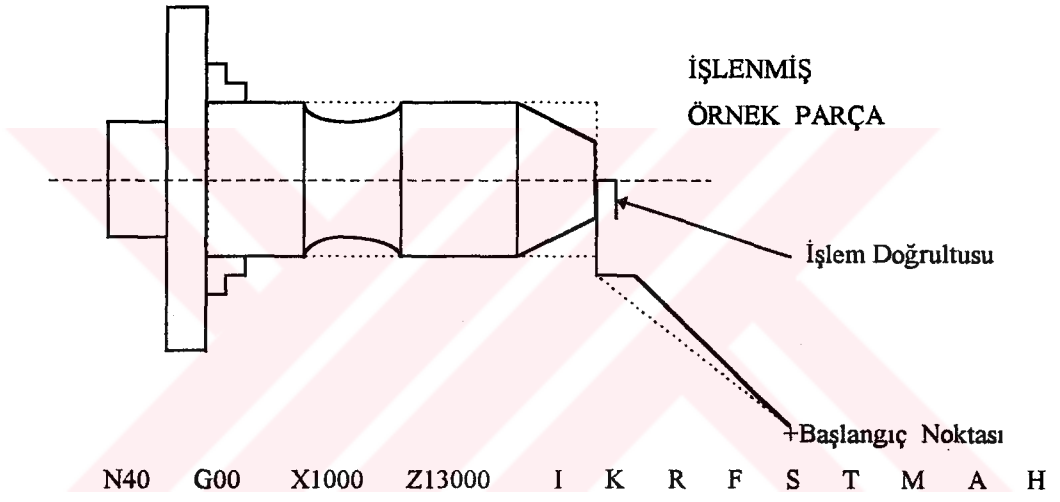
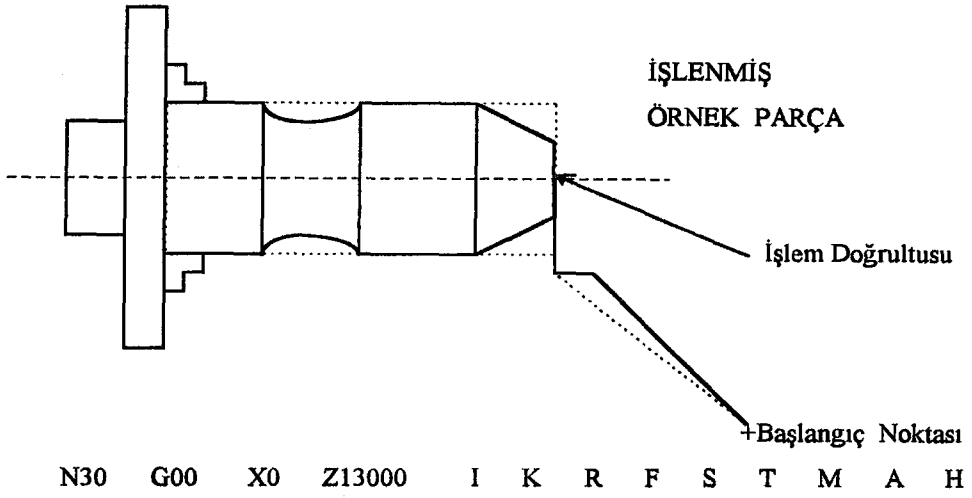
+Başlangıç Noktası

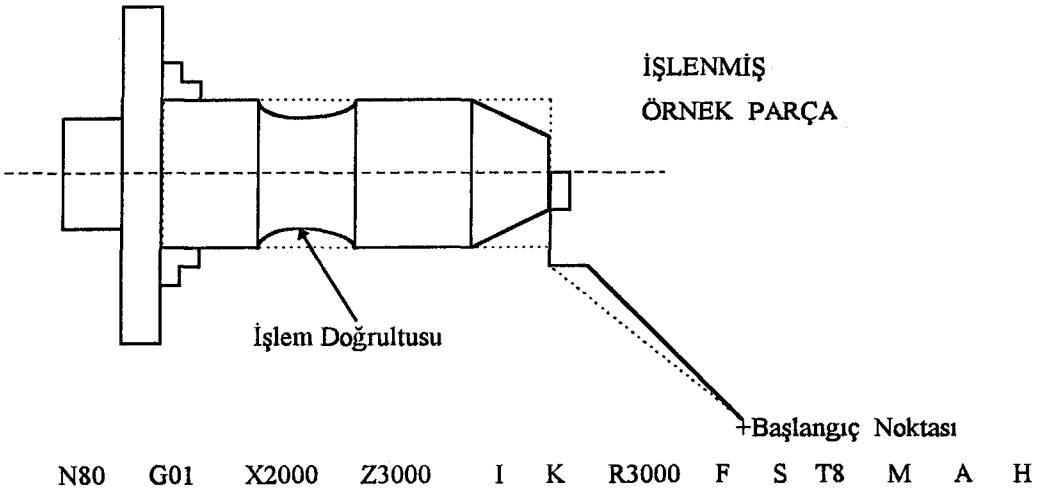
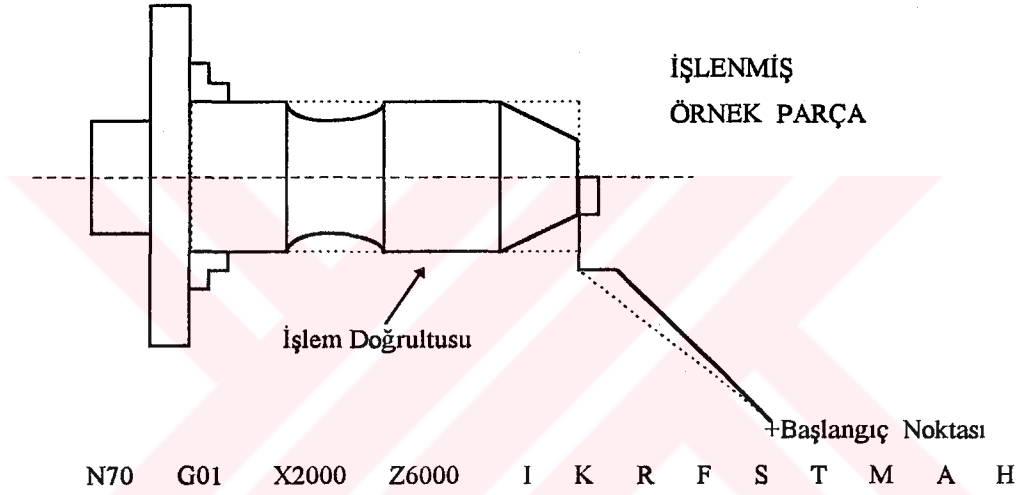
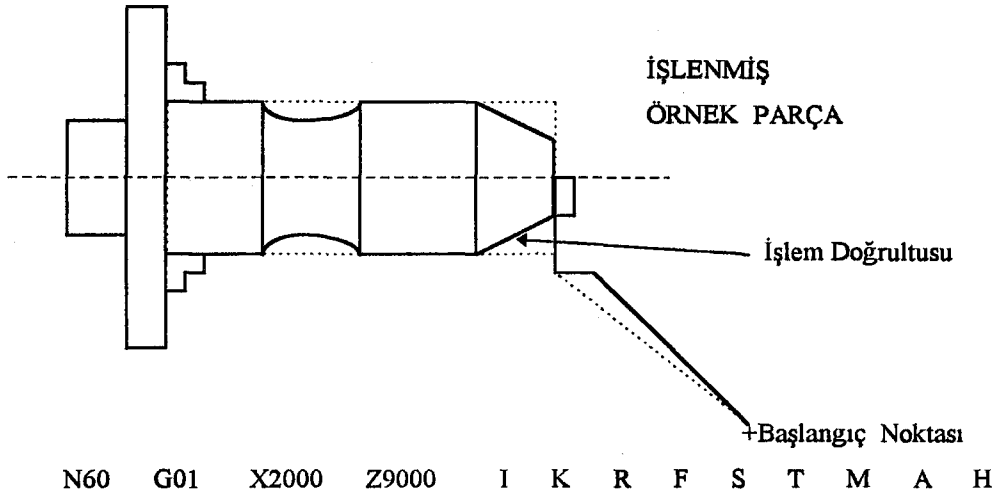
N10 G00 X2000 Z12000 I K R F S T2 M03 A H



+Başlangıç Noktası

N20 G01 X0 Z12000 I K R F1.2 S T M A H





|     |     |       |        |   |   |       |      |   |    |     |   |   |
|-----|-----|-------|--------|---|---|-------|------|---|----|-----|---|---|
| N10 | G00 | X2000 | Z12000 | I | K | R     | F    | S | T2 | M03 | A | H |
| N20 | G01 | X0    | Z12000 | I | K | R     | F1.2 | S | T  | M   | A | H |
| N30 | G00 | X0    | Z13000 | I | K | R     | F    | S | T  | M   | A | H |
| N40 | G00 | X1000 | Z13000 | I | K | R     | F    | S | T  | M   | A | H |
| N50 | G00 | X1000 | Z12000 | I | K | R     | F    | S | T4 | M   | A | H |
| N60 | G01 | X2000 | Z9000  | I | K | R     | F    | S | T  | M   | A | H |
| N70 | G01 | X2000 | Z6000  | I | K | R     | F    | S | T  | M   | A | H |
| N80 | G01 | X2000 | Z3000  | I | K | R3000 | F    | S | T8 | M   | A | H |
| ... |     |       |        |   |   |       |      |   |    |     |   |   |
| ... |     |       |        |   |   |       |      |   |    |     |   |   |
| ... |     |       |        |   |   |       |      |   |    |     |   |   |
| ... |     |       |        |   |   |       |      |   |    |     |   |   |

Yukarıdaki program listesinde parça işleme ile ilgili bazı tezgah hazırlık kodları ile işlem kodları görülmektedir. Bu listedeki koordinat ve işleme kodlarının değerleri sadece örnek amacıyla seçilmiştir. Normal işleme için gerekli olan değerler gerçeğe daha yakın olmalıdır. (Paso derinliği ve ilerleme kodları ile ilgili değerlerde olduğu gibi)

## G KODLARI

- G00 ÇABUK DOĞRUSAL HAREKET  
 G01 DOĞRUSAL İNTERPOLASYON  
 G02 DAİRESEL İNTERPOLASYON (SAAT YÖNÜ)  
 G03 DAİRESEL İNTERPOLASYON (TERS SAAT YÖNÜ)  
 G25 HERHANGİ BİR AMAÇ İÇİN KULLANILABİLİR  
 G40 TAKIM TELAFİSİNİN İPTALİ  
 G41 TAKIM TELAFİSİ (TAKIM YOLUNUN SOLUNDA)  
 G42 TAKIM TELAFİSİ (TAKIM YOLUNUN SAĞINDA)  
 G43 (+) POZİTİF TAKIM TELAFİSİ  
 G44 (-) NEGATİF TAKIM TELAFİSİ  
 G53 DOĞRUSAL KAYDIRMANIN İPTALİ  
 G54 ORJİNİN DOĞRUSAL KAYDIRILMASI(X E GÖRE)  
 G56 ORJİNİN DOĞRUSAL KAYDIRILMASI(Z E GÖRE)  
 G90 MUTLAK GİRİŞ DATALARI  
 G91 EKLEMELİ GİRİŞ DATALARI

## FAAL OLAN G KODLARI

- G00 ÇABUK DOĞRUSAL HAREKET  
 G01 DOĞRUSAL İNTERPOLASYON  
 G02 DAİRESEL İNTERPOLASYON (SAAT YÖNÜ)  
 G03 DAİRESEL İNTERPOLASYON (TERS SAAT YÖNÜ)  
 G90 MUTLAK GİRİŞ DATALARI  
 G91 EKLEMELİ GİRİŞ DATALARI

## FAAL OLMAYAN G KODLARI

- G25 HERHANGİ BİR AMAÇ İÇİN KULLANILABİLİR  
 G40 TAKIM TELAFİSİNİN İPTALİ  
 G41 TAKIM TELAFİSİ (TAKIM YOLUNUN SOLUNDA)  
 G42 TAKIM TELAFİSİ (TAKIM YOLUNUN SAĞINDA)  
 G43 (+) POZİTİF TAKIM TELAFİSİ  
 G44 (-) NEGATİF TAKIM TELAFİSİ  
 G53 DOĞRUSAL KAYDIRMANIN İPTALİ  
 G54 ORJİNİN DOĞRUSAL KAYDIRILMASI(X E GÖRE)  
 G56 ORJİNİN DOĞRUSAL KAYDIRILMASI(Z E GÖRE)

**M KODLARI**

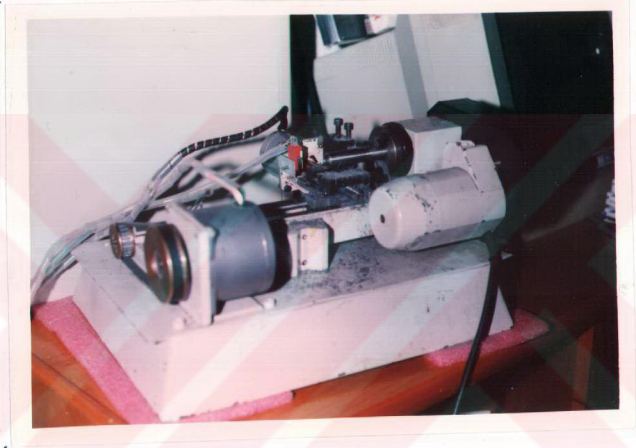
- M00 PROGRAMIN DURMASI
- M02 PROGRAMIN BİTMESİ
- M03 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAAT YÖNÜ)
- M04 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAATİN TERSİ)
- M05 ANA MİLİN DURMASI
- M06 TAKIMIN DEĞİŞTİRİLMESİ
- M07 SOĞUTMANIN AÇILMASI
- M08 SOĞUTMANIN KAPATILMASI
- M32 SABİT KESME HIZI
- M70 HERHANGİ BİR AMAÇ İÇİN KULLANILIR

**FAAL OLAN M KODLARI**

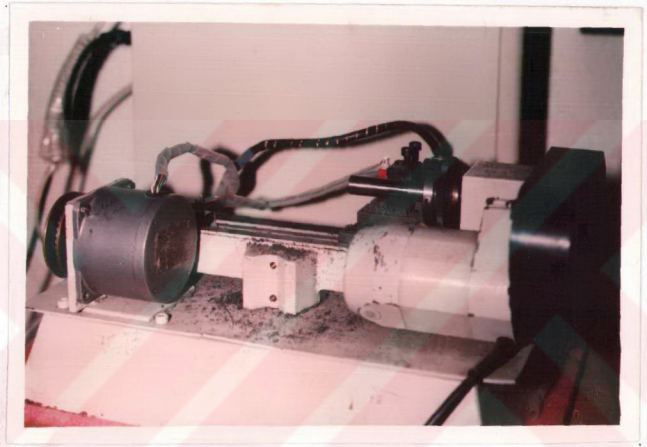
- M00 PROGRAMIN DURMASI
- M02 PROGRAMIN BİTMESİ
- M03 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAAT YÖNÜ)
- M04 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAATİN TERSİ)

**FAAL OLMAYAN M KODLARI**

- M05 ANA MİLİN DURMASI
- M06 TAKIMIN DEĞİŞTİRİLMESİ
- M07 SOĞUTMANIN AÇILMASI
- M08 SOĞUTMANIN KAPATILMASI
- M32 SABİT KESME HIZI
- M70 HERHANGİ BİR AMAÇ İÇİN KULLANILIR



*Dönüştürülmüş Terazih Fotoğrafı*



*Dönüştürülmüş Terazih Fotoğrafi*

17:13:00

Y.T.Ü. MAKİNA FAKÜLTESİ

12-09-1995

TEZGAH PROGRAMLAMA

SİMÜLASYON

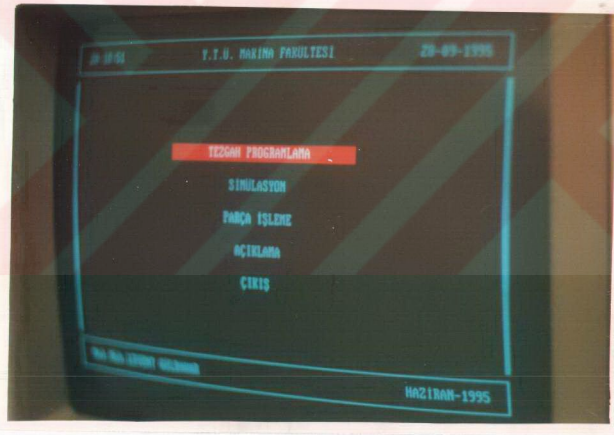
PARÇA İŞLEME

AÇIKLAMA

ÇIKIŞ

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



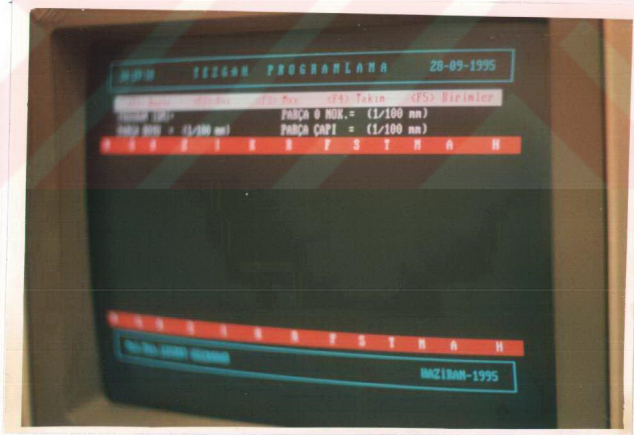
Ana Menü Şekil ve Fotoğrafi

|               |                                   |               |            |               |                 |
|---------------|-----------------------------------|---------------|------------|---------------|-----------------|
| 17:14:56      | T E Z G A H P R O G R A M L A M A |               |            |               | 12-09-1995      |
| <F1> Başla    | <F2> Gxx                          | <F3> Mxx      | <F4> Takım | <F5> Birimler |                 |
| PROGRAM İSMİ= |                                   | PARÇA O NOK.= | (1/100 mm) |               |                 |
| PARÇA BOYU =  | (1/100 mm)                        | PARÇA ÇAPI =  | (1/100 mm) |               |                 |
| N             | G                                 | X             | Z          | I             | K R F S T M A H |

N G X Z I K R F S T M A H

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



Tezgaç Programlama Menüsü Şekil ve Fotoğrafi

17:15:44

TEZGAH PROGRAMLAMA

12-09-1995

&lt;F1&gt; Başla

&lt;F2&gt; Gxx

&lt;F3&gt; Mxx

&lt;F4&gt; Takım

&lt;F5&gt; Birimler

&lt;F1&gt; Başla

RÇA ÇAPI = (1/100 mm)

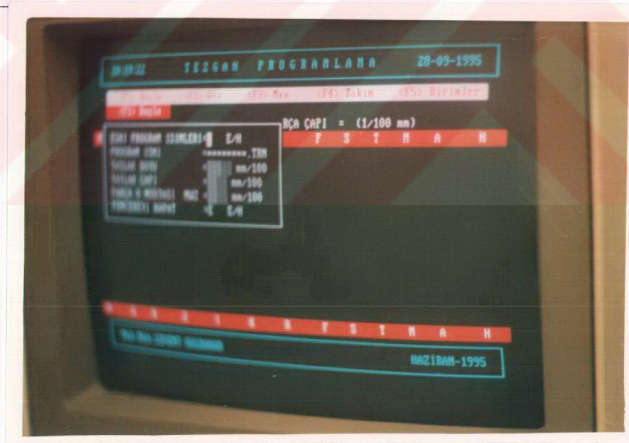
F S T M A H

N ESKİ PROGRAM İSİMLERİ=H E/H  
 PROGRAM İSMİ =\*\*\*\*\*.TRN  
 TASLAK BOYU = mm/100  
 TASLAK ÇAPI = mm/100  
 PARÇA O NOKTASI MWZ = mm/100  
 PENCEREYİ KAPAT =E E/H

N G X Z I K R F S T M A H

Mak.Müh.LEVENT GULBAHAR

HAZİRAN-1995



Tezgaç Programlama Başlangıç Bilgilerinin Girilmesi

17:17:43

TEZGAH PROGRAMLAMA

12-09-1995

&lt;F1&gt; Başla

&lt;F2&gt; Gxx

&lt;F3&gt; Mxx

&lt;F4&gt; Takım

&lt;F5&gt; Birimler

&lt;F2&gt; Gxx

PARÇA  
G

GXX AÇIKLAMA <ESC> KAPAT

G00 ÇABUK DÖRUSAL HAREKET

G01 DÖRUSAL INTERPOLASYON

G02 DAİRESEL INTERPOLASYON (SAAT YÖNÜ)

G03 DAİRESEL INTERPOLASYON (TERS SAAT YÖNÜ)

G25 HERHANGİ BİR AMAÇ İÇİN KULLANILABİLİR

G40 TAKIM TELAFİSİNİN İPTALİ

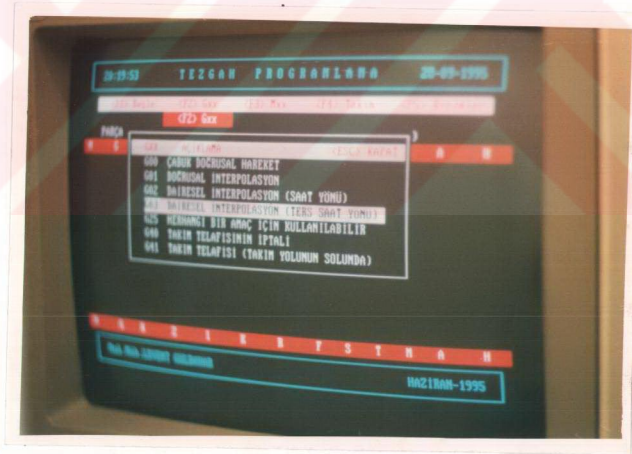
G41 TAKIM TELAFİSİ (TAKIM YOLUNUN SOLUNDA)

A H

N G X Z I K R F S T M A H

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



G Kodları Hakkında Açıklama Menüsü

17:19:00

T E Z G A H P R O G R A M L A M A

12-09-1995

&lt;F1&gt; Başla

&lt;F2&gt; Gxx

&lt;F3&gt; Mxx

&lt;F4&gt; Takım

&lt;F5&gt; Birimler

&lt;F3&gt; Mxx

PARÇA  
G

N

MXX AÇIKLAMA <ESC> KAPAT  
 M00 PROGRAMIN DURMASI  
 M02 PROGRAMIN BİTMESİ  
 M03 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAAT YÖNÜ)  
 M04 ANA MİLİN DÖNÜŞ YÖNÜ (SAATİN TERSİ)  
 M05 ANA MİLİN DURMASI  
 M06 TAKIMIN DEĞİŞTİRİLMESİ  
 M07 SOBUTMANIN AÇILMASI

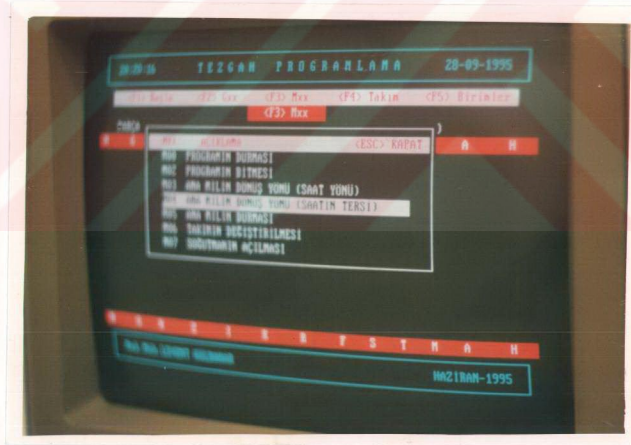
A

H

N G X Z I K R F S T M A H

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



M Kodları Hakkında Açıklama Menüsü

17:20:27

TEZGAH PROGRAMLAMA

12-09-1995

&lt;F1&gt; Başla

&lt;F2&gt; Gxx

&lt;F3&gt; Mxx

&lt;F4&gt; Takım

&lt;F5&gt; Birimler

&lt;F4&gt; Takım

&lt;ESC&gt; KAPAT

&lt;D&gt; DiğER TAKIMLAR

T 1  
SolT 2  
SağT 3  
SolT 4  
SağT 5  
SolT 6  
SağAlın  
Kaba TalaşAlın  
Kaba TalaşSilindirik  
Kaba TalaşSilindirik  
Kaba Talaş

Kesme

Kesme

T 7

T 8

T 9  
SolT 10  
SağT 11  
SolT 12  
Sağ

Profil

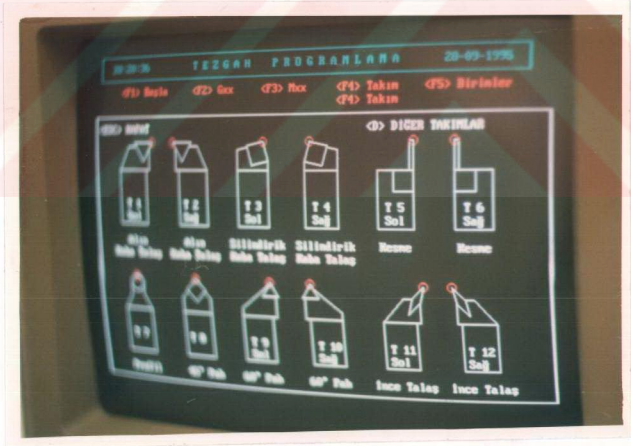
45° Pah

60° Pah

60° Pah

ince Talaş

ince Talaş



Takım Formları Hakkında Açıklama Menüsü

17:21:59

TEZGAH PROGRAMLAMA

12-09-1995

&lt;F1&gt; Başla

&lt;F2&gt; Gxx

&lt;F3&gt; Mxx

&lt;F4&gt; Takım

&lt;F5&gt; Birimler

&lt;F5&gt; Birimler

PARÇA BOYU = (1/

N G X Z

BİRİMLER

&lt;ESC&gt; KAPAT

N: SATIR NO X: RADYAL KOORDİNAT (1/100 mm)

G: HAZIRLIK FONKS. Z: EKSENEL KOORDİNAT (1/100 mm)

M: YARDIMCI FONKS. F: İLERLEME HIZI (mm/dev)

T: TAKIM TİPİ S: KESME HIZI (m/dak)

DAİRESEL İNTERPOLASYON

I: YAY MERKEZİNİN X'E OLAN UZAKLIĞI (mm/100)

K: YAY MERKEZİNİN Z'E OLAN UZAKLIĞI (mm/100)

R: EĞRİLİK YARIÇAPI (mm/100)

A: ÇEVİRİM DALLANMA SATIR NUMARASI

H: ÇEVİRİM TEKRAR SAYISI

N G X Z I K R F S T H A H

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



Birimler Hakkında Açıklama Menüsü

17:23:49

Y.T.Ü. MAKİNA FAKÜLTESİ

12-09-1995

BU YAZILIM, YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MAKİNA FAKÜLTESİ  
İMAL USULLERİ BÖLÜMÜNDE HAZIRLANMIŞTIR. PROGRAM 3 KISIMDAN  
OLUŞMAKTADIR:

- 1) TEZGAH PROGRAMLAMA,
- 2) SİMÜLASYON,
- 3) PARÇA İŞLEME,

1.KISIMDA; PARÇA İŞLEME VE SİMÜLASYON İÇİN GEREKLİ OLAN TEZGAH  
İŞLETİM PROGRAMI HAZIRLANIR. DAHA ÖNCEDEN HAZIRLANMIŞ OLAN PROGRAM  
LISTELERİNE DE BURADAN ERIŞEBİLİRSİNİZ.

2.KISIMDA; PARÇANIN TEKNOLOJİK PLANINA GÖRE HAZIRLANAN TEZGAH  
İŞLETİM PROGRAMININ GÖRSEL OLARAK SİMÜLASYONU YAPILIR. HAZIR OLAN  
TEZGAH İŞLETİM PROGRAMLARININ DA SİMÜLASYONLARI YAPILABİLİR.

3.KISIMDA İSE; PARÇA,HAZIRLANAN İŞLETİM PROGRAMLARINA GÖRE MASA  
ÜSTÜ TORNA TEZGAHINDA İŞLENİR. TAVSİYEMİZ, İŞLETİM PROGRAMININ ÖNCE  
SİMÜLASYON KISIMINDA DENENMESİ DAHA SONRA 3.KISIMA GEÇİLMESİDİR.

3.KISIMDA ÇALIŞABİLMEK İÇİN, ÜNİVERSİTEMİZ MAKİNA FAKÜLTESİ, İMAL  
USULLERİ BÖLÜMÜNDE GELİŞTİRİLEN KONTROL KARTINA SAHİP OLMALISINIZ.

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

&lt;ESC&gt; Ana Menü

HAZİRAN-1995

Program Hakkında Açıklama Menüsü

17:25:43

S İ M Ü L A S Y O N

12-09-1995

&lt;F1&gt; Dosya Al &lt;F2&gt; Listele &lt;F3&gt; İşlet &lt;F4&gt; Takım Yolu &lt;F5&gt; Ana Menü

PROGRAM İSMİ=

PARÇA Ø NOK.= (1/100 mm)

PARÇA BOYU = (1/100 mm)

PARÇA ÇAPI = (1/100 mm)

N G X Z I K R F S T M A H

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



Program Simulasyonu Menüsü

17:26:36

S İ M Ü L A S Y O N

12-09-1995

<F1> Dosya Al <F2> ListeLe <F3> İşlet <F4> Takım Yolu <F5> Ana Menü  
 <F1> Dosya Al

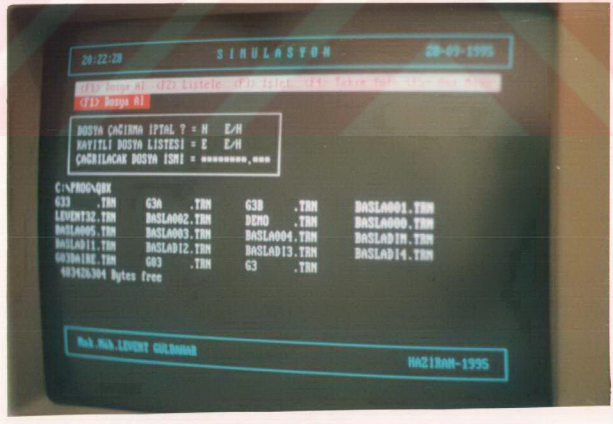
DOSYA ÇAĞIRMA IPTAL ? = H E/H  
 KAYITLI DOSYA LİSTESİ = E E/H  
 ÇAĞRILACAK DOSYA İSMİ = .....

C:\QBKX

|                     |              |              |              |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| G33 .TRN            | G3A .TRN     | BASLA001.TRN | LEVENT32.TRN |
| BASLA002.TRN        | DEMO .TRN    | BASLA000.TRN | BASLA005.TRN |
| BASLA003.TRN        | BASLA004.TRN | BASLAD1M.TRN | BASLAD11.TRN |
| BASLAD12.TRN        | BASLAD13.TRN | BASLAD14.TRN | GO3DAIRE.TRN |
| GO3 .TRN            | G3 .TRN      |              |              |
| 49840128 Bytes free |              |              |              |

Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995



Program Simülasyonu Dosya Seçme Menüsü

17:27:47

S İ M Ü L A S Y O N

12-09-1995

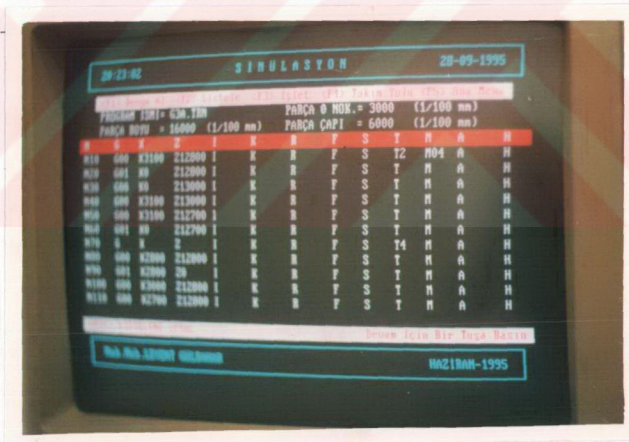
<F1> Dosya Al <F2> Listele <F3> İşlet <F4> Takım Yolu <F5> Ana Menü  
 PROGRAM ISMİ= G3A.TRN PARÇA Ø HOK.= 3000 (1/100 mm)  
 PARÇA BOYU = 16000 (1/100 mm) PARÇA ÇAPI = 6000 (1/100 mm)

| N    | G   | X     | Z      | I | K | R     | F | S | T  | M   | A | H |
|------|-----|-------|--------|---|---|-------|---|---|----|-----|---|---|
| N10  | G00 | X3100 | Z12800 | I | K | R     | F | S | T2 | M04 | A | H |
| N240 | G03 | X2800 | Z5000  | I | K | R4500 | F | S | T  | M   | A | H |

&lt;ESC&gt; LİSTELEME İPTAL

Devam İçin Bir Tuşa Basın

Mak.Müh.LEVENT GULBAHAR



Simülasyon Dosyası Listeleme Menüsü

17:27:47

S İ M Ü L A S Y O N

12-09-1995

&lt;F1&gt; Dosya Al &lt;F2&gt; Listele &lt;F3&gt; İşlet &lt;F4&gt; Takım Yolu &lt;F5&gt; Ana Menü

PROGRAM İSMİ= G3A.TRN

PARÇA Ø NOK.= 3000 (1/100 mm)

PARÇA BOYU = 16000 (1/100 mm)

PARÇA ÇAPI = 6000 (1/100 mm)

|      |     |       |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------|-----|-------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N    | G   | X     | Z  | I | K | R | F | S | T | M | A | H |
| N120 | G01 | X2700 | Z0 | I | K | R | F | S | T | M | A | H |

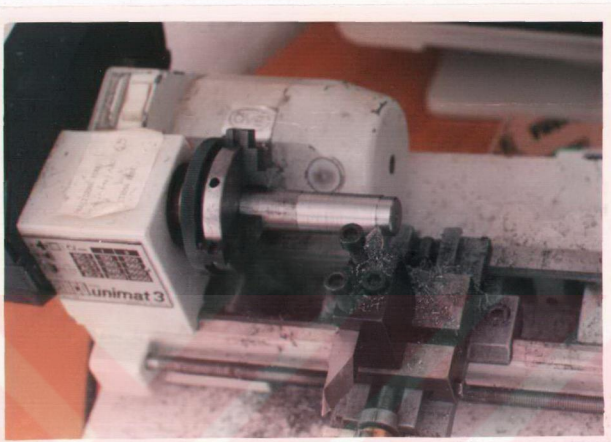
&lt;ESC&gt; LİSTELEME İPTAL

Devam için Bir Tuşa Basın

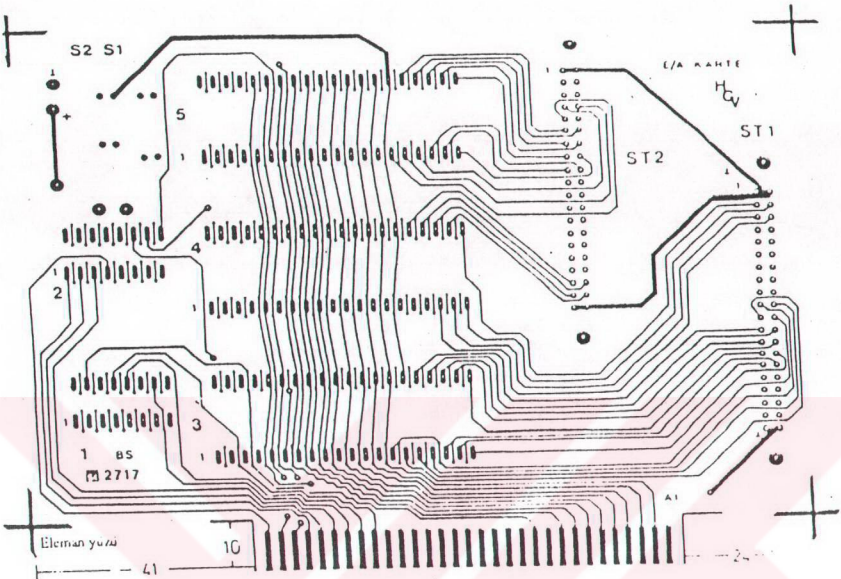
Mak.Müh.LEVENT GÜLBAHAR

HAZİRAN-1995

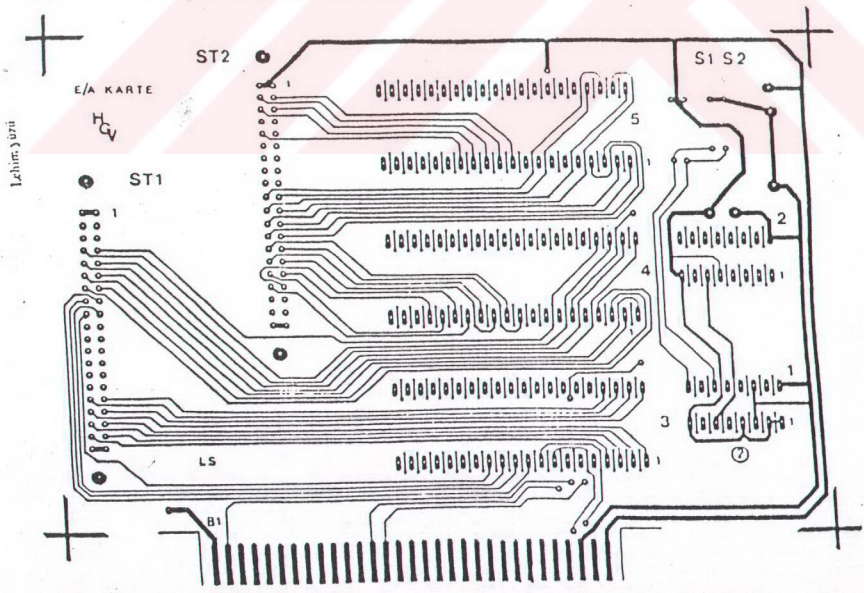




# 72 Giriş / Çıkış Kapısına İzin Veren Kontrol Kartı



Port baskı devre planları (üstte: Eleman yüzü, altta: lehim yüzü)



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mak. Müh. Levent GÜLBAHAR  
Doğum tarihi : 3 Temmuz 1970  
Doğum Yeri : Bartın  
İlkokul : Bartın Fatih İlkokulu  
Ortaokul : Bartın Lisesi Orta kısmı  
Lise : Kabataş Erkek Lisesi  
Üniversite : Yıldız Teknik Üniversitesi  
Yüksek Lisans : Bitirme Tezi Hazırlama Aşamasında

