

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SCARA TİPİ BİR ROBOTUN TASARIMI VE ANİMASYONU

Çağatay SAYĞILI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA ANABİLİM DALI

Konya, 2006

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SCARA TİPİ BİR ROBOTUN TASARIMI VE ANİMASYONU

Çağatay SAYĞILI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA ANABİLİM DALI

Bu tez 01/12/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ziya ŞAKA
(Başkan)

Yrd. Doç. Dr. Koray KAVLAK
(Üye)

Yrd. Doç. Dr. Arif ANKARALI
(Danışman)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SCARA TİPİ BİR ROBOTUN TASARIMI VE ANİMASYONU

Çağatay SAYĞILI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Arif ANKARALI

2006, 150 Sayfa

Jüri : Prof. Dr. Ziya ŞAKA

Yrd. Doç. Dr. Koray KAVLAK

Yrd. Doç. Dr. Arif ANKARALI

Bu çalışmada, Scara tipi bir robotun tasarımı yapılmış, bütün parçalarının Solidworks programı kullanılarak katı modelleri elde edilmiş ve aynı yazılım üzerinde parçalar monte edilerek robotun komple katı modeli oluşturulmuştur. Robotun eklemlerinden verilen açısal konumlar sonucu gerçekleşen hareket, Gifmax programı vasıtasıyla düzenlenmiş, parça taşıma ve hareket şekli canlandırılmıştır. Düz ve ters kinematik analiz yapılmış, kinematik analiz verileri kullanılarak, Matlab programı vasıtasıyla robotun animasyonu gerçekleştirilmiştir.

Parçaların CNC tezgahlarında üretiminin sağlanabilmesi amacı ile CNC kodları üretilmiş ve bir veri tabanında arşivlenmiştir.

Bu kapsamda, endüstriyel robotların kullanım alanları, robotların sınıflandırılması, seçim kriterleri ve genel özellikleri konularında literatür araştırması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Scara Robot, robot tasarımı, NC programlama kodları, robot animasyonu.

ABSTRACT**Master's Thesis****DESIGN AND ANIMATION OF A SCARA TYPE ROBOT****Çağatay SAYĞILI****Selcuk University****Graduate School of Natural and Applied Sciences****Department of Mechanical Engineering****Supervisor: Assist. Prof. Dr. Arif ANKARALI****2006, 150 Pages****Jury : Prof. Dr. Ziya ŞAKA****Assist. Prof. Dr. Koray KAVLAK****Assist. Prof. Dr. Arif ANKARALI**

In this study, the design of a scara type manipulator is done and the solid model of it is obtained. Designed parts of the manipulator is mounted and controlled if they are working properly using a commercial software.

Later the CNC programming codes of all the parts are written and stored in a safe database. In second part, kinematic equations that of this robot is obtained. By using these equations, animation studies are carried out for the robot in 3-D space. Classification of industrial robots, selection requirements and programing methods are also discussed in this thesis.

Key Words: Scara robot, design of robot, NC programming codes, animation of robot

ÖNSÖZ

Bilim ve teknolojide takip edilebilmesi her geçen gün daha da zorlaşan hızlı değişim ve gelişim, ürün ve hizmetteki kalite ve verim talebini gün geçtikçe arttırmaktadır. Bu tür sebepler, üreticileri, robotik sistemlere ve otomasyona yöneltmektedir. Özellikle seri üretimde, robotik sistemlerin verim üzerine etkisi çok yüksektir. Robotik sistemlerin ilk kurulum giderleri yüksektir ancak kısa vadede üretimde sağladığı kar nedeniyle, yatırım giderleri fazlası ile karşılanmaktadır.

Bu tez çalışmamda, robotik sistemler alanında geniş kapsamda araştırma yapma fırsatı buldum ve bu çalışma neticesinde, Scara tipi üç serbestlik dereceli bir robot tasarımı gerçekleştirdim.

Üniversite hayatım boyunca ve Yüksek Lisans eğitimim süresince, bilgi ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Arif ANKARALI'ya ve katkılarından dolayı tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çağatay SAYĞILI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
SEMBOLLER LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. TEORİK ESASLAR	4
3.1. Endüstriyel Robot Sistemleri ve Kullanım Alanları	4
3.1.1. Endüstriyel robot seçimi	4
3.1.1.1. Sistemin kurulacağı çevre şartları	5
3.1.1.2. Çalışma hacmi	5
3.1.1.3. Hareket hassasiyeti	6
3.1.1.3.1. Uzaysal çözünürlük	6
3.1.1.3.2. Hassasiyet	7
3.1.1.3.3. Tekrarlanabilirlik	7
3.1.1.4. Yük taşıma kabiliyeti ve hız	8
3.1.1.5. Kontrol ünitesi	8
3.1.1.6. Yazılım	9
3.1.1.7. Sürücü tipi	9
3.1.1.8. Diğer özellikler	9
3.1.2. Endüstriyel robotların sınıflandırılması	9
3.1.2.1. Konfigürasyonlarına göre sınıflandırma	10
3.1.2.1.1. Kartezyen koordinatlı robot	10
3.1.2.1.2. Silindirik koordinatlı robot	10
3.1.2.1.3. Küresel koordinatlı robot	11
3.1.2.1.4. Mafsallı kol konfigürasyonlu robot	12
3.1.2.2. Hareket kontrolü yöntemlerine göre sınıflandırma	14

3.1.2.2.1. Noktadan noktaya hareket eden robot sistemleri	14
3.1.2.2.2. Sürekli güzergahlı robot sistemleri	15
3.1.2.3. Kontrol döngüsü tipine göre sınıflandırma.....	16
3.1.2.3.1. Açık döngü kontrol sistemi.....	16
3.1.2.3.2. Kapalı döngü kontrol sistemi	17
3.2. Robotik Sistemler ve Ana Bölümleri	18
3.2.1. Robot gövdesi	20
3.2.1.1. Manipülatör.....	20
3.2.1.2. Bilek	21
3.2.2. Robot uç elemanları	25
3.2.3. Güç sistemi	27
3.2.3.1. Motorlar-Pistonlar	29
3.2.3.1.2. Pnömatik pistonlar.....	30
3.2.3.1.2. Hidrolik pistonlar	32
3.2.3.1.3. Elektrik motorları	33
3.2.3.1.3.1. DC servomotorlar	33
3.2.3.1.3.2. Adım motorları.....	35
3.3. Scara Robot Tasarımı	37
3.3.1. Scara robot montaj parçaları.....	39
3.3.2. Scara robot imalatı	41
3.4. Robot Kinematiki.....	42
3.4.1. Simülasyonda kullanılan robotun kinematik analizi	43
3.4.1.1. Düz kinematik analiz.....	43
3.4.1.2. Ters kinematik analiz	45
3.5. Scara Robot Animasyonu	48
3.5.1. Matlab animasyon programı	48
3.5.2. Gifmax animasyon programı	51
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	52
5. KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	55

EK-A. SCARA ROBOT TASARIM HESAPLAMALARI.....	56
EK-B. SCARA ROBOT TEKNİK RESİMLERİ.....	72
EK-C. SCARA ROBOT PARÇA İMALAT KODLARI	103
EK-D. SCARA ROBOT MATLAB ANİMASYON PROGRAMI DATALARI....	125

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 Robotların tiplerine bağlı çalışma hacimleri	6
Şekil 3.2 Kartezyen koordinatlı robotlar.....	10
Şekil 3.3 Silindirik koordinatlı robotlar	10
Şekil 3.4 Küresel koordinatlı robotlar.....	11
Şekil 3.5 Mafsallı kol konfigürasyonlu robotlar.....	12
Şekil 3.6 Scara robotlar	13
Şekil 3.7 Adım motorlarının açık döngü kontrol sistemi ile sürülmesi	17
Şekil 3.8 Kapalı döngü kontrol sistemi.....	18
Şekil 3.9 Robot alt sistemleri	19
Şekil.3.10. Mafsallı robotun gövdesi	21
Şekil 3.11 Bilek koordinat düzlemi	22
Şekil 3.12 IBM 7565 Kartezyen robotun bileği	23
Şekil 3.13 Puma 560 robotuna ait bileğin hareket mekanizması	24
Şekil 3.14 Genel amaçlı ve iki parmaklı tutucu	26
Şekil 3.15 Mıknatıslanma ile çalışan tutucu.....	26
Şekil 3.16 Bir uç elemana hareket iletim sistemi	28
Şekil 3.17 Pnömatik eyleyiciler.....	30
Şekil 3.18 Tek etkili hidrolik silindir.....	32
Şekil 3.19 Çift etkili hidrolik silindir.....	33
Şekil 3.20 DC motor	34
Şekil 3.21 Adım motorları.....	35
Şekil 3.22 Scara robot tasarım detayları	37
Şekil 3.23 Scara robot tasarımı.....	39
Şekil 3.24 4x4 Homojen transformasyon matrisinin şematik gösterimi.....	42
Şekil 3.25. Robot koordinat sistemi.....	43
Şekil 3.26 Simülasyoncu simülasyon programı	48
Şekil 3.27 (1.) yörüngenin izlenmesi	49
Şekil 3.28 (2). yörüngenin izlenmesi	50
Şekil 3.29 Scara robot animasyon resimleri.....	51

TABLOLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1 Robotların konfigürasyonlarına bağlı karşılaştırma tablosu.....	14
Tablo 3.2 Sürücü karşılaştırma tablosu.....	36
Tablo 3.3 Scara robot ağırlık ve eksenlere bağlı atalet hesap tablosu	38
Tablo.3.4. Scara robot toplam atalet ve servo motor seçim tablosu	38
Tablo 3.5 Scara robot konik dişli çark hesap ve seçim tablosu.....	39
Tablo 3.6 Scara robot montaj parçaları.....	40
Tablo3. 7. Scara robot teknik özellikleri.....	40
Tablo.3.8. Scara robot imalat kodları tablosu	41

SEMBOLLER LİSTESİ

$A_{s1} \dots A_{s4}$	: Servo motorların atalet momentleri
$A_1 \dots A_{29}$	: Montaj parçalarının atalet momentleri
$\sum A$	: Toplam kütleli atalet momenti
A_k	: Taşınan kütlenin atalet momenti
A_x	: Cismin genişliği
A_y	: Cismin kalınlığı
b	: Diş genişliği
C	: Atalet yarıçapı
c_2	: $\cos \theta_2$
d_{01}	: Konik dişli taksimat dairesi çapı
d_{01}, d_{02}	: Taksimat dairesi çapları
d_{b1}, d_{b2}	: Diş üstü dairesi çapları
d_{t1}, d_{t2}	: Taban dairesi çapları
d	: Vida diş başı dairesi çapı
d_1	: Vida diş dibi dairesi çapı
d_2	: Vida taksimat dairesi çapı
d_g	: Temel dairesi çapları
H_B	: Sertlik
h_{b1}, h_{b2}	: Diş başı yükseklikleri
h_{t1}, h_{t2}	: Diş dibi yükseklikleri
h	: Diş yüksekliği
i_{12}	: Çevrim oranı
k	: Konum vektörü
K	: Taşınan kütle
K_f	: Form faktörü
K_0	: Çalışma faktörü

K_i	: Çevrim oranı faktörü
K_E	: Malzeme faktörü
K_α	: Yuvarlanma noktası faktörü
K_v	: Dinamik veya hız faktörü
$\sum M$	: Toplam ağırlık yükü
$M_1, \dots, M_{29}$	: Montaj parçalarının ağırlıkları
M_d	: Döndürme momenti
M_k	: Taşınan kütlenin ağırlığı
m_m	: Ortalama modül
$M_{s1}, \dots, M_{s4}$	: Servo motorların ağırlıkları
n	: Devir sayısı
$\mathbf{n}$	: Elin normal vektörü
P	: Motor gücü
P_H	: Diş yüzey basıncı
P_{Hem}	: Emniyetli diş yüzey basıncı
R	: Silindir yarıçapı
R_a	: Taksimat konisinin uzunluğu
r	: Vida kavis radyusu
s	: Kayma vektörü : Tutucu açılıp kapandığı zaman parmak hareketinin yönünü ifade eder.
s_1	: $\sin \theta_1$
S_1	: 1. Servo motor
S_2	: 2. Servo motor
S_3	: 3. Servo motor
S_4	: 4. Servo motor
$\sum T$	: Toplam tork
t	: Standart modül

$\mathbf{t}$	: Elin yaklaşım vektörü
V	: Hız (m/dak)
ω	: Açısal hız
z_1	: Diş sayısı
z_k	: Kavrama halinde bulunan diş sayısı
α	: Vida helis açısı
μ	: Somun ile parça arasındaki sürtünme katsayısı
η	: Verim
δ	: Konik dişli çark kesişme açısı
σ_K	: Malzeme kopma gerilmesi
σ_{AK}	: Malzeme akma gerilmesi
Ψ_m	: Genişlik faktörü
Q	: Eksenel direnç kuvvet

1. GİRİŞ

Endüstriyel robotlar, kaliteli ve seri üretim yapan işletmelerde kurulan otomasyon sistemlerinin vazgeçilmez birimleridir. Ancak üretimleri aşamasında ileri teknoloji ürünlerinin kullanılması gerekliliği ve tasarım aşamasında karşılaşılan problemler, gelişmekte olan ülkelerin sanayi tesisleri için robot üretimini ve kullanımını oldukça zorlaştırmaktadır. Hazır sistemler ise oldukça pahalı olduğundan, satın alınması ve kullanılması özellikle orta ölçekli işletmeler açısından mümkün görülmemektedir. Bunun için robotların doğrudan ülkemiz imkanlarıyla tasarlanması ve üretilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda bütün yönleriyle robot üretimini hedefleyen bir projenin ilk aşaması sayılabilecek bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu tez kapsamında yapılan katı model montaj çalışmasının animasyonla bütünleştirilmesi projeye; Robotik eğitiminde kullanılabilecek bir araç olma özelliği kazandırmaktadır. Bu tez, robot tasarımı ve imalatı konularında yapılacak çalışmalar için bir referans derleme özelliği taşımaktadır.

Yapılan araştırmalar neticesinde endüstriyel robotlar konusunda genel bilgiler verilmiştir. Robot mekaniğini oluşturan parçaların imalat kodlarının oluşturulması, robotun pratik bir şekilde imalatının gerçekleştirilebilmesi için önemlidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Toker (1999), projesinde ; altı serbestlik dereceli endüstriyel bir robotun mekanik tasarımı yapılmış, tasarımı gerçekleştirilen robotun montaj parçalarının katı modelleri çıkartılmış ve bu parçaların CNC imalat kodları oluşturulmuştur. O.D.T.Ü.'de projesi gerçekleştirilen robotun imalatı yapılmıştır.

Kayman (1996), çalışmasında ; üç eksenli bir Scara tipi robotun mekanik tasarımı yapılmış, montaj parçalarının teknik resimleri çıkartılmış ve seri üretim için gerekli imalat kodları tezde verilmiştir. Kinematik analiz denklemleri çıkartılmıştır. Bu çalışma endüstriyel robotlar için bir referans derleme özelliğine de sahiptir. Detaylı bilgiler verilerek, Robotik derslerinde kullanılması hedeflenmiştir.

Tonbul (2000), tezinde ; beş eksenli bir Edubot robotta, ters kinematik hesaplamalar ve yörünge planlaması yapılmıştır. Robotun ters kinematik hesaplamaları ve yörünge planlaması, Matlab 5.02 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Robotun eklem açılarının, açısal hızlarının ve açısal ivmelerinin zamana göre değişimleri elde edilmiştir. Sonuçlar Edubot robot üzerinde denenmiştir.

Dülger (2005), Scara tipi bir robotun matematiksel modellenmesi, simülasyonu ve elde edilen teorik bilgilerin deneysel olarak doğrulaması yapılmıştır.

Meng Joo Er ve arkadaşları (2002), Scara robot için dinamik fuzzy neural network kontrolörün gerçek zamanlı uygulaması yapılarak sistem cevapları irdelenmiştir.

A.Selçuk Tekdemir (1991), tezinde robotlar incelenerek parametrik olarak kinematik ve dinamik analizler yapılmış ve sistem adaptif kontrol yöntemi ile kontrol edilerek sistem cevapları incelenmiştir.

ADALI (2001), projesinde ; Mitsubishi firması tarafından geliştirilmiş Movemaster EX (RV-M1) endüstriyel robot'u için üç boyutlu simülasyon yazmıştır. Uygulama geliştirme dili olarak Pascal tabanlı Delphi programını kullanmıştır.

ERTÜRK (1997), projesinde ; Scara tipi Serpent 1 robotu incelenmiş, noktadan noktaya koordinasyonsuz hareket yapan bu robot için Autocad R.12 programında planlanan yörüngelerin izlenmesi amacıyla robotun kontrol programı olan WALLI 2.5' i destekleyen Turbo Pascal 6.0'da hazırlanan yardımcı yazılımlar geliştirilmiştir. Yapılan çalışma ile yörünge izleme özelliği olmayan Serpent 1 robotuna yörünge izleme özelliği kazandırılmıştır.

3. TEORİK ESASLAR

3.1. Endüstriyel Robot Sistemleri ve Kullanım Alanları

Endüstriyel uygulamalarda kullanılan, yeniden programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya hareket edebilen manipülatörlere robot denir.

İlk endüstriyel robotlar; insan yaşamı için tehlike oluşturan yerlerde, işçilerin muhafazasız toksik madde altında çalıştığı ortamlarda kullanıldı. Günümüzdeki endüstriyel robotların çok büyük bir bölümü parçaların işlenmesi ve yüklenmesi, spreyci boyama, kaynak yapma (özellikle nokta ve ark kaynağı uygulamaları), delme, kaplama, sıcak dövme, pürüz kaldırma ve parlatma işlemleri, yoklama ve kontrol, uzay ve denizaltı araştırmaları gibi gün geçtikçe genişleyen büyük bir kullanım alanına sahiptir. Bunun yanında karmaşık montaj işlemlerinde algılayıcı akıllı robot sistemlerinden yararlanılmaktadır.

3.1.1. Endüstriyel robot seçimi

Robotlu bir sistem planlanırken, birinci adım daima sistemin sağlaması gereken amaçların belirlenmesidir. Sonraki adım, amaçların analizi sonucunda, sistemin istenen hedeflere ulaşabilmesi için sağlaması gereken şartların tanımlanmasıdır.

Sistem gerekliliklerinin belirlenmesi için incelenmesi gerekli olan konuları ana başlıklar halinde şu şekilde sıralayabiliriz:

- Sistemin kurulacağı çevre şartları
- Çalışma hacmi
- Hareket hassasiyeti
- Yük taşıma kabiliyeti ve hız

- Kontrol ünitesi
- Yazılım
- Sürücü tipi
- Diğer özellikler

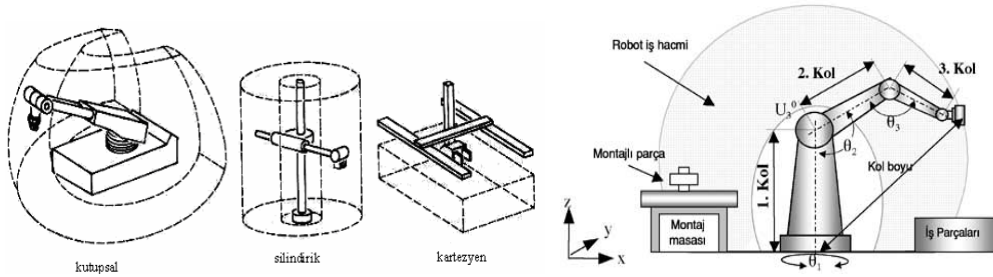
3.1.1.1. Sistemin kurulacağı çevre şartları

Robotun hangi şartlardaki ortamda çalışacağı incelenmelidir. Ortamın sıcak, nemli veya tozlu olup olmadığı, robot kollarının serbest olarak hareket imkanına sahip olup olmadığı, diğer ekipmanlar ve araçlar tarafından sınırlanıp sınırlanmadığı belirlenmelidir.

3.1.1.2. Çalışma hacmi

Robotun ulaşabileceği ve her türlü duruş ve konumu sağlayabileceği uzaysal hacimdir. Robotun mümkün olduğunca büyük bir çalışma alanına sahip olması istenir. Ancak yapılacak işleme göre en uygun robotun seçilmesi gerekir. Çünkü bir robotun çalışma alanının büyümesi, robot uzuv boyutlarını arttırır. Dolayısıyla atalet, gerekli motor gücü ve enerji tüketim miktarındaki artma, robot fiyatını da arttırır. Bu nedenle, gerekli çalışma alanı kimi zaman konumlandırıcılarla da arttırılabilir.

Robot üreticileri iş hacmini, el veya takım olmadan bilek ucunun hareket edebileceği noktaların oluşturduğu hacim olarak tanımlamaktadırlar. Bir endüstriyel robotun çalışma hacmi onun fiziksel konfigürasyonu, boyutu, kol ve mafsalları hareketinin sınırları tarafından tespit edilir. Robot üretici firmaları genellikle, özel iş hacimlerinin üstten veya yandan görünüşlerini ve ölçümelerini kataloglarında belirtirler.



Şekil 3.1 Robotların tiplerine bağlı çalışma hacimleri

3.1.1.3. Hareket hassasiyeti

Çoğu uygulamalarda robotun bilek ucunun hareket ettirilebilme hassasiyeti önemli yer tutar.

Hareket hassasiyeti;

- Uzaysal çözünürlük
- Hassasiyet
- Tekrarlanabilirlik

olmak üzere üç özelliğe bağlı olarak değerlendirilir.

3.1.1.3.1. Uzaysal çözünürlük

Bilek ucunda robot tarafından kontrol edilebilen en küçük artışa (harekete) uzaysal çözünürlük denir. Uzaysal çözünürlük, robotun kontrol sisteminin çözünürlüğü tarafından tespit edilir. Ayrıca, robotun mafsallarındaki hassasiyet bozuklukları kolun konumlama kabiliyetini etkiler. Uzaysal çözünürlüğü tespit eden faktör, kolun hareket aralığı ve bu hareket için kontrol hafızasındaki bit saklama kapasitesidir. Kol hareketi onun temel hareketine veya serbestlik derecesine bölünmelidir ve her serbestlik derecesinin çözünürlüğü ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

3.1.1.3.2. Hassasiyet

Bilek ucunun (veya bileğe takılı bir takımın) verilen bir hedef noktaya çalışma hacmi içinde gidebilme kapasitesidir. Hassasiyet, uzaysal çözünürlükle yakından ilgilidir. Çünkü uzaydaki bir noktaya ulaşmak için robotun kabiliyeti, mafsal hareketlerini küçük artışlara bölme özelliğine bağlıdır. Bir robotun hassasiyeti, birbirine komşu iki çözünürlük noktası arasındaki mesafenin iki katıdır.

3.1.1.3.3. Tekrarlanabilirlik

Robotun bilek ucunu (veya takımı) önceden öğretilmiş olan uzaydaki bir noktaya tekrar konumlayabilme kabiliyetine tekrarlanabilirlik denir. Robotun öğretilen bir noktaya göre tekrarlanan hareketlerinin sonucunda, robot uç noktası ile öğretilen nokta arasında oluşabilecek maksimum hata miktarıdır.

Tekrarlanabilirlik hassasiyetten farklıdır. Tekrarlanabilirlik hataları rastgele bir değer alır ve genellikle tekrarlanabilirlik, hassasiyetten daha azdır. Robot kolu ve bileğindeki elemanların hassasiyet bozukluğu tekrarlanabilirlik hatalarının başlıca nedenlerini teşkil etmektedir. Genel amaçlı robotlarda tekrarlanabilirlik değerinin 0,1mm ila 0,2mm olması yeterli olabilmektedir. Özel olarak ark kaynağı uygulaması düşünülürse tekrarlanabilirlik değerinin kaynakta kullanılacak tel çapının yarısından küçük olması istenir.

3.1.1.4. Yük taşıma kabiliyeti ve hız

Maksimum yük taşıma kapasitesi, robotun minimum hızında tekrarlanabilirlik değerini koruyarak taşıyabileceği maksimum yük değeridir. Nominal yük taşıma kapasitesi de robotun maksimum hızda tekrarlanabilirlik değerini koruyarak taşıyabileceği maksimum yük miktarıdır. Bu yük taşıma kapasitesi değerleri taşınan malzemenin boyutu ve şekline bağlıdır.

Ticari robotların taşıma kapasiteleri çok çeşitlidir. 500 kg'a kadar ağırlık kaldıracı robotlar bulunmaktadır. FC Versatran robotu 1000 kg'lık yükü taşıyabilecek kapasitededir. Bunun yanında PUMA250 sadece 1.2 kg yük taşıma kapasitesine sahiptir.

Robotun hızı yaptıkları işe göre ayarlanabilir. Hız řu faktörler göz önüne alınarak tespit edilmelidir:

- Hareket ettirilen nesnenin ağırlığı
- Hareket edilen mesafe ve nesnenin konumlanması gereken hassasiyeti.

Atalet problemlerinden dolayı ağır nesneler, hafif nesneler kadar hızlı hareket ettirilemez. Ayrıca, yüksek konumlama hassasiyeti gerektiğinde nesneler daha yavaş hareket ettirilmelidir.

3.1.1.5. Kontrol nitesi

Kullanıcı açısından kontrol ünitesinin önemi, kullanım esnekliğine dayanır. Bir robot sistemine yeni bir konumlandırıcı eklemek ve yeni yapılanmalara gidilmek istendiğinde kontrol nitesi, birkaç ilave eksen kartı takılmasıyla bu ihtiyaca cevap verebilecek yapıda olmalıdır.

3.1.1.6. Yazılım

Programların oluşturulması aşamasında, program yapan kişi robot eksenlerini teker teker hareket ettirerek robotu istenen konum ve duruşa getirir. Programlama aşamasının basitleşmesi büyük ölçüde robot kontrol ünitesinin yazılımına bağlıdır. Yazılımda eksen hareket sisteminin yanında, kartezyen koordinat sistemi, takım koordinat sistemi gibi çok seçenekli koordinat sistemleri bulunması, programlamayı zevkli ve kolay bir uğraş haline dönüştürür.

3.1.1.7. Sürücü tipi

Robot kollarının sürülmesinde hidrolik, pnömatik ve elektromekanik tahrik düzenekleri kullanılır. Robottan gerçekleştirmesi beklenen görevlere, çalışma şartlarına ve çalışma alanına bağlı olarak uygun sürücü tipi belirlenmektedir.

3.1.1.8. Diğer özellikler

Hafif robot sistemi, robotun çok çeşitli montajına imkan vermektedir. Özellikle tavana ve duvara montajda yatay çalışma alanının artması sağlanarak robotun en uygun pozisyonda çalıştırılabilme özelliği robota büyük bir avantaj sağlamaktadır.

3.1.2. Endüstriyel robotların sınıflandırılması

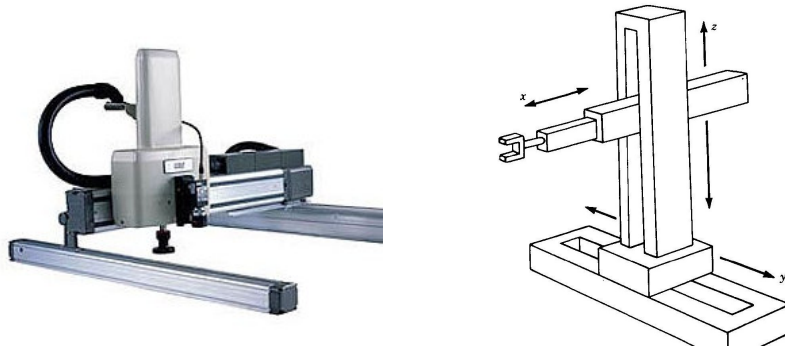
Endüstriyel robotların sınıflandırılması üç ayrı biçimde yapılabilir;

- Konfigürasyonlarına göre sınıflandırma
- Hareket kontrolü yöntemine göre sınıflandırma
- Kontrol döngüsü tipine göre sınıflandırma

3.1.2.1. Konfigürasyonlarına göre sınıflandırma

- Kartezyen koordinatlı robot
- Silindirik koordinatlı robot
- Küresel koordinatlı robot
- Mafsallı kol konfigürasyonlu robot

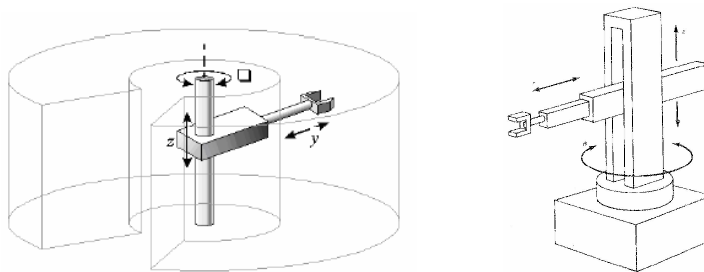
3.1.2.1.1. Kartezyen koordinatlı robot



Şekil 3.2 Kartezyen koordinatlı robotlar

Bu bir anlamda dikdörtgenler prizması tasarımıdır. Kısıtlı hareket serbestliğine sahiptir. Bu robot birbirine dik üç eksenle hareket eden parçalara sahiptir. Hareketli kısımlar x, y, z kartezyen koordinat sistemi eksenlerine paralel hareket ederler.

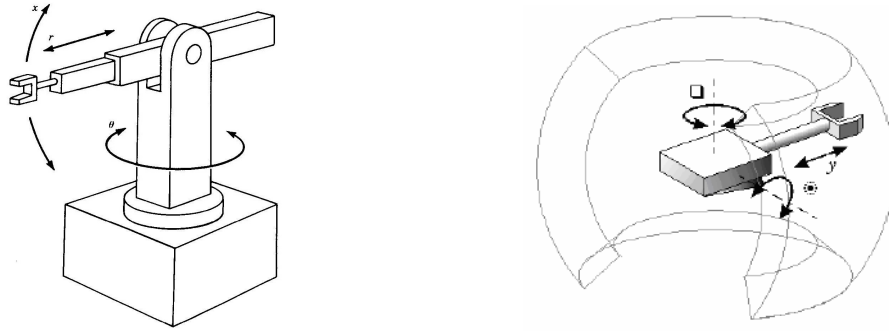
3.1.2.1.2. Silindirik koordinatlı robot



Şekil 3.3 Silindirik koordinatlı robotlar

Çalışma alanları silindirikdir. Kolun bir bölümü dikey, bir bölümü yatay hareket eder. Mekanik yapıları basittir. Montaj, yükleme ve boşaltma işlemleri için uygundur. Taşıma kapasiteleri yüksektir. Çalışma bölgesinde engellerin olmadığı durumlarda kullanılır. Burada robot gövdesi düşey eksen etrafında dönebilen bir kolondur. Kol kısmının birkaç hareket serbestliği vardır. Bu serbestlik kabiliyeti kolu, yukarı aşağı ve sağa sola hareket ettirir.

3.1.2.1.3. Küresel koordinatlı robot



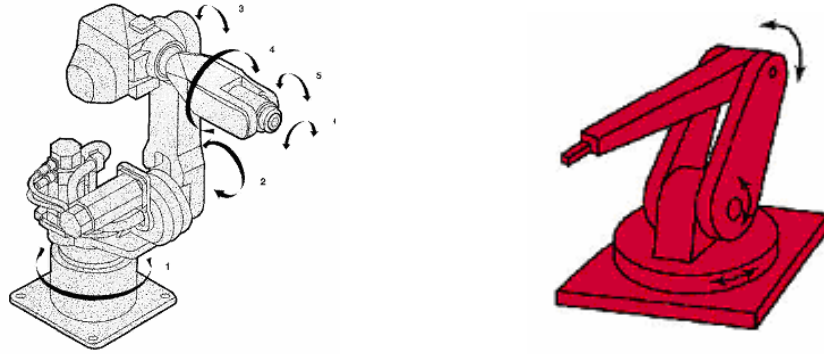
Şekil 3.4 Küresel koordinatlı robotlar

Küresel robot kolları, şekil olarak eklemlı robotlara çok benzemektedirler. Fakat küresel robotlarda dirsek mafsalı küresel değil, prizmatik hareket etmektedir.

Küresel manipülatörlerde, bel (waist) ve omuz (shoulder) mafsalları dairesel hareket edebilirken, dirsek (elbow) mafsalı prizmatik hareketle kola uzanma hareketi sağlamaktadır.

Bu robotlar, silindirik ve birden fazla kutupsal eksen takımına göre hareket ederler. Mekanik yapıları karmaşıktır, hassas montaj işlemlerinde ve genel amaçlı kullanılabilirler. Yük taşıma kapasiteleri yüksektir, çalışma alanları küreye benzer.

3.1.2.1.4. Mafsallı kol konfigürasyonlu robot



Şekil 3.5 Mafsallı kol konfigürasyonlu robotlar

Robot manipülatör denildiği zaman ilk akla gelen robot türü, eklemli robot kollarıdır. Bunlar iş yapma yetenekleri olarak, diğer robotlara nazaran daha çok insan hareketlerine benzetilebilen robotlardır.

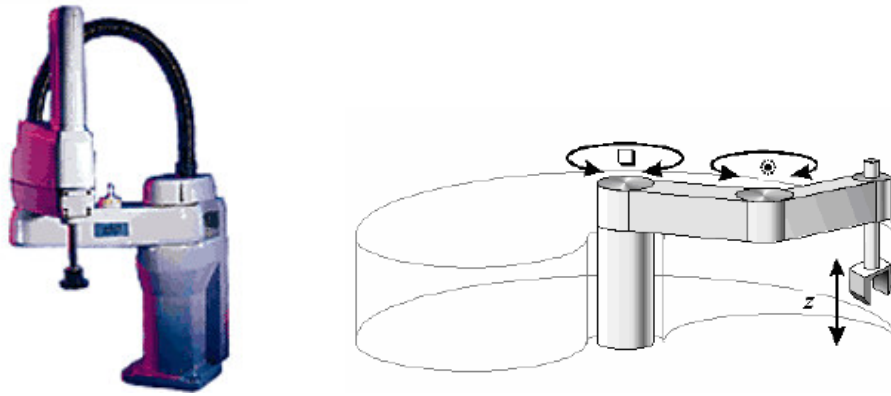
Eklemli robotlar da dairesel hareket edebilen bel (waist), bir omuz (should) ve yine dairesel hareket eden dirsek (elbow) mafsallarından oluşmaktadır. Robot kolunun cismi rahatlıkla tutabilmesini sağlamak amacıyla, iki yada üç serbestlik derecesine sahip robot uç elemanı takılmaktadır.

Eklemli manipülatörler, ön kol (forearm) ve üst kol (upper arm) konfigürasyonlarına bağlı olarak büyük çalışma hacimlerine sahiptir. Bu kolların çalışma alanları küresel şekildedir. Ancak kısmen küresel, kısmen silindirik bir çalışma hacmine sahip olabilirler. Bu alan içerisindeki cisimlere istenildiği şekilde ulaşıp, istenilen biçimde tutularak ve arzu edilen koordinatlara taşınarak bırakılabilmektedir.

Bu manipülatörlerde, robot bilek ve robot uç elemanının koordinat hesaplamaları çok karmaşıktır. Kolların yapımlarında kullanılan karmaşık ortam, koordinat hesaplamalarını da kompleks hale getirmektedir.

Eklemli manipulatörler, diğer robot kollarına göre en esnek olanıdır. Üst kol ve ön kolun birbirinden bağımsız olarak dairesel hareket edebilmeleri, karmaşık hareketleri yapabilme ve ulaşılması zor noktalara uzanabilme imkanını sağlamaktadır.

Eklemli manipulatörler, endüstri alanlarında ve özellikle montaj yapmayı gerektiren işlerde, çok büyük başarılarla kullanılmaktadır. Bu robotlar sayesinde otomobil sanayii büyük bir atılım yapmıştır. Ayrıca elektronik montajda, tıbbi araç-gereç yapımında ve insan sağlığı açısından zararlı olan maddelerin ve radyasyonun bulunduğu ortamlarda bu robotlar insan kolunu başarı ile taklit edebilmektedir. Taşıma kapasitesi, konfigürasyonlarına bağlı olarak yüksek olabilir.



Şekil 3.6 Scara robotlar

Çok dikkat gerektiren taşıma ve montaj işlerini daha hassas olarak yapabilmek amacıyla, basit geometrili kollar olan SCARA (Selective Compliance Automatic Robot Arm) geliştirilmiştir. Bu robot kolu, bütün robot manipulatörlerinin özelliklerini üzerinde toplamıştır. Scara kollar, iki tane dönerbilen mafsalları aracılığı ile yatay düzlemde koordinat ayarlaması yaparken, bir tane prizmatik mafsalları aracılığı ile de düşey düzlemde olan ilişkiyi sağlamaktadır. Düşey düzlemde hareket eden kolun uzanabilme yeteneğinin olması ve bu kola robot uç elemanının eklenmesi suretiyle, en karmaşık montaj işlerinde kullanılan robot niteliği kazandırılmıştır.

Tablo 3.1 Robotların konfigürasyonlarına bağlı karşılaştırma tablosu

ROBOT TİPİ	MAFSAL TİPLERİ	KULLANIM ALANLARI	KULLANIM SONUÇLARI
Kartezyen Robot Kollar	Prizmatik bel Prizmatik omuz Prizmatik dirsek	Demiryolu köprü inşaatları Büyük makine montaj hatları	Kinematik modelleri basittir. Rijit bir gövdeye sahiptir. Hareket analizi basittir.
			Çalışması için büyük alanlar gerekir. Büyüklüğüne göre iş alanı küçüktür.
Silindirik Robot Kollar	Dönebilen bel Prizmatik omuz Prizmatik dirsek	Büyük makine montaj sanayi Basit montaj-demontaj hatları	Kinematik modelleri basittir. Hareket analizi basittir. Güçlü hidrolik elemanlar kullanılır.
			İş alanları sınırlıdır. Tozlu ve ıslak ortamlarda çalışmaları zordur.
Küresel Robot Kollar	Dönebilen bel Dönebilen omuz Prizmatik dirsek	Montaj sanayi Nükleer santraller	Büyük alanlara uzanabilirler. Zeminden uzaktaki nesneleri tutabilirler.
			Kinematik modelleri karışıktır. Hareket analizi zordur.
Eklemlili Robot Kollar	Dönebilen bel Dönebilen omuz Dönebilen dirsek	Otomobil montaj sanayi Otomobil boya sanayi Elektronik montaj sanayi Nükleer santrallerde Tıbbi araç-gereç yapım sanayi	Maksimum esnekliğe sahiptir. İş alanı robot büyüklüğü ile orantılıdır. Elektrik motorları kullanılabilir. Cisimleri altlarından tutabilir.
			Kinematik yapılan karmaşıktır. Hareket analizleri zordur. Kolların rijitlik ayarı zordur.

3.1.2.2. Hareket kontrolü yöntemlerine göre sınıflandırma

Hareket kontrolü yöntemlerine göre endüstriyel robotlar iki şekilde sınıflandırılır:

- Noktadan noktaya hareket eden robotlar
- Sürekli güzergahlı robotlar

3.1.2.2.1. Noktadan noktaya hareket eden robot sistemleri

Noktadan noktaya hareket eden robot sistemlerinde şu yol izlenir; Robot gövdesi, tanımlanan sayıda noktaya gider ve hareketini durdurur. Robot durur vaziyette iken uç etkileyici hizmet programının gereğini icra eder. Görev tamamlanınca, robot bir sonraki noktaya gider ve bu böylece tekrar edilir.

Bir noktadan bir noktaya hareket eden sistemde, robotun güzergahı ve hızı bir noktadan diğerine giderken önemli değildir. Bu yüzden temel bir noktadan noktaya hareket eden sistemde, robotun eksen pozisyonlarını saymak yerine robot uzununun bir sonraki pozisyonunun kontrolü için hedef noktaya getirilmesi emri verilir.

Bu robotlarda her bir hareket için yalnızca son noktalar belleğe depo edilir, güzergahlar parçalı olduğunda, robotlar ara noktalara ulaşamazlar.

Tipik bir noktadan noktaya güzergahlı robot sistemiyle, spot kaynak robotunda karşılaşılır. Spot kaynak işleminde, robot kaynak yapılacak noktaya kadar hareket eder, kaynak yapılacak nokta, kaynak uzununun iki elektrotunun ortasına denk gelir ve sonra kaynak işlemi yapılır. Noktadan noktaya hareket eden robotlar aynı zamanda, parçaları taşımada, yükleme ve indirme makinelerinde ve basit montaj işlemlerinde kullanılırlar.

3.1.2.2.2. Sürekli güzergahlı robot sistemleri

Sürekli güzergahlı robot sistemlerinde her bir eksen sabit bir zaman tabanı boyunca belirlenmiş bir güzergahı takip ederek görevini icra eder. Sürekli güzergahlı robotlar düzgün ve kesiksiz bir hareket gerçekleştirir. Sürekli güzergahlı robotlarda, noktadan noktaya hareket eden robotlara göre, daha büyük bir belleğe ihtiyaç vardır. Çünkü güzergah boyunca bütün noktalar kaydedilmek zorundadır. Bu robotlar diğerine göre genellikle daha küçüktür ve uç etkileyiciyi daha yüksek hızda çalıştırabilir.

Sürekli güzergahlı robotlarda bütün eksen hareketleri aynı zamanda gerçekleşir, ancak her bir eksenin hızı, diğerinden farklı olabilir. Bu tip robotlarda, robot uzununun pozisyonu, eksen hızı oranı ile birlikte yörüngeyi meydana getirir. Sürekli güzergahlı robotlar ark kaynağında, spreay boyamada, komple montaj işlemlerinde, metal parçaların pürüzsüz biçimde işlenmesi ve kontrol (muayene) işlemlerinde kullanılırlar.

3.1.2.3. Kontrol döngüsü tipine göre sınıflandırma

Uygun bir şekilde bir araya getirilen mekanik ve elektronik sistemlerin kumanda edilmesi ve hareketlerin koordineli bir şekilde yapılması için, robot sisteminde en son yapılan işlem, kontrol ve programlama biriminin yerleştirilmesidir. Bu birimde robotun bütün alt sistemleri, görevlerini yapmak üzere yönlendirilir. Kontrol birimi, küçük fakat güçlü bir bilgisayar yerleştirilmiş özel kabinden oluşmaktadır.

Kontrol birimi, robot motorlarını ve onunla ilgili olan taşıma işlemlerini, belirtilen hata sınırları içerisinde, robotun içerisine yerleştirilen dahili sensörlerle kontrol eder. Eğer robotun çevre ile ilgisi olacaksa onu da harici sensörler ile kontrol edebilmektedir.

Robotik sistemlerde iki çeşit kontrol döngüsü kullanılır:

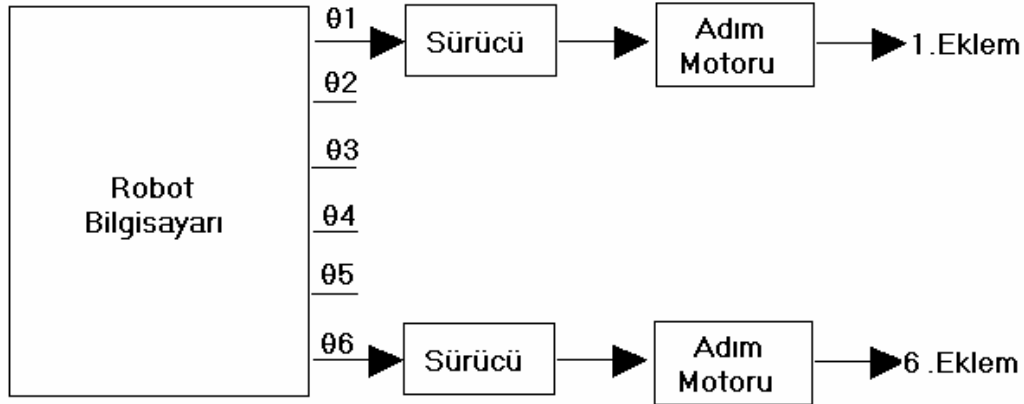
- Açık döngü kontrol sistemi
- Kapalı döngü kontrol sistemi

3.1.2.3.1. Açık döngü kontrol sistemi

Açık döngü kontrol sistemlerinde; çıkışın, giriş üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Örneğin ; açık döngülü bir sistemde bir elektrik motoruna sabit bir gerilim uygulanır ve motor döner. Burada giriş gerilim kaynağı, çıkış ise motor milinden alınan hızdır. Motorun yüklenmesi hızda bir eksilmeye neden olacaktır, ancak bu duruma bir önlem alınamaz. Çünkü sistemin yapısı gereği giriş gerilimi, hızdaki değişimlerden etkilenmez.

Açık döngü robotlarda eksenlerin sürülmesi için adım motorları kullanılır. Bir adım motoru, girişinden aldığı darbeler ile, milini sabit bir açıyla döndürür. Açık döngü kontrolde geri beslemesiz mil pozisyonlamasında, konumun doğruluğu

yalnızca motorun yeteneklerinin bir fonksiyonudur. Adım hareketi için zorunlu olan darbe sayısı, adım motorunun girişinden sağlanır.



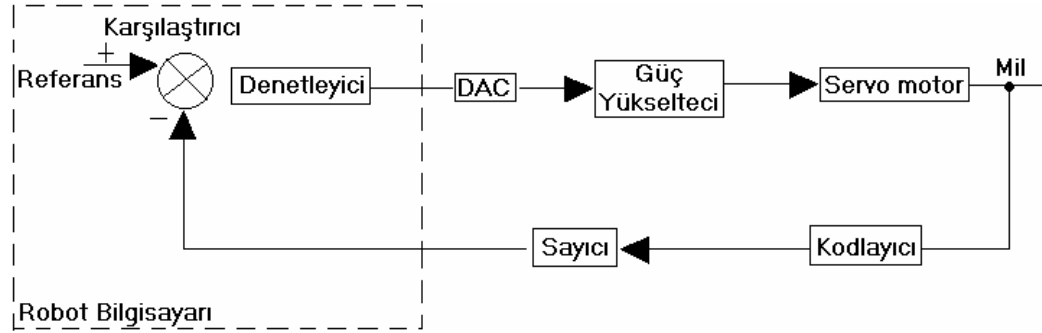
Şekil 3.7 Adım motorlarının açık döngü kontrol sistemi ile sürülmesi

Adım motorlarında, maksimum sürat, yük momentine bağlıdır. Buna bağlı olarak değişken yük momentli sistemlerde adım motoru kullanılamaz. Çünkü önceden hesaba katılmayan yükler, motor adımlarında sık sık düzensizliklere, bu da pozisyon hatalarına neden olacaktır. Bu nedenle, adım motorları endüstriyel robotların sürücüsü olarak pek kullanılamazlar. Modern endüstriyel robotlarda daha çok kapalı döngü sistem kullanılır.

3.1.2.3.2. Kapalı döngü kontrol sistemi

Robotik sistemlerin sürücülerinin çıkışı; algılama ve geri besleme ile girişle kıyaslanabilirse, bu açık döngüye göre daha iyi bir sistem olacaktır. Örneğin motor hızı bir takometredeki gerilim değişimleri ile sezilebilir ve bu gerilim giriş gerilimiyle karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırma temel alınarak, çıkış hızı otomatik düzenlerle istenen değerlerde tutulabilir. Çıkıştaki etkilerle, girişi kontrol eden bu sistemlere kapalı döngü sistemler denir.

Robot kolunun her bir eksen hareketini yaptıran tahrik düzenleri, birbirinden bağımsız olarak kontrol döngüsü ile bir sürücü elemanla kontrol altına alınır. Kapalı döngü sistemlerde oluşan hareketler, bir geri besleme aygıtı ile hissedilir. Eksen sürücüleri bir DC servo motor, hidrolik ya da pnömatik tahrik düzeneği olabilir.

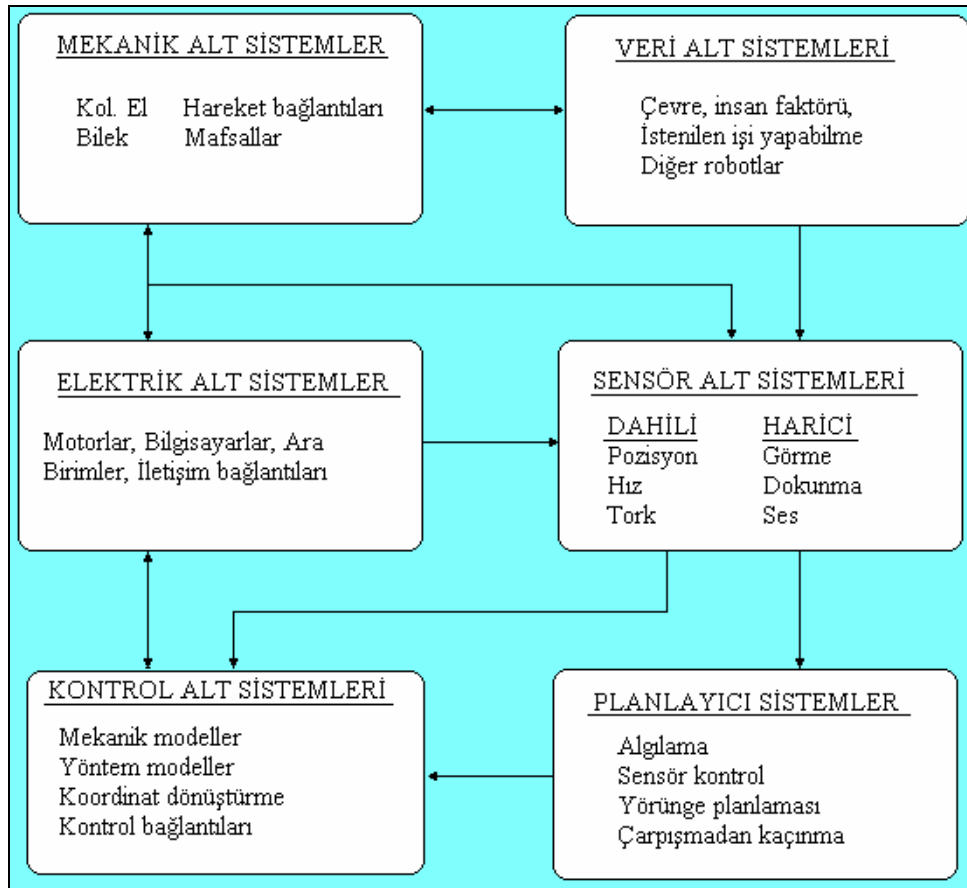


Şekil 3.8 Kapalı döngü kontrol sistemi

Şekil 3.8' de tek bir eksenin hareketi için kullanılan kapalı döngülü bir sistem görülmektedir. Motor mili, bir eklem sürücüsü yada doğrusal eksenlere monte edilmiş sürücülerden birini tahrik eder. Her bir eksenin gerçek pozisyonu ve hızı, kapalı döngü kontrolle ölçülüp, karşılaştırılır ve eksen pozisyonu istenen değere getirilir. Gerçek ve istenen değerlerin arasında bir hata farkı vardır. Tasarımdaki kontrol stratejisi, bu hatayı yok eder yada en aza indirir.

3.2. Robotik Sistemler ve Ana Bölümleri

Robot sistemlerde kullanılan elemanların, sistem içinde çok önemli görevleri vardır. Robotik sistemler genel olarak, mekanik ve elektronik sistem elemanlarının uygun şekilde bir araya getirilmiş halidir. Fonksiyonel bir robot alt sistem parçalarına ayrıştırıldığında; kontrol, elektrik, sensör, mekanik, yapım, planlama ve yazılım gibi alt bölümlerden oluşmaktadır.



Şekil 3.9 Robot alt sistemleri

Modern Robotik sistemler temel olarak dört ana kısımdan oluşur.

- Robot gövdesi
- Denetleyici
- Uç etkileyici
- Sürücüler

3.2.1. Robot gövdesi

Robot gövdesi, endüstriyel robotu oluşturan ana gövdedir. Robotun zemine bağlandığı yerden başlayıp, uç elemanların takılacağı bilek kısmına kadar olan bölümdür. Tipik olarak bir dizi mekanik bağın, eklemlerle bağlanmasından oluşmuştur. Eklemler, bağlar arası hareketi sağlamaktadır. Robotların gövdeleri; yapacakları işin durumuna bağlı olarak değişik konfigürasyonlarda yapılabilmektedir.

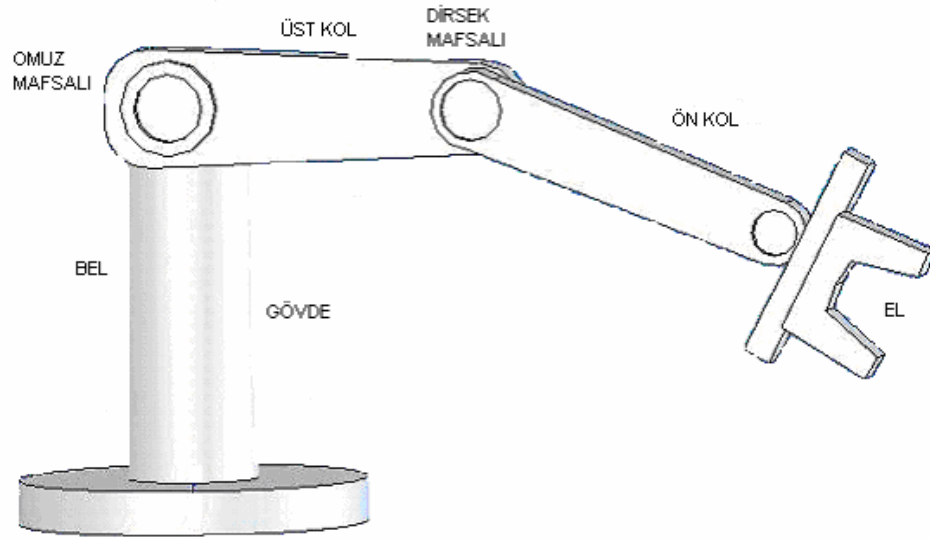
Robotların gövdesi incelenirken iki kısma ayrılır:

- Kollar (Manipülatör)
- Bilek

3.2.1.1. Manipülatör

Manipülatörde bulunan mekanik parçalar/bağlantılar, eklemler ve uç etkileyiciler, robot hareketlerini gerçekleştirirler. Manipülatörün hareket etmesini sağlayan sürücüler (tahrik düzenekleri), robotun eklemlerine konumlanır ve tahrik elemanlarına mekaniksel bağlantılarla monte edilir.

Endüstri sahalarında kullanılan robot kollarına, Manipülatör adı verilmektedir. Bu kolların eklem noktaları, dönebilen mafsallardan oluşur. Manipülatör kollar üzerinde, robot temel hareketlerini yapmaya yarayan üç çeşit mafsal bağlantısı vardır.



Şekil.3.10. Mafsallı robotun gövdesi

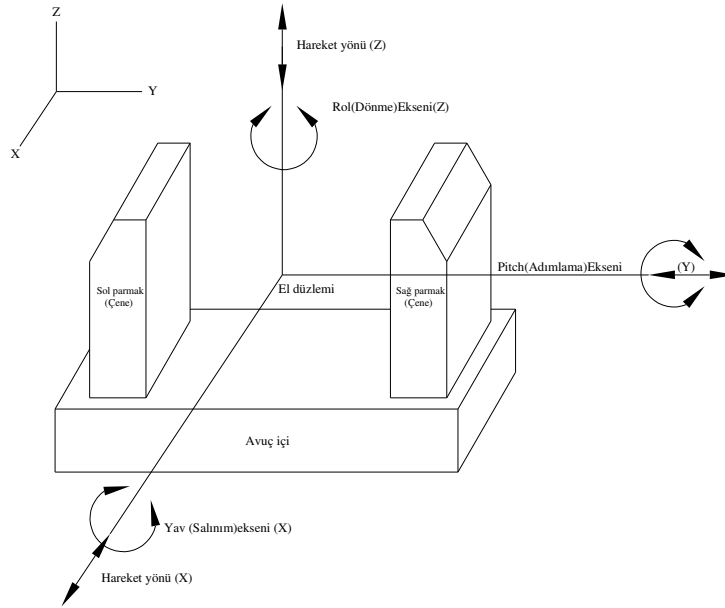
Bunlardan birincisi; kolların bağlı olduğu gövdenin kendi etrafında dönebilmesini sağlayıp, düşey hareket fonksiyon alanını arttıran, bel mafsalıdır. İkincisi; robot kolunun gövdeye bağlandığı kısım olan omuz mafsalıdır. Üçüncüsü ise robot üst kolunun ön kolla olan bağlantısını sağlayan dirsek mafsalıdır.

Robot bileğine, ayrıca üç mafsal bağlantısı eklemek suretiyle, bilek ve robot uç elemanı bağlanması sağlanmaktadır. Manipülatörler, hareket biçimi olarak insan kollarından bir takım farklı üstünlüklere sahiptir. Bu kolların mafsallarına ait serbestlik dereceleri sayesinde, istenilen noktaya ulaşması ve gereken hareket şeklini yapabilmesi mümkün hale gelmektedir.

3.2.1.2. Bilek

Bilekler, manipülatörlerde kolun en ucunda ve sanki üçüncü bir kolmuş gibi görev yapan bağlantı biçimidir. Tipik manipülatör kol konum kontrollerindeki son aşama, özel uç elemanları ve onun bağlı olduğu bileğin kontrolüdür. Bu yüzden manipülatörlerde bileğin konumu ve yönlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

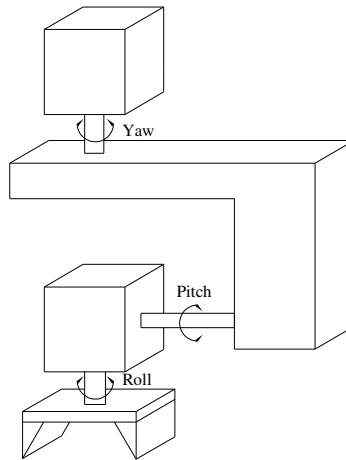
Bileklerde bulunan üç serbestlik derecesi ile, manipülatör insan elinin yapabildiği temel hareketleri gerçekleştirmektedir. Bileğin, bu serbestlik derecesi bulunan eksenlerdeki hareketlerinin, bazı özel isimleri vardır. Bunlar; Roll (Sallanma), Pitch (Adımlama) ve Yaw (Yalpa) isimlerini alır.



Şekil 3.11 Bilek koordinat düzlemi

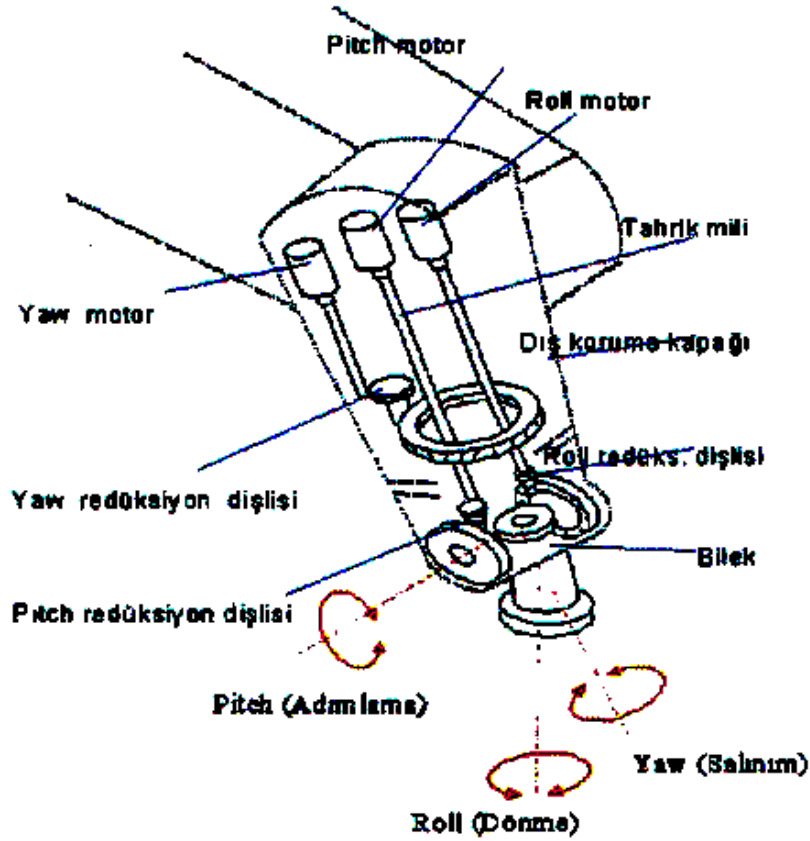
Bilek mekanizmaları karmaşık mekanizmalar olduğundan, imalatları da pahalı olmaktadır. Bu yüzden, düşük fiyatlı manipülatörlerde üç eksenli bilekler yerine, daha az fiyatlı iki eksenli bilekler takılır. İki serbestlik derecesine sahip bilekler, konik dişlilerden oluşturulmuştur. Eğer iki tahrik dişlisi aynı hızda zıt yönde dönerlerse, uç elemanına yaws (sallanma), yada iki dişli aynı hızda aynı yöne dönerlerse, uç elemanına pitch (Adımlama) hareketi yaptırırlar. Bu dişlilerin hız ve yönlerinin kontrolüyle, sonsuz değişik roll ve pitch hareketi yaptırarak mümkündür.

Bilek uygulamalarının, kullanılacağı yer ve sistem karmaşıklığına bağlı olarak, fiyatıyla orantılı, karmaşık veya basit şekilde tasarımı yapılabilir. Aşağıda bazı robot üretimi yapan firmaların, manipülatörlerde kullandıkları farklı bilek uygulamaları görülmektedir.



Şekil 3.12 IBM 7565 Kartezyen robotun bileği

Şekil 3.12’de IBM 7565 Kartezyen robotun, motorlar yardımıyla hareket ettirilen bilek sistemi görülmektedir. Bu sistem, aşırı güç gerektiren montaj uygulamalarında kullanılmaktadır. İlk bakıldığında sadece iki serbestlik derecesi varmış gibi görülmektedir. Oysa bilek pitch eksenini etrafında döndüğünde, roll ve yaw eksenleri farklı eksenler olmakta ve sistemin üç serbestlik derecesi açıkça görülebilmektedir. Bu bilek mekanizması, insan bileğinden farklı görünmesine rağmen, matematiksel olarak istenilen bütün yaw, pitch ve roll hareketlerini gerçekleştirebilmektedir.



Şekil 3.13 Puma 560 robotuna ait bileğin hareket mekanizması

PUMA560 robot kol sisteminin bileği, üç serbestlik derecesine sahiptir ve serbestlik eksenlerindeki hareketler birbirinden ayrı motorlarla tahrik edilir (Şekil 3.13). Robot kol sisteminin bileğine serbestlik derecesi sağlayan motorlar ve tahrik milleri, robot ön kolu içerisine yerleştirilmiştir. Mekanizmayı çevre etkilerinden korumak ve robot kolun tasarım estetiğini bozmamak için, bilek güç sistemi koruma kapağının içerisine alınmıştır.

Bilek mekanizmalarından dar hacimde çok yönlü ve hassas hareketler istenildiğinden, imali zor ve pahalıdır. Bilek mekanizmalarının yapısının karmaşıklığı kadar, kontrol ve programlaması da zahmetlidir. Hareketi sırasında taşıdığı yüklerin etkisiyle robot kolunun hassasiyetinin bozulmaması için, kol balans ayarlamalarının çok hassas yapılması gerekir. Bütün bunlara rağmen,

robot kol sisteminin yaptığı hareketlerin hassasiyetini arttırması, bilek mekanizmalarının önemini daha da artmaktadır.

Bilekler çok karmaşık görevleri yerine getirirler. Bu görevleri yerine getirebilecek bilek mekanizmaları tasarımlarında bazı özelliklerin bulunması istenir. Bu özellikler şunlar olmalıdır:

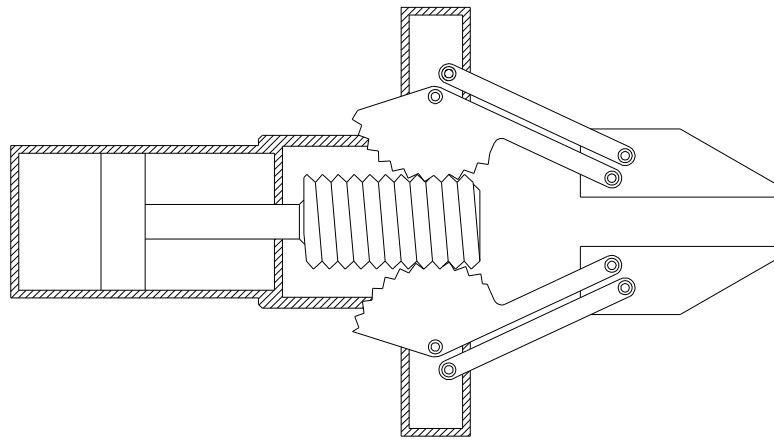
- Boyutları mümkün olduğu kadar küçük olmalıdır.
- Robot uç elemanına bağlanacağı yüzey dayanıklı ve eksenli tam doğru olmalıdır.
- Matematiksel modelleri hesaplanabilir olmalıdır.
- Çalışma alanları karmaşık şekillerde olmamalıdır.
- Bileğin kola bağlanacağı yer sağlam olmalıdır.
- Öğrenme ve playback (tekrarlama) gibi programlamalara izin verebilmelidir.
- Çevresinde üç eksenli hareketi yapabilmelidir.
- Kullanılacak eyleyiciler, bileğe gereken büyüklükte hareket verebilmelidir.
- Bilek üzerinde istenilen noktaya, istenilen oranda güç iletimi yapılabilmelidir.

3.2.2. Robot uç elemanları

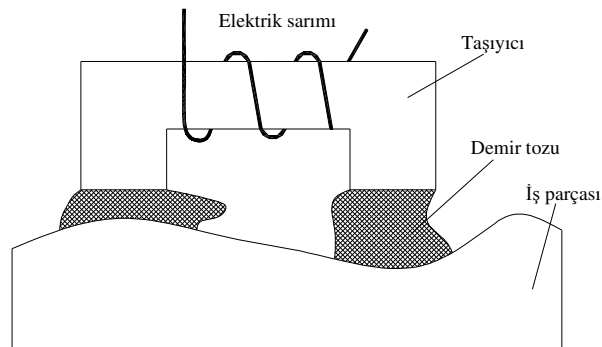
Uç elemanları yapılacak işin şekline göre değişik biçimlerde tasarlanabilirler. Robot kollarında kullanılan uç elemanları genellikle aşağıdaki biçimlerden biridir:

- Genel amaçlı tutucu (Gripper)
- Belirli bir parçayı tutmak üzere tasarlanmış tutucular
- İş aleti

Endüstriyel robotların çoğu, parçaları yerleştirme işinde kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda ve montaj robotlarında uç elemanın tutucu (Gripper) çeşidi kullanılır. Sprey boyama veya nokta kaynağı gibi işlerde kullanılan robotlar, doğrudan manipülatöre bağlanan iş aletine sahiptirler. Genel amaçlı tutucular, çoğunlukla, iki parmaklı biçimdedirler. Bu tip tutucular, genellikle küresel ve prizmatik parçaları kavrayacak parmaklara sahiptirler.



Şekil 3.14 Genel amaçlı ve iki parmaklı tutucu



Şekil 3.15 Mıknatıslanma ile çalışan tutucu

Şekil 3.15'deki tutucu çeşidinde bir torba dolusu demir parçacıkları kullanılmıştır. Torba, parçanın üzerine indirilmekte ve elektromıknatısın devresi

kapatılarak torbanın, parçanın şeklini alması sağlanmaktadır. Elektromıknatısın akımı kesildiğinde ise parça serbest kalmaktadır.

Tutucular genellikle adım motorları ile veya pnömatik olarak çalıştırılırlar. Havanın sıkıştırılabilir olması nedeniyle, pnömatik sistemler belirli bir pasif uyum gösterirler. Kavrama kuvvetini kontrol etmek için bu tutucularda, ucuz ve basit basınç sensörleri kullanılır. Bunlar çoğu sistemde yeterli olsalar da, her parmağa bir kuvvet algılayıcısı konulması gereken durumlara da sıkça rastlanılmaktadır. Bu yolla, eğer bir parmak hedefe diğerinden önce dokunursa elin buna bağlı olarak konumu ayarlanabilmektedir.

3.2.3. Güç sistemi

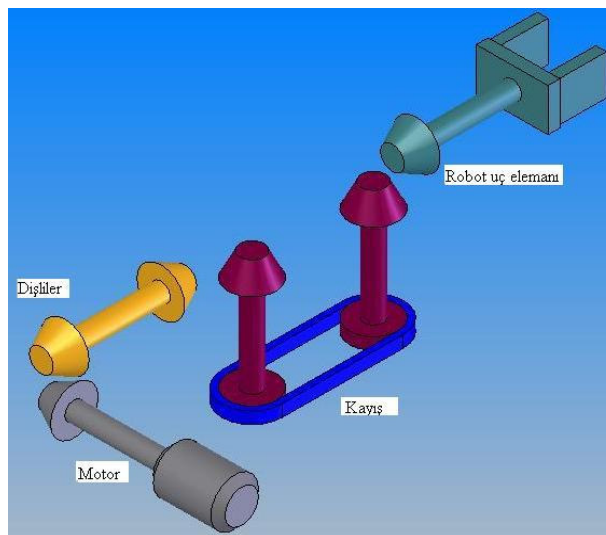
Robot kollarının hareketi için gerekli güç, robot üzerindeki hareketlendiricilerden alınarak uygun yerlere iletilirler. Bu hünerli iletim, motorlar, zincirler, dişliler, kayış ve kasnaklar kullanılarak yapılır. Robot kolunda gerekli olan tork miktarı, hareketi sağlayan elemanın torkunun azaltılması veya artırılması yoluyla elde edilir.

Robot sistemlerinde iletim araçları seçilirken, kullanılacak güç kaynağı, istenilen hareket türü ve güç kaynağı ile mafsallık noktası arasındaki uzaklık göz önünde bulundurulur. İletim elemanlarının tasarımı yapılırken ilk dikkate alınması gereken özelliklerin başında, az masraflı olması, yapılacak olan sistemin rijit olması, hızlı ve verimli çalışabilecek bir geometride olması, az yer kaplaması ve basit olması gerekir.

Tahrik mekanizmalarındaki yüksek sürtünmeler sonucunda elemanlara gerekenden düşük seviyede güç iletilir ve bu nedenle de verim düşer. Yüksek statik sürtünme sebebiyle, ilk hareket anında en çok kalkış zorluğu yada kısmen geriye doğru ani bir hareket söz konusu olur. Bu etkileri en aza indirebilmek için robot sistemlerinde

karmaşık ayarlamalar ve gelişmiş düzenlemelerin kullanılması, güvenilirliği artırırken, maliyet masraflarını yükseltmektedir.

Çoğu robot sistemlerinde motorun bağlı olduğu nokta, işin yapıldığı yerde değildir. Şekil 3.16'daki sistemde tahrik motoru, kol ve uç elemanlarının sol tarafındadır. Dişliler yardımıyla motorun enerjisi tahrik miline ve diğer kola, oradan da iş yapacak olan uç elemanına iletilir.



Şekil 3.16 Bir uç elemana hareket iletim sistemi

Bazı robot sistemlerinde kullanılan diğer bir yöntem ise, enerji transferi yöntemidir. Örneğin enerjinin elektrik iletimi yoluyla (teller ve kablolar), iş yapılması istenen yere uygulanmasıdır. Bunun yanında enerji iletiminde hidrolik ve pnömatik elemanlar da kullanılmaktadır.

Endüstri sahasında çalışan robotların bir çoğunda enerji transferi, mekanik iletimlerle yapılmaktadır. Enerjinin mekanik olarak transferi ve kontrol edilmesi zincirler, kayış-kasnaklar, kamlar, dişliler, vidalar, bilyalı vida-somun sistemleri, kayıt-kızak elemanları v.s. yoluyla yapılmaktadır. Bu elemanların hassas olarak kullanılması, robot kollarının doğru ve en az hata ile çalışması açısından önem taşımaktadır.

3.2.3.1. Motorlar-Pistonlar

Robot sistemlerinde iş elde edebilmek için, yani bir parçanın kaldırılması, diğer bir yere taşınması, ark kaynağı tabancasının tutularak kaynak yolunun izlenmesi gibi işlerin yapılabilmesi için anahtar görevi yapan elemanlar eyleyicilerdir.

Robot sistemlerinde gereken hareketlerin sağlanmasında elektrik, hidrolik ve pnömatik eyleyiciler kullanılmaktadır. Endüstride kullanılan eyleyicilere, yüksek güç ve devir oranı sağlayan bazı araçların takılmasıyla, robotlarda kullanılan eyleyiciler oluşturulur. Eyleyicilere takılan bu araçların başında pozisyon ve hız sensörleri gelmektedir.

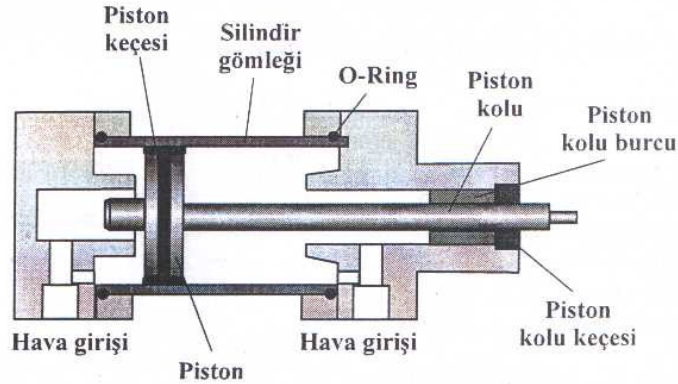
Endüstriyel uygulamalarda karmaşık sistemli eyleyiciler yerine, daha basit yapılı bir takım avantaj ve dezavantajları olan sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler kullanılacağı çevrenin özelliğine göre seçilmektedirler. Bir robot sisteminde elektrik motoru kullanılabilmesi için, çalışma ortamında patlayıcı gaz bulunmaması istenir. Böyle durumlarda hidrolik çalıştırıcılar kullanılmaktadır. El hareketi yaptırılması gereken yerlerde, hidrolik eyleyiciler kullanılması ile giriş ve çıkış borularında karmaşıklık oluşmaktadır. Bu olumsuzluğu önlemek için bu tip el mekanizmalarının hareketinde pnömatik eyleyiciler kullanılmaktadır.

Robot kollarının sürülmesinde;

- Hidrolik tahrik düzenekleri
- Pnömatik tahrik düzenekleri
- Elektromekanik tahrik düzenekleri

kullanılır.

3.2.3.1.2. Pnömatik pistonlar



Şekil 3.17 Pnömatik eyleyiciler

Endüstride, basınçlı ve kontrol edilebilen hava ile çalışan sistemlere “Pnömatik Sistemler” denir. Basınçlı havanın bir enerji olarak kullanılması gittikçe yaygınlaşmaktadır. Pnömatik enerjinin kaynağı olan havanın atmosferde sınırsız olarak bulunması ve havanın sıkıştırılabilir olmasının sisteme pasif uyum özelliği kazandırması, aynı zamanda düşük basınçta çalıştıklarından parçaların hafif olması gibi nedenlerle, pnömatik sistemler bir çok alanda tercih edilmektedir. Bu alanlardan biri de robotlar ve robotik sistemlerdir. Pnömatik sistemlerde kullanılan eyleyiciler bütün iyi özelliklerinden dolayı gıda sanayi, tıbbi endüstri malzemesi yapan yerlerde çalışan robot sistemlerde sıkça kullanılmaktadır.

Pnömatik eyleyiciler en çok, el kavrama mekanizmalarının açma-kapama mekanizmasının çalıştırılmasında kullanılır. Doğrusal pnömatik silindirler, robotlarda basit pitch (adımlama) hareketlerinde ve bunların yörünge kontrollerinde kullanılır. Bazı pnömatik silindirlerle, kremayer dişli aracılığı ile pinyon dişlisine yada zincire dairesel hareket aktarılarak, kol yada bilek hareketi yapılması da sağlanmaktadır.

Sıkıştırılan gazlar, çok büyük bir enerjiye sahip olurlar. Bu enerji, robot kollarında kullanılmak için uygun değildir. O yüzden sıkıştırılmış olan bu gaz servo kontrollü

pnömatik motorlarda dönme hareketine yada silindirik pistonlarda, doğrusal harekete çevrilerek kullanılmaktadır.

Pnömatik sistem elemanlarından tek ve çift etkili silindirler ile pnömatik motorlar, robot sistemlerde harekete geçirme elemanları olarak kullanılmaktadır. Tek ve çift etkili silindirler, robot sistemlerde uç elemanları açıp-kapama işlemini yapmada kullanılmaktadır. Tek etkili ve çift etkili olmaları, piston hareketini sağlayan basınçlı havanın pistona giriş sayısı ile ilgilidir. Tek etkili silindirlerde pistonun ileri hareketi havanın gücüyle yapılırken, piston geri dönüşü ya kuvvetlerin etkisiyle yada yay kullanılarak sağlanır. Pistonlar ayrıca, kurs boyları mesafelerince basit iletim hareketlerini de yapabilirler. Pistona bağlanan kremayer dişli ve zincir aracılığı ile doğrusal hareketi, dairesel harekete çevirmek de mümkün olabilmektedir.

Pnömatik motorlar, basınçlı havayı dairesel olarak mekanik enerjiye çeviren elemanlardır. Pnömatik motorlar, konstrüksiyonlarına göre dört değişik grupta toplanırlar:

- Pistonlu motorlar
- Paletli motorlar
- Dişli motorlar
- Türbinler

Robot sistemlerde kullanılan pnömatik motorlarda şu özellikler bulunmaktadır:

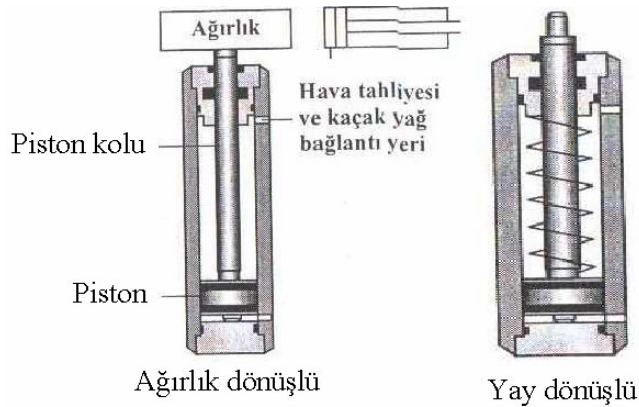
- Hız ayarları sınırsızdır.
- Farklı momentler elde edilir.
- Az yer kaplar ve hafiftirler.
- Aşırı yüklere karşı emniyet sistemleri vardır.
- Soğuğa, sıcağa, toza ve neme karşı duyarsızdır.
- Bakımları kolaydır.
- Dönüş yönleri kolayca değiştirilebilir.

3.2.3.1.2. Hidrolik pistonlar

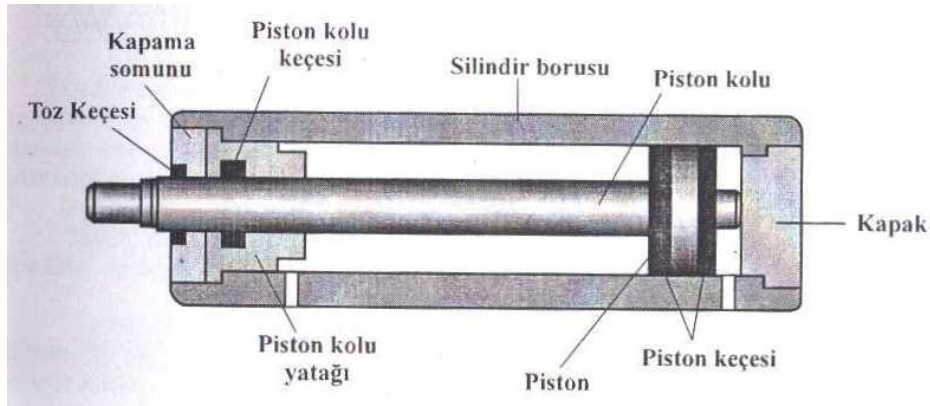
Hidrolik sistemler, sıkıştırılamaz özellikteki akışkanların kullanıldığı ve elde edilen basınçlı akışkan ile çeşitli hareket ve kuvvetlerin üretildiği sistemlerdir. Burada dikkat edilecek husus akışkanın sıkıştırılamaz olmasıdır. Hava ve gazlar sıkıştırılabildiği için büyük kuvvetlerin üretilmesinde kullanılmazlar. Hidrolik sistemlerde genellikle akışkan olarak su ve yağ kullanılır. Normal şartlarda ise hidrolik sistemlerde akışkan olarak petrolden elde edilen madensel yağlar kullanılır.

Hidrolik sistemler, robot sistemlerde çok büyük güç gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Manipülatörlerde bel hareketini sağlayan motorlarda ve çok ağır şartlarda çalışan robotların eklem hareketlerinin sağlanmasında hidrolik olarak çalışan motorlar kullanılmaktadır. Hidrolik sistemlerde dairesel hareket elde etmek için ise “Hidrolik motorlar” kullanılmaktadır. Değişik şekillerde olan hidrolik motorlara gönderilen belirli basınçtaki ve debideki akışkan bir döndürme momenti meydana getirerek hidrolik motor milinin dairesel olarak dönmesini sağlar. Hız, gönderilen akışkanın miktarına ve debisine göre değişmektedir.

Pistonların ileri ve geri hareketlerini sağlamak ve hidrolik motorların millerini her iki yöne doğru döndürebilmek için, akışkanın akış yönünü değiştirmek gerekir. Bu işlemi yapmada değişik şekillerde kumanda edilebilen basit ve kompleks yapıda olabilen yön kontrol valfleri kullanılmaktadır.



Şekil 3.18 Tek etkili hidrolik silindir



Şekil 3.19 Çift etkili hidrolik silindir

3.2.3.1.3. Elektrik motorları

Elektrik motorları, Robotikte oldukça fazla tercih edilen tahrik elemanlarıdır. Bunun nedeni yeteneklerinin diğerlerine oranla fazla olmasıdır. Ayrıca diğer tahrik elemanlarına oranla bakımlarının az olması işletme olanaklarını arttıran etmendir.

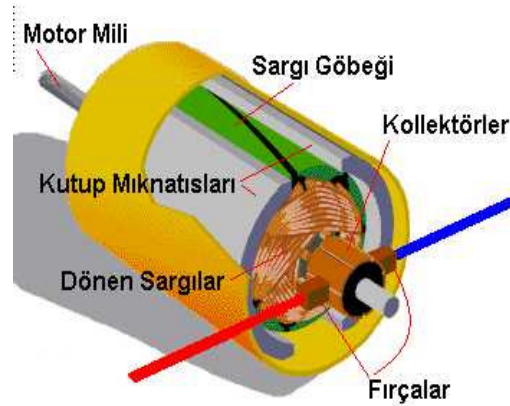
Robotlarda kullanılan farklı tiplerde elektrik motorları vardır. En çok kullanılanları DC servomotor ve adım motorudur.

3.2.3.1.3.1. DC servomotorlar

DC motorları, hem sabit hem de hareketli robotlar için uygundur. DC motorların boyutları geniş bir aralıkta değişir. Kontrol edilmeleri kolaydır ve gerekli güç kaynağı tüm endüstriyel alanlarda bulunur. Endüstriyel robotların çoğunda DC motorlar kullanılmaktadır.

DC motorlarının en önemli özelliklerinden biri yüksek hızları ve düşük momentleridir. Bir manipülatörün nispeten yavaş dönmesi ve ağır parçaları kaldırabilmek için yüksek moment uygulanması gerekebilir. Bu dezavantaj bir dişli sisteminin kullanılması ile giderilebilmektedir. DC motorları bir konumda tutmak

olanaksızdır. Oysa ki bir robotun konum kontrolü çok büyük önem taşımaktadır. Bu yolla aynı anda hızı düşürüp momentini arttırmak mümkün olur. Konum kontrolü ise sadece geri besleme ile sağlanabilmektedir.

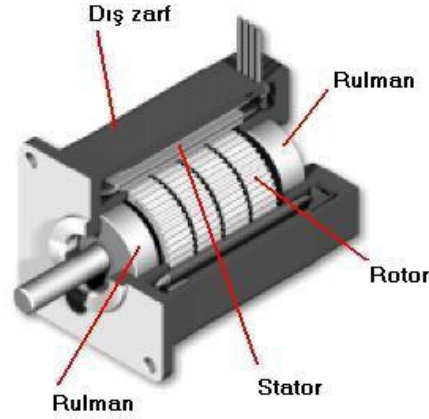


Şekil 3.20 DC motor

DC servomotorlar, rotor, stator, kollektör ve fırçalardan oluşur. Stator, iki, dört, altı yada daha fazla kutupla sabit manyetik alanı yaratır. Statorda sabit mıknatıs yada elektromıknatıs kullanılabilir. Rotor, üzerine bobin sarılmış, motorun dönen kısmıdır. Rotor bobinlerine enerji, kollektör ve fırçalar yardımıyla aktarılır.

DC servomotorlar, iyi bir tork, hız ve sürekli çıkış gücü performansına sahiptir. DC Servo motorlar, servo kontrol uygulamalarında rahat bir kullanıma sahiptir. Çünkü rotor akımının yön değiştirmesinde motor torku yada hızı sıfıra yaklaşır.

3.2.3.1.3.2. Adım motorları



Şekil 3.21 Adım motorları

Girişinden aldığı sayısal darbelerle bağlı olarak, milinden belirli bir açıda dönme hareketi alınan motorlara adım motorları denir. Adım motorlarında rotor dönme hareketleri, motor giriş darbeleri ile belirlenir. Adım motorunun giriş sinyalleri seri darbelerden oluşur; her bir darbede rotor bir adım ilerler. Rotor hareketi ile giriş sinyalleri arasındaki sabit ilişki, kodlayıcı ve servo kontrollü bir sistem kullanmayı gerektirmez. Adım oluşum düzeninde kesin pozisyonlamanın gerektiği robotik uygulamalarında kullanılır.

Adım motorlarının hareketi çok küçük ve hassas adımlar halinde gerçekleşir. Örneğin, bir devirde 12 adıma sahip bir adım motorunun her adımı 30 dereceye karşılık gelir. Bir devirde 240 adıma sahip bulunan motorlar vardır.

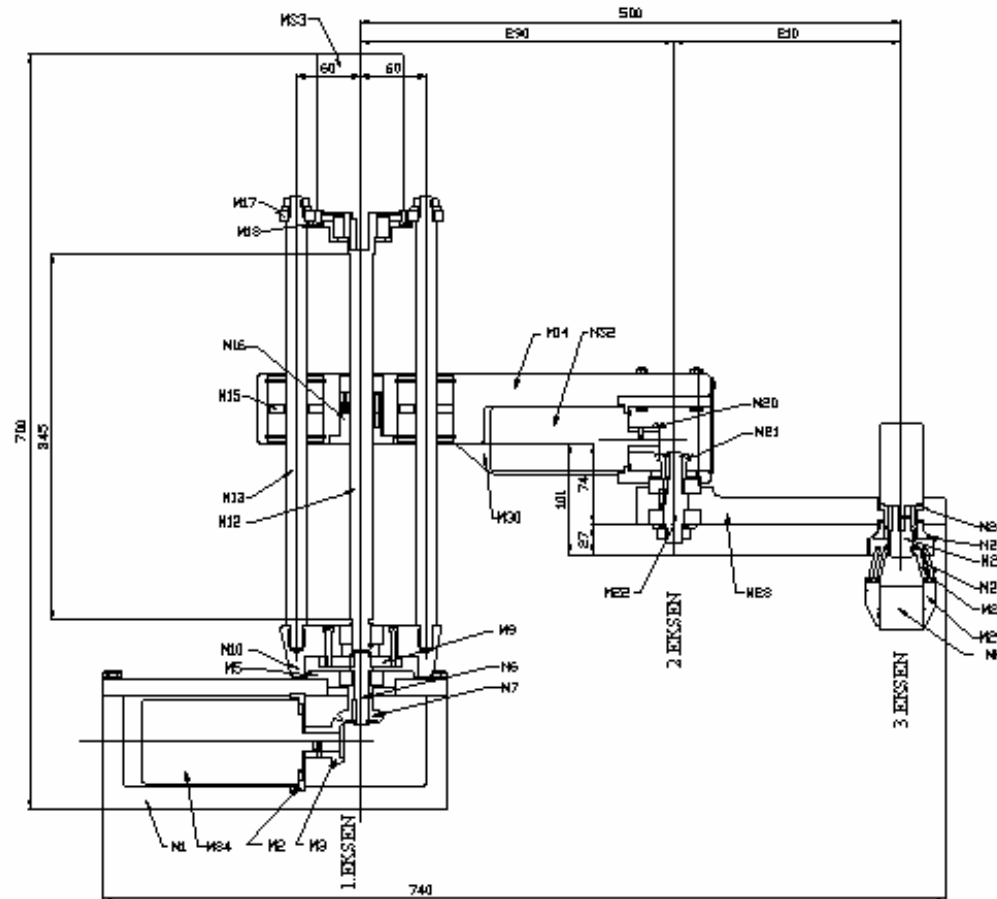
Adım motorlarını çalıştırmak için özel elektronik devrelere ihtiyaç vardır. Son gelişmelerin yardımıyla bu devrelerin boyutları tek bir çip'e inmiştir. Kontrol çip'i doğrudan bilgisayara bağlanır. Kullanıcıya kalan tek iş adım sayısını belirlemektir. Basit sistemlerde adım motorları açık çevrimli olarak kullanılabilir. Bu motorlar, optik ve manyetik kodlayıcılar ve konum sensörleri gibi, pahalı ekipmanlara ihtiyaç göstermemeleri nedeniyle oldukça ekonomiktir.

Yüksek momentlere gerek duyulduğu zaman, adım motorlarının tüm avantajları ortadan kalkar. Bu nedenle adım motorları endüstriyel robotlarda çok yaygın değildirler.

Tablo 3.2 Sürücü karşılaştırma tablosu

	HİDROLİK TAHRİK DÜZENEKLERİ	PNÖMATİK TAHRİK DÜZENEKLERİ	ELEKTRİK TAHRİK DÜZENEKLERİ
AVANTAJLARI	*Büyük yükleme kapasitesi *Orta değerlerde sürat *Yağın basıncı azalmadığından eklemler hareket ettirilmeden sabit tutulabilir. *Hassas kontrol edilebilme imkanı *Kontrol elemanına çok hızlı cevap verirler. *Düşük hızlarda çok sarsıntısız çalışır.	*Hidrolik sistemlere göre ucuzdur. *Hızları yüksektir. *Akışkanlar ile çevre kirliliğine neden olmazlar. *Laboratuvar çalışmalarında kullanılabilirler. *Enerji kaynağı endüstride çok bulunur.	*Elektrikli tahrik düzenekleri hızlı ve hassastır. *Karmaşık kontrol tekniklerini uygulamaya elverişli bir yapıya sahiptir. *Kolay kullanımlı ve diğerlerine göre daha ucuzdur. *Yeni modelleri çok hızlı gelişmektedir.
DEZAVANTAJLARI	*Hidrolik sistemleri pahalıdır. *Gürültüye ve akışkanların sızması ile çevre kirliliğine neden olurlar. *Yüksek hızlı işleme döngülerine uygun değildir *Küçük ölçülerde yapılamazlar	*Hava, yağa göre sıkışabilirlik özelliğinden dolayı basınç kaybına neden olur. *Gürültü kirliliğine yol açar. *Yağa göre daha fazla kaçak özelliğine sahiptir. *Hava filtre ve hava kurutma sisteminin birlikte kullanılması gerekir. *Hız kontrolü yapmak zordur. *Sürekli bakım isteyen bir yapısı vardır.	*Dişli yada aktarma organlarına gereksinim gösterirler. *Dişli ile kullanımda salgı yapma toleransları hesaba katılmalıdır. *Oluşan elektrik arkı, çeşitli sorunlar yaratabilir *Güç sınırlaması vardır. *Yüksek hızlı olmalarından dolayı torkları düşüktür.

3.3. Scara Robot Tasarımı



Şekil 3.22 Scara robot tasarım detayları

Robot tasarımı ile ilgili hesaplamalar yapılırken bel dönme eksenine (1.Eksen), bilek dönme eksenine (2.Eksen) ve parmakları tahrik eden 1. servo motorun tahrik milinin dönme eksenine (3.Eksen) bağlı olarak robot montaj elemanlarının, servomotorların ve robotun taşıyacağı kütlenin atalet momentleri hesaplanmış ve Tablo 3.3’de veriler listelenmiştir.

(Hesaplamalar için ; Bkz.EkA)

Robot eklemlerini tahrik edecek olan servo motorların seçimi için gerekli hesaplamalar yapılmış ve ihtiyaç duyulan motorların özellikleri Tablo 3.4’ de listelenmiştir.

Tablo 3.3 Scara robot ağırlık ve eksenlere bağlı atalet hesap tablosu

Parçalar	Ağırlıklar (Kg)		Eksenlere bağlı ataletler (kg.m ²)			
				1.Eksen	2.Eksen	3.Eksen
K	Mk	1	Ak	0,1251	0,022	0,022
S1	Ms1	2,2	As1	0,1754	0,031	
S2	Ms2	2,2	As2	0,0726		
S3	Ms3	2,2	As3	0,0026		
S4	Ms4	0,7	As4			
1	M1	3,4	A1			
2	M2	0,2	A2			
3	M3	0,2	A3	0,00009		
4	M4	1,16	A4			
5	M5	0,7	A5			
6	M6	0,3	A6	0,00005		
7	M7	0,2	A7	0,00009		
8	M8	0,17	A8			
9	M9	0,4	A9	0,0012		
10	M10	1,7	A10	0,0167		
11	M11	0,15	A11	0,0003		
12	M12	1	A12	0,0002		
13	M13	1,1	A13	0,0042		
14	M14	2,4	A14	0,042		
15	M15	0,04	A15	0,00005		
16	M16	0,09	A16	0,00008		
17	M17	0,4	A17	0,001		
18	M18	0,2	A18	0,00048		
19	M19	0,4	A19	0,034		
20	M20	0,2	A20	0,0136	0,00009	
21	M21	0,2	A21	0,0169	0,00009	
22	M22	0,2	A22	0,0169	0,00004	
23	M23	5,7	A23	0,9516	0,0966	
24	M24	0,1	A24	0,02	0,0036	
25	M25	0,1	A25	0,025	0,0044	0,0044
26	M26	0,4	A26	0,0951	0,0169	0,0169
27	M27	0,01	A27	0,005	0,000884	0,000884
28	M28	0,01	A28	0,005	0,000884	0,000884
29	M29	0,07	A29	0,035	0,0062	0,0000128

Tablo.3.4. Scara robot toplam atalet ve servo motor seçim tablosu

Servo motor	Top.Atalet ΣA (kg.m ²)	Top. Tork ΣT (N.m)	Seçim	Tork (N.m)	Güç (Kw)
1	0,0433	0,36	R88M-W03030	0,5	0,157
2	0,24	2	R88M-W40030	3,82	1,2
3	1,6241	6,52	R88M-W750	7,16	2,24
4	1,6599	6,95	R88M-W750	7,16	2,24

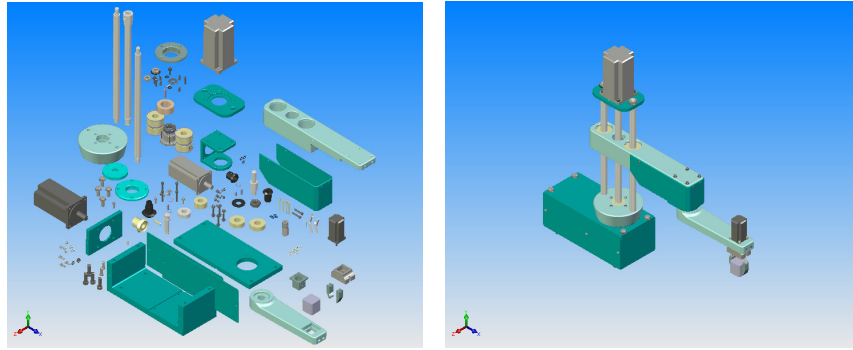
2. ve 4. servomotordan güç iletimini sağlamak için konik dişli çarklar kullanılmıştır. Bu konik dişlilerin seçimi için hesaplamalar yapılmış ve hesaplama sonuçları Tablo 3.5’de listelenmiştir. Tabloda (A-3) ve (A-7) eş çalışan ve 4 no.lu servo motordan tahrik alan dişlilerdir. (B-20) ve (B-21) de eş çalışan dişlilerdir. Bu dişliler ise 1 no.lu servo motordan tahrik almaktadırlar.

Tablo 3.5 Scara robot konik dişli çark hesap ve seçim tablosu

Konik Dişli Çark Özellikleri	Konik Dişli Çarklar				
		A - 3	A - 7	B - 20	B - 21
Konik dişlilerin kesişme açısı		90	90	90	90
Taksimat konilerinin yarı açıları		45	45	45	45
Modül	m	2,5	2,5	2	2
Diş sayısı	z	16	16	14	14
Taksimat dairesi çapı	d ₀	40	40	28	28
Taksimat konisinin uzunluğu	Ra	28,29	28,29	19,8	19,8
Dişli genişliği	b	9	9	6	6
Baş yüksekliği	hb	2,5	2,5	2	2
Taban yüksekliği	ht	3	3	2,4	2,4
Diş yüksekliği	h	5,5	5,5	4,4	4,4
Diş başı dairesi çapı	db	43,53	43,53	30,83	30,83
Diş dibi dairesi çapı	dt	36,47	32,22	25,17	24,61

3.3.1. Scara robot montaj parçaları

Scara robotu meydana getiren montaj elemanlarının özellikleri Tablo 3.6’da listelenmiştir. Güç aktarımının olmadığı ve zorlamaya maruz kalınmayan parçalarda Alüminyum alaşımlı malzeme kullanılmıştır. Zorlama ve güç aktarımının söz konusu olduğu parçalarda ise, maruz kaldığı kuvvete bağlı olarak, çelik malzeme tercih edilmiştir. Tasarımı yapılan tüm parçaların teknik resimleri (Ek-B)’de teze eklenmiştir.



Şekil 3.23 Scara robot tasarımı

Tablo 3.6 Scara robot montaj parçaları

R.No	M.No	Parça Adı	Ad	Malzeme	d (kg/cm3)	M(kg)	V (cm3)
1	1	Taban alt şase	1	AlMg 3.5 / HB	2700	3,37	0,0012488
2	2	Servo motor şasesi	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,21	0,00007776
SM1	4	Servo motor (R88M-W750)	1	3.82Nm 2.2 kg		0,70	
3	9	Konik dişli çark	1	C 60	7850	0,20	0,00007776
4	11	Taban üst kapağı	1	AlMg 3.5 / HB	2700	1,16	0,000431003
5	12	Yatak kapağı	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,68	0,0002512
6	15	Şase koniği mili	1	C 60	7850	0,34	4,30808E-05
7	18	Konik dişli çark	1	C 60	7850	0,20	0,00007776
8	22	Taban yan kapağı	2	AlMg 3.5 / HB	2700	0,17	0,0000648
9	24	Flanş	1	C45	7850	0,36	4,53416E-05
10	29	Gövde	1	AlMg 3.5 / HB	2700	1,68	0,000623526
12	31	Mil	1	C 45	7850	0,99	0,000126228
13	33	Mil	2	C 45	7850	1,03	0,000130938
14	34	Manipülör kolu	1	AlMg 3.5 / HB	2700	2,38	0,000882
15	36	Bilezik	2	AlMg 3.5 / HB	2700	0,04	0,0000157
16	41	Boşluk alma somunu	1	C 45	7850	0,09	1,13354E-05
17	43	Sabitleme sacı	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,36	0,000135
18	46	Flanş	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,15	5,53896E-05
SM2	49	Servo motor(R88M-W750)	1			2,20	
19	52	Servo motor flanşı	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,43	0,000161
SM3	53	Servo motor(R88M-W40030)	1			4,30	
20	54	Konik dişli çark	1	C 60	7850	0,20	0,00007776
21	61	Konik dişli çark	1	C 60	7850	0,20	0,00007776
22	64	Mil	1	C 60	7850	0,20	0,000026062
23	68	Bilek	1	C 45	7850	5,66	0,00072072
SM4	71	Servo motor(R88M-W03030)	1			4,30	
24	76	El gövdesi	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,08	0,000028
25	77	Vidalı mil	1	C 60	7850	0,09	0,000011304
26	78	Parmak flanşı	1	C 45	7850	0,38	0,000048
27	79	Parmak eklemi	2	C 60	7850	0,01	0,0000014
28	80	Parmak eklem desteği	2	C 60	7850	0,01	0,0000007
29	82	Parmak	2	C 45	7850	0,07	0,000008448
30	87	Sac kapak	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,27	0,0001008
MK	87	Taşınan cisim	1	AlMg 3.5 / HB	2700	0,27	0,0001008

Tasarımı gerçekleştirilen Scara tipi robotun teknik özellikleri tablo 3.7 'de verilmektedir.

Tablo3. 7. Scara robot teknik özellikleri

1	Hareket serbestliği	3
2	İş gördüğü alan	1000 mm. Çapında silindir
3	Taşıyabileceği Yük	1 kg
4	Hızı	0,12 m/dk
5	Ağırlığı	33 kg
7	Gerilim	220V-50 Hz
8	Motor Adeti	4 Adet servo motor
9	Çalışma sıcaklığı	0 / +40 °C

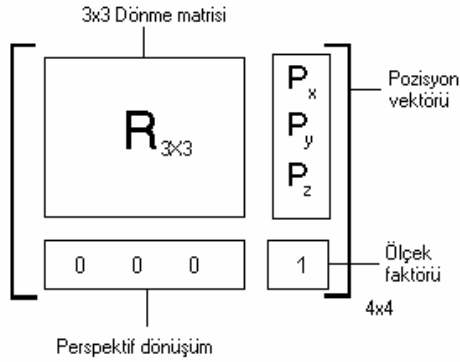
3.3.2. Scara robot imalatı

Montajı oluşturan tüm parçaların CNC tezgahlarında pratik bir şekilde üretiminin yapılabilmesi için, CNC imalat kodları oluşturulmuştur. Kodlama yapılırken standart CNC kod sisteminden ve döngülerinden faydalanılmıştır. Kullanılan temel kodlar Tablo 3.8’ de montaj elemanlarının CNC imalat kodları (Ek-C)’ de yer almaktadır.

Tablo.3.8. Scara robot imalat kodları tablosu

KOD	GÖREVİ
G90	Takımın başlangıç noktasına (Mutlak noktaya göre) hareket etmesini sağlar
G91	Takımın bir önceki konumuna göre (Kademeli- Artırımlı olarak) hareket etmesini sağlar.
G70	İNÇ- (IMPERIAL) Birim Sisteminin kullanılmasını sağlar.
G71	METRIK Birim Sisteminin kullanılmasını sağlar.
G00	Takımın, talaş kaldırmadan belirtilen noktaya hareket etmesini sağlar.
G01	Takımın, talaş kaldırarak belirtilen ilerleme hızında doğrusal olarak hareket etmesini sağlar.
G02	Takımın, talaş kaldırarak ilerleme hızında ve bir yörünge etrafında saat yönünde hareket etmesini sağlar.
G03	Takımın, talaş kaldırarak belirtilen ilerleme hızında ve bir yörünge etrafında saat yönünün aksi istikametine hareket etmesini sağlar.
G79	Takımın iki nokta arasında belirli derinlikte ve takımın genişliğinde kanal açmasını sağlar. Kanal açma döngüsüdür.
G88	Takımın belirli genişlik, uzunluk ve derinlikte frezeleme yapmasını sağlayan Dikdörtgen Frezeleme Döngüsüdür.
G89	Takımın belirli çapta ve derinlikte dairesel frezeleme yapmasını sağlayan bir döngüdür.
G87	Takımın belirli çapta ve derinlikte ancak konik olarak (tabak şeklinde) dairesel frezeleme yapmasını sağlayan bir döngüdür.
G81	Takımın, en fazla çapına kadar olan derinlikteki delikleri delmesini sağlayan Delik Delme Döngüsüdür.
G82	Takımın, delme sırasında belirli bir süre beklemesini sağlayan Beklemeli Delik Delme Döngüsüdür.
G83	Takımın, derin deliklerin delinmesinde (takım çapının iki katından fazla) delme işleminin pasolu olarak yapılmasını sağlayan Pasolu Delik Delme Döngüsüdür.
G28	Daha önce frezelenmiş bir bölgenin bir eksenine göre simetrisini Frezeleyen Ayna Frezeleme Döngüsüdür.
G81	Normal delme çevrimi
G82	Beklemeli delik çevrimi. I saniye bekleme yapar
G83	Boşaltmalı delme çevrimi
G84	Diş açma çevrimi. İlerleme= devir x hatve
G54	İş parçası merkezi
M03	Takımın bağlı bulunduğu motoru çalıştır, takımın saat ibresi yönünde ve belirli bir devirde dönmesini sağlar.
M04	Takımın bağlı bulunduğu motoru çalıştır, takımın saat ibresinin aksi istikamette ve belirli bir devirde dönmesini sağlar.
M05	Takımın bağlı bulunduğu motorun durmasını sağlar.
M06	Takımın değiştirilmesini sağlar.
M08	Soğutucunun bağlı bulunduğu motoru çalıştırır.
M09	Soğutucunun bağlı bulunduğu motoru durdurur.
M02	Programın sonunu belirtir.(Sadece bir parça işlenecekse)
M29	Diş açma işleminde ilerleme ile takım dönüşünü senkronize eden komut. Farklı sistemlerde ve makinelerde, farklı komutlar kullanılmaktadır.
M30	Programın sonunu belirtir.(Birden fazla parça işlenecekse)
M99	Programın sonunu belirtir. (Programa daha sonra devam edilecekse programı geçici olarak durdurur)
M43	Programın içinde bir alt programın oluşmasını sağlar.)
M44	Alt programın sona ermesini sağlar.
M45	Hazırlanmış olan alt programın çağrılmasını sağlar.
R	Güvenli yükseklik, örneğin bu parça için hazırlanan programda takımın parçaya 1 mm kala hızlı hareketi sonlandırıp, kesme hareketiyle devam etmesi için R1 kullanılmıştır.
Q	Boşaltmalı delik delme çevriminde, her kademede inilecek mesafe. Her kademe sonunda R noktasına çıkıp, tekrar hızlı hareketle yaklaşp kalan kısımdan delmeye devam eder.
P	Kesme derinliğine inildikten sonra, beklenecek süre (ms)

3.4. Robot Kinematiği



Şekil 3.24 4x4 Homojen transformasyon matrisinin şematik gösterimi

Denavit Hartenberg gösteriminde, her bir uzva bağlı bir koordinat sistemi bulunur. Bu yaklaşımda 4x4 homojen transformasyon matrisi, mafsallardaki her bir uzvun koordinat sistemini bir önceki uzvun koordinat sistemine göre gösterir. Ardışık transformasyon ile el koordinatlarının transformasyonu yapılarak, taban koordinatları cinsinden ifade edilir. Bu durumda her bir mafsala, (x_i, y_i, z_i) şeklinde bir koordinat sistemi yerleştirilir. Burada $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ olabilir. n serbestlik derecesidir. n serbestlik dereceli bir robot için $n+1$ koordinat sistemi tanımlıdır.

“Denavit Hartenberg” ilkesi ile robotun uç uzvunda belirlenen bir noktanın pozisyonundaki değişim, eklemlere yerleştirilen koordinat sistemleri vasıtası ile taban sabit referans eksen takımına bağlı olarak ifade edilebilir ve tanımlanabilir.

Her bir koordinat sistemi aşağıdaki üç kural göz önünde bulundurularak belirlenir:

- z_{i-1} eksenini i . mafsala hareket eksenini üzerinde bulunur.
- x_i eksenini z_{i-1} eksenine normaldir ve bu eksenden uzaklaştırılacak şekilde yerleştirilir.
- y_i eksenini sağ el kuralını sağlayacak şekilde oluşturulur.

Bir mekanik robot kolu birçok eklemden oluşmuştur. Her bir eklemin diğerine göre konumu, bir dönüşüm matrisi ile belirlenir. Örneğin altı eklemden oluşan bir endüstriyel robot da uç etkileyicinin, taban sabit referans eksen takımına göre konumu şu denklem ile ifade edilebilir.

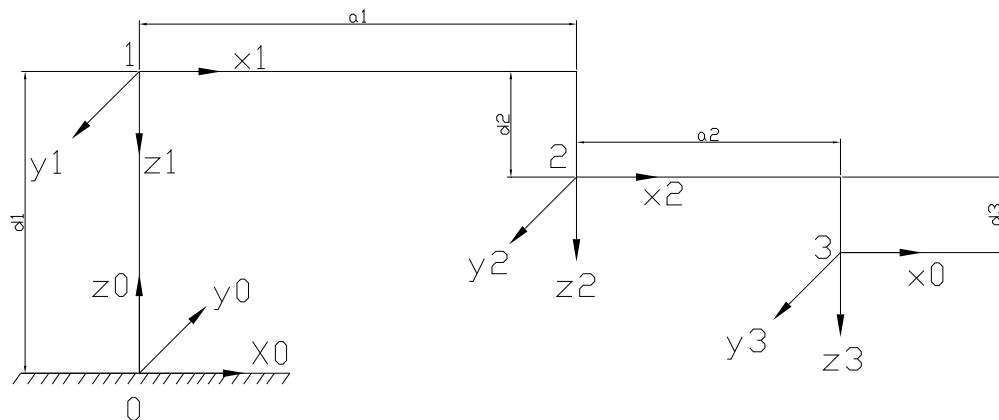
$${}^0_6T = {}^0_1T \cdot {}^1_2T \cdot {}^2_3T \cdot {}^3_4T \cdot {}^4_5T \cdot {}^5_6T$$

Burada T Matrisleri her bir eklemin, bağlı olduğu bir önceki eklemin koordinat sistemine göre dönüşüm matrisidir. Altı eklemlili bir mekanik işleyici, kendi hareket alanı içinde herhangi bir konumda ve yönde olabilir. Çünkü konumu belirlemek için üç serbestlik derecesi, yönü belirlemek için de üç serbestlik derecesi gerekmektedir. 0_6T matrisi hem konumu, hem de yönü göstermektedir.

Herhangi bir P noktasının sabit referans eksen takımına göre konumu, 0_6T matrisi, P nokta matrisi ile çarpılarak elde edilir.

3.4.1. Simülasyonda kullanılan robotun kinematik analizi

3.4.1.1. Düz kinematik analiz



Şekil 3.25. Robot koordinat sistemi

$$T_{01} = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & \sin \theta_1 & 0 & 0 \\ \sin \theta_1 & -\cos \theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.34)$$

$$T_{12} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.35)$$

$$T_{23} = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & a_2 \cdot \cos \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & a_2 \cdot \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 + d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

$$T_{13} = T_{12} \times T_{23} \quad (3.37)$$

$$T_{13} = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & a_2 \cdot \cos \theta_2 + a_1 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & a_2 \cdot \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 + d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.38)$$

$$T_{03} = T_{01} \times T_{13} \quad (3.39)$$

$$T_{03} = \begin{bmatrix} c_1 \cdot c_2 + s_1 \cdot s_2 & -c_1 \cdot s_2 + s_1 \cdot c_2 & 0 & c_1 \cdot (a_2 \cdot c_2 + a_1) + s_1 \cdot (a_2 \cdot s_2) \\ s_1 \cdot c_2 - c_1 \cdot s_2 & -s_1 \cdot s_2 - c_1 \cdot c_2 & 0 & s_1 \cdot (a_2 \cdot c_2 + a_1) - c_1 \cdot (a_2 \cdot s_2) \\ 0 & 0 & -1 & d_1 - (d_3 + d_2) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.40)$$

3.4.1.2. Ters kinematik analiz

Çalışma uzayı içerisinde uç elemanın, verilen bir durumu için mafsalsal değişkenlerinin hesabı; bilgisayar kontrollü robot işletiminde ana problemdir. Düz kinematikte uç elemanlarının durumu, verilen mafsalsal açılarından hesaplanır. Mafsalsal yer değiştirmelerinin değerleri kinematik denklemin sağ tarafına yerleştirilerek, ilgili uç elemanın konum ve yönelimi bulunabilir.

Bu bölümde bir manipülatör uç elemanının belirli bir konuma ve yönelime doğru hareket etmesi problemi incelenmiştir. Bunun için uç elemanı belirlenen konum ve yönelime getiren mafsalsal yer değiştirmelerinin bulunması gereklidir. Bu önceki problemin tersidir ve ters kinematik analiz olarak isimlendirilir.

Düz kinematikte verilen mafsalsal değişkenleri için uç elemanının sadece bir tane konum ve yönelimi vardır. Fakat gerçekleştirilebilir olmak kaydıyla, değişik mafsalsal değişkenleriyle temsil edilen manipülatörün mafsalsal – uzuv şekillerinin sayısı çok sayıda olabilir. Tüm bu şekiller uç elemanını istenilen aynı konum ve yönelime yerleştirilebilir. Bu tip çoklu çözüme sahip olunması, problemlere yol açar, çünkü sistem birini seçmek zorundadır. Bu durumda en mantıklı seçim “en yakın” olmalıdır. Bir manipülatör A noktasından B noktasına gitmek istiyorsa, her bir

mafsalsal için gerekli olan hareket miktarını en aza indiren çözüm, en iyi seçim olacaktır.

$$T_{04} = \begin{bmatrix} nx & sx & tx & kx \\ ny & sy & ty & ky \\ nz & sz & tz & kz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.41)$$

3.40 ve 3.41’ no.lu denklemler birbirine eşitlenirse:

$$nx = (c_1 \cdot c_2) + (s_1 \cdot s_2) \quad (3.42)$$

$$n_y = (-s_2 \cdot c_1) + (c_2 \cdot s_1) \quad (3.43)$$

$$n_z = 0 \quad (3.44)$$

$$s_x = (c_2 \cdot s_1) - (s_2 \cdot c_1) \quad (3.45)$$

$$s_y = (-s_1 \cdot s_2) - (c_1 \cdot c_2) \quad (3.46)$$

$$s_z = 0 \quad (3.47)$$

$$t_x = 0 \quad (3.48)$$

$$t_y = 0 \quad (3.49)$$

$$t_z = 1 \quad (3.50)$$

$$k_x = c_1 \cdot (c_2 \cdot a_2 + a_1) + s_1 \cdot (s_2 \cdot a_2) \quad (3.51)$$

$$k_y = s_1 \cdot (a_2 \cdot c_2 + a_1) - c_1 \cdot (a_2 \cdot s_2) \quad (3.52)$$

$$k_z = d_1 - (d_3 + d_2) \quad (3.53)$$

$$d_1 = \text{değişken} \quad d_2 = 70 \text{ mm} \quad d_3 = 50 \text{ mm}$$

$$a_1 = 290 \text{ mm} \quad a_2 = 175 \text{ mm} \quad \theta_1 = \text{değişken} \quad \theta_2 = \text{değişken}$$

$$\cos a \cdot \cos b = 1/2 \cdot [\cos(a+b) + \cos(a-b)] \quad (3.54)$$

$$\sin a \cdot \sin b = 1/2 \cdot [\cos(a-b) - \cos(a+b)] \quad (3.55)$$

3.42 no.lu denklem 3.54 ve 3.55 no.lu dönüşüm formülleri ile düzenlenirse:

$$n_x = \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (3.56)$$

3.51 ve 3.52 no.lu denklemler düzenlenirse:

$$k_x = a_2.n_x + a_1.\cos \theta_1 \quad (3.57)$$

$$k_y = a_2.n_y + a_1.\sin \theta_1 \quad (3.58)$$

3.57 ve 3.58 denklemleri birbirlerine bölünürse θ_1 'i veren ifade elde edilir.

$$\tan \theta_1 = \frac{k_y - a_2.n_y}{k_x - a_2.n_x} ; \quad \theta_1 = \arctan\left(\frac{k_y - a_2.n_y}{k_x - a_2.n_x}\right) \quad (3.59)$$

Denklem 3.59' da bulunan θ_1 değeri denklem 3.56'da yerine yazılarak θ_2 değeri yalnız bırakılırsa:

$$\theta_2 = \text{Arccosnx} - \arctan\left(\frac{k_y - a_2.n_y}{k_x - a_2.n_x}\right) \quad (3.60)$$

3.53 no.lu denklem düzenlenirse ;

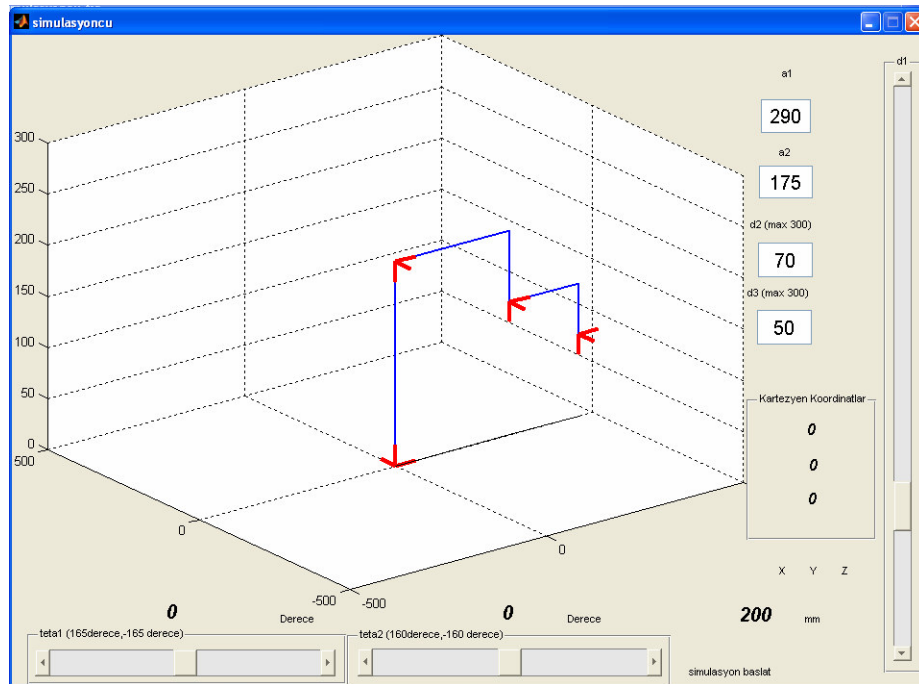
$$d_1 = kz + (d_3 + d_2) \quad (3.61)$$

3.5. Scara Robot Animasyonu

3.5.1. Matlab animasyon programı

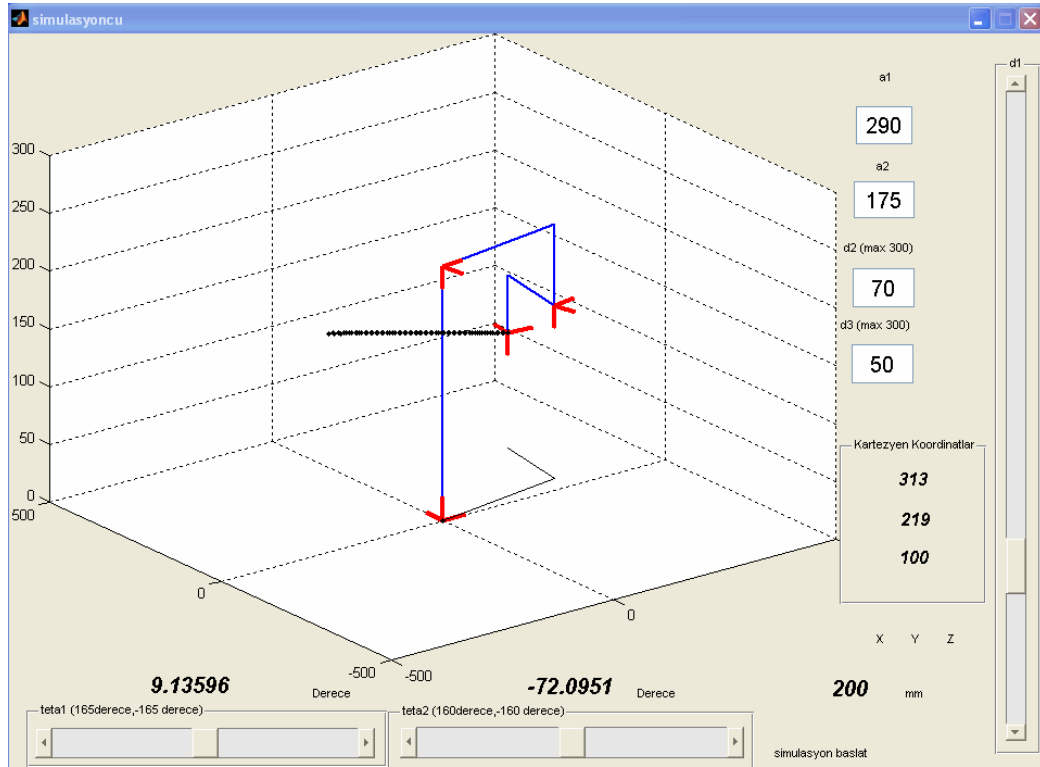
Düz ve ters kinematik denklem takımları Matlab’da yazılarak (EK-D), Scara robotun uzuv parametreleri programda girilmiş ve kinematik olarak robotun hareket animasyonu sağlanmıştır. Animasyonda d_1 parametresi sabit alınarak robotun x-y düzlemindeki hareketi incelenmiştir.

Yörüngenin izlenmesi sırasında eş zamanlı olarak θ_1, θ_2 değişkenlerinin ve robot uç noktasının kartezyen koordinatlarının değişimi izlenebilmektedir. Tasarlanan robota ait olan ve sabit kabul edilen a_1, a_2, d_2, d_3 uzuv parametre ölçülerinin giriş panelinden değiştirilmesi suretiyle farklı tasarımlar için animasyon programının kullanılabilmesi mümkündür. Ayrıca robot, bu programda manuel olarak da kontrol edilebilmektedir. Şekil 3.26’ da simülasyon arayüzü görülmektedir.

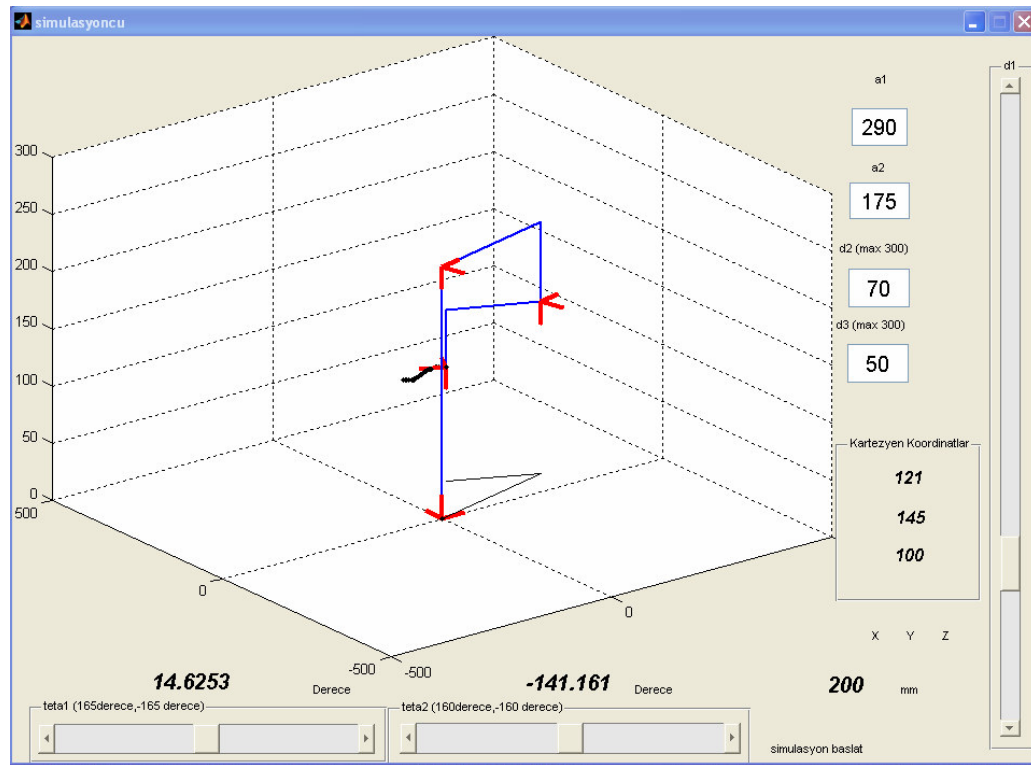


Şekil 3.26 Simülasyoncu simülasyon programı

Animasyon programında kullanılan yörünge, meta-file formatında hazırlanmıştır. Resim ebatı 600x600 piksel olarak alınmıştır. Bu da robotun çalışma alanı sınırlarıdır. İki farklı yörünge tanımlanmış ve bu yörüngelerin robot tarafından izlenmesi sağlanmıştır. Şekil 3.27 ve şekil 3.28 'de tanımlanan yörüngeler ve bu yörüngelerin robot tarafından izlenmesi görülmektedir.



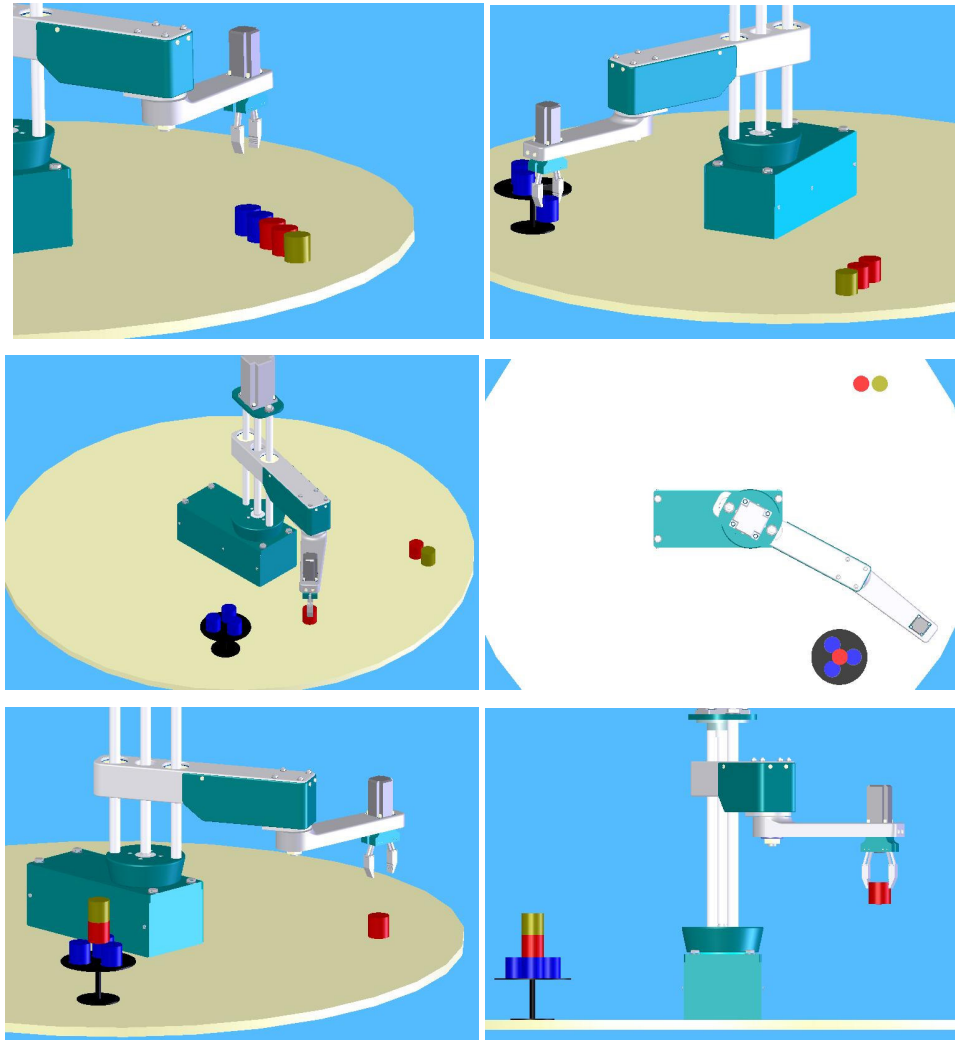
Şekil 3.27 (1.) yörüngenin izlenmesi



Şekil 3.28 (2). yörüngenin izlenmesi

3.5.2. Gifmax animasyon programı

Scara robot tasarımının mevcut tüm montaj elemanlarıyla birlikte Solidworks programında katı modeli oluşturulmuş, döner ve kayar eklemlerin birim hareket miktarları referans alınarak eğitimde kullanılmak amacıyla Gifmax programı kullanılarak, görsel bir animasyon programı hazırlanmıştır. Animasyon 4 dakika 15 saniye sürmekte ve toplam 2780 referans resimden oluşmaktadır. Animasyonun belirli pozisyonlardaki resimleri Şekil 3.29'da görülmektedir.



Şekil 3.29 Scara robot animasyon resimleri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Scara tipi bir robotun tasarımı yapılmış, projenin imalatında kullanılmak üzere, montaj parçalarının modelleri ve imalat resimleri yapılmıştır. Parça imalatının CNC tezgahlarında işlenebilmesi hedeflenmiştir. CNC tezgahlarıyla imalat aşamasında, oluşturulan NC kodları kullanılabilir. Bu amaç için SolidWorks’de oluşturulan katı modeller de, CNC tezgahlarına uygun biçimde tanıtılarak kullanılabilir.

Tasarımı yapılan bu robotun ters ve düz kinematik denklemleri çıkarılarak, bu kinematik denklemler yardımıyla robotun noktadan noktaya hareketi sanal ortamda gerçekleştirilmiştir. Robotun belirtilen yörüngeleri izlemesi durumunda ortaya çıkan hareket tarzı Matlab programı kullanılarak oluşturulan animasyonda incelenmiştir.

Projenin eğitim amaçlı olarak kullanılması hedeflenmiş, genel kapsamda yapılan derleme çalışması ve robot tasarımının görsel animasyonlar kullanılarak desteklenmesi sağlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Adalı, Ş., 3 Boyutlu robot simülasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2001.
- Akmermer, S., Yaz, M., Mikrobilgisayar ve yazılım yoluyla denetlenen bir robot manipülatör tasarımı ve uygulaması, 10. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu Bildirileri, Selçuk Üniversitesi, 2001.
- Bozdemir, M., Robot sistem elemanları ve hareket analizleri, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1996.
- Çetin, A.E., Adhı, M.A., İki serbestlik dereceli kartezyen robot kolu ile temas yüzeyi arasında, hareket esnasında oluşan kuvvetlerin simülasyonu ve kontrolü, 10. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu Bildirileri, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2001.
- Ertürk, M., Scara tipi robot kolunun hareketlerinin bilgisayar destekli programlarla kontrolü, Çukurova Üniversitesi, Adana, 1997.
- Fu, K.S., Gonzalez, R.C., Lee, C.S.G., Robotics: control, sensing, vision and intelligence, 1987.
- Güneş, R., Uzmay, İ., Burkan, R., Dört serbestlik dereceli Scara tipi bir robotun yörünge kontrolü, 10. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu Bildirileri, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2001.
- Kalender, M., Eğitim robotu konstrüksiyonu ve imalatı, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1995.
- Kavurur, A., PC ve PLC ile kartezyen robot kontrolü, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1999.
- Kayman, İ., 3 Serbestlik dereceli bir robotun yapımı ve kontrolü, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1996.
- Konukseven, E.İ., Kaftanoğlu B., Grafiksel robot simülasyonu ve puma tipi bir robotun programlanması, 4. Ulusal Makine Sempozyumu Bildirileri, ODTÜ, Ankara, 1990.

- Nalbant, M., 2000. Autocad2000 ile çizim teknikleri ve modelleme, Beta Kitabevi, 2. Cilt, 1982.
- Özçelik, B., Fındık F., Erzincanlı, F., Tekstil sektöründe otomasyon ve robot elleri, 10. Ulusal Makine Teorisi Sempozyumu Bildirileri, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2001.
- Toker, Ş.B., 6 Serbestlik dereceli kaynak robotu tasarımı, O.D.T.Ü., Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1999.
- Uğuz, H., Canbolat, H., Elektriksel tahrikli robot manipülatörlerinin öğrenme kontrol metoduyla kontrol ve simülasyonunu, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2003.
- Waldron, K.J., Kinzel, G.L., Kinematics, dynamics and design of Machinery, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

Çağatay SAYGILI 1979 yılında Mersin'in Tarsus ilçesinde doğdu. 1996 yılında İçel Hacı Sabancı Lisesi'ni bitirdi. 2002 yılında Konya Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olduktan sonra, aynı yıl Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Teorisi Anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. İş Hayatına Konya Anadolu Hidrolik Sanayi'nde yönetim temsilcisi olarak başladı. Akabinde Vatani hizmetini yedek subay olarak Nevşehir Jandarma Komando Tabur Komutanlığında yerine getiren Çağatay SAYGILI; şu an bakır üretim tesisi kurulumu yapan, dış kaynaklı bir şirket olan, merkezi Gebze'de bulunan İZBA A.Ş.'nin proje sorumlusu olarak iş hayatına devam etmektedir.

EK-A. SCARA ROBOT TASARIM HESAPLAMALARI

A.1. Kütlesel Atalet Momenti Hesabı

A.1.1. (1.) Eksene göre kütlesel atalet momenti hesabı

$$\begin{aligned}
 M_K &= 0,5 \text{ kg} \\
 A_{xK} &= 0,04 \text{ m} \\
 A_{yK} &= 0,04 \text{ m} \\
 C_K &= 0,5 \text{ m} \\
 A_K &= ((M_K/12) \times (A_{xK}^2 + A_{yK}^2)) + (M_K \times C_K^2) \\
 A_K &= 0,1251 \text{ kg.m}^2
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
 M_{S1} &= 0,7 \text{ kg} \\
 A_{xS1} &= 0,06 \text{ m} \\
 A_{yS1} &= 0,06 \text{ m} \\
 C_{S1} &= 0,5 \text{ m} \\
 A_{S1} &= ((M_{S1}/12) \times (A_{xS1}^2 + A_{yS1}^2)) + (M_{S1} \times C_{S1}^2) \\
 A_{S1} &= 0,1754 \text{ kg.m}^2
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
 M_{S2} &= 2,2 \text{ kg} \\
 A_{xS2} &= 0,06 \text{ m} \\
 A_{yS2} &= 0,06 \text{ m} \\
 C_{S2} &= 0,18 \text{ m} \\
 A_{S2} &= ((M_{S2}/12) \times (A_{xS2}^2 + A_{yS2}^2)) + (M_{S2} \times C_{S2}^2) \\
 A_{S2} &= 0,0726 \text{ kg.m}^2
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
 M_{S3} &= 4,3 \text{ kg} \\
 A_{xS3} &= 0,06 \text{ m} \\
 A_{yS3} &= 0,06 \text{ m} \\
 C_{S3} &= 0 \text{ m} \\
 A_{S3} &= ((M_{S3}/12) \times (A_{xS3}^2 + A_{yS3}^2)) + (M_{S3} \times C_{S3}^2) \\
 A_{S3} &= 0,0026 \text{ kg.m}^2
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{29} &= 0,07 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x29} &= 0,016 \text{ m} \\
A_{y29} &= 0,044 \text{ m} \\
C_{29} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{29} &= ((M_{29}/12) \times (A_{x29}^2 + A_{y29}^2)) + (M_{29} \times C_{29}^2) \\
A_{29} &= 0,035 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{28} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x28} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y28} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{28} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{28} &= ((M_{28}/12) \times (A_{x28}^2 + A_{y28}^2)) + (M_{28} \times C_{28}^2) \\
A_{28} &= 0,0050 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{27} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x27} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y27} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{27} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{27} &= ((M_{27}/12) \times (A_{x27}^2 + A_{y27}^2)) + (M_{27} \times C_{27}^2) \\
A_{27} &= 0,0050 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{26} &= 0,38 \text{ kg} \\
A_{x26} &= 0,04 \text{ m} \\
A_{y26} &= 0,04 \text{ m} \\
C_{26} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{26} &= ((M_{26}/12) \times (A_{x26}^2 + A_{y26}^2)) + (M_{26} \times C_{26}^2) \\
A_{26} &= 0,0951 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{25} &= 0,1 \text{ kg} \\
R_{25} &= 0,01 \text{ m} \\
C_{25} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{25} &= (M_{25}/2 \times R_{25}^2) + (M_{25} \times C_{25}^2) \\
A_{25} &= 0,025 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{24} &= 0,08 \text{ kg} \\
A_{x24} &= 0,06 \text{ m} \\
A_{y24} &= 0,06 \text{ m} \\
C_{24} &= 0,5 \text{ m} \\
A_{24} &= ((M_{28}/12) \times (A_{x24}^2 + A_{y24}^2)) + (M_{24} \times C_{24}^2) \\
A_{24} &= 0,02 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{23} &= 5,7 \text{ kg} \\
A_{x23} &= 0,28 \text{ m} \\
A_{y23} &= 0,07 \text{ m} \\
C_{23} &= 0,4 \text{ m} \\
A_{23} &= ((M_{23}/12) \times (A_{x23}^2 + A_{y23}^2)) + (M_{23} \times C_{23}^2) \\
A_{23} &= 0,9516 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{22} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{22} &= 0,02 \text{ m} \\
C_{22} &= 0,29 \text{ m} \\
A_{22} &= (M_{22}/2 \times R_{22}^2) + (M_{22} \times C_{22}^2) \\
A_{22} &= 0,0169 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{21} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{21} &= 0,03 \text{ m} \\
C_{21} &= 0,29 \text{ m} \\
A_{21} &= (M_{21}/2 \times R_{21}^2) + (M_{21} \times C_{21}^2) \\
A_{21} &= 0,0169 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{20} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{20} &= 0,03 \text{ m} \\
C_{20} &= 0,26 \text{ m} \\
A_{20} &= (M_{20}/2 \times R_{20}^2) + (M_{20} \times C_{20}^2) \\
A_{20} &= 0,0136 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{19} &= 0,4 \text{ kg} \\
A_{x19} &= 0,085 \text{ m} \\
A_{y19} &= 0,07 \text{ m} \\
C_{19} &= 0,29 \text{ m} \\
A_{19} &= ((M_{19}/12) \times (A_{x19}^2 + A_{y19}^2)) + (M_{19} \times C_{19}^2) \\
A_{19} &= 0,034 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{18} &= 0,15 \text{ kg} \\
R_{18} &= 0,08 \text{ m} \\
C_{18} &= 0 \text{ m} \\
A_{18} &= (M_{18}/2 \times R_{18}^2) + (M_{18} \times C_{18}^2) \\
A_{18} &= 0,00048 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{17} &= 0,4 \text{ kg} \\
A_{x17} &= 0,15 \text{ m} \\
A_{y17} &= 0,09 \text{ m} \\
C_{17} &= 0 \text{ m} \\
A_{17} &= ((M_{17}/12) \times (A_{x17}^2 + A_{y17}^2)) + (M_{17} \times C_{17}^2) \\
A_{17} &= 0,001 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{16} &= 0,1 \text{ kg} \\
R_{16} &= 0,04 \text{ m} \\
C_{16} &= 0 \text{ m} \\
A_{16} &= (M_{16}/2 \times R_{16}^2) + (M_{16} \times C_{16}^2) \\
A_{16} &= 0,00008 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{15} &= 0,04 \text{ kg} \\
R_{15} &= 0,05 \text{ m} \\
C_{15} &= 0 \text{ m} \\
A_{15} &= (M_{15}/2 \times R_{15}^2) + (M_{15} \times C_{15}^2) \\
A_{15} &= 0,00005 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{14} &= 2,4 \text{ kg} \\
A_{x14} &= 0,42 \text{ m} \\
A_{y14} &= 0,07 \text{ m} \\
C_{14} &= 0,05 \text{ m} \\
A_{14} &= ((M_{14}/12) \times (A_{x14}^2 + A_{y14}^2)) + (M_{14} \times C_{14}^2) \\
A_{14} &= 0,042 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{13} &= 1,1 \text{ kg} \quad (2 \text{ Adet}) \\
R_{13} &= 0,02 \text{ m} \\
C_{13} &= 0,06 \text{ m} \\
A_{13} &= (M_{13}/2 \times R_{13}^2) + (M_{13} \times C_{13}^2) \\
A_{13} &= 0,0042 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{12} &= 1 \text{ kg} \\
R_{12} &= 0,02 \text{ m} \\
C_{12} &= 0 \text{ m} \\
A_{12} &= (M_{12}/2 \times R_{12}^2) + (M_{12} \times C_{12}^2) \\
A_{12} &= 0,0002 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{10} &= 1,7 \text{ kg} \\
R_{10} &= 0,14 \text{ m} \\
C_{10} &= 0 \text{ m} \\
A_{10} &= (M_{10}/2 \times R_{10}^2) + (M_{10} \times C_{10}^2) \\
A_{10} &= 0,0167 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_9 &= 0,4 \text{ kg} \\
R_9 &= 0,076 \text{ m} \\
C_9 &= 0 \text{ m} \\
A_9 &= (M_9/2 \times R_9^2) + (M_9 \times C_9^2) \\
A_9 &= 0,0012 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_7 &= 0,2 \text{ kg} \\
R_7 &= 0,03 \text{ m} \\
C_7 &= 0 \text{ m} \\
A_7 &= (M_7/2 \times R_7^2) + (M_7 \times C_7^2) \\
A_7 &= 0,00009 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_6 &= 0,34 \text{ kg} \\
R_6 &= 0,017 \text{ m} \\
C_6 &= 0 \text{ m} \\
A_6 &= (M_6/2 \times R_6^2) + (M_6 \times C_6^2) \\
A_6 &= 0,000049 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_3 &= 0,2 \text{ kg} \\
R_3 &= 0,03 \text{ m} \\
C_3 &= 0 \text{ m} \\
A_3 &= (M_3/2 \times R_3^2) + (M_3 \times C_3^2) \\
A_3 &= 0,00009 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

A.1.2. (2.) Eksene göre kütleli atalet momentleri

$$\begin{aligned}
M_K &= 0,5 \text{ kg} \\
A_{xK} &= 0,04 \text{ m} \\
A_{yK} &= 0,04 \text{ m} \\
C_K &= 0,21 \text{ m} \\
A_K &= ((M_K/12) \times (A_{xK}^2 + A_{yK}^2)) + (M_K \times C_K^2) \\
A_K &= 0,022 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{S1} &= 0,7 \text{ kg} \\
A_{xS1} &= 0,06 \text{ m} \\
A_{yS1} &= 0,06 \text{ m} \\
C_{S1} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{S1} &= ((M_{S1}/12) \times (A_{xS1}^2 + A_{yS1}^2)) + (M_{S1} \times C_{S1}^2) \\
A_{S1} &= 0,031 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{29} &= 0,07 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x29} &= 0,016 \text{ m} \\
A_{y29} &= 0,044 \text{ m} \\
C_{29} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{29} &= ((M_{29}/12) \times (A_{x29}^2 + A_{y29}^2)) + (M_{29} \times C_{29}^2) \\
A_{29} &= 0,0062 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{28} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x28} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y28} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{28} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{28} &= ((M_{28}/12) \times (A_{x28}^2 + A_{y28}^2)) + (M_{28} \times C_{28}^2) \\
A_{28} &= 0,000884 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{27} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x27} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y27} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{27} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{27} &= ((M_{27}/12) \times (A_{x27}^2 + A_{y27}^2)) + (M_{27} \times C_{27}^2) \\
A_{27} &= 0,000884 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{26} &= 0,38 \text{ kg} \\
A_{x26} &= 0,04 \text{ m} \\
A_{y26} &= 0,04 \text{ m} \\
C_{26} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{26} &= ((M_{26}/12) \times (A_{x26}^2 + A_{y26}^2)) + (M_{26} \times C_{26}^2) \\
A_{26} &= 0,0169 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{25} &= 0,1 \text{ kg} \\
R_{25} &= 0,01 \text{ m} \\
C_{25} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{25} &= (M_{25}/2 \times R_{25}^2) + (M_{25} \times C_{25}^2) \\
A_{25} &= 0,0044 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{24} &= 0,08 \text{ kg} \\
A_{x24} &= 0,06 \text{ m} \\
A_{y24} &= 0,06 \text{ m} \\
C_{24} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{24} &= ((M_{24}/12) \times (A_{x24}^2 + A_{y24}^2)) + (M_{24} \times C_{24}^2) \\
A_{24} &= 0,0036 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{23} &= 5,7 \text{ kg} \\
A_{x23} &= 0,28 \text{ m} \\
A_{y23} &= 0,07 \text{ m} \\
C_{23} &= 0,1 \text{ m} \\
A_{23} &= ((M_{23}/12) \times (A_{x23}^2 + A_{y23}^2)) + (M_{23} \times C_{23}^2) \\
A_{23} &= 0,0966 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{22} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{22} &= 0,02 \text{ m} \\
C_{22} &= 0 \text{ m} \\
A_{22} &= (M_{22}/2 \times R_{22}^2) + (M_{22} \times C_{22}^2) \\
A_{22} &= 0,00004 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{21} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{21} &= 0,03 \text{ m} \\
C_{21} &= 0 \text{ m} \\
A_{21} &= (M_{21}/2 \times R_{21}^2) + (M_{21} \times C_{21}^2) \\
A_{21} &= 0,00009 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned}
M_{20} &= 0,2 \text{ kg} \\
R_{20} &= 0,03 \text{ m} \\
C_{20} &= 0 \text{ m} \\
A_{20} &= (M_{20}/2 \times R_{20}^2) + (M_{20} \times C_{20}^2) \\
A_{20} &= 0,00009 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

A.1.3. (3.) Eksene göre kütleli atalet momentleri

$$\begin{aligned}
M_K &= 0,5 \text{ kg} \\
A_{xK} &= 0,04 \text{ m} \\
A_{yK} &= 0,04 \text{ m} \\
C_K &= 0,21 \text{ m} \\
A_K &= ((M_K/12) \times (A_{xK}^2 + A_{yK}^2)) + (M_K \times C_K^2) \\
A_K &= 0,022 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{29} &= 0,07 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x29} &= 0,016 \text{ m} \\
A_{y29} &= 0,044 \text{ m} \\
C_{29} &= 0 \text{ m} \\
A_{29} &= ((M_{29}/12) \times (A_{x29}^2 + A_{y29}^2)) + (M_{29} \times C_{29}^2) \\
A_{29} &= 0,0000128 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{28} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x28} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y28} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{28} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{28} &= ((M_{28}/12) \times (A_{x28}^2 + A_{y28}^2)) + (M_{28} \times C_{28}^2) \\
A_{28} &= 0,000884 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{27} &= 0,01 \text{ kg (2 Adet)} \\
A_{x27} &= 0,035 \text{ m} \\
A_{y27} &= 0,004 \text{ m} \\
C_{27} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{27} &= ((M_{27}/12) \times (A_{x27}^2 + A_{y27}^2)) + (M_{27} \times C_{27}^2) \\
A_{27} &= 0,000884 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{26} &= 0,38 \text{ kg} \\
A_{x26} &= 0,04 \text{ m} \\
A_{y26} &= 0,04 \text{ m} \\
C_{26} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{26} &= ((M_{26}/12) \times (A_{x26}^2 + A_{y26}^2)) + (M_{26} \times C_{26}^2) \\
A_{26} &= 0,0169 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
M_{25} &= 0,1 \text{ kg} \\
R_{25} &= 0,01 \text{ m} \\
C_{25} &= 0,21 \text{ m} \\
A_{25} &= (M_{25}/2 \times R_{25}^2) + (M_{25} \times C_{25}^2) \\
A_{25} &= 0,0044 \text{ kg.m}^2
\end{aligned} \tag{3.2}$$

A.2. Servo Motor Seçimi

A.2.1. (1) ve (3) No.lu servo motor hesaplamaları

$$\sum A_{s1} = A_{25} + A_{26} + A_{27} + A_{28} + A_{29} + A_{s1} + A_K \quad (3.3)$$

$$\sum A_{s1} = 0,0433 \text{ kg.m}^2$$

$$\sum M_{s1} = M_{25} + M_{26} + M_{27} + M_{28} + M_{29} + M_K = 0,09 + 0,38 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 0,14 + 1 \quad (3.4)$$

$$\sum M_{s1} = 1,67 \text{ kg}$$

$$V = 0,12 \text{ m/dak}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$h_1 = 1,624 \text{ mm}$$

$$t = h/2 = 1,624 / 2 = 0,812 \text{ mm} \quad (3.5)$$

$$d_1 = d - 2h_1 = 20 - 3,248 = 16,752 \text{ mm} \quad (3.6)$$

$$d_2 = d - h_1 = 20 - 1,624 = 18,376 \text{ mm} \quad (3.7)$$

$$r = d_2 / 2 = 18,376 / 2 = 9,188 \text{ mm} \quad (3.8)$$

$$\mu = 0,154$$

vida helis açısı;

$$\text{tg } \alpha = h_1 / (\pi \times d_2) = 1,624 / (3,14 \times 18,376) = 0,028 \text{ ise: } \alpha = 1,6^\circ \quad (3.9)$$

$$\mu = \text{tg } \rho = 0,154 \text{ ise } \rho = 8,755^\circ$$

$$\text{tg } (\alpha + \rho) = \text{tg } (1,6^\circ + 8,755) = 0,183 \text{ ise;}$$

vidanın verimi;

$$\eta = \text{tg } \alpha / \text{tg } (\alpha + \rho) = 0,153 = \% 15,3 \quad (3.10)$$

$$M_d = Q \times r \times \text{tg}(\alpha + \rho) \text{ ise; } \quad (3.11)$$

$$M_d = 1,67 \times 9,188 \times 0,183 = 2,81 \text{ kg.mm} = 0,03 \text{ N.m}$$

$$n = V / h = 120 / 1,624 = 74 \text{ dev/dak} \quad (3.12)$$

$$\omega = (\pi \times n) / 30 \text{ ise: } \quad (3.13)$$

$$\omega = (3,14 \times 74) / 30 = 7,75 \text{ rad/s}$$

$$\alpha = w / t \text{ ise: } \quad (3.14)$$

$$\alpha = 7,75 / 1 = 7,75 \text{ rad/sn}^2$$

$$\sum \mathbf{T} = M_d + \sum A \times \alpha \quad (3.15)$$

$$\sum \mathbf{T}_{s1} = 0,03 + (0,0433 \times 7,75) = 0,36 \text{ N.m}$$

1. servo motor olarak R88M-W03030 servo motor seçilmiştir.

($\mathbf{T}_{\max}$:0,5 N.m / $\mathbf{P}$: 157 W)

Aynı hesaplamalar 3. servomotor seçimi içinde tekrarlandı ve 3. servomotor olarak R88M-W750 servomotor seçildi. ($\mathbf{T}_{\max}$:7,16 N.m / $\mathbf{P}$: 2,24 Kw)

A.2.2. (2) ve (4) no.lu servo motor hesaplamaları

$$\sum A_{s2} = A_{20} + A_{21} + A_{22} + A_{23} + A_{24} + A_{25} + A_{26} + A_{27} + A_{28} + A_{29} + A_{s1} + A_K \quad (3.3)$$

$$\sum A_{s2} = 0,24 \text{ kg.m}^2$$

$$n = 80 \text{ d/d}$$

$t = 1$ sn kabulü ile:

$$\omega = (\pi \times n) / 30 \text{ ise:} \quad (3.13)$$

$$\omega = (3,14 \times 80) / 30 = 8,37 \text{ rad/s}$$

$$\alpha = \omega / t \text{ ise:} \quad (3.14)$$

$$\alpha = 8,37 / 1 = 8,37 \text{ rad/sn}^2$$

$$\sum \mathbf{T} = I \times \alpha \quad \text{ise:}$$

$$\sum \mathbf{T} = 0,24 \times 8,37 = 2 \text{ N.m} \quad (3.15)$$

2. servomotor olarak R88M-W40030 servomotor seçildi.

($\mathbf{T}_{\max}$: 3,82 N.m / $\mathbf{P}$: 1,2 Kw)

Aynı hesaplamalar 4. servomotor seçimi içinde tekrarlandı ve 4. servo motor olarak R88M-W750 servomotor seçildi. ($\mathbf{T}_{\max}$:7,16 N.m / $\mathbf{P}$: 2,24 Kw)

A.3. Konik Dişli Çark Seçimi

A.3.1. (1) No.lu konik dişli çark seçimi

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 \quad \delta_1 = \delta_2 = 45^\circ \quad (3.16)$$

$$z_1 = 17 \cdot \cos \delta = 17 \cdot \cos 45^\circ = 12,02$$

$$z_1 = 16 \text{ seçilmiştir.}$$

$$i_{12} = z_2 / z_1 = 1 \quad (3.17)$$

$$z_2 = 16$$

$$K_v = 1$$

$$K_f = 3,15$$

$$K_0 = 1,25$$

$$M_{Max} = 7160 \text{ N.mm}$$

$$M_{bc} = M_{Max} \cdot K_0 = 7160 \cdot 1,25 = 8950 \text{ N/mm}^2 \quad (3.18)$$

$$\sigma_K = 750 \dots 900 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{AK} = \sigma_K \cdot 0,5 \quad (3.19)$$

$$P_{Hem} = 620 \text{ N/mm}^2 \quad (s = 2 \text{ alındı})$$

$$\sigma_{em} = (\sigma_K \cdot 0,5) / s = (750 \cdot 0,5) / 2 = 187,5 \text{ N/mm}^2 \quad (3.20)$$

Konik dişlinin boyutlandırılması;

$$m_m \geq 3 \sqrt{\frac{2 \cdot m_{bc}}{\Psi_m \cdot z_1 \cdot \sigma_{em}}} \cdot K_f \cdot K_v \quad (3.21)$$

$$m_m \geq 3 \sqrt{\frac{2 \cdot 8950}{6 \cdot 16 \cdot 187,5}} \cdot 3,15 \cdot 1$$

$$m_m \geq 1,06 \text{ mm}$$

$$m = m_m \cdot \left(1 + \frac{\psi_m}{z_1} \cdot \sin \delta_{01}\right) \quad (3.22)$$

$$m = 1,06. \left(1 + \frac{6}{16} \cdot \sin 45^\circ\right) = 1,34$$

Standart modül olarak $m = 2,5$ (1.seri) alındı.

$$d_{01} = m \cdot z_1 = 2,5 \cdot 16 = 40 \text{ mm} \quad (3.23)$$

$$R_a = \frac{d_{01}}{2 \cdot \sin \delta_{01}} = \frac{d_{02}}{2 \cdot \sin \delta_{02}} = \frac{40}{2 \cdot \sin 45^\circ} = 28,29 \text{ mm} \quad (3.24)$$

$$b \leq \frac{R_a}{3} = \frac{28,3}{3} = 9,43 \quad b = 9 \text{ mm alındı.} \quad (3.25)$$

$$d_{01m1} = m_m \cdot z_1 \quad (3.23)$$

$$m_m = m - \frac{b}{z_1} \cdot \sin \delta_{01} = 2,5 - \left(\frac{9}{16} \cdot \sin 45^\circ\right) = 2,1 \text{ mm} \quad (3.26)$$

$$d_{01m1} = 2,1 \cdot 16 = 33,6 \text{ mm}$$

$$h_{b1} = h_{b2} = m = 2,5 \text{ mm}$$

$$h_{t1} = h_{t2} = 1,2 \cdot m = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{ mm}$$

$$h = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 2,5 = 5,5 \text{ mm} \quad (3.27)$$

$$d_{b1} = d_{b2} = d_{01} + 2 \cdot h_{b1} \cdot \cos \delta_{01} = 40 + 2 \cdot 2,5 \cdot \cos 45^\circ = 43,53 \text{ mm} \quad (3.28)$$

$$d_{t1} = d_{01} - 2 \cdot h_{t1} \cdot \cos \delta_{01} = 40 - 2 \cdot 2,5 \cdot \cos 45^\circ = 32,22 \text{ mm} \quad (3.29)$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2 \cdot h_{b2} \cdot \cos \delta_{02} = 40 - 2 \cdot 2,5 \cdot \cos 45^\circ = 36,47 \text{ mm} \quad (3.30)$$

$$P_H = K_E \cdot K_\alpha \cdot K_i \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M_{bc}}{b \cdot d_{0m1}^2}} \cdot K_V \leq P_{Hem} \quad (3.31)$$

$$K_i = \sqrt{\frac{i_{12} + 1}{i_{12}}} = \sqrt{\frac{1 + 1}{1}} = 1,41 \quad (3.32)$$

$$K_E = 86,7$$

$$K_\alpha = 1,76$$

$$K_V = 1,4$$

$$P_H = 86,7 \cdot 1,76 \cdot 1,41 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 8950}{9 \cdot 33,6^2}} \cdot 1,4 \leq P_{Hem}$$

$$P_H = 337,9 \text{ N/mm}^2 \leq 620 \text{ N/mm}^2 \text{ Bağlantı emniyetlidir.}$$

A.3.2. (2) No.lu konik dişli çark seçimi

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 \quad \delta_1 = \delta_2 = 45^\circ \quad (3.16)$$

$$z_1 = 17 \cdot \cos \delta = 17 \cdot \cos 45^\circ = 12,02$$

$$z_1 = 14 \text{ seçilmiştir.}$$

$$i_{12} = z_2 / z_1 = 1 \quad (3.17)$$

$$z_2 = 14$$

$$K_v = 1$$

$$K_f = 3,15$$

$$K_0 = 1,25$$

$$M_{Max} = 3820 \text{ N.mm}$$

$$M_{bc} = M_{Max} \cdot K_0 = 3820 \cdot 1,25 = 4775 \text{ N/mm}^2 \quad (3.18)$$

$$\sigma_K = 750 \dots 900 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{AK} = \sigma_K \cdot 0,5 \quad (3.19)$$

$$P_{Hem} = 620 \text{ N/mm}^2 \quad (s = 2 \text{ alındı})$$

$$\sigma_{em} = (\sigma_K \cdot 0,5) / s = (750 \cdot 0,5) / 2 = 187,5 \text{ N/mm}^2 \quad (3.20)$$

Konik dişlinin boyutlandırılması;

$$m_m \geq 3 \sqrt{\frac{2 \cdot m_{bc}}{\Psi_m \cdot z_1 \cdot \sigma_{em}}} \cdot K_f \cdot K_v \quad (3.21)$$

$$m_m \geq 3 \sqrt{\frac{2 \cdot 4775}{6 \cdot 14 \cdot 187,5}} \cdot 3,15 \cdot 1$$

$$m_m \geq 1,24$$

$$m = m_m \cdot \left(1 + \frac{\psi_m}{z_1} \cdot \sin \delta_{01}\right) \quad (3.22)$$

$$m = 1,24 \cdot \left(1 + \frac{6}{14} \cdot \sin 45^\circ\right) = 1,6$$

Standart modül olarak $m = 2$ (1.seri) alındı.

$$d_{01} = m.z_1 = 2.14 = 28 \text{ mm} \quad (3.23)$$

$$R_a = \frac{d_{01}}{2 \cdot \sin \delta_{01}} = \frac{d_{02}}{2 \cdot \sin \delta_{02}} = \frac{28}{2 \cdot \sin 45^\circ} = 19,8 \text{ mm} \quad (3.24)$$

$$b \leq \frac{R_a}{3} = \frac{19,8}{3} = 6,6 \quad b = 6 \text{ mm alındı.} \quad (3.25)$$

$$d_{01m1} = m_m . z_1 \quad (3.23)$$

$$m_m = m - \frac{b}{z_1} \cdot \sin \delta_{01} = 2 - \left(\frac{6}{14} \cdot \sin 45^\circ \right) = 1,7 \text{ mm} \quad (3.26)$$

$$d_{01m1} = 1,7 \cdot 14 = 23,8 \text{ mm}$$

$$h_{b1} = h_{b2} = m = 2 \text{ mm}$$

$$h_{t1} = h_{t2} = 1,2.m = 1,2.2 = 2,4 \text{ mm}$$

$$h = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 2 = 4,4 \text{ mm} \quad (3.27)$$

$$d_{b1} = d_{b2} = d_{01} + 2 \cdot h_{b1} \cdot \cos \delta_{01} = 28 + 2.2 \cdot \cos 45^\circ = 30,83 \text{ mm} \quad (3.28)$$

$$d_{t1} = d_{01} - 2 \cdot h_{t1} \cdot \cos \delta_{01} = 28 - 2.2.4 \cdot \cos 45^\circ = 24,61 \text{ mm} \quad (3.29)$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2 \cdot h_{b2} \cdot \cos \delta_{02} = 28 - 2.2 \cdot \cos 45^\circ = 25,17 \text{ mm} \quad (3.30)$$

$$P_H = K_E \cdot K_\alpha \cdot K_i \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M_{bc}}{b \cdot d_{0m1}^2}} \cdot K_V \leq P_{Hem} \quad (3.31)$$

$$K_i = \sqrt{\frac{i_{12} + 1}{i_{12}}} = \sqrt{\frac{1+1}{1}} = 1,41 \quad (3.32)$$

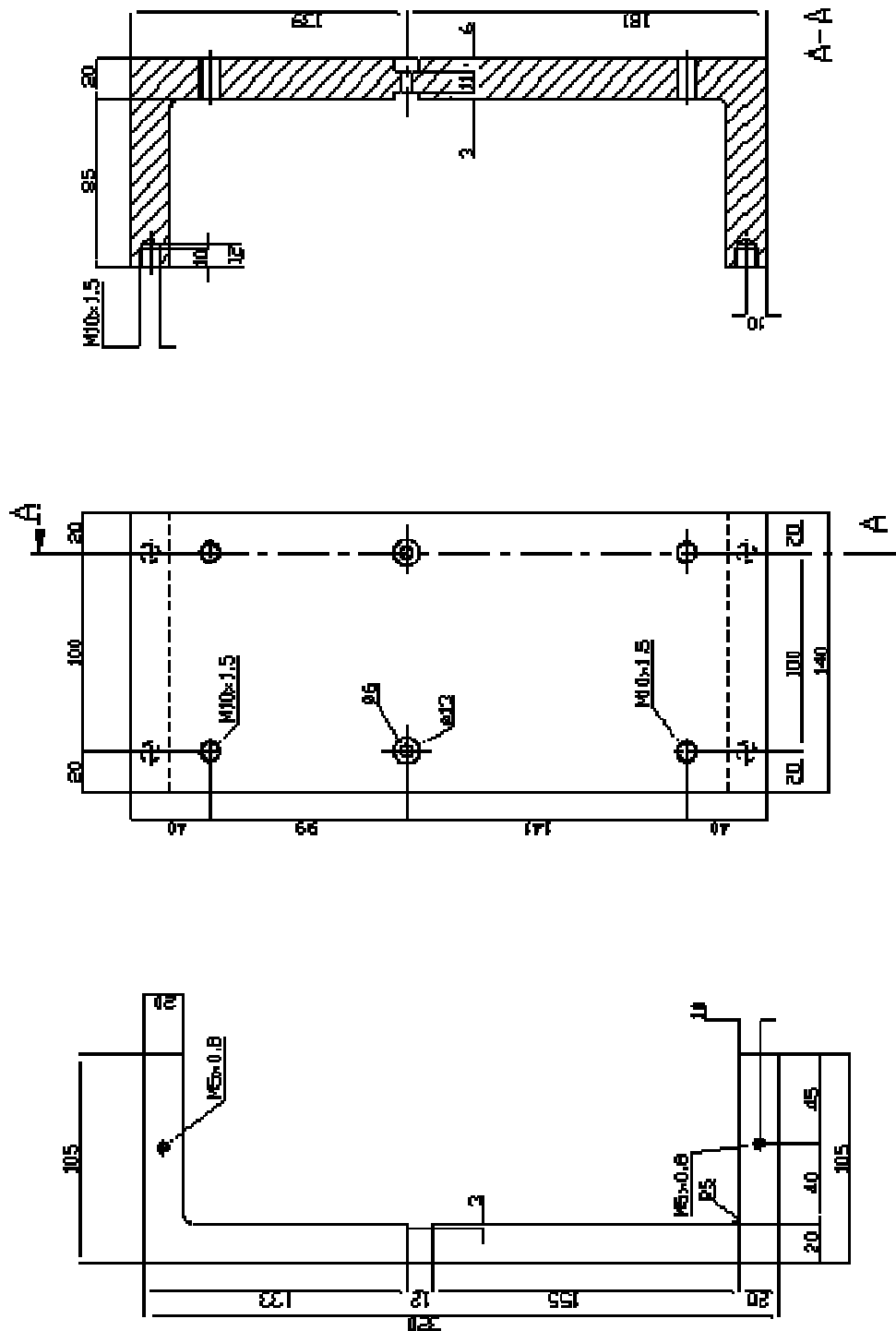
$$K_E = 86,7$$

$$K_\alpha = 1,76$$

$$K_V = 1,4$$

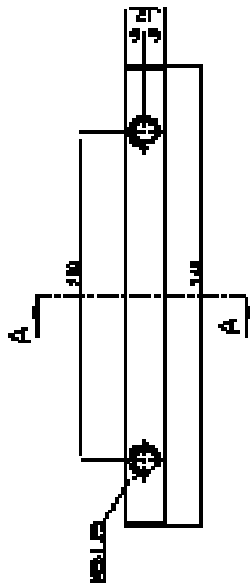
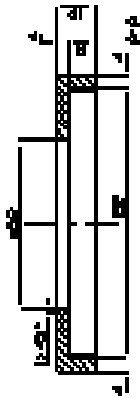
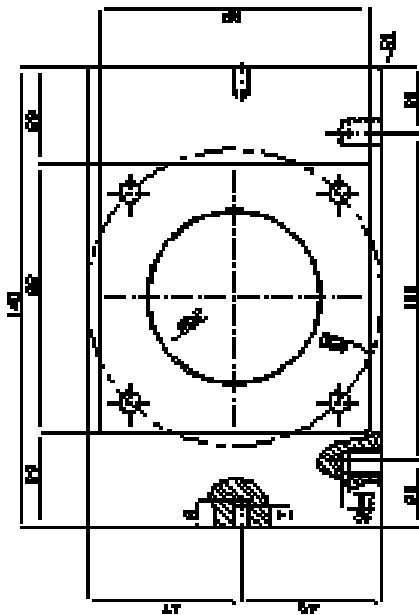
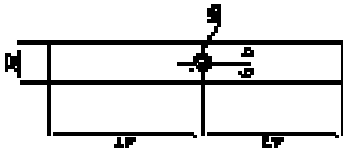
$$P_H = 86,7 \cdot 1,76 \cdot 1,41 \cdot \sqrt{\frac{2.4775}{6.23,8^2}} \cdot 1,4 \leq P_{Hem}$$

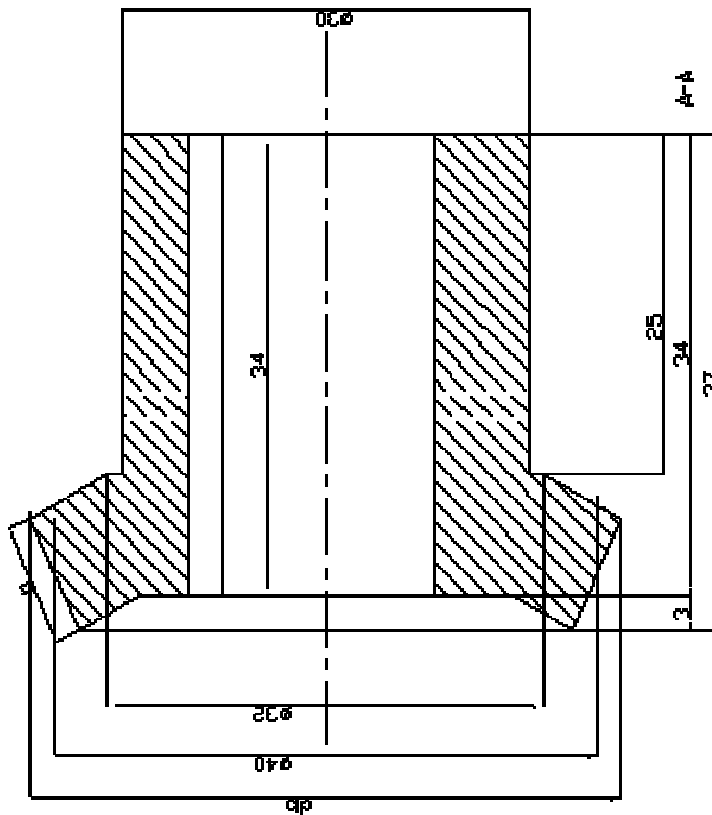
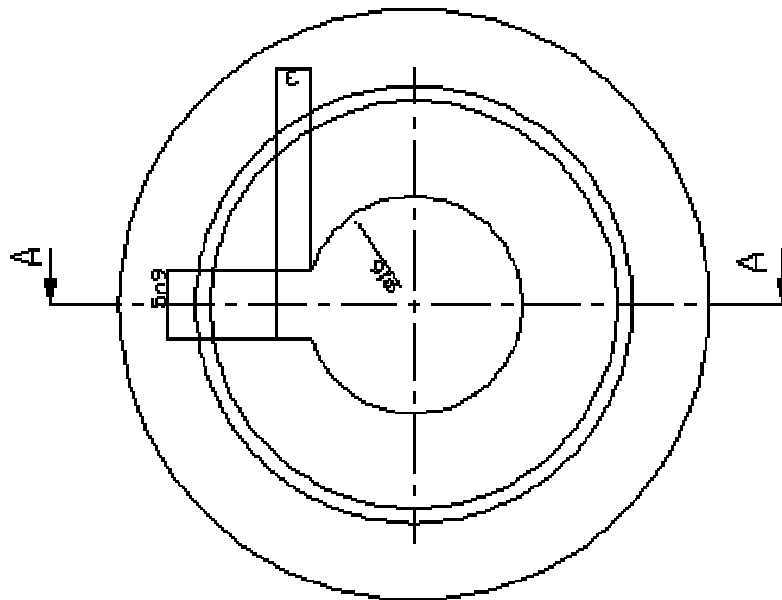
$$P_H = 426,7 \text{ N/mm}^2 \leq 620 \text{ N/mm}^2 \text{ Bağlantı emniyetlidir.}$$



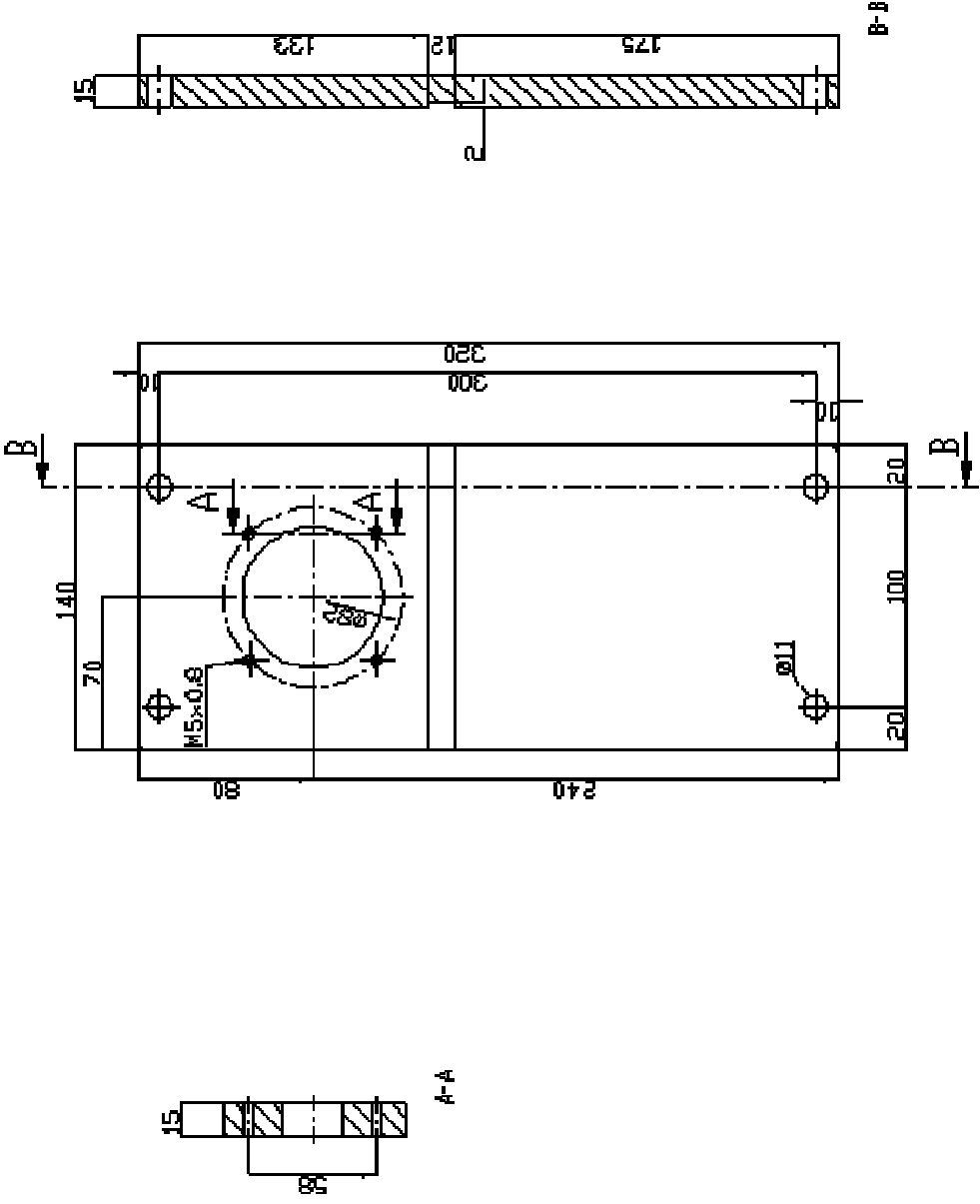
	Birth	d-d - year	Age :
Green	220506	Month-day Year	
Control	220516	Year-Mo-Day Year	
Block 1/3		YEAR	1986
			II
			Begin to
			Learning

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

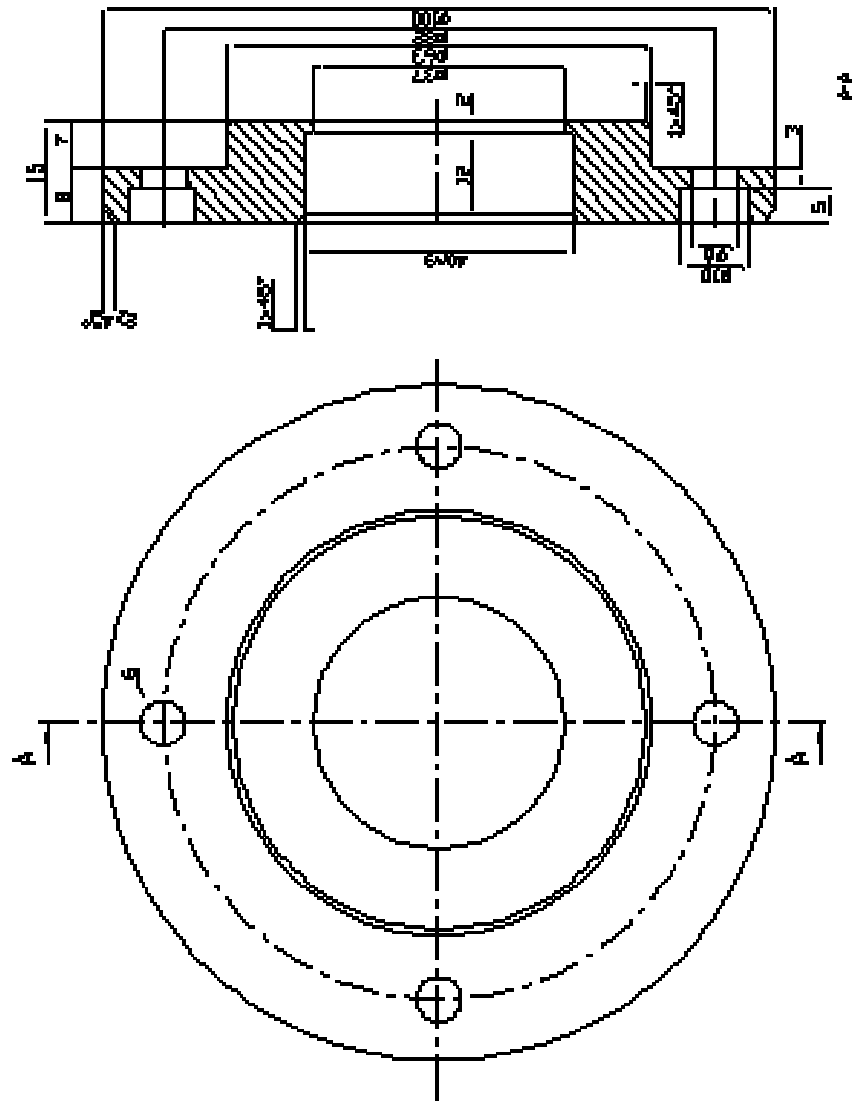


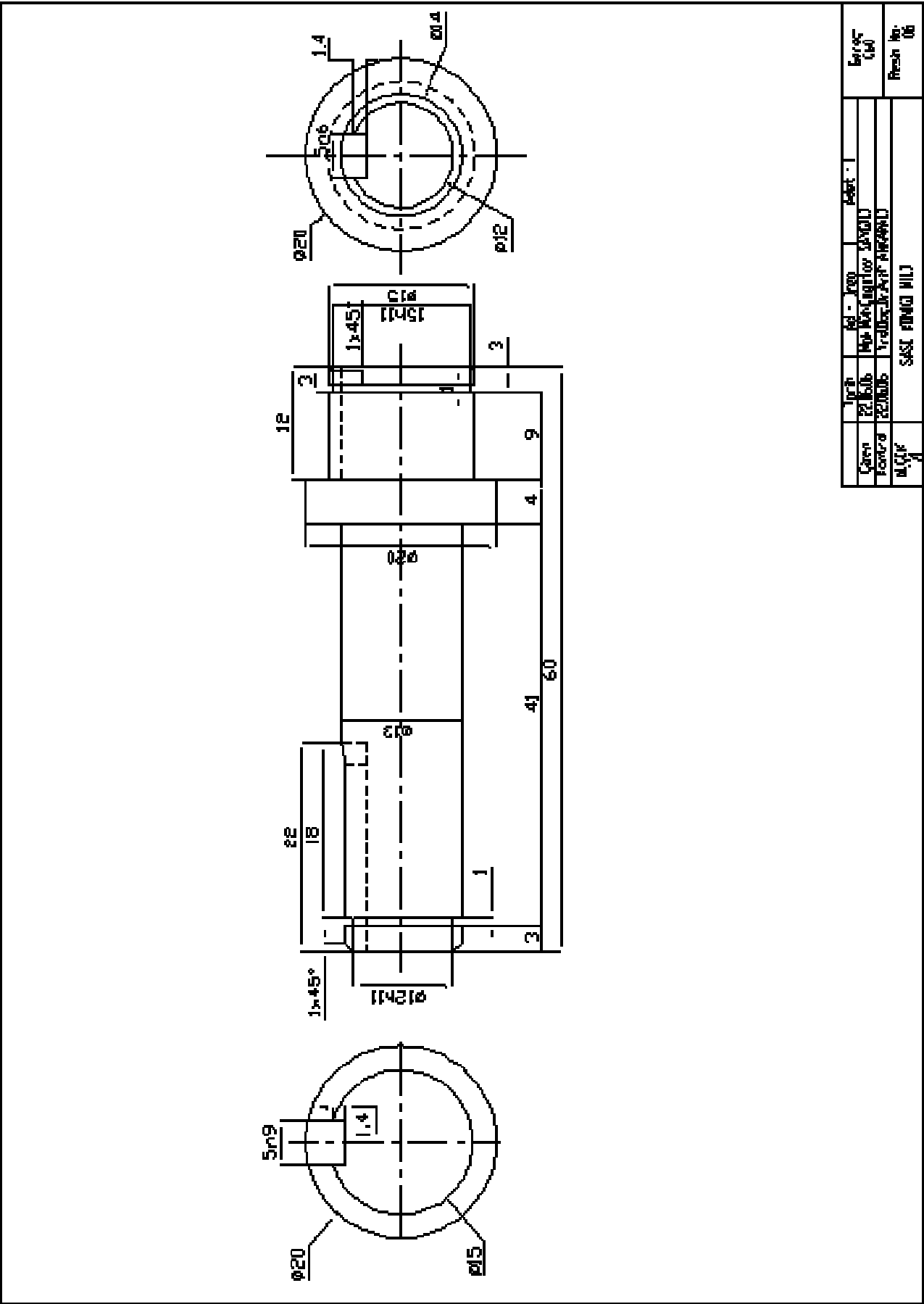


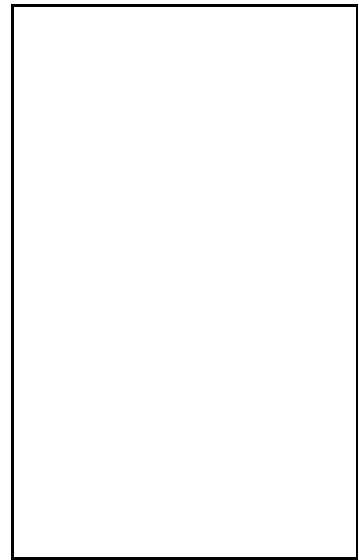
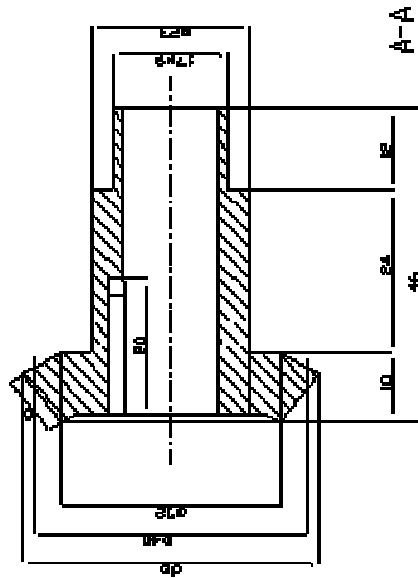
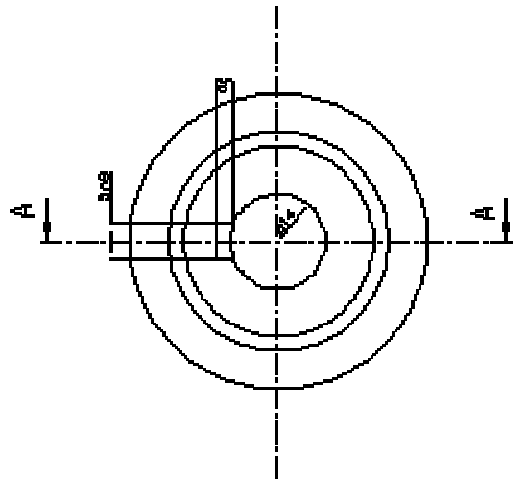
Green	22.06.06	Pol. Reint. Control	Water : 1	Gargen AMG 15748
Control	22.06.06	Ver. Incir Ar. 2	AMG 15748	
Plant	-/1	Faktor 115.11 100%		Presin Nr: D3



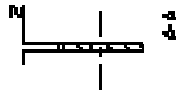
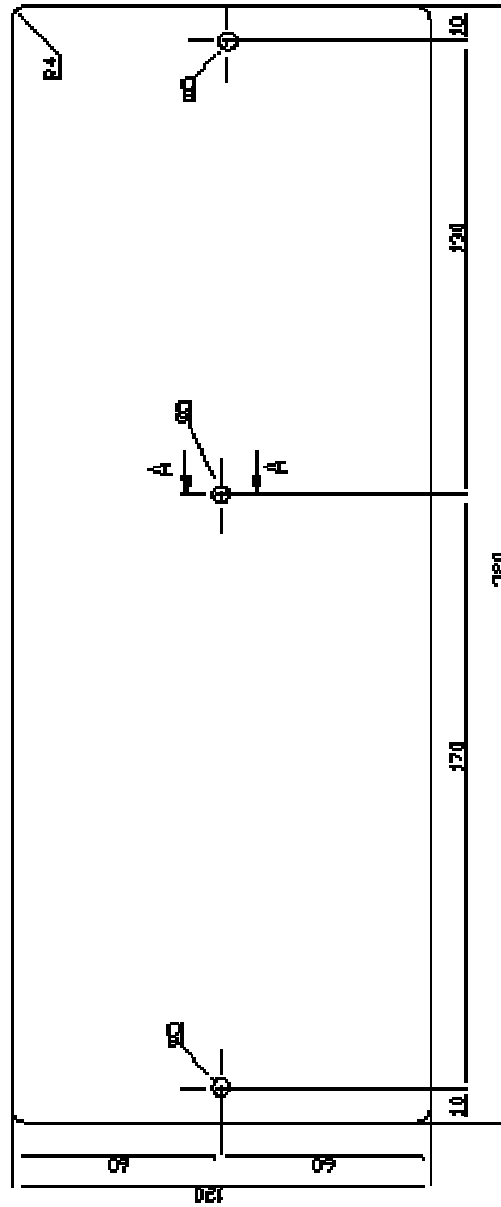
Uraian	Tgl. 22.05.06	Ad - 1020	Model : 1	Gerenc
Kontrol	22.05.06	Mem. 1020 (1020)	SA (1020)	1020/05/10
dit. 1/	22.05.06	1020 (1020)	1020 (1020)	Resin No
				1020

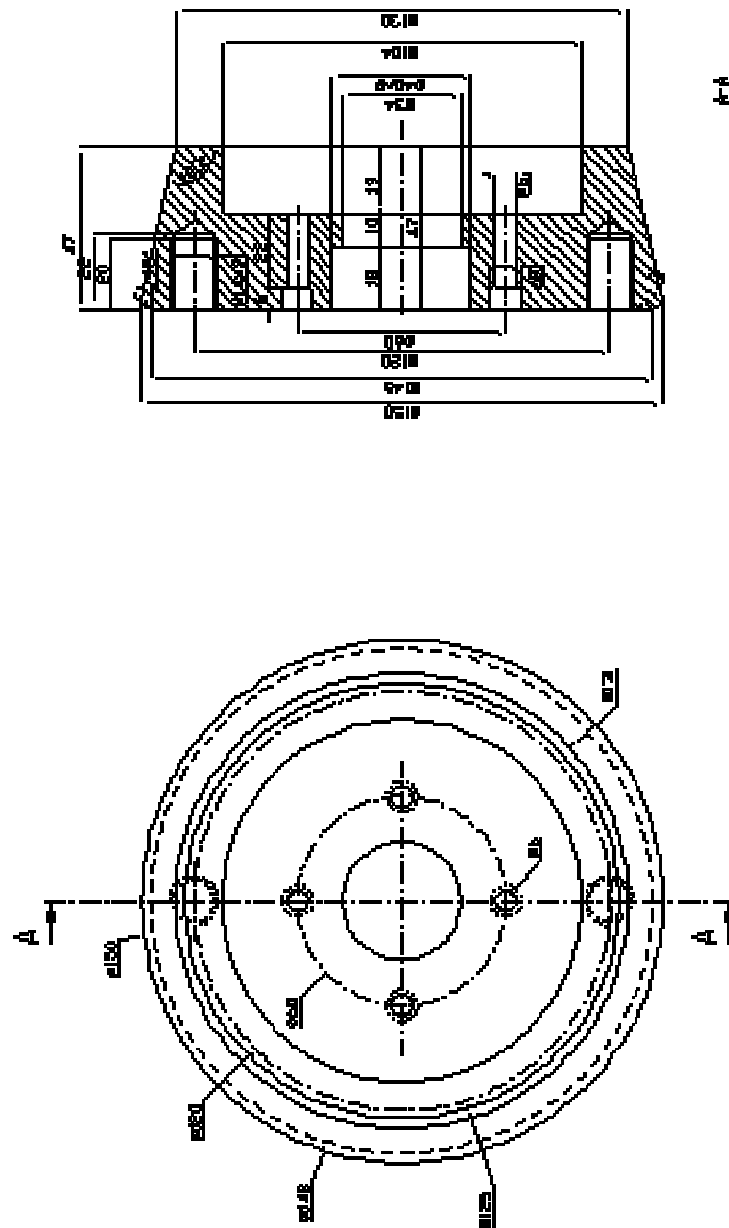
[illegible]

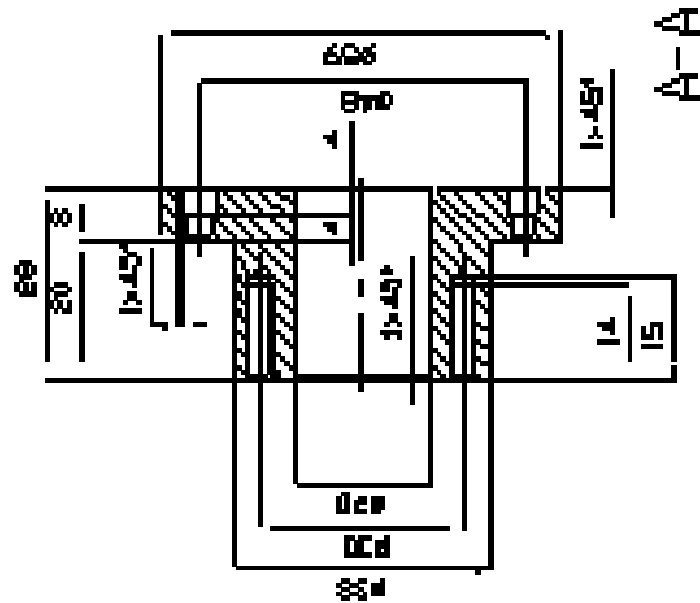
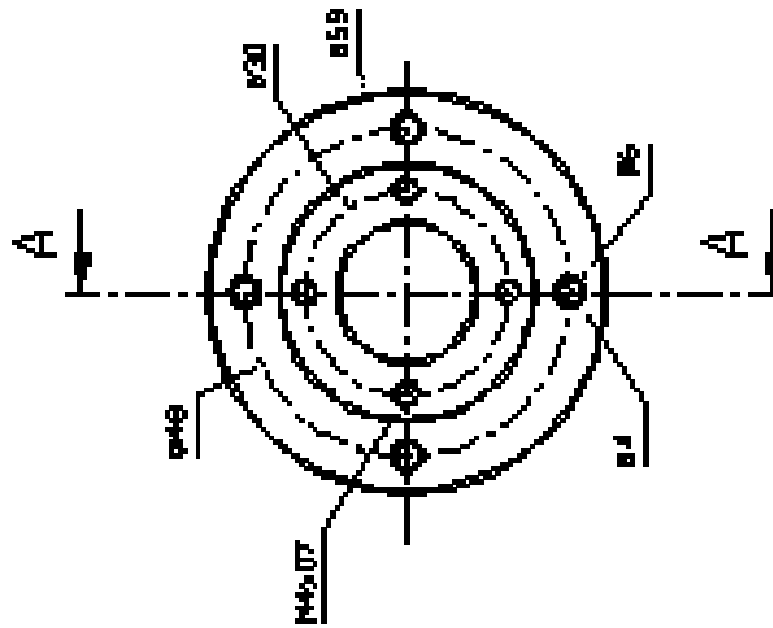




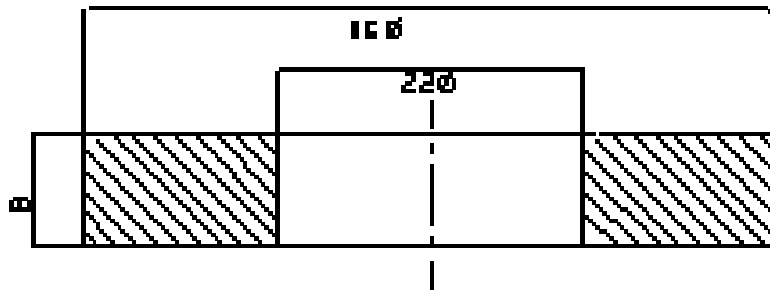
Scale	1:1	1:1	1:1	1:1
Author	1000	1000	1000	1000
Editor	1000	1000	1000	1000
Checker	1000	1000	1000	1000
Designer	1000	1000	1000	1000
Project	1000	1000	1000	1000
Sheet	1000	1000	1000	1000
Part	1000	1000	1000	1000
Drawn by	1000	1000	1000	1000
Checked by	1000	1000	1000	1000
Approved by	1000	1000	1000	1000

[illegible]

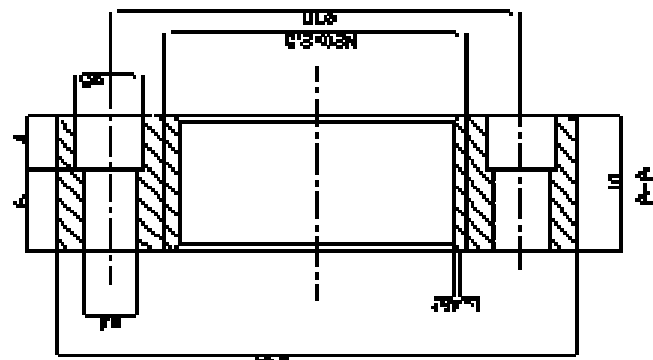
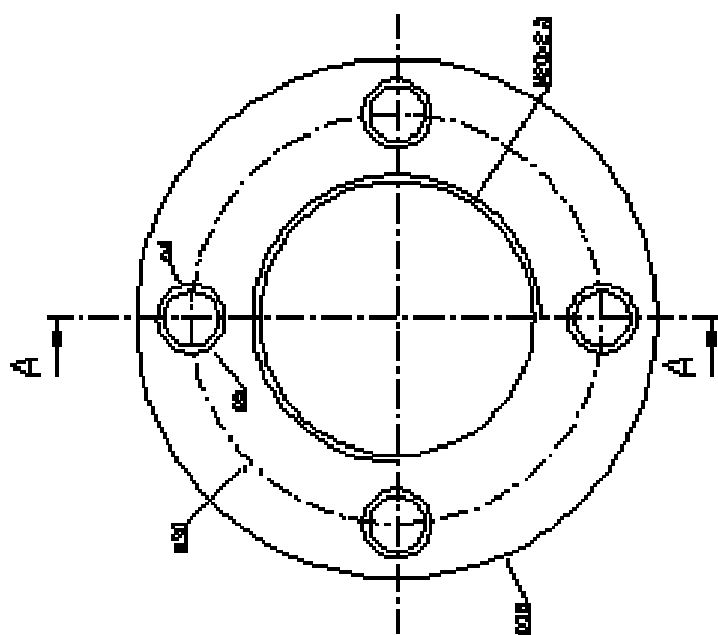
[illegible]



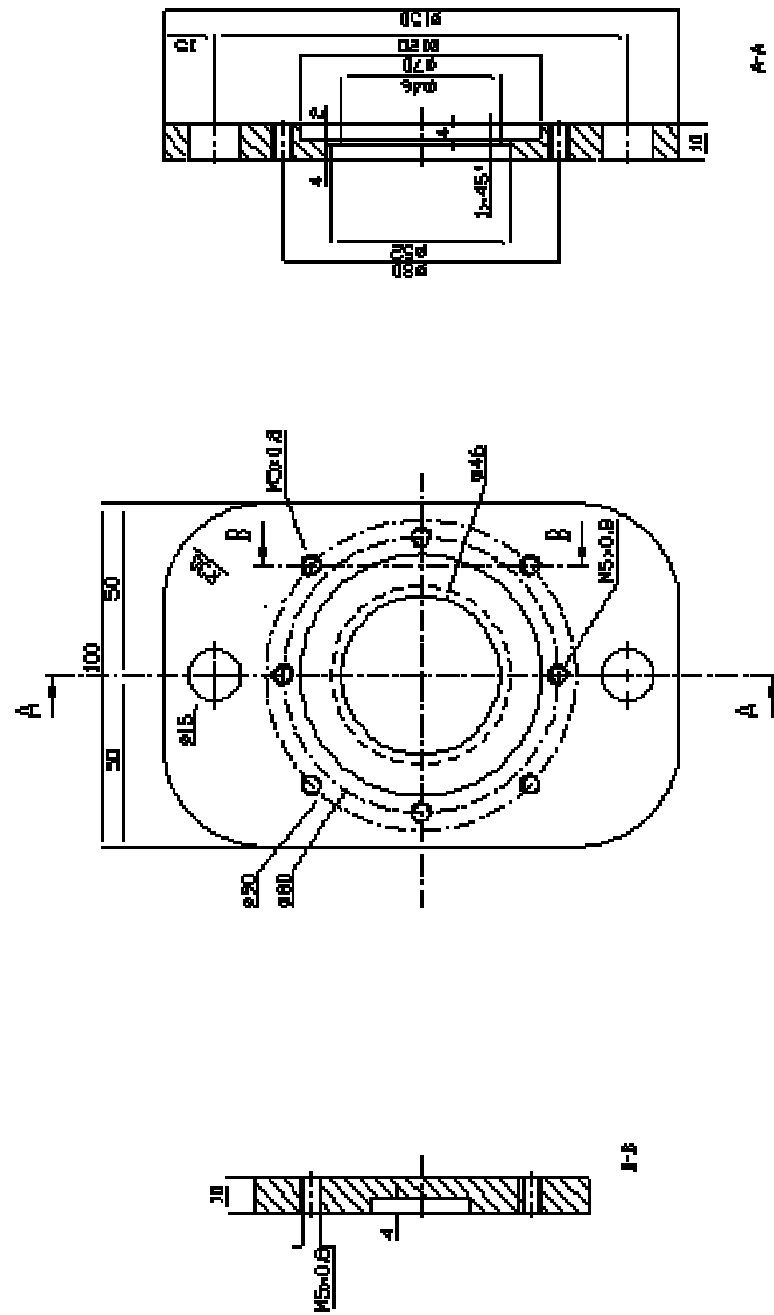
	Year	Mid-Year	April 1	Report Due
1996	1996	1996	1996	
1997	1997	1997	1997	
1998	1998	1998	1998	
1999	1999	1999	1999	
2000	2000	2000	2000	
2001	2001	2001	2001	
2002	2002	2002	2002	
2003	2003	2003	2003	
2004	2004	2004	2004	
2005	2005	2005	2005	
2006	2006	2006	2006	
2007	2007	2007	2007	
2008	2008	2008	2008	
2009	2009	2009	2009	
2010	2010	2010	2010	
2011	2011	2011	2011	
2012	2012	2012	2012	
2013	2013	2013	2013	
2014	2014	2014	2014	
2015	2015	2015	2015	
2016	2016	2016	2016	
2017	2017	2017	2017	
2018	2018	2018	2018	
2019	2019	2019	2019	
2020	2020	2020	2020	
2021	2021	2021	2021	
2022	2022	2022	2022	
2023	2023	2023	2023	
2024	2024	2024	2024	
2025	2025	2025	2025	
2026	2026	2026	2026	
2027	2027	2027	2027	
2028	2028	2028	2028	
2029	2029	2029	2029	
2030	2030	2030	2030	
2031	2031	2031	2031	
2032	2032	2032	2032	
2033	2033	2033	2033	
2034	2034	2034	2034	
2035	2035	2035	2035	
2036	2036	2036	2036	
2037	2037	2037	2037	
2038	2038	2038	2038	
2039	2039	2039	2039	
2040	2040	2040	2040	
2041	2041	2041	2041	
2042	2042	2042	2042	
2043	2043	2043	2043	
2044	2044	2044	2044	
2045	2045	2045	2045	
2046	2046	2046	2046	
2047	2047	2047	2047	
2048	2048	2048	2048	
2049	2049	2049	2049	
2050	2050	2050	2050	
2051	2051	2051	2051	
2052	2052	2052	2052	
2053	2053	2053	2053	
2054	2054	2054	2054	
2055	2055	2055	2055	
2056	2056	2056	2056	
2057	2057	2057	2057	
2058	2058	2058	2058	
2059	2059	2059	2059	
2060	2060	2060	2060	
2061	2061	2061	2061	
2062	2062	2062	2062	
2063	2063	2063	2063	
2064	2064	2064	2064	
2065	2065	2065	2065	
2066	2066	2066	2066	
2067	2067	2067	2067	
2068	2068	2068	2068	
2069	2069	2069	2069	
2070	2070	2070	2070	
2071	2071	2071	2071	
2072	2072	2072	2072	



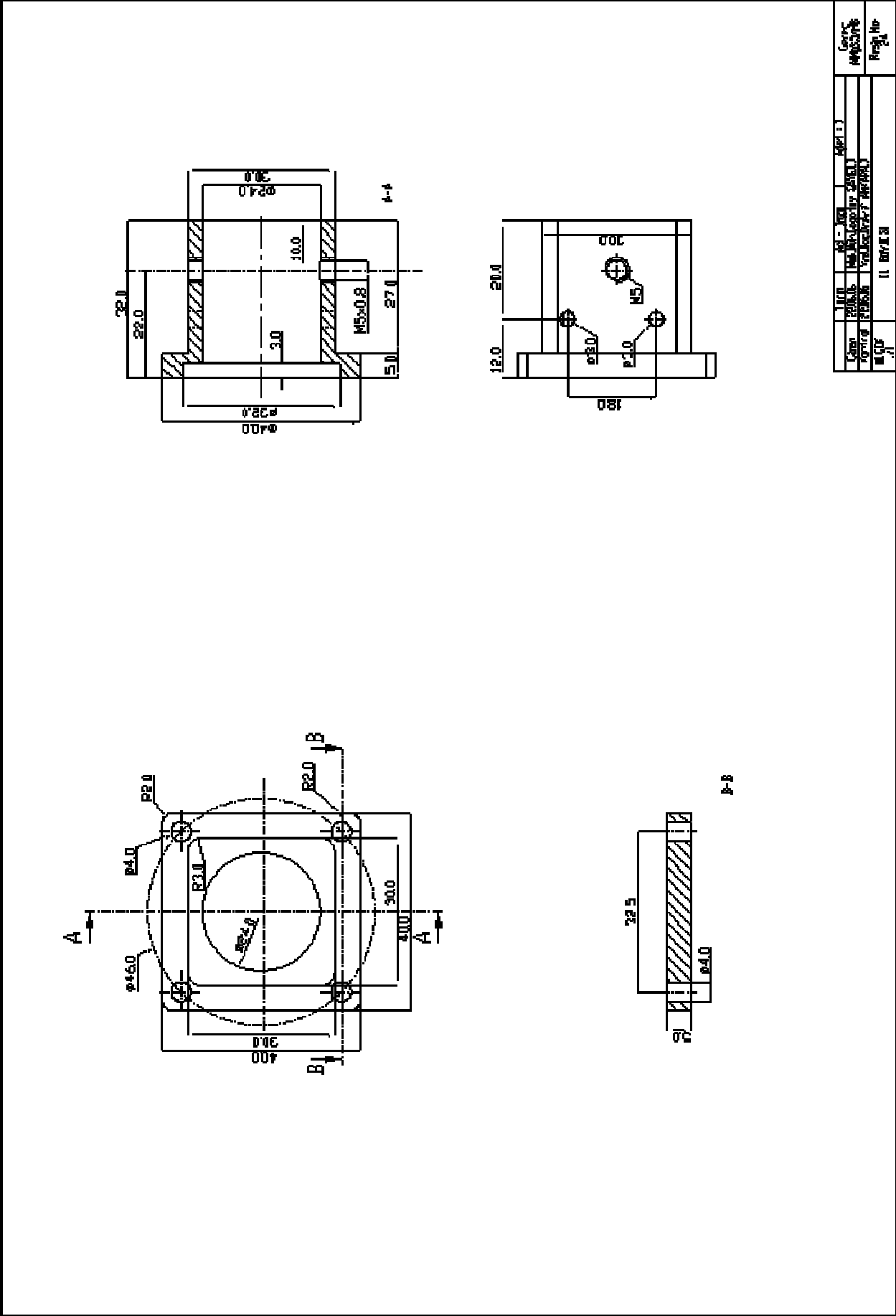
	Trade	Ad - Term	Advert. #	Expiry day/yr/mo
Lower control	Refunds Penalties	See Instructions Voluntary Act Refund		
Upper limit	BUREAU			Printed No 15

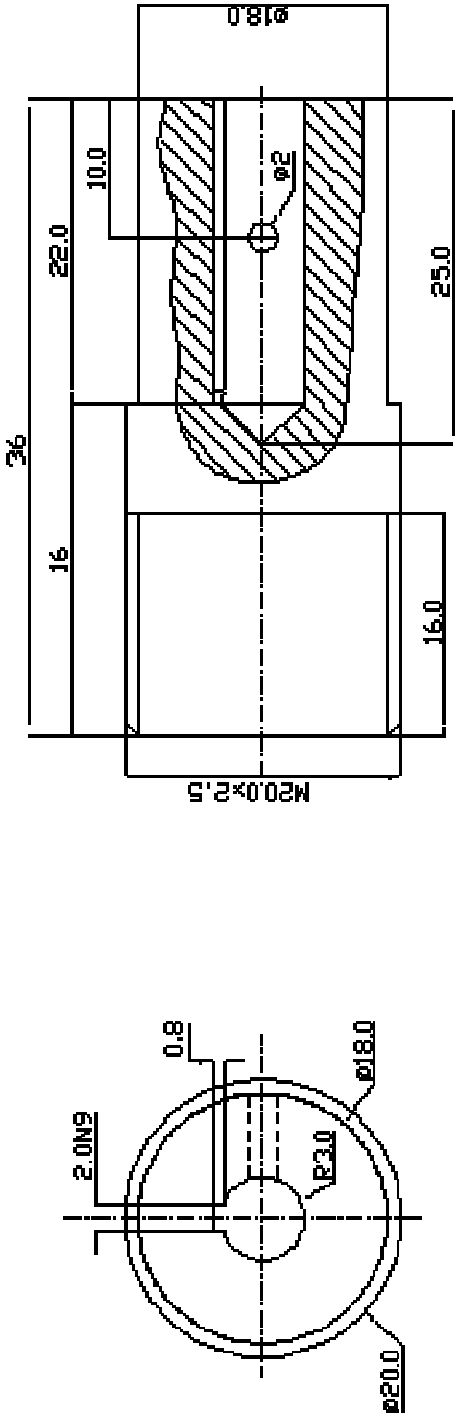


Name	Drawn	Rev	Rev	Rev	Rev
	10/10/10	10/10/10	10/10/10	10/10/10	10/10/10
	10/10/10	10/10/10	10/10/10	10/10/10	10/10/10
Material	ALUMINUM				

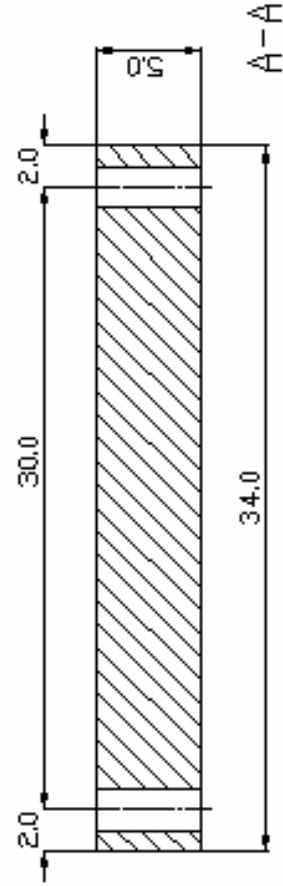
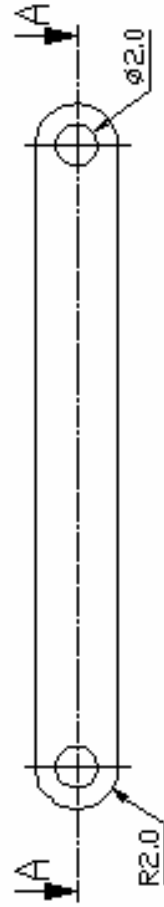


	DATE RECEIVED	3/8 17/90
Paid by		
To		
for		
by		
Cheque No.		
Date		
Amount		
Total		

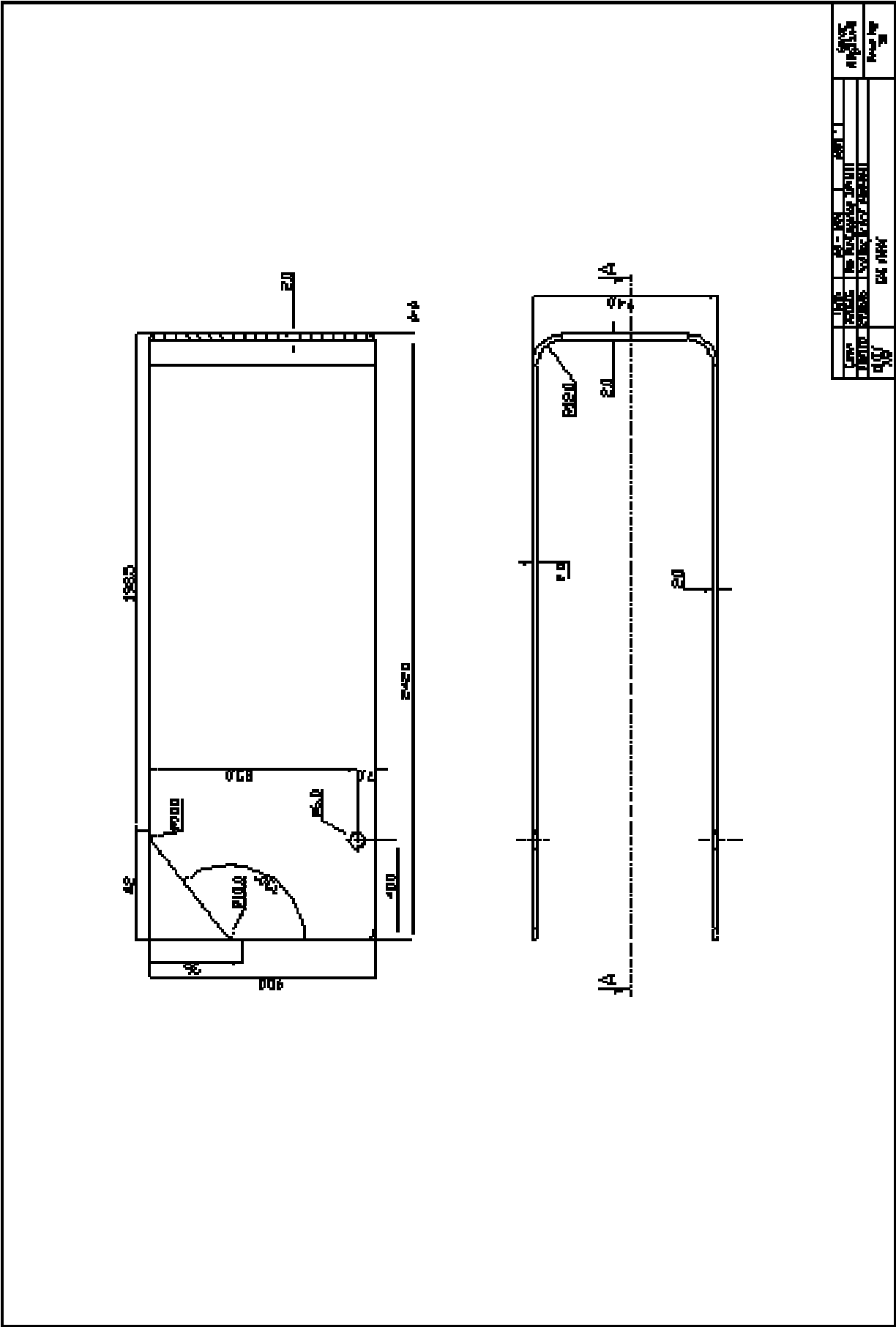


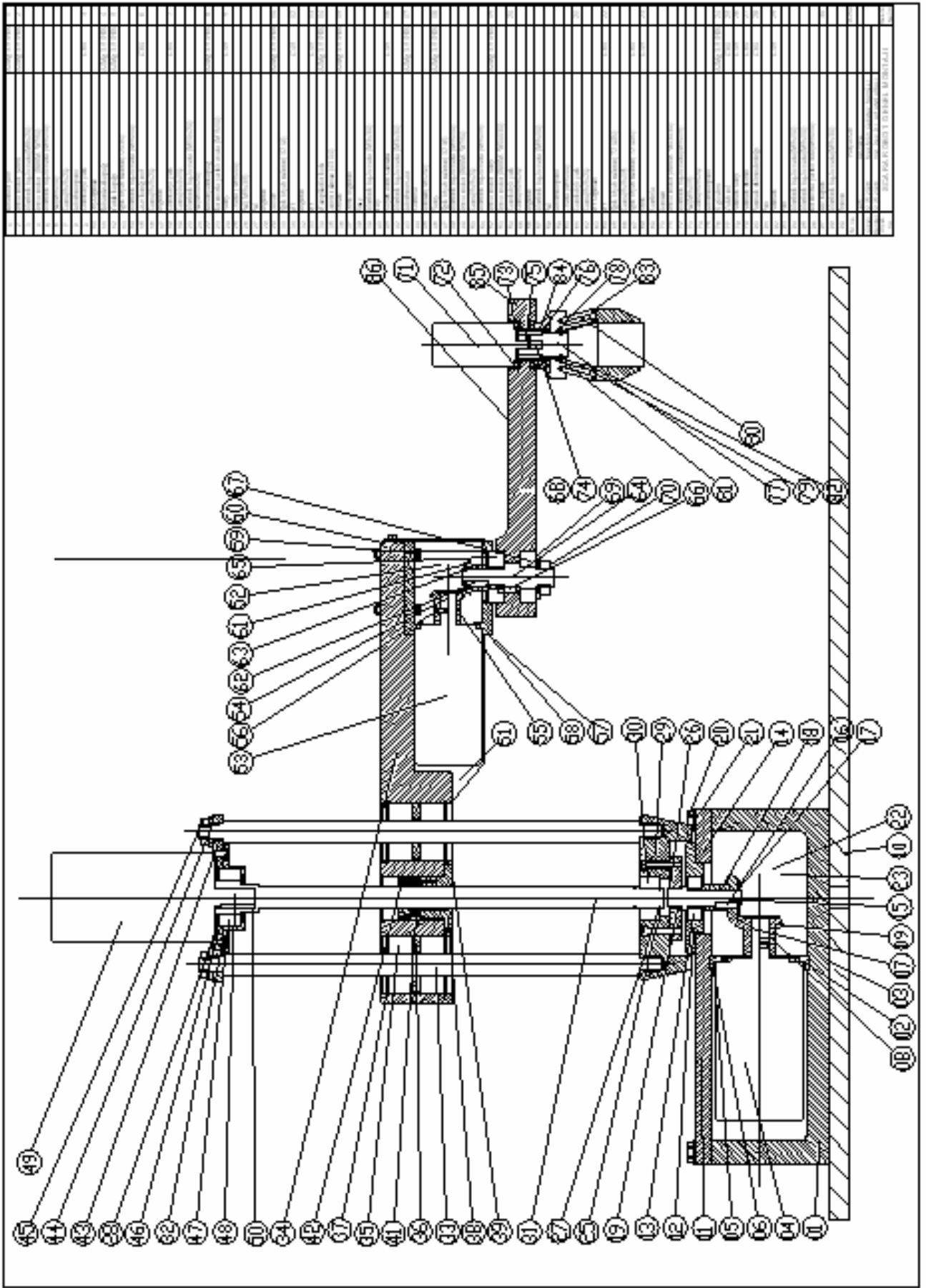


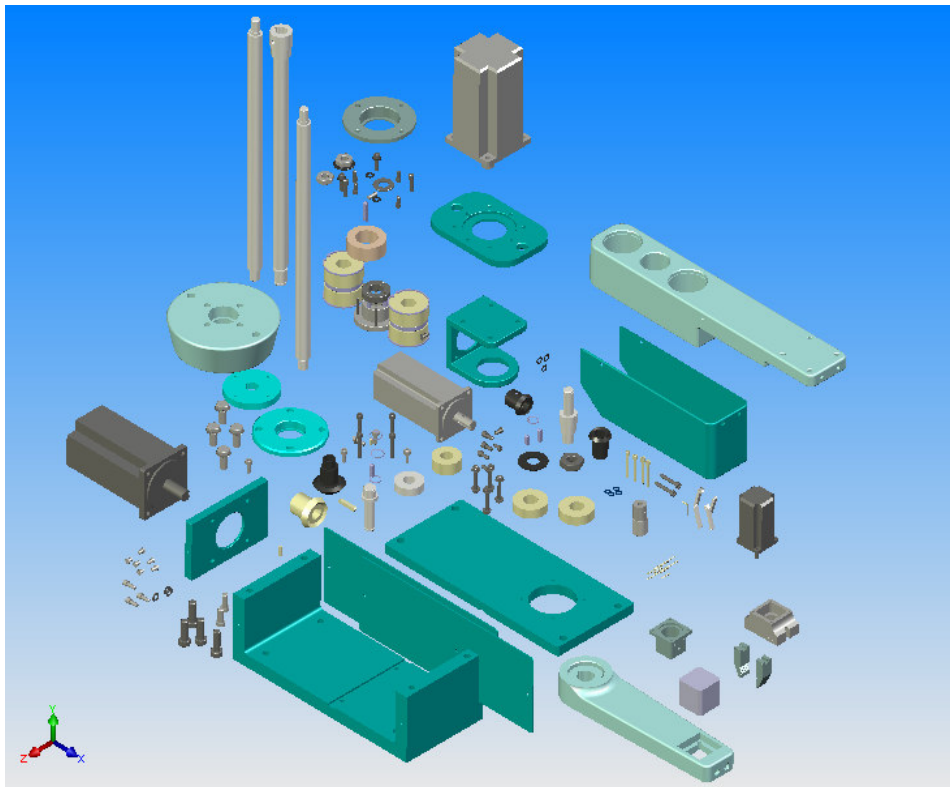
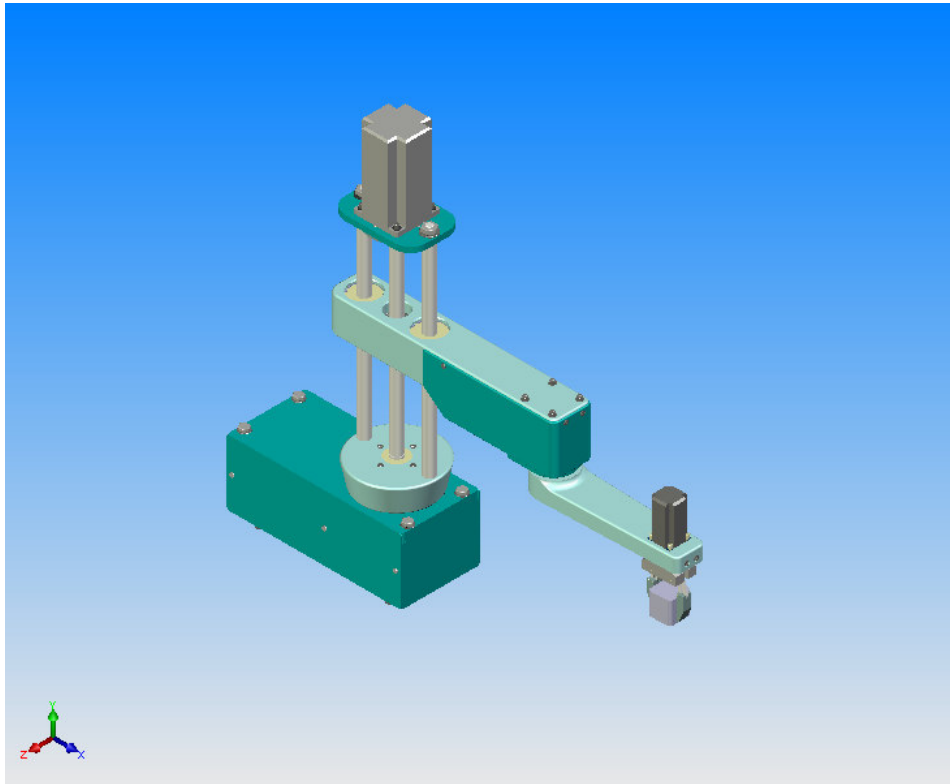
Genç Cm	Revizyon No 10	YORULU ML			
		Ed - Issu	Mod - I	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	
		Revizyon	Revizyon	Revizyon	



Tarih	Ad - İmza	Adet : 2	Deneyi
22.06.06	M. N. N. Çapraz	3 AYI	06.0
Kontrol	Yrd. Doç. Dr. Arif AKKARALI		Resm. No:
01.06.06			28
PARMAK ELEMANI 2			
3/1			







Resim İlo : 3			T 1 :		T 2 :		T 3 :		T 4 :		T 5 :		T 6 :		T 7 :		T 8 :		T 9 :		T 10 :		T 11 :		T 12 :		T 13 :		T 14 :		T 15 :		T 16 :		T 17 :		T 18 :		T 19 :		T 20 :		T 21 :		T 22 :		T 23 :		T 24 :		T 25 :		T 26 :		T 27 :		T 28 :		T 29 :		T 30 :		T 31 :		T 32 :		T 33 :		T 34 :		T 35 :		T 36 :		T 37 :		T 38 :		T 39 :		T 40 :		T 41 :		T 42 :		T 43 :		T 44 :		T 45 :		T 46 :		T 47 :		T 48 :		T 49 :		T 50 :		T 51 :		T 52 :		T 53 :		T 54 :		T 55 :		T 56 :		T 57 :		T 58 :		T 59 :		T 60 :		T 61 :		T 62 :		T 63 :		T 64 :		T 65 :		T 66 :		T 67 :		T 68 :		T 69 :		T 70 :		T 71 :		T 72 :		T 73 :		T 74 :		T 75 :		T 76 :		T 77 :		T 78 :		T 79 :		T 80 :		T 81 :		T 82 :		T 83 :		T 84 :		T 85 :		T 86 :		T 87 :		T 88 :		T 89 :		T 90 :		T 91 :		T 92 :		T 93 :		T 94 :		T 95 :		T 96 :		T 97 :		T 98 :		T 99 :		T 100 :		T 101 :		T 102 :		T 103 :		T 104 :		T 105 :		T 106 :		T 107 :		T 108 :		T 109 :		T 110 :		T 111 :		T 112 :		T 113 :		T 114 :		T 115 :		T 116 :		T 117 :		T 118 :		T 119 :		T 120 :		T 121 :		T 122 :		T 123 :		T 124 :		T 125 :		T 126 :		T 127 :		T 128 :		T 129 :		T 130 :		T 131 :		T 132 :		T 133 :		T 134 :		T 135 :		T 136 :		T 137 :		T 138 :		T 139 :		T 140 :		T 141 :		T 142 :		T 143 :		T 144 :		T 145 :		T 146 :		T 147 :		T 148 :		T 149 :		T 150 :		T 151 :		T 152 :		T 153 :		T 154 :		T 155 :		T 156 :		T 157 :		T 158 :		T 159 :		T 160 :		T 161 :		T 162 :		T 163 :		T 164 :		T 165 :		T 166 :		T 167 :		T 168 :		T 169 :		T 170 :		T 171 :		T 172 :		T 173 :		T 174 :		T 175 :		T 176 :		T 177 :		T 178 :		T 179 :		T 180 :		T 181 :		T 182 :		T 183 :		T 184 :		T 185 :		T 186 :		T 187 :		T 188 :		T 189 :		T 190 :		T 191 :		T 192 :		T 193 :		T 194 :		T 195 :		T 196 :		T 197 :		T 198 :		T 199 :		T 200 :		T 201 :		T 202 :		T 203 :		T 204 :		T 205 :		T 206 :		T 207 :		T 208 :		T 209 :		T 210 :		T 211 :		T 212 :		T 213 :		T 214 :		T 215 :		T 216 :		T 217 :		T 218 :		T 219 :		T 220 :		T 221 :		T 222 :		T 223 :		T 224 :		T 225 :		T 226 :		T 227 :		T 228 :		T 229 :		T 230 :		T 231 :		T 232 :		T 233 :		T 234 :		T 235 :		T 236 :		T 237 :		T 238 :		T 239 :		T 240 :		T 241 :		T 242 :		T 243 :		T 244 :		T 245 :		T 246 :		T 247 :		T 248 :		T 249 :		T 250 :		T 251 :		T 252 :		T 253 :		T 254 :		T 255 :		T 256 :		T 257 :		T 258 :		T 259 :		T 260 :		T 261 :		T 262 :		T 263 :		T 264 :		T 265 :		T 266 :		T 267 :		T 268 :		T 269 :		T 270 :		T 271 :		T 272 :		T 273 :		T 274 :		T 275 :		T 276 :		T 277 :		T 278 :		T 279 :		T 280 :		T 281 :		T 282 :		T 283 :		T 284 :		T 285 :		T 286 :		T 287 :		T 288 :		T 289 :		T 290 :		T 291 :		T 292 :		T 293 :		T 294 :		T 295 :		T 296 :		T 297 :		T 298 :		T 299 :		T 300 :		T 301 :		T 302 :		T 303 :		T 304 :		T 305 :		T 306 :		T 307 :		T 308 :		T 309 :		T 310 :		T 311 :		T 312 :		T 313 :		T 314 :		T 315 :		T 316 :		T 317 :		T 318 :		T 319 :		T 320 :		T 321 :		T 322 :		T 323 :		T 324 :		T 325 :		T 326 :		T 327 :		T 328 :		T 329 :		T 330 :		T 331 :		T 332 :		T 333 :		T 334 :		T 335 :		T 336 :		T 337 :		T 338 :		T 339 :		T 340 :		T 341 :		T 342 :		T 343 :		T 344 :		T 345 :		T 346 :		T 347 :		T 348 :		T 349 :		T 350 :		T 351 :		T 352 :		T 353 :		T 354 :		T 355 :		T 356 :		T 357 :		T 358 :		T 359 :		T 360 :		T 361 :		T 362 :		T 363 :		T 364 :		T 365 :		T 366 :		T 367 :		T 368 :		T 369 :		T 370 :		T 371 :		T 372 :		T 373 :		T 374 :		T 375 :		T 376 :		T 377 :		T 378 :		T 379 :		T 380 :		T 381 :		T 382 :		T 383 :		T 384 :		T 385 :		T 386 :		T 387 :		T 388 :		T 389 :		T 390 :		T 391 :		T 392 :		T 393 :		T 394 :		T 395 :		T 396 :		T 397 :		T 398 :		T 399 :		T 400 :		T 401 :		T 402 :		T 403 :		T 404 :		T 405 :		T 406 :		T 407 :		T 408 :		T 409 :		T 410 :		T 411 :		T 412 :		T 413 :		T 414 :		T 415 :		T 416 :		T 417 :		T 418 :		T 419 :		T 420 :		T 421 :		T 422 :		T 423 :		T 424 :		T 425 :		T 426 :		T 427 :		T 428 :		T 429 :		T 430 :		T 431 :		T 432 :		T 433 :		T 434 :		T 435 :		T 436 :		T 437 :		T 438 :		T 439 :		T 440 :		T 441 :		T 442 :		T 443 :		T 444 :		T 445 :		T 446 :		T 447 :		T 448 :		T 449 :		T 450 :		T 451 :		T 452 :		T 453 :		T 454 :		T 455 :		T 456 :		T 457 :		T 458 :		T 459 :		T 460 :		T 461 :		T 462 :		T 463 :		T 464 :		T 465 :		T 466 :		T 467 :		T 468 :		T 469 :		T 470 :		T 471 :		T 472 :		T 473 :		T 474 :		T 475 :		T 476 :		T 477 :		T 478 :		T 479 :		T 480 :		T 481 :		T 482 :		T 483 :		T 484 :		T 485 :		T 486 :		T 487 :		T 488 :		T 489 :		T 490 :		T 491 :		T 492 :		T 493 :		T 494 :		T 495 :		T 496 :		T 497 :		T 498 :		T 499 :		T 500 :		T 501 :		T 502 :		T 503 :		T 504 :		T 505 :		T 506 :		T 507 :		T 508 :		T 509 :		T 510 :		T 511 :		T 512 :		T 513 :		T 514 :		T 515 :		T 516 :		T 517 :		T 518 :		T 519 :		T 520 :		T 521 :		T 522 :		T 523 :		T 524 :		T 525 :		T 526 :		T 527 :		T 528 :		T 529 :		T 530 :		T 531 :		T 532 :		T 533 :		T 534 :		T 535 :		T 536 :		T 537 :		T 538 :		T 539 :		T 540 :		T 541 :		T 542 :		T 543 :		T 544 :		T 545 :		T 546 :		T 547 :		T 548 :		T 549 :		T 550 :		T 551 :		T 552 :		T 553 :		T 554 :		T 555 :		T 556 :		T 557 :		T 558 :		T 559 :		T 560 :		T 561 :		T 562 :		T 563 :		T 564 :		T 565 :		T 566 :		T 567 :		T 568 :		T 569 :		T 570 :		T 571 :		T 572 :		T 573 :		T 574 :		T 575 :		T 576 :		T 577 :		T 578 :		T 579 :		T 580 :		T 581 :		T 582 :		T 583 :		T 584 :		T 585 :		T 586 :		T 587 :		T 588 :		T 589 :		T 590 :		T 591 :		T 592 :		T 593 :		T 594 :		T 595 :		T 596 :		T 597 :		T 598 :		T 599 :		T 600 :		T 601 :		T 602 :		T 603 :		T 604 :		T 605 :		T 606 :		T 607 :		T 608 :		T 609 :		T 610 :		T 611 :		T 612 :		T 613 :		T 614 :		T 615 :		T 616 :		T 617 :		T 618 :		T 619 :		T 620 :		T 621 :		T 622 :		T 623 :		T 624 :		T 625 :		T 626 :		T 627 :		T 628 :		T 629 :		T 630 :		T 631 :		T 632 :		T 633 :		T 634 :		T 635 :		T 636 :		T 637 :		T 638 :		T 639 :		T 640 :		T 641 :		T 642 :		T 643 :		T 644 :		T 645 :		T 646 :		T 647 :		T 648 :		T 649 :		T 650 :		T 651 :		T 652 :		T 653 :		T 654 :		T 655 :		T 656 :		T 657 :		T 658 :		T 659 :		T 660 :		T 661 :		T 662 :		T 663 :		T 664 :		T 665 :		T 666 :		T 667 :		T 668 :		T 669 :		T 670 :		T 671 :		T 672 :		T 673 :		T 674 :		T 675 :		T 676 :		T 677 :		T 678 :		T 679 :		T 680 :		T 681 :		T 682 :		T 683 :		T 684 :		T 685 :		T 686 :		T 687 :		T 688 :		T 689 :		T 690 :		T 691 :		T 692 :		T 693 :		T 694 :		T 695 :		T 696 :		T 697 :		T 698 :		T 699 :		T 700 :		T 701 :		T 702 :		T 703 :		T 704 :		T 705 :		T 706 :		T 707 :		T 708 :		T 709 :		T 710 :		T 711 :		T 712 :		T 713 :		T 714 :		T 715 :		T 716 :		T 717 :		T 718 :		T 719 :		T 720 :		T 721 :		T 722 :		T 723 :		T 724 :		T 725 :		T 726 :		T 727 :		T 728 :		T 729 :		T 730 :		T 731 :		T 732 :		T 733 :		T 734 :		T 735 :		T 736 :		T 737 :		T 738 :		T 739 :		T 740 :		T 741 :		T 742 :		T 743 :		T 744 :		T 745 :		T 746 :		T 747 :		T 748 :		T 749 :		T 750 :		T 751 :		T 752 :		T 753 :		T 754 :		T 755 :		T 756 :		T 757 :		T 758 :		T 759 :		T 760 :		T 761 :		T 762 :		T 763 :		T 764 :		T 765 :		T 766 :		T 767 :		T 768 :		T 769 :		T 770 :		T 771 :		T 772 :		T 773 :		T 774 :		T 775 :		T 776 :		T 777 :		T 778 :		T 779 :		T 780 :		T 781 :		T 782 :		T 783 :		T 784 :		T 785 :		T 786 :		T 787 :		T 788 :		T 789 :		T 790 :		T 791 :		T 792 :		T 793 :		T 794 :		T 795 :		T 796 :		T 797 :		T 798 :		T 799 :		T 800 :		T 801 :		T 802 :		T 803 :		T 804 :		T 805 :		T 806 :		T 807 :		T 808 :		T 809 :		T 810 :		T 811 :		T 812 :		T 813 :		T 814 :		T 815 :		T 816 :		T 817 :		T 818 :		T 819 :		T 820 :		T 821 :		T 822 :		T 823 :		T 824 :		T 825 :		T 826 :		T 827 :		T 828 :		T 829 :		T 830 :		T 831 :		T 832 :		T 833 :		T 834 :		T 835 :		T 836 :		T 837 :		T 838 :		T 839 :		T 840 :		T 841 :		T 842 :		T 843 :		T 844 :		T 845 :		T 846 :		T 847 :		T 848 :		T 849 :		T 850 :		T 851 :		T 852 :		T 853 :		T 854 :		T 855 :		T 856 :		T 857 :		T 858 :		T 859 :		T 860 :		T 861 :		T 862 :		T 863 :		T 864 :		T 865 :		T 866 :		T 867 :		T 868 :		T 869 :		T 870 :		T 871 :		T 872 :		T 873 :		T 874 :		T 875 :		T 876 :		T 877 :		T 878 :		T 879 :		T 880 :		T 881 :		T 882 :		T 883 :		T 884 :		T 885 :		T 886 :		T 887 :		T 888 :		T 889 :		T 890 :		T 891 :		T 892 :		T 893 :		T 894 :		T 895 :		T 896 :		T 897 :		T 898 :		T 899 :		T 900 :		T 901 :		T 902 :		T 903 :		T 904 :		T 905 :		T 906 :		T 907 :		T 908 :		T 909 :		T 910 :		T 911 :		T 912 :		T 913 :		T 914 :		T 915 :		T 916 :		T 917 :		T 918 :		T 919 :		T 920 :		T 921 :		T 922 :		T 923 :		T 924 :		T 925 :		T 926 :		T 927 :		T 928 :		T 929 :		T 930 :		T 931 :		T 932 :		T 933 :		T 934 :		T 935 :		T 936 :		T 937 :		T 938 :		T 939 :		T 940 :		T 941 :		T 942 :		T 943 :		T 944 :		T 945 :		T 946 :		T 947 :		T 948 :		T 949 :		T 950 :		T 951 :		T 952 :		T 953 :		T 954 :		T 955 :		T 956 :		T 957 :		T 958 :		T 959 :		T	
---------------	--	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---	--

Resim İlo : 4		T 1 :		Punta Matkabi		T 1 :		T 2 :		T 3 :		T 4 :		T 5 :		T 6 :		T 7 :		T 8 :		T 9 :		T 10 :		T 11 :		T 12 :		T 13 :		T 14 :		T 15 :		T 16 :		T 17 :		T 18 :		T 19 :		T 20 :		T 21 :		T 22 :		T 23 :		T 24 :		T 25 :		T 26 :		T 27 :		T 28 :		T 29 :		T 30 :		T 31 :		T 32 :		T 33 :		T 34 :		T 35 :		T 36 :		T 37 :		T 38 :		T 39 :		T 40 :		T 41 :		T 42 :		T 43 :		T 44 :		T 45 :		T 46 :		T 47 :		T 48 :		T 49 :		T 50 :		T 51 :		T 52 :		T 53 :		T 54 :		T 55 :		T 56 :		T 57 :		T 58 :		T 59 :		T 60 :		T 61 :		T 62 :		T 63 :		T 64 :		T 65 :		T 66 :		T 67 :		T 68 :		T 69 :		T 70 :		T 71 :		T 72 :		T 73 :		T 74 :		T 75 :		T 76 :		T 77 :		T 78 :		T 79 :		T 80 :		T 81 :		T 82 :		T 83 :		T 84 :		T 85 :		T 86 :		T 87 :		T 88 :		T 89 :		T 90 :		T 91 :		T 92 :		T 93 :		T 94 :		T 95 :		T 96 :		T 97 :		T 98 :		T 99 :		T 100 :		T 101 :		T 102 :		T 103 :		T 104 :		T 105 :		T 106 :		T 107 :		T 108 :		T 109 :		T 110 :		T 111 :		T 112 :		T 113 :		T 114 :		T 115 :		T 116 :		T 117 :		T 118 :		T 119 :		T 120 :		T 121 :		T 122 :		T 123 :		T 124 :		T 125 :		T 126 :		T 127 :		T 128 :		T 129 :		T 130 :		T 131 :		T 132 :		T 133 :		T 134 :		T 135 :		T 136 :		T 137 :		T 138 :		T 139 :		T 140 :		T 141 :		T 142 :		T 143 :		T 144 :		T 145 :		T 146 :		T 147 :		T 148 :		T 149 :		T 150 :		T 151 :		T 152 :		T 153 :		T 154 :		T 155 :		T 156 :		T 157 :		T 158 :		T 159 :		T 160 :		T 161 :		T 162 :		T 163 :		T 164 :		T 165 :		T 166 :		T 167 :		T 168 :		T 169 :		T 170 :		T 171 :		T 172 :		T 173 :		T 174 :		T 175 :		T 176 :		T 177 :		T 178 :		T 179 :		T 180 :		T 181 :		T 182 :		T 183 :		T 184 :		T 185 :		T 186 :		T 187 :		T 188 :		T 189 :		T 190 :		T 191 :		T 192 :		T 193 :		T 194 :		T 195 :		T 196 :		T 197 :		T 198 :		T 199 :		T 200 :		T 201 :		T 202 :		T 203 :		T 204 :		T 205 :		T 206 :		T 207 :		T 208 :		T 209 :		T 210 :		T 211 :		T 212 :		T 213 :		T 214 :		T 215 :		T 216 :		T 217 :		T 218 :		T 219 :		T 220 :		T 221 :		T 222 :		T 223 :		T 224 :		T 225 :		T 226 :		T 227 :		T 228 :		T 229 :		T 230 :		T 231 :		T 232 :		T 233 :		T 234 :		T 235 :		T 236 :		T 237 :		T 238 :		T 239 :		T 240 :		T 241 :		T 242 :		T 243 :		T 244 :		T 245 :		T 246 :		T 247 :		T 248 :		T 249 :		T 250 :		T 251 :		T 252 :		T 253 :		T 254 :		T 255 :		T 256 :		T 257 :		T 258 :		T 259 :		T 260 :		T 261 :		T 262 :		T 263 :		T 264 :		T 265 :		T 266 :		T 267 :		T 268 :		T 269 :		T 270 :		T 271 :		T 272 :		T 273 :		T 274 :		T 275 :		T 276 :		T 277 :		T 278 :		T 279 :		T 280 :		T 281 :		T 282 :		T 283 :		T 284 :		T 285 :		T 286 :		T 287 :		T 288 :		T 289 :		T 290 :		T 291 :		T 292 :		T 293 :		T 294 :		T 295 :		T 296 :		T 297 :		T 298 :		T 299 :		T 300 :		T 301 :		T 302 :		T 303 :		T 304 :		T 305 :		T 306 :		T 307 :		T 308 :		T 309 :		T 310 :		T 311 :		T 312 :		T 313 :		T 314 :		T 315 :		T 316 :		T 317 :		T 318 :		T 319 :		T 320 :		T 321 :		T 322 :		T 323 :		T 324 :		T 325 :		T 326 :		T 327 :		T 328 :		T 329 :		T 330 :		T 331 :		T 332 :		T 333 :		T 334 :		T 335 :		T 336 :		T 337 :		T 338 :		T 339 :		T 340 :		T 341 :		T 342 :		T 343 :		T 344 :		T 345 :		T 346 :		T 347 :		T 348 :		T 349 :		T 350 :		T 351 :		T 352 :		T 353 :		T 354 :		T 355 :		T 356 :		T 357 :		T 358 :		T 359 :		T 360 :		T 361 :		T 362 :		T 363 :		T 364 :		T 365 :		T 366 :		T 367 :		T 368 :		T 369 :		T 370 :		T 371 :		T 372 :		T 373 :		T 374 :		T 375 :		T 376 :		T 377 :		T 378 :		T 379 :		T 380 :		T 381 :		T 382 :		T 383 :		T 384 :		T 385 :		T 386 :		T 387 :		T 388 :		T 389 :		T 390 :		T 391 :		T 392 :		T 393 :		T 394 :		T 395 :		T 396 :		T 397 :		T 398 :		T 399 :		T 400 :		T 401 :		T 402 :		T 403 :		T 404 :		T 405 :		T 406 :		T 407 :		T 408 :		T 409 :		T 410 :		T 411 :		T 412 :		T 413 :		T 414 :		T 415 :		T 416 :		T 417 :		T 418 :		T 419 :		T 420 :		T 421 :		T 422 :		T 423 :		T 424 :		T 425 :		T 426 :		T 427 :		T 428 :		T 429 :		T 430 :		T 431 :		T 432 :		T 433 :		T 434 :		T 435 :		T 436 :		T 437 :		T 438 :		T 439 :		T 440 :		T 441 :		T 442 :		T 443 :		T 444 :		T 445 :		T 446 :		T 447 :		T 448 :		T 449 :		T 450 :		T 451 :		T 452 :		T 453 :		T 454 :		T 455 :		T 456 :		T 457 :		T 458 :		T 459 :		T 460 :		T 461 :		T 462 :		T 463 :		T 464 :		T 465 :		T 466 :		T 467 :		T 468 :		T 469 :		T 470 :		T 471 :		T 472 :		T 473 :		T 474 :		T 475 :		T 476 :		T 477 :		T 478 :		T 479 :		T 480 :		T 481 :		T 482 :		T 483 :		T 484 :		T 485 :		T 486 :		T 487 :		T 488 :		T 489 :		T 490 :		T 491 :		T 492 :		T 493 :		T 494 :		T 495 :		T 496 :		T 497 :		T 498 :		T 499 :		T 500 :		T 501 :		T 502 :		T 503 :		T 504 :		T 505 :		T 506 :		T 507 :		T 508 :		T 509 :		T 510 :		T 511 :		T 512 :		T 513 :		T 514 :		T 515 :		T 516 :		T 517 :		T 518 :		T 519 :		T 520 :		T 521 :		T 522 :		T 523 :		T 524 :		T 525 :		T 526 :		T 527 :		T 528 :		T 529 :		T 530 :		T 531 :		T 532 :		T 533 :		T 534 :		T 535 :		T 536 :		T 537 :		T 538 :		T 539 :		T 540 :		T 541 :		T 542 :		T 543 :		T 544 :		T 545 :		T 546 :		T 547 :		T 548 :		T 549 :		T 550 :		T 551 :		T 552 :		T 553 :		T 554 :		T 555 :		T 556 :		T 557 :		T 558 :		T 559 :		T 560 :		T 561 :		T 562 :		T 563 :		T 564 :		T 565 :		T 566 :		T 567 :		T 568 :		T 569 :		T 570 :		T 571 :		T 572 :		T 573 :		T 574 :		T 575 :		T 576 :		T 577 :		T 578 :		T 579 :		T 580 :		T 581 :		T 582 :		T 583 :		T 584 :		T 585 :		T 586 :		T 587 :		T 588 :		T 589 :		T 590 :		T 591 :		T 592 :		T 593 :		T 594 :		T 595 :		T 596 :		T 597 :		T 598 :		T 599 :		T 600 :		T 601 :		T 602 :		T 603 :		T 604 :		T 605 :		T 606 :		T 607 :		T 608 :		T 609 :		T 610 :		T 611 :		T 612 :		T 613 :		T 614 :		T 615 :		T 616 :		T 617 :		T 618 :		T 619 :		T 620 :		T 621 :		T 622 :		T 623 :		T 624 :		T 625 :		T 626 :		T 627 :		T 628 :		T 629 :		T 630 :		T 631 :		T 632 :		T 633 :		T 634 :		T 635 :		T 636 :		T 637 :		T 638 :		T 639 :		T 640 :		T 641 :		T 642 :		T 643 :		T 644 :		T 645 :		T 646 :		T 647 :		T 648 :		T 649 :		T 650 :		T 651 :		T 652 :		T 653 :		T 654 :		T 655 :		T 656 :		T 657 :		T 658 :		T 659 :		T 660 :		T 661 :		T 662 :		T 663 :		T 664 :		T 665 :		T 666 :		T 667 :		T 668 :		T 669 :		T 670 :		T 671 :		T 672 :		T 673 :		T 674 :		T 675 :		T 676 :		T 677 :		T 678 :		T 679 :		T 680 :		T 681 :		T 682 :		T 683 :		T 684 :		T 685 :		T 686 :		T 687 :		T 688 :		T 689 :		T 690 :		T 691 :		T 692 :		T 693 :		T 694 :		T 695 :		T 696 :		T 697 :		T 698 :		T 699 :		T 700 :		T 701 :		T 702 :		T 703 :		T 704 :		T 705 :		T 706 :		T 707 :		T 708 :		T 709 :		T 710 :		T 711 :		T 712 :		T 713 :		T 714 :		T 715 :		T 716 :		T 717 :		T 718 :		T 719 :		T 720 :		T 721 :		T 722 :		T 723 :		T 724 :		T 725 :		T 726 :		T 727 :		T 728 :		T 729 :		T 730 :		T 731 :		T 732 :		T 733 :		T 734 :		T 735 :		T 736 :		T 737 :		T 738 :		T 739 :		T 740 :		T 741 :		T 742 :		T 743 :		T 744 :		T 745 :		T 746 :		T 747 :		T 748 :		T 749 :		T 750 :		T 751 :		T 752 :		T 753 :		T 754 :		T 755 :		T 756 :		T 757 :		T 758 :		T 759 :		T 760 :		T 761 :		T 762 :		T 763 :		T 764 :		T 765 :		T 766 :		T 767 :		T 768 :		T 769 :		T 770 :		T 771 :		T 772 :		T 773 :		T 774 :		T 775 :		T 776 :		T 777 :		T 778 :		T 779 :		T 780 :		T 781 :		T 782 :		T 783 :		T 784 :		T 785 :		T 786 :		T 787 :		T 788 :		T 789 :		T 790 :		T 791 :		T 792 :		T 793 :		T 794 :		T 795 :		T 796 :		T 797 :		T 798 :		T 799 :		T 800 :		T 801 :		T 802 :		T 803 :		T 804 :		T 805 :		T 806 :		T 807 :		T 808 :		T 809 :		T 810 :		T 811 :		T 812 :		T 813 :		T 814 :		T 815 :		T 816 :		T 817 :		T 818 :		T 819 :		T 820 :		T 821 :		T 822 :		T 823 :		T 824 :		T 825 :		T 826 :		T 827 :		T 828 :		T 829 :		T 830 :		T 831 :		T 832 :		T 833 :		T 834 :		T 835 :		T 836 :		T 837 :		T 838 :		T 839 :		T 840 :		T 841 :		T 842 :		T 843 :		T 844 :		T 845 :		T 846 :		T 847 :		T 848 :		T 849 :		T 850 :		T 851 :		T 852 :		T 853 :		T 854 :		T 855 :		T 856 :		T 857 :		T 858 :		T 859 :		T 860 :		T 861 :		T 862 :		T 863 :		T 864 :		T 865 :		T 866 :		T 867 :		T 868 :		T 869 :		T 870 :		T 871 :		T 872 :		T 873 :		T 874 :		T 875 :		T 876 :		T 877 :		T 878 :		T 879 :		T 880 :		T 881 :		T 882 :		T 883 :		T 884 :		T 885 :		T 886 :		T 887 :		T 888 :		T 889 :		T 890 :		T 891 :		T 892 :		T 893 :		T 894 :		T 895 :		T 896 :		T 897 :		T 898 :		T 899 :		T 900 :		T 901 :		T 902 :		T 903 :		T 904 :		T 905 :		T 906 :		T 907 :		T 908 :		T 909 :		T 910 :		T 911 :		T 912 :		T 913 :		T 914 :		T 915 :		T 916 :		T 917 :		T 918 :		T 919 :		T 920 :		T 921 :		T 922 :		T 923 :		T 924 :		T 925 :		T 926 :		T 927 :		T 928 :		T 929 :		T 930 :		T 931 :		T 932 :		T 933 :		T 934 :		T 935 :		T 936 :		T 937 :		T 938 :		T 939 :		T 940 :		T 941 :		T 942 :		T 943 :		T 944 :		T 945 :		T 946 :		T 947 :		T 948 :		T 949 :		T 950 :		T 951 :		T 952 :		T 953 :		T 954 :		T 955 :		T 956 :		T 957 :		T 9	
---------------	--	-------	--	---------------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	---------	--	-----	--

Resim No :	8	T 1 :	Ø5 HSS Matkap						
En :	120 mm								
Boy :	320 mm								
Kalınlık:	2 mm								
H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
01		06				T01			
02	90,54,00	03	1000	6000	200				300
03	81	08	00	00	-300		2	80	
04			17000	6000	200				
05			30000	6000	200				
06	00	05			100				
07	91,28			00					
08		30							

Resim No :	9	T 1 :	Punta Matkabi						
Dış çap :	76 mm	T 2 :	Ø3.5 HSS Matkap						
İç çap :	17	T 3 :	M4x0.7 Kivaz(Dış)						
Boy :	110 mm	T 4 :	Dairesel kanal çakısı						
		T 5 :	Kama kanallı çakısı						
H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
00		06				T01			
01	90,54,00	03	6000	00					1000
02	43,H01				1000	T02			
03	16								
04	81	08	6000	00	-100	R1		100	
05				90					
06				180					
07				270					
08	80,15	09							
09	00	05			100				
10		06				T02			
11	90,54,00	03	6000	00	1000	T03			900
12	43,H02								
13	16								
14	83	08	6000	00	-1400	R1	Q5	125	
15				90					
16				180					
17				270					
18	80,15	09							
19	00	05			100				
20		06				T03			
21	90,54,00	03	6000	00					
22	43,H03				1000	T04			
23	16								
24		29							300
25	84	08	6000	00	-1400	R-5		450	
26				90					
27				180					
28				270					
29	80,15	09							
30	00	05			100				
31		06				T04			
32	90,54,00	03	00	00					300
33	43,H04				200	T05			
34	16								
35	89	08	1700	00	-1400		7	80	
36	80,15	09							
37	00	05			100				
38		06				T05			
39	90,54,00	03	00	850					300
40	43,H05				200	T01			
41	16								
42	88	08	400	360	-1400		7	80	
43	00	05			100				
44	91,28			0					
45		30							

Resim No : 10										Purita Maklâkı									
Dış çap : 150 mm					T 1 : Ø6 HSS Maklap					T 2 : Ø9 HSS parnak freze									
İç çap : 0					T 3 : Ø11,5 HSS Maklap					T 4 : Ø11,5 HSS Maklap									
Boy : 47 mm					T 5 : M14x2 Kılavuz(Dış)					T 6 : Dairesel kanal Çakısı									

Resim No :11		T 1 :		Punta Matkabi	
Dis çap :	59 mm	T 2 :	Ø3.5 HSS Matkap		
İç çap :	0	T 3 :	M4x0.7 Klavuz(Dis)		
Boy :	28 mm	T 4 :	Dairesel kanal çıkışı		
		T 5 :	Ø4 HSS Matkap		
		T 6 :	Ø6 HSS Parmak freze		

Resim İlo :12		T 1 :		3 mm kanal kalemi					
Dış çap : 30 mm		T 2 :		Ø16 malkap					
İç çap : 0		T 3 :		Ø16 rayba					
Boy : 403,5 mm		T 4 :		Kama kanalı çakısı					
II	G	X	Z	F	H				
00	M03	T01							
01	95								
02	92	4000	500						
03	00	3050	100						
04	84	2050	-36500	80	80				
05	00	3050	-36000						
06	84	2650	-38000	80	80				
07	00	2100	100						
08	84	1750	-1050						
09	00	1800	100						
10	01	1700	-1100	60					
11	01	2000	-1100	60					
12	01	2000	-36550	60					
13	01	2600	-36550	60					
14	01	2600	-38050	60					
15	01	3000	-38050	60					
16	00	4000	500						
17	00	1300	100						
18	01	1700	-100	60					
19	00	1800	-450						
20	01	1500	-450	60					
21	78	-150	33790	250	50				
22	00	3050	100						
23	M05								
24	M30								
II	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
01	06	06				T04			300
02	90,54,00	03	00	800	200				
05	88	08	500	500	-1730		9	80	
06	00	05			100				
07	91,28			0					
08		30							

II	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
00	M03	T02							
01	95								
02	92	4000	500						
03	00	00	100						
09	01	00	-1730						
10	04	300							
11	00	00	100						
12	00	4000	500						

Resim No :	15	T 1 :	Dairesel kanal çakısı						
Dış çap :	50 mm								
İç çap :	0								
Boy :	8 mm								
H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
01		06				T01			
02	90,54,00	03	00	00					300
03	16								
04	89	08	2200	00	-1000		5	80	
05	80,15	09							
06	00	05			100				
07	91,28			0					
08		30							

Resim No :	16	T 1 :	Punta Matkabi						
Dış çap :	38 mm	T 2 :	Ø4 HSS Matkap						
İç çap :	0	T 3 :	Ø5 HSS Parmak freze						
Boy :	10 mm	T 4 :	Dairesel kanal çakısı						
		T 5 :	M20x2,5 Klavuz(ış)						
H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
00		06				T01			
01	90,54,00	03	3000	00					1000
02	43,H01				1000	T02			
03	16								
04	81	08	3000	00	-100	R1		100	
05				90					
06				180					
07				270					
08	80,15	09							
09	00	05			100	T02			
10		06							
11	90,54,00	03	3000	00		T03			900
12	43,H02				1000				
13	16								
14	83	08	3000	00	-1400	R1	05	125	
15				90					
16				180					
17				270					
18	80,15	09							
19	00	05			100	T03			
20		06							
21	90,54,00	03	3000	00					320
22	43,H03				1000	T04			
23	16								
24	82	08	3000	00	-400	R1	P1000	50	
25				90					
26				180					
27				270					
28	80,15	09							
29	00	05			100	T04			
30		06							
31	90,54,00	03	00	00					300
32	43,H04				200	T05			
33	16								
34	89	08	1600	00	-1400		7	80	
35	80,15	09							
36	00	05			100	T05			
37		06							
38	90,54,00	03	00	940					300
39	43,H05				100	T01			
40	16								
41		29							300
42	84	08	00	00	-1000	R-5		450	
43	80,15	09							
44	00	05		0	100				
45	91,28								
46		30							

Resim No : 20		T 1 :		1 mm kanal kalemi	
Dış çap : 31 mm		T 2 :		Dairesel kanal çıkışı	
İç çap : 0		T 3 :		Kama kanalı çıkışı	
Boy : 31 mm					
H	G	X	Z	F	H
00	M03				
01	95				
02	92	4100	500		
03	00	3150	100		
04	01	2950	-2350	60	
05	00	3000	100		
06	01	2750	-2250	60	
07	00	2800	100		
08	84	2350	-2150	80	80
09	00	2400	100		
10	01	2300	-2200	60	
11	01	2500	-2200	60	
12	01	3083	-2400	60	
13	00	4100	500		
14	M05				
15	M30				
H	G	X	Z	F	H
00	M03				
01	95				
02	92	4100	500		
03	00	3150	100		
04	01	2950	-250	60	
05	00	3000	100		
06	01	2750	-150	60	
07	00	2800	100		
08	01	2550	-50	60	
09	00	2117	100		
10	01	3083	-70	60	
11	00	4100	500		
12	M05				
13	M30				

H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
01	90,54,00	06	00	00	200	T02			
02	43,101	03	00	00	200	T03			300
03	16								
04	87	08	2500	2000	-300		2	80	
05	80,15	09			100				
06	00	05							
07		06				T03			
08	90,54,00	03	00	700	200				300
09	43,102				200	T02			
10	16								
11	88	08	500	500	-3000		15	80	
12		09							
13	80,15	09							
14	00	05		00	100				
15	91,28								
16		30							

Resim No :	28	T 1 :	Φ2 HSS Matkap						
En :	4 mm								
Boy :	34 mm								
Kalınlık:	5 mm								
H	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
01		06				T01			
02	90,54,00	03	200	200	200				300
03	81	08	00	00	-600		3	80	
04			3200	200	200				
06	00	05			100				
07	91,28			00					
08		30							

EK-D. SCARA ROBOT MATLAB ANİMASYON PROGRAMI DATALARI

```

function varargout = simulasyoncu(varargin)

% SIMULASYONCU M-file for simulasyoncu.fig
%   SIMULASYONCU, by itself, creates a new SIMULASYONCU or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = SIMULASYONCU returns the handle to a new SIMULASYONCU or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   SIMULASYONCU('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in SIMULASYONCU.M with the given input arguments.
%
%   SIMULASYONCU('Property','Value',...) creates a new SIMULASYONCU or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before simulasyoncu_OpeningFunction gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to simulasyoncu_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Copyright 2002-2003 The MathWorks, Inc.

% Edit the above text to modify the response to help simulasyoncu

% Last Modified by GUIDE v2.5 03-Dec-2006 19:16:50

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
    'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
    'gui_OpeningFcn', @simulasyoncu_OpeningFcn, ...
    'gui_OutputFcn', @simulasyoncu_OutputFcn, ...
    'gui_LayoutFcn', [] , ...
    'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

% --- Executes just before simulasyoncu is made visible.
function simulasyoncu_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)

handles.output = hObject;
global a1
global a2

```

```

global d1
global d2
global d3
global teta1

global teta2
global pxg
global pyg
global pzg

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes simulasyoncu wait for user response (see UIRESUME)
%uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = simulasyoncu_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)

varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on slider movement.
function slider1_Callback(hObject, eventdata, handles)

teta1=get(hObject,'Value');
aradeger=findobj(gcf,'Tag','slider2');%kaydırma çubuğu bulunuyor
teta2=get(aradeger,'value');%kaydırma cubuğunun değeri teta2 ye aktarılıyor
aradeger=findobj(gcf,'Tag','edit5');
d3=get(aradeger,'string');
d3=str2num(d3);
aradeger=findobj(gcf,'Tag','edit8');
d2=get(aradeger,'string');
d2=str2num(d2);
aradeger=findobj(gcf,'Tag','edit4');
a1=get(aradeger,'string');
a1=str2num(a1);
aradeger=findobj(gcf,'Tag','edit6');
a2=get(aradeger,'string');
a2=str2num(a2);
aradeger=findobj(gcf,'Tag','slider3');%kaydırma çubuğu bulunuyor
d1=get(aradeger,'value');%kaydırma cubuğunun değeri d1 ye aktarılıyor

A01=[cos(teta1) sin(teta1) 0 0; sin(teta1) -cos(teta1) 0 0; 0 0 -1 d1;0 0 0 1];
A12=[1 0 0 a1;0 1 0 0;0 0 1 d2;0 0 0 1];
A23=[cos(teta2) -sin(teta2) 0 a2*cos(teta2);sin(teta2) cos(teta2) 0 a2*sin(teta2);0 0 1 d3;0 0 0 1];
A02=A01*A12;
A03=A01*A12*A23;
%axes(handles.axes1)
plot3(0,0,0)
axis([-500 500 -500 500 0 300])
axis normal
grid on
line([0,0],[0,0],[0,A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[A01(3,4),A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A02(1,4)],[A02(2,4),A02(2,4)],[A01(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A03(1,4),A03(1,4)],[A03(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A03(3,4)],'LineWidth',2)
line([0 50 NaN 0 0 NaN 0 0], [0 0 NaN 0 50 NaN 0 0],...

```

```

[0 0 NaN 0 0 NaN 0 20], 'Color','red','LineWidth',3);
%gölge çizimi yapıyor
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)

%line([A01(1,4) (50*A01(1,1)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,1)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,1)*50+A01(3,4))], [A01(1,4) (50*A01(1,2)+A01(1,4)) NaN A01(2,4)
(A01(2,2)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4) (A01(3,2)*50+A01(3,4))],...
% [A01(1,4) (50*A01(1,3)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,3)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,3)*50+A01(3,4))], 'Color','red','LineWidth',3)

%birinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,1))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,1))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,2))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,2))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+20*A01(1,3))], [A01(2,4) (A01(2,4)+20*A01(2,3))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+20*A01(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%ikinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,1))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,1))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,2))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,2))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+20*A02(1,3))], [A02(2,4) (A02(2,4)+20*A02(2,3))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+20*A02(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%üçüncü uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,1))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,1))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,2))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,2))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+20*A03(1,3))], [A03(2,4) (A03(2,4)+20*A03(2,3))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+20*A03(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
grid on
aradeger=findobj(gcf,'Tag','text15');
yazdir=teta1*180/pi;
set(aradeger,'String',yazdir)

aradeger=findobj(gcf,'Tag','text17');
set(aradeger,'String',A03(1,4))

aradeger=findobj(gcf,'Tag','text18');
set(aradeger,'String',A03(2,4))

aradeger=findobj(gcf,'Tag','text19');
set(aradeger,'String',A03(3,4))

%set(hObject,'Min',-165*pi/180)
%set(hObject,'Max',165*pi/180)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

usewhitebg = 100;
if usewhitebg
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

```

```

% --- Executes on slider movement.
function slider2_Callback(hObject, eventdata, handles)
teta2=get(hObject,'Value');
aradege=findobj(gcf,'Tag','slider1');%kaydırma çubuğu bulunuyor

teta1=get(aradege,'value');%kaydırma cubuğunun değeri teta2 ye aktarılıyor
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit5');
d3=get(aradege,'string');
d3=str2num(d3);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit8');
d2=get(aradege,'string');
d2=str2num(d2);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit4');
a1=get(aradege,'string');
a1=str2num(a1);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit6');
a2=get(aradege,'string');
a2=str2num(a2);
aradege=findobj(gcf,'Tag','slider3');%kaydırma çubuğu bulunuyor
d1=get(aradege,'value');%kaydırma cubuğunun değeri d1 ye aktarılıyor

A01=[cos(teta1) sin(teta1) 0 0; sin(teta1) -cos(teta1) 0 0; 0 0 -1 d1;0 0 0 1];
A12=[1 0 0 a1;0 1 0 0;0 0 1 d2;0 0 0 1];
A23=[cos(teta2) -sin(teta2) 0 a2*cos(teta2);sin(teta2) cos(teta2) 0 a2*sin(teta2);0 0 1 d3;0 0 0 1];
A02=A01*A12;
A03=A01*A12*A23;
%axes(handles.axes1)
plot3(0,0,0)
axis([-500 500 -500 500 0 300])
axis normal
line([0,0],[0,0],[0,A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[A01(3,4),A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A02(1,4)],[A02(2,4),A02(2,4)],[A01(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A03(1,4),A03(1,4)],[A03(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A03(3,4)],'LineWidth',2)
line([0 50 NaN 0 0 NaN 0 0], [0 0 NaN 0 50 NaN 0 0],...
[0 0 NaN 0 0 NaN 0 30], 'Color','red','LineWidth',3);
%gölge çizimi yapılıyor
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
%line([A01(1,4) (50*A01(1,1)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,1)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,1)*50+A01(3,4))], [A01(1,4) (50*A01(1,2)+A01(1,4)) NaN A01(2,4)
(A01(2,2)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4) (A01(3,2)*50+A01(3,4))],...
[A01(1,4) (50*A01(1,3)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,3)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,3)*50+A01(3,4))], 'Color','red','LineWidth',3)

%birinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,1))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,1))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,2))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,2))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+20*A01(1,3))], [A01(2,4) (A01(2,4)+20*A01(2,3))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+20*A01(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%ikinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,1))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,1))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,2))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,2))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,2))],'color','red','LineWidth',3)

```

```

line([A02(1,4) (A02(1,4)+20*A02(1,3))], [A02(2,4) (A02(2,4)+20*A02(2,3))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+20*A02(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%üçüncü uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi

```

```

line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,1))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,1))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,2))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,2))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+20*A03(1,3))], [A03(2,4) (A03(2,4)+20*A03(2,3))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+20*A03(3,3))],'color','red','LineWidth',3)

```

```

grid on
aradege=findobj(gcf,'Tag','text8');
yazdir1=teta2*180/pi;
set(aradege,'String',yazdir1)
aradege=findobj(gcf,'Tag','text17');
set(aradege,'String',A03(1,4))

```

```

aradege=findobj(gcf,'Tag','text18');
set(aradege,'String',A03(2,4))

```

```

aradege=findobj(gcf,'Tag','text19');
set(aradege,'String',A03(3,4))

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function slider2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

usewhitebg = 100;
if usewhitebg
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

```

```

% --- Executes on slider movement.
function slider3_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

```

d1=get(hObject,'Value');%kaydırma cubuğunun değeri d1 ye aktarılıyor
aradege=findobj(gcf,'Tag','slider1');%kaydırma çubuğu bulunuyor
teta1=get(aradege,'value');
aradege=findobj(gcf,'Tag','slider2');%kaydırma çubuğu bulunuyor
teta2=get(aradege,'value');%kaydırma cubuğunun değeri teta2 ye aktarılıyor
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit5');
d3=get(aradege,'string');
d3=str2num(d3);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit8');
d2=get(aradege,'string');
d2=str2num(d2);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit4');
a1=get(aradege,'string');
a1=str2num(a1);
aradege=findobj(gcf,'Tag','edit6');
a2=get(aradege,'string');
a2=str2num(a2);
set(hObject,'Max',240)

```

```

A01=[cos(teta1) sin(teta1) 0 0; sin(teta1) -cos(teta1) 0 0; 0 0 -1 d1;0 0 0 1];
A12=[1 0 0 a1;0 1 0 0;0 0 1 d2;0 0 0 1];

```

```

A23=[cos(teta2) -sin(teta2) 0 a2*cos(teta2);sin(teta2) cos(teta2) 0 a2*sin(teta2);0 0 1 d3;0 0 0 1];
A02=A01*A12;
A03=A01*A12*A23;
%axes(handles.axes1)

plot3(0,0,0)
axis ([-500 500 -500 500 0 300])
axis normal
line([0,0],[0,0],[0,A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[A01(3,4),A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A02(1,4)],[A02(2,4),A02(2,4)],[A01(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A03(1,4),A03(1,4)],[A03(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A03(3,4)],'LineWidth',2)
line([0 50 NaN 0 0 NaN 0 0], [0 0 NaN 0 50 NaN 0 0],...
    [0 0 NaN 0 0 NaN 0 20], 'Color','red','LineWidth',3);
%gölge çizimi yapılıyor
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
%line([A01(1,4) (50*A01(1,1)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,1)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,1)*50+A01(3,4))], [A01(1,4) (50*A01(1,2)+A01(1,4)) NaN A01(2,4)
(A01(2,2)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4) (A01(3,2)*50+A01(3,4))],...
% [A01(1,4) (50*A01(1,3)+A01(1,4)) NaN A01(2,4) (A01(2,3)*50+A01(2,4)) NaN A01(3,4)
(A01(3,3)*50+A01(3,4))], 'Color','red','LineWidth',3)
%birinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,1))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,1))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,2))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,2))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+20*A01(1,3))], [A01(2,4) (A01(2,4)+20*A01(2,3))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+20*A01(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%ikinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,1))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,1))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,2))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,2))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+20*A02(1,3))], [A02(2,4) (A02(2,4)+20*A02(2,3))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+20*A02(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%üçüncü uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,1))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,1))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,2))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,2))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+20*A03(1,3))], [A03(2,4) (A03(2,4)+20*A03(2,3))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+20*A03(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
grid on
aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text9');
set(aradegeger,'String',d1)
aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text17');
set(aradegeger,'String',A03(1,4))

aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text18');
set(aradegeger,'String',A03(2,4))

aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text19');
set(aradegeger,'String',A03(3,4))

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

```

```

function slider3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

set(hObject,'value',200);

usewhitebg = 100;
if usewhitebg
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)

%a1=str2num(get(hObject,'String'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%d1=str2num(get(hObject,'String'));
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)

%a2=str2num(get(hObject,'String'));

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function figure1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to figure1 (see GCBO)

```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

```
function uipanel3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function axes1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to axes1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes1
teta1=0;
teta2=0;
d1=200;
a1=290;
a2=175;
d3=50;
d2=70
A01=[cos(teta1) sin(teta1) 0 0; sin(teta1) -cos(teta1) 0 0; 0 0 -1 d1;0 0 0 1];
A12=[1 0 0 a1;0 1 0 0;0 0 1 d2;0 0 0 1];
A23=[cos(teta2) -sin(teta2) 0 a2*cos(teta2);sin(teta2) cos(teta2) 0 a2*sin(teta2);0 0 1 d3;0 0 0 1];
A02=A01*A12;
A03=A01*A12*A23;
%axes(handles.axes1)
plot3(0,0,0)
axis([-500 500 -500 500 0 300])
axis normal
grid on
line([0,0],[0,0],[0,A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[A01(3,4),A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A02(1,4)],[A02(2,4),A02(2,4)],[A01(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A03(1,4),A03(1,4)],[A03(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A03(3,4)],'LineWidth',2)
line([0 50 NaN 0 0 NaN 0 0], [0 0 NaN 0 50 NaN 0 0],...
     [0 0 NaN 0 0 NaN 0 20], 'Color','red','LineWidth',3);
%gölge çiziliyor
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
%birinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi

line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,1))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,1))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,2))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,2))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+20*A01(1,3))], [A01(2,4) (A01(2,4)+20*A01(2,3))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+20*A01(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%ikinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,1))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,1))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,2))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,2))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+20*A02(1,3))], [A02(2,4) (A02(2,4)+20*A02(2,3))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+20*A02(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%üçüncü uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,1))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,1))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
```

```

line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,2))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,2))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+20*A03(1,3))], [A03(2,4) (A03(2,4)+20*A03(2,3))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+20*A03(3,3))],'color','red','LineWidth',3)

```

```

aradegeer=findobj(gcf,'Tag','text17');
set(aradegeer,'String',A03(1,4))

```

```

aradegeer=findobj(gcf,'Tag','text18');
set(aradegeer,'String',A03(2,4))

```

```

aradegeer=findobj(gcf,'Tag','text19');
set(aradegeer,'String',A03(3,4))

```

```

% --- Execore destroying properties.
function axes1_DeleteFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
[dosyaadi,dosyayolu]=uigetfile({'*.*','tüm dosyalar'},'cizim yukle');
if dosyaadi ~=0
    yorunge=imread(dosyaadi);
    boyut=size(yorunge);
    aradegeer=findobj(gcf,'Tag','edit5');
    d3=get(aradegeer,'string');
    d3=str2num(d3)
    aradegeer=findobj(gcf,'Tag','edit8');
    d2=get(aradegeer,'string');
    d2=str2num(d2)
    aradegeer=findobj(gcf,'Tag','edit4');
    a1=get(aradegeer,'string');
    a1=str2num(a1)
    aradegeer=findobj(gcf,'Tag','edit6');
    a2=get(aradegeer,'string');
    a2=str2num(a2)
    for i=1:2:boyut(1)
        for j=1:2:boyut(2)
            if yorunge(i,j)==0
                px=i;
                x(i,j)=px;
                py=j;
                y(i,j)=py;
                pz=100;
                z(i,j)=pz;
            plot3(x,y,z,'k.')
            hold

```

```

aradegeer=findobj(gcf,'Tag','text17');
set(aradegeer,'String',px)

```

```

aradegeer=findobj(gcf,'Tag','text18');

```

```

set(aradegeger,'String',py)

aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text19');
set(aradegeger,'String',pz)
%düz ve ters kinematik işlemleri

syms tet1 tet2
[tet1,tet2]=solve(cos(tet1)*a2*cos(tet2)+sin(tet1)*a2*sin(tet2)+cos(tet1)*a1-
px,sin(tet1)*a2*cos(tet2)-cos(tet1)*a2*sin(tet2)+sin(tet1)*a1-py);
teta1=double(tet1);
teta2=double(tet2);
teta1=teta1(1);
teta2=teta2(1);
d1=pz+d2+d3;
A01=[cos(teta1) sin(teta1) 0 0; sin(teta1) -cos(teta1) 0 0; 0 0 -1 d1;0 0 0 1];
A12=[1 0 0 a1;0 1 0 0;0 0 1 d2;0 0 0 1];
A23=[cos(teta2) -sin(teta2) 0 a2*cos(teta2);sin(teta2) cos(teta2) 0 a2*sin(teta2);0 0 1 d3;0 0 0 1];
A02=A01*A12;
A03=A01*A12*A23;
%axes(handles.axes1)
plot3(0,0,0)
axis ([-500 500 -500 500 0 300])
axis normal
grid on
line([0,0],[0,0],[0,A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[A01(3,4),A01(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A02(1,4)],[A02(2,4),A02(2,4)],[A01(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A02(3,4)],'LineWidth',2)
line([A03(1,4),A03(1,4)],[A03(2,4),A03(2,4)],[A02(3,4),A03(3,4)],'LineWidth',2)
line([0 50 NaN 0 0 NaN 0 0], [0 0 NaN 0 50 NaN 0 0],...
[0 0 NaN 0 0 NaN 0 20], 'Color','red','LineWidth',3);
%gölge çiziliyor
line([0,A02(1,4)],[0,A02(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
line([A02(1,4),A03(1,4)],[A02(2,4),A03(2,4)],[0,0],'Color','black','LineWidth',1)
%birinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi

line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,1))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,1))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+50*A01(1,2))], [A01(2,4) (A01(2,4)+50*A01(2,2))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+50*A01(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A01(1,4) (A01(1,4)+20*A01(1,3))], [A01(2,4) (A01(2,4)+20*A01(2,3))],[A01(3,4)
(A01(3,4)+20*A01(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%ikinci uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,1))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,1))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+50*A02(1,2))], [A02(2,4) (A02(2,4)+50*A02(2,2))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+50*A02(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A02(1,4) (A02(1,4)+20*A02(1,3))], [A02(2,4) (A02(2,4)+20*A02(2,3))],[A02(3,4)
(A02(3,4)+20*A02(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%üçüncü uzuv için sabit eksen takımının çizilmesi
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,1))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,1))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,1))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+50*A03(1,2))], [A03(2,4) (A03(2,4)+50*A03(2,2))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+50*A03(3,2))],'color','red','LineWidth',3)
line([A03(1,4) (A03(1,4)+20*A03(1,3))], [A03(2,4) (A03(2,4)+20*A03(2,3))],[A03(3,4)
(A03(3,4)+20*A03(3,3))],'color','red','LineWidth',3)
%pause(0.001)
aradegeger=findobj(gcf,'Tag','text8');

```

```

yazdir1=teta2*180/pi;
set(aradege,'String',yazdir1)
aradege=findobj(gcf,'Tag','text15');
yazdir1=teta1*180/pi;
set(aradege,'String',yazdir1)
    drawnow
    end
    end
end
end
plot3(x,y,z,'k.')
msgbox('simulasyon tamamlandi','Simulasyon')

% --- If Enable == o'n', executes on mouse press in 5 pixel border.
% --- Otherwise, executes on mouse press in 5 pixel border or over pushbutton1.
function pushbutton1_ButtonDownFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% --- Executes during object deletion, before destroying properties.
function figure1_DeleteFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to figure1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
clc
clear

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit8 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit8 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

function text15_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

% hObject handle to text15 (see GCBO)

% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% --- Executes during object creation, after setting all properties.

function text8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

% hObject handle to text8 (see GCBO)

% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB

% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called