

## Bölüm 9

---

# Koordinat Ölçüm Makineleri (CMM)

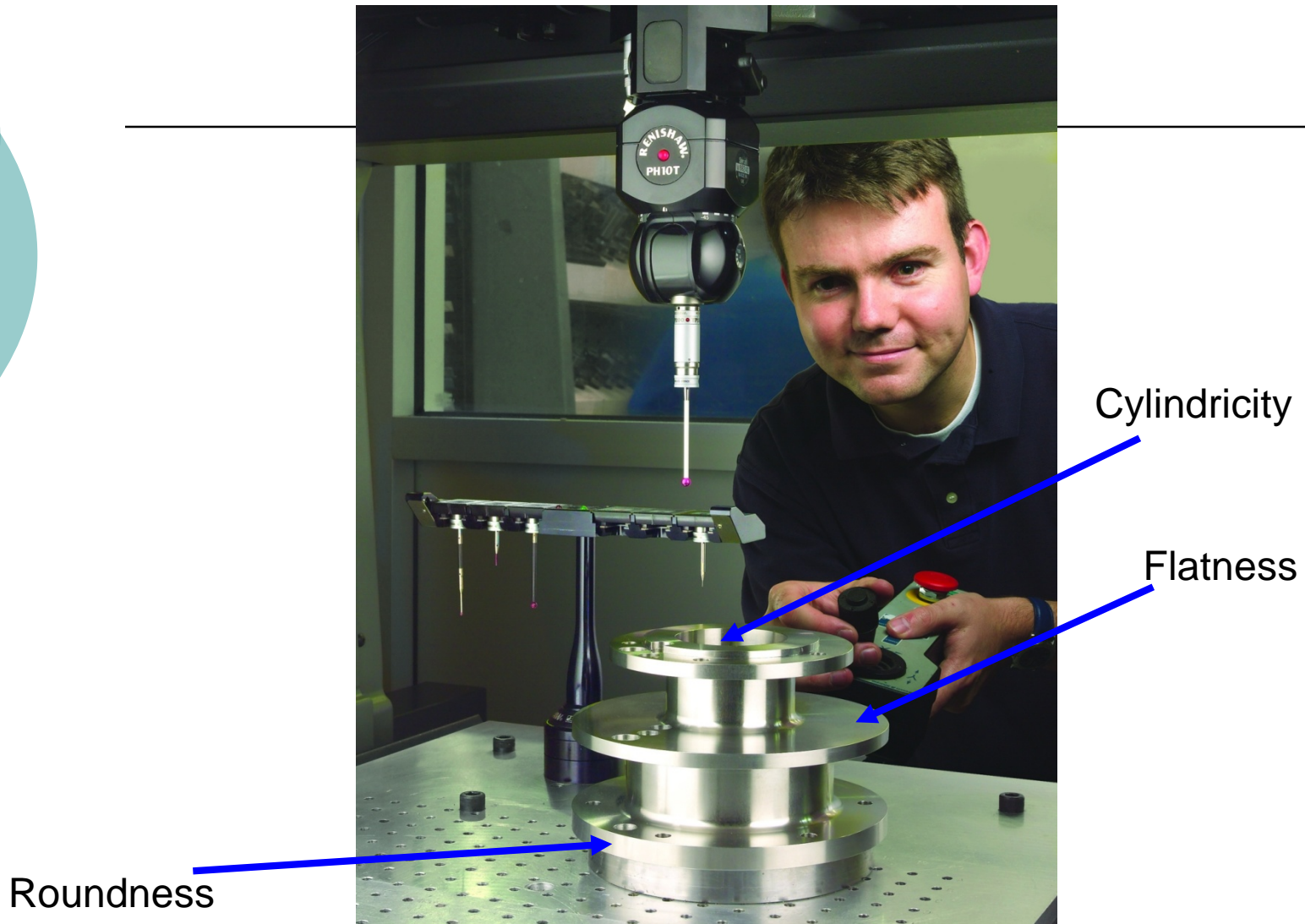


# CMM



CMM – Coordinate Measuring Machine

# CMM



CMM – Coordinate Measuring Machine

# Genel bakış

---

- Koordinat ölçüm makineleri (CMM'ler) son derece güçlü metrolojik cihazlardır
- Bir parçanın fiziksel geometrik özelliklerini ölçmek için tasarlanmış bir cihazdır
- Bu makine bir operatör tarafından manuel olarak veya bilgisayar tarafından kontrol edilebilir.
- Ölçümler, bu makinenin üç hareketli eksenine bağlı bir prob ile yapılır
- Bu prob parçanın ilgilenilen kısmına dokunur ve nesnenin yüzeyinde ayrı noktaların koordinatlarının toplanmasına izin verir.

# CMM kullanarak ölçüm



# Koordinat Ölçüm Makineleri

---

- Koordinat metrolojisi, bir nesnenin gerçek şeklinin ve boyutlarının ölçülmesi ve bunların istenen şekil ve boyutlarla karşılaştırılması ile ilgilidir.
- Bu bağlamda, koordinat metrolojisi parçanın veya nesnenin konumunun, yönünün, boyutlarının ve geometrisinin değerlendirilmesinden oluşur.
- Koordinat Ölçüm Makinesi (CMM), koordinat metrolojisini gerçekleştirmek için tasarlanmış bir elektromekanik sistemdir.

# KOORDİNAT ÖLÇÜM MAKİNELERİNİN ROLÜ

---

- CMM'ler, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çok sayıda endüstride önemli bir rol oynamaktadır;
  - Uzay
  - Otomotiv
  - Gıda işleme
  - Sağlık hizmeti
  - kâğıt
  - İlaç
  - plastik maddeler
  - Araştırma ve Geliştirme
  - Yarı iletkenler.

# Koordinat Ölçüm Makineleri

---

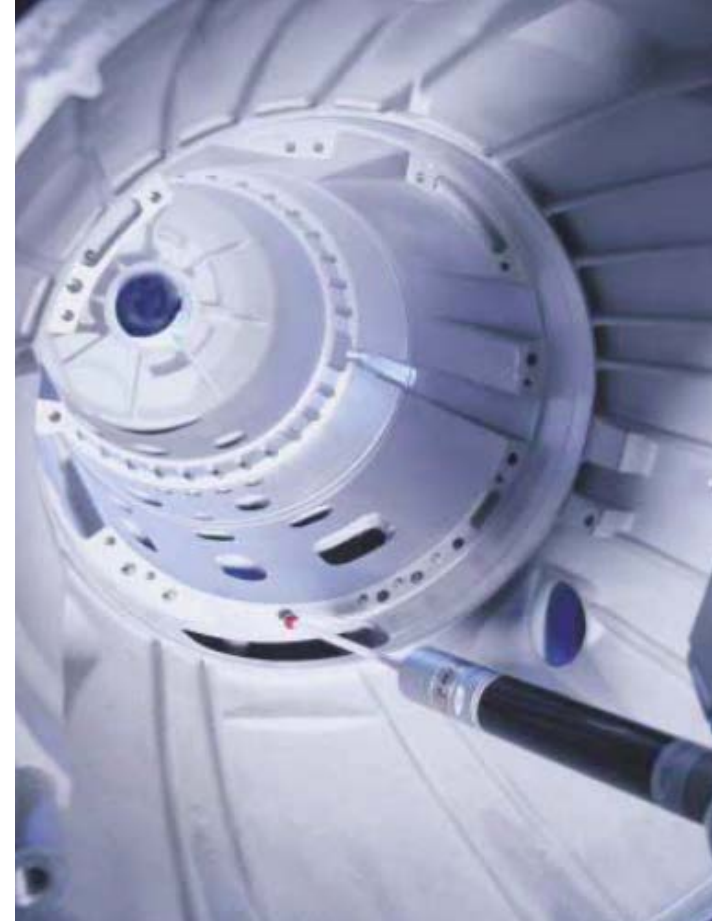
- 3D olarak ölçümler gerçekleştirir, temel bir CMM aşağıdaki bileşenlerden oluşur:
  - Prob başlığını ve probun iş parçası yüzeyine temas etmesini sağlar.
  - Her bir ekseninde koordinat değerlerini ölçmek için probun üç kartezyen ekseninde ve yer değiştirme dönüştürücüsünde hareketini sağlayan mekanik yapı.
- ● Ayrıca, birçok CMM aşağıdaki bileşenlere sahiptir:
  - Üç eksenin her birini hareket ettirmek için tahrik sistemi ve kontrol ünitesi
  - Uygulama yazılımlı dijital bilgisayar sistemi.



# KOORDİNAT ÖLÇÜM MAKİNELERİNİN ROLÜ

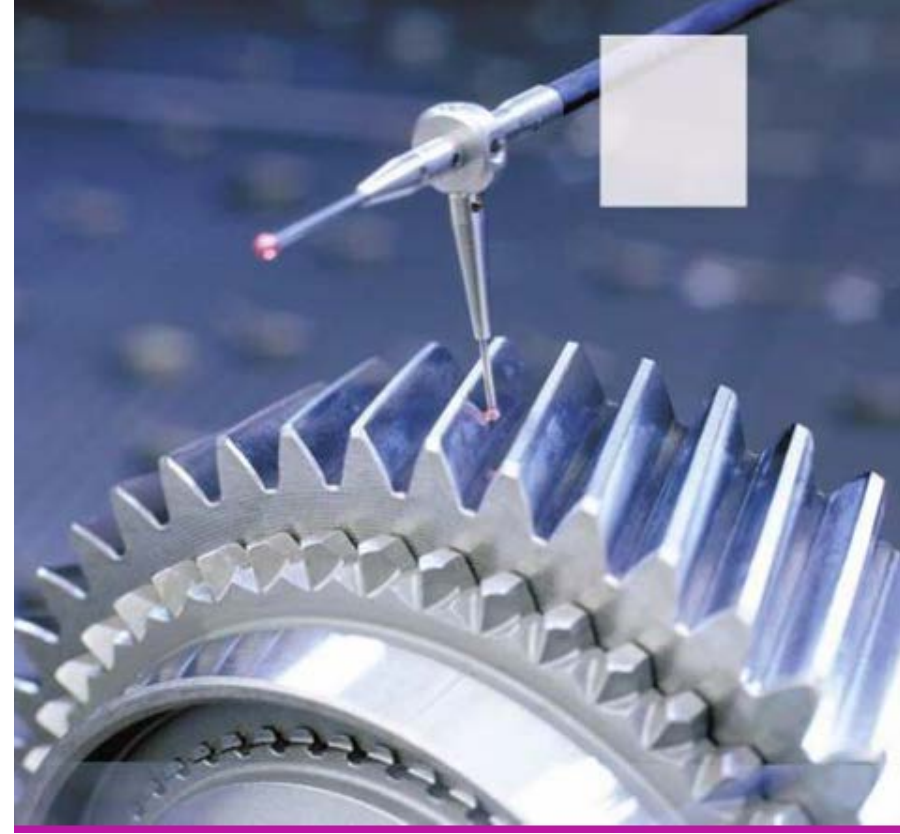
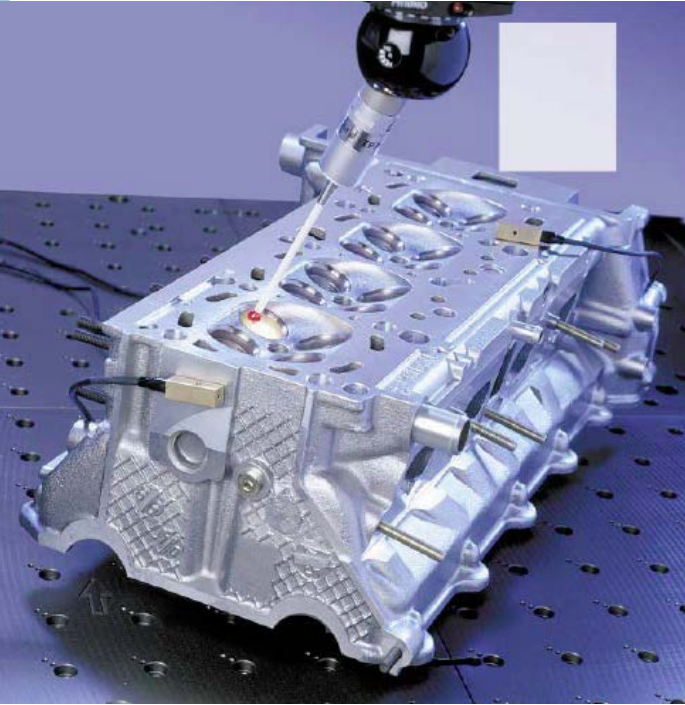
---

- CMM'ler özellikle aşağıdaki koşullar için uygundur:
  - Kısa ölçme peryodu
  - Birden çok özellik
  - Esneklik
  - Yüksek birim maliyet
  - Üretim kesintisi



# Kısa Ölçüm Zamanı

- Yüzlerce hatta binlerce parça üretiyor olabiliriz, ancak üretim faaliyeti, üretim denetim/muayene aletlerinin maliyetini de içermek zorundadır.



# Birden çok özellik

---

- Hem boyutsal hem de geometrik olarak kontrol edilecek bir çok özelliğimiz olduğunda CMM, kontrolü, kolay ve ekonomik kılan bir araçtır.

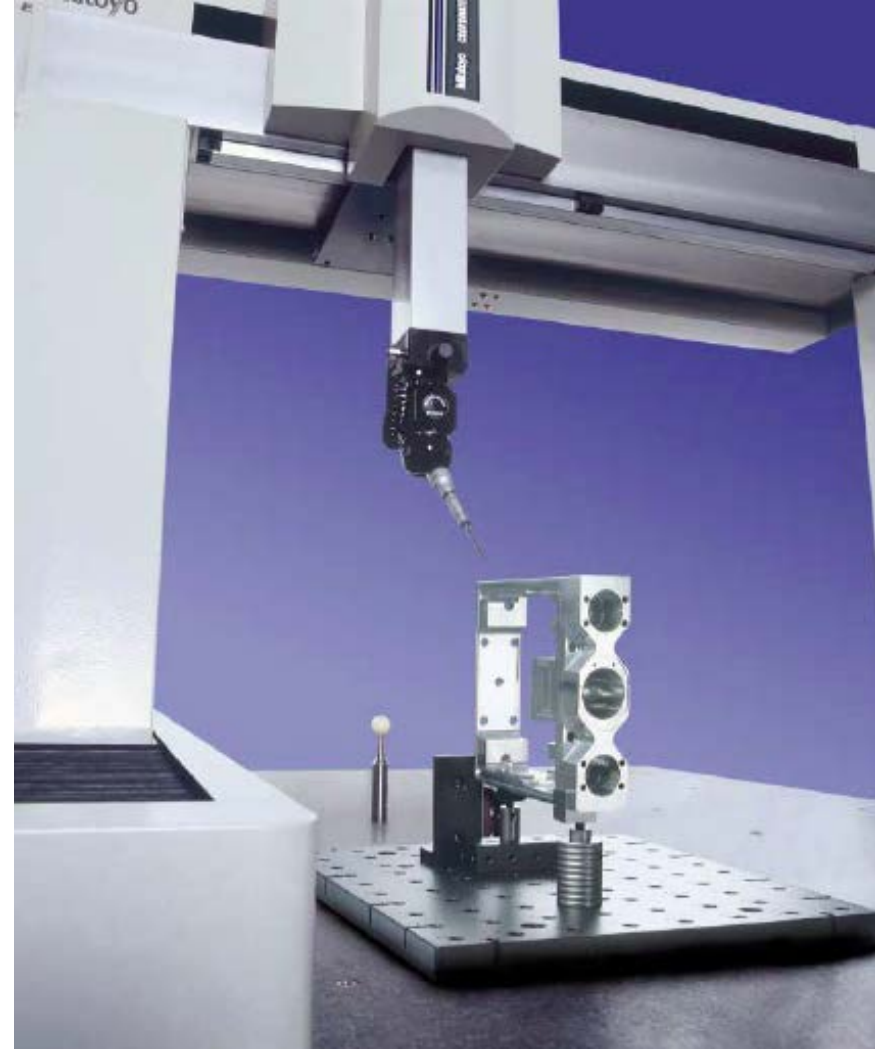
CMM KULLANMADAN KONTROL VE  
ÖLÇÜMÜ ZOR 3D GEOMETRİLER İÇİN



# Esneklik

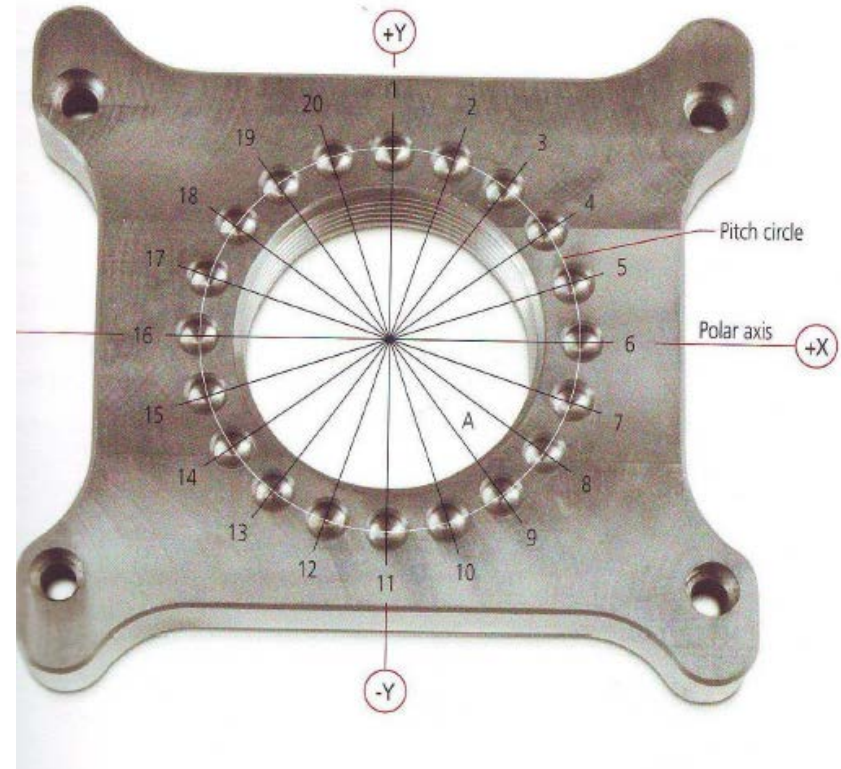
- CMM sisteminin uygulamasını seçebileceğimiz için, kısa
- süreli çalışmalar yapabilir ve birden fazla özelliği ölçebiliriz,

ÖR: İNCE DUVARLI PARÇALARIN KONTROL VE ÖLÇÜMÜ CMM İLE BİLE ZORDUR



# Yüksek birim maliyet

- Özellikle yeniden işleme veya hurdaya ayırmanın çok maliyetli olduğu durumlarda
- (ör:pahalı malzeme), CMM Sistemleri kabul edilebilir parçaların üretim miktarını önemli ölçüde artırır.



# Üretim kesintisi

---

- Bir sonraki parçada işlemeye başlamadan önce bir parçayı incelemeniz ve geçer kararı vermeniz gerektiğinde, bir işleme merkezinde aslında bir üreticinin işlemeye araverme süresini azaltarak muayene ile tasarruf edeceğinden daha fazla para tasarrufu yapmasına yardımcı olabilir.

# Geleneksel ve koordinat ölçüm teknolojisi arasında karşılaştırma



<b>GELENEKSEL METROLOJİ</b>	<b>KOORDİNAT METROLOJİSİ</b>
Test parçasının elle yapılan, zaman alıcı hizalaması	Test parçasının hizalanması gerekli değildir
Değişen ölçüm görevine uyum sağlamayı zorlaştıran tek amaçlı ve çok noktalı ölçüm cihazları	Yazılım ile ölçüm testine kolay adaptasyon
Ölçümün malzeme ölçümleri ile karşılaştırılması, örn. Blok master	Ölçümün matematiksel veya sayısal değerle karşılaştırılması
boyut, biçim, konum ve yönelim için ayrı ayrı farklı makinelerle belirleme	Bir referans sistemi kullanarak bir kurulumda boyut, form, yer ve yön tayini



# CMM ÇEŞİTLERİ/TİPLERİ

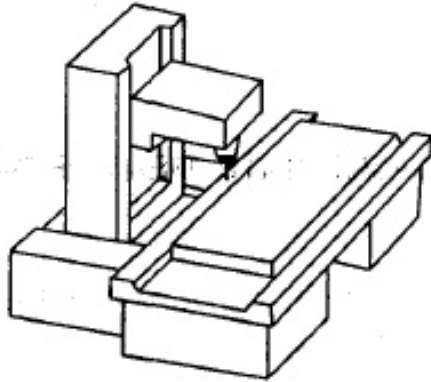
---

- Temel CMM'nin birbirine dik üç eksenidir;  $x$ ,  $y$ ,  $z$
- CMM'lerin fiziksel konfigürasyonu çok çeşitlidir, ancak hepsi bir probu iş parçasına göre üç ekseninde hareket ettirmenin bir yolunu sunar
- En sık kullanılan beş temel yapılandırma

- |    |                   |   |                 |
|----|-------------------|---|-----------------|
| 1. | Ankastre mesnetli | } | Hareketli köprü |
| 2. | Köprü             |   | Sabit köprü     |
| 3. | Kolon             |   |                 |
| 4. | Yatay kol         |   |                 |
| 5. | Gantri            |   |                 |



# CMM



(i) Column type

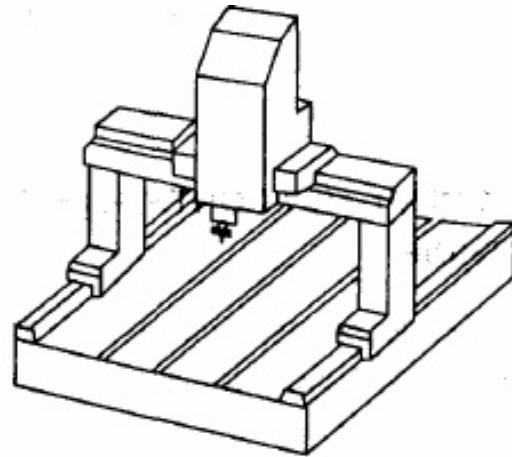
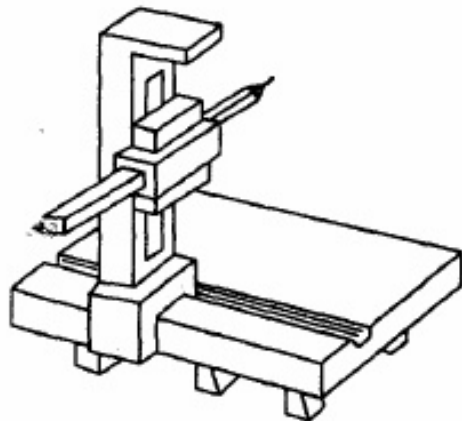
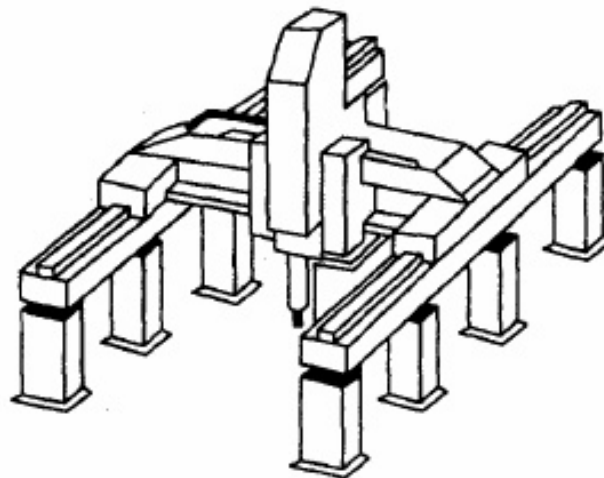


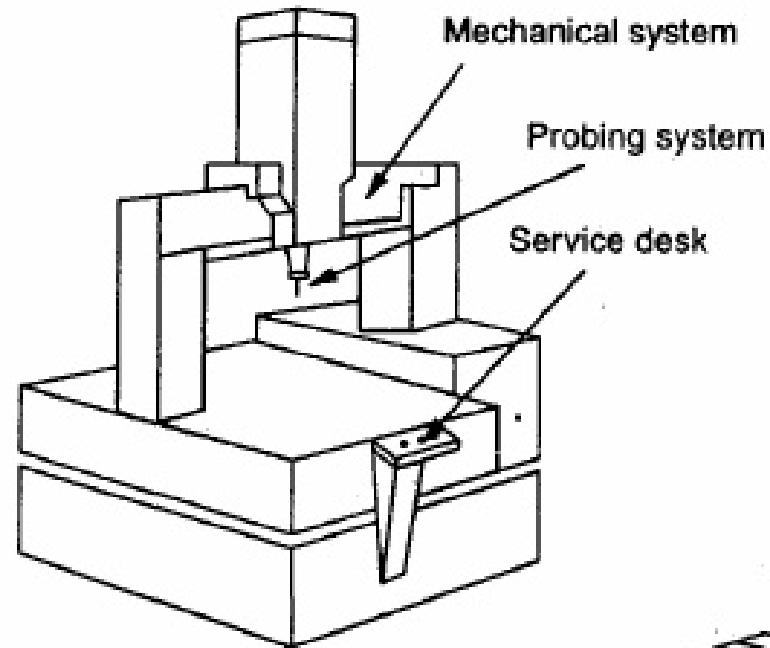
Fig. 5.4. (ii) Bridge type



(iii) Cantilever type

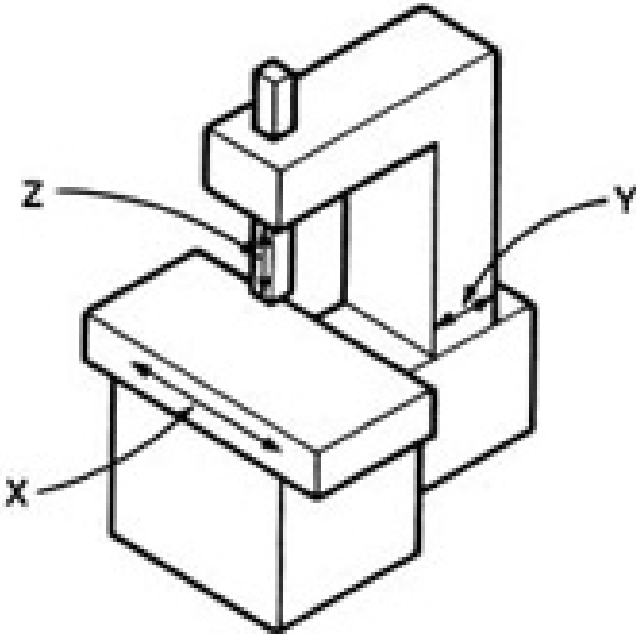


(iv) Gantry type



# Konsol/Ankastre tipi

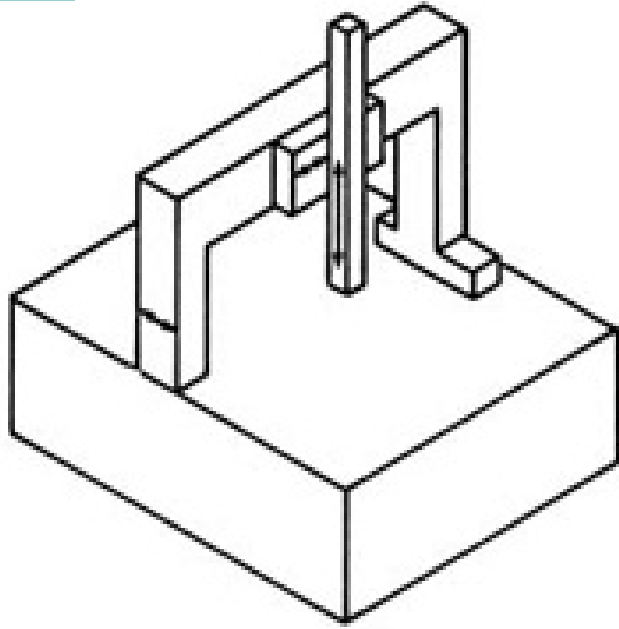
- Dikey bir prob z ekseninde hareket eder
- Y ekseninde hareket eden ankastre mesnetli bir kol tarafından taşınır
- Bu kol ayrıca x eksenini boyunca yanal olarak hareket eder



- Avantajı - sabit bir masanın iş parçasına kolay erişim sağlaması
- Dezavantaj – konsol/ankastre tasarımının neden olduğu eğilme
- Konsol tasarımı, diğer iki ekseninde nispeten küçük ölçüm aralıklarına sahip uzun bir tablo sunar.
- Uzun, ince parçayı ölçmek için uygun

A. MOVING TABLE CANTILEVER ARM TYPE

# Hareketli köprü tipi

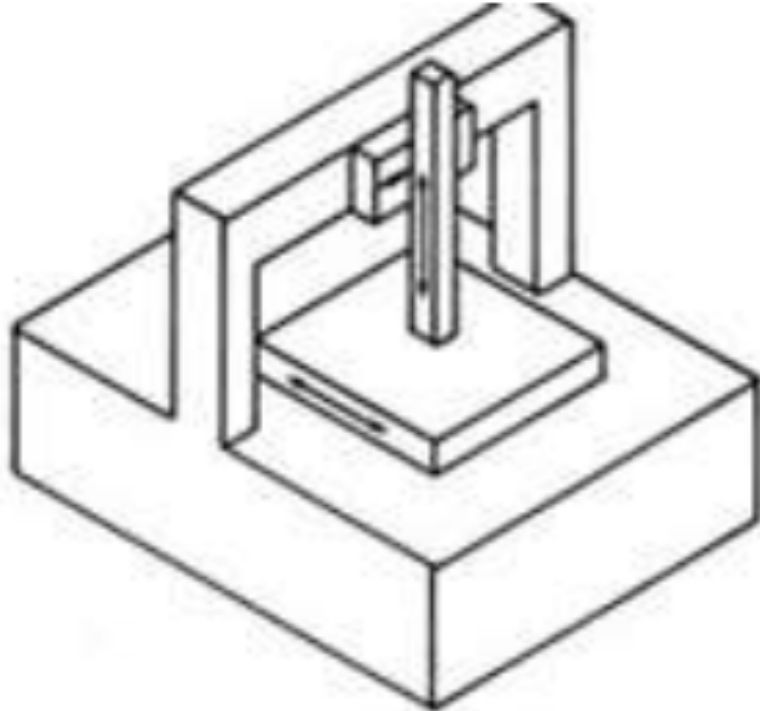


B. MOVING BRIDGE TYPE

- En yaygın olarak kullanılan
- Ölçülecek iş parçasını destekleyen sabit bir masa ve hareketli bir köprüye sahiptir
- Dezavantaj - bu tasarımla, yalpalama fenomeni (bazen yürüme olarak da adlandırılır) ortaya çıkabilir - doğruluğu etkiler
- Avantaj- eğilme etkisi azdır.

# Sabit köprü tipi

---

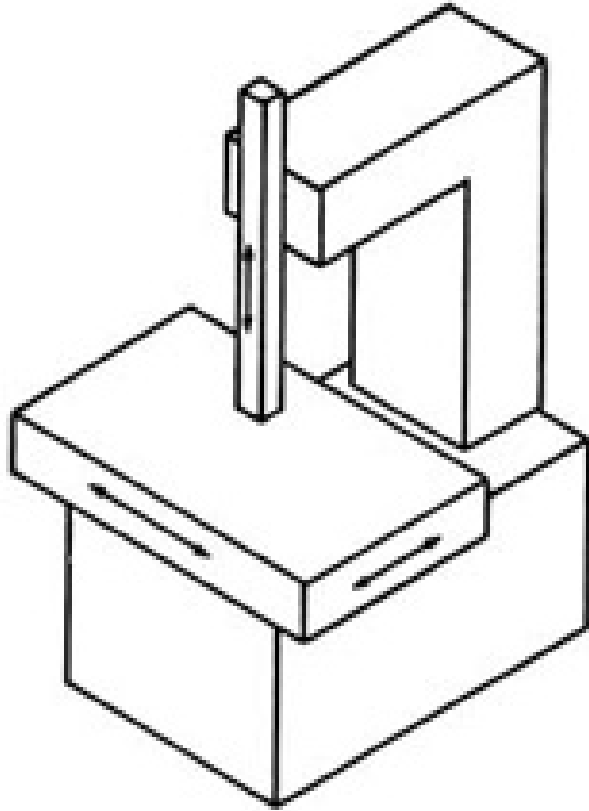


FIXED BRIDGE TYPE

- Sabit köprü konfigürasyonunda, köprü makine yatağına sıkıca tutturulur
- Bu tasarım yürüme fenomenini ortadan kaldırır ve yüksek rijitlik sağlar.

# Kolon tipi

---



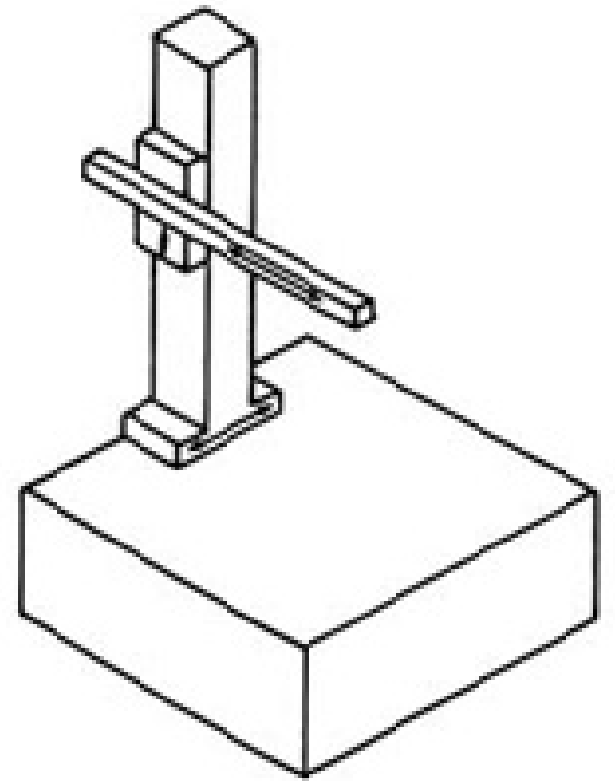
C. COLUMN TYPE

- Genellikle CMM yerine Üniversal ölçüm makinesi olarak adlandırılır
- Kolon tipi CMM yapısı olağanüstü rijitlik ve doğruluk sağlar
- Bu makineler genellikle muayene yerine takım/mastar odalarına ayrılır

## Yatay kol tipi

---

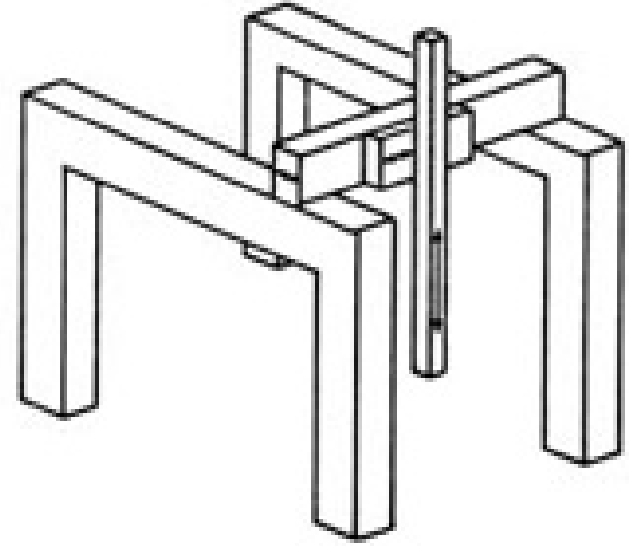
- Önceki makinelerden farklı biçimde, temel yatay kol tipi CMM
- Yerleşim makinesi olarak da bilinir,
- Hareketli bir kolu vardır ve prob y eksenini boyunca taşınır
- Avantaj- geniş bir alan, engelsiz bir çalışma alanı sağlar
- Otomobil parçalarının ölçümü için ideal konfigürasyon



D. MOVING RAM HORIZONTAL ARM TYPE

# Gantri tipi

---



E. GANTRY TYPE

- İş parçasının desteği, zeminden yükselen dört dikey sütun ile desteklenen, her ikisi de tepede olan x ve y eksenlerinden bağımsızdır
- Bu kurulum, son derece büyük parçalar için elverişli, prob ile iş parçası boyunca yürümenizi sağlar

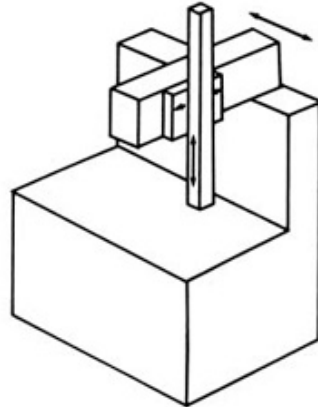
Çift lineer motor sürüclü Gantri konfigürasyonu,  
lazer çevrimiçi bir companzasyon ölçeklendirir

---

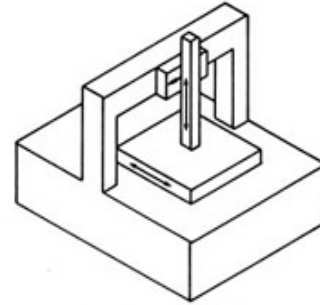




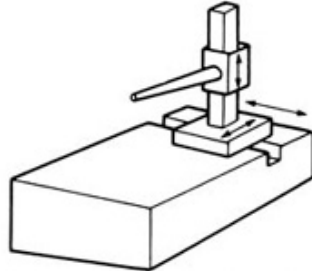
# Diğer konfigürasyonlar



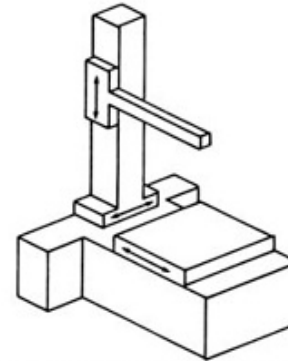
FIXED TABLE CANTILEVER TYPE



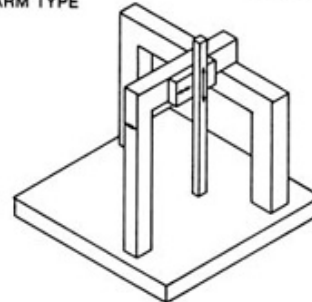
FIXED BRIDGE TYPE



FIXED TABLE HORIZONTAL ARM TYPE



MOVING TABLE HORIZONTAL ARM TYPE



L-SHAPED BRIDGE TYPE

# ÇALIŞMA MODLARI

---

- Manuel
- Manuel bilgisayar destekli
- Motorlu bilgisayar destekli
- Doğrudan bilgisayar kontrollü

# Manual

---

- CMM, parça özellikleriyle temas kurmak için makinenin üç eksenini boyunca operatör tarafından hareket ettirilen uzayda serbest yüzer proba sahiptir.
- Kontak noktaları/konumları arasındaki farklar ölçümlerdir.

# Manuel bilgisayar destekli

---

- Bu makineler için elektronik dijital ekranlar ekleyerek, sıfır ayarı yapar, işareti değiştirir, birimi dönüştürür ve verileri kolay ve pratik bir şekilde yazdırır
- Avantaj- zaman kazandırır, hesaplamayı en aza indirir, hatayı azaltır.

# Motorlu bilgisayar destekli

- Makine eksenlerini sürmek için bir kumanda kolu/joystik kullanılır
- Operatör, prob sensörünü iş parçasına temas ettirmek için kumanda kolunu manipüle eder



# Doğrudan bilgisayar kontrollü (DCC)

---

- Tamamen programlanabilir
- Ölçüm verisini toplamak için prob sensörünün iş parçasına nerelerde temas edeceğini belirlemek için CAD verilerini kullanır
- Tam otomatik CMM, operatörün iş parçasını bir fikstür / çalışma masasına yerleştirmesine, hafızada saklı bir programı çalıştırmasına, veri noktalarını toplamasına ve çıktı raporu oluşturmaya olanak tanır
- Ölçüm raporları SPC/İPK için geçmiş kaydı derlemek üzere bilgisayara kaydedilebilir.
- Bir DCC makinesi programının üç bileşeni vardır:
  - Hareket komutları - probu veri toplama noktalarına yönlendirir
  - Ölçüm komutları - gidilen mesafeyi, o eksen için makinede yerleşik olan standart ile karşılaştırır
  - Biçimlendirme komutu - verileri görüntülemek veya yazdırmak için bir forma dönüştürür

# PROB TÜRLERİ

- İki genel kategori

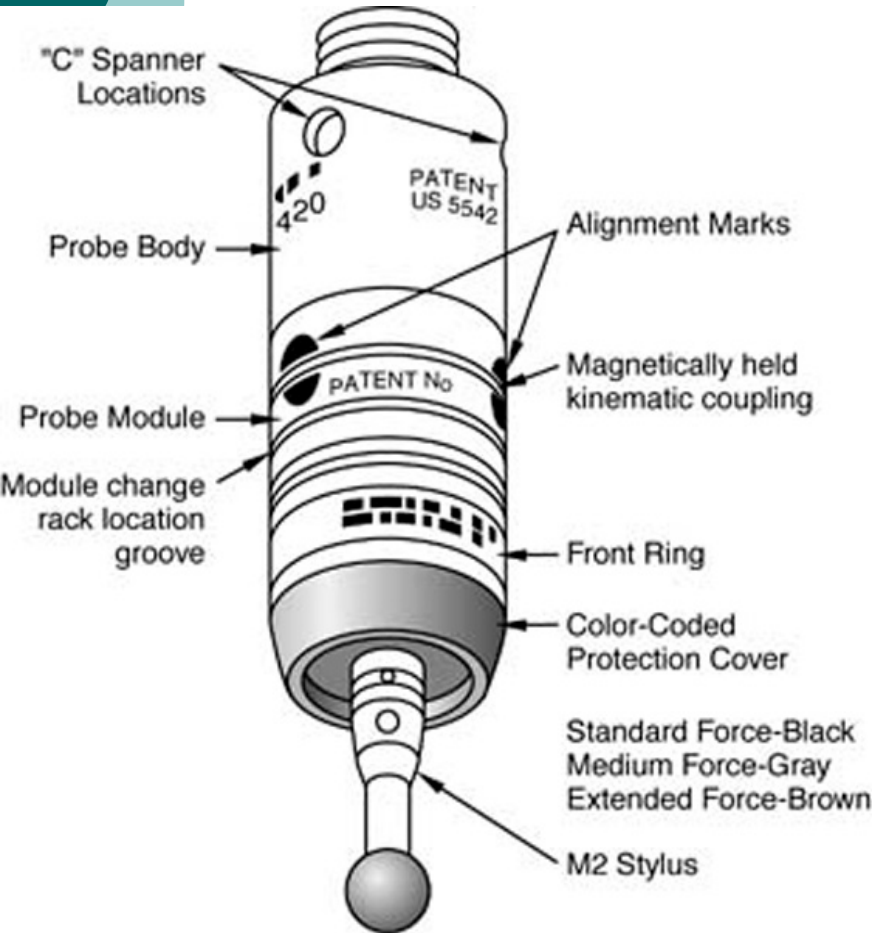
## Temaslı/Contact (şekle bakınız)

- Touch-trigger probu
- Analog tarama probu

## Temassız/Non-contact

Baskılı devre kartının muayenesi için, ölçülen nesne uç tarafından deforme olabileceği balmumundan modelin ölçülmesi

- lazer probları
- video probları

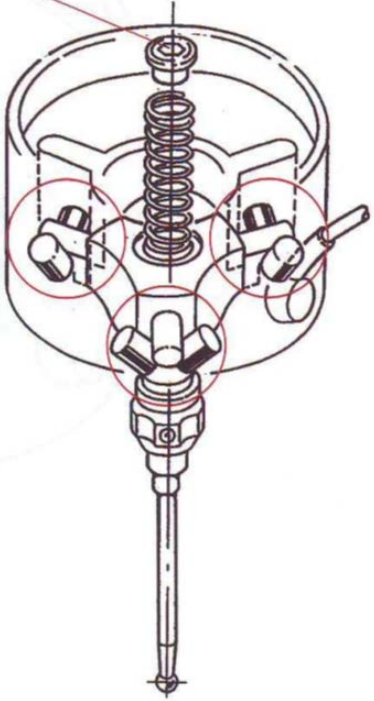


# YAKUT VE SAFİR





# Temaslı/Contact problemler

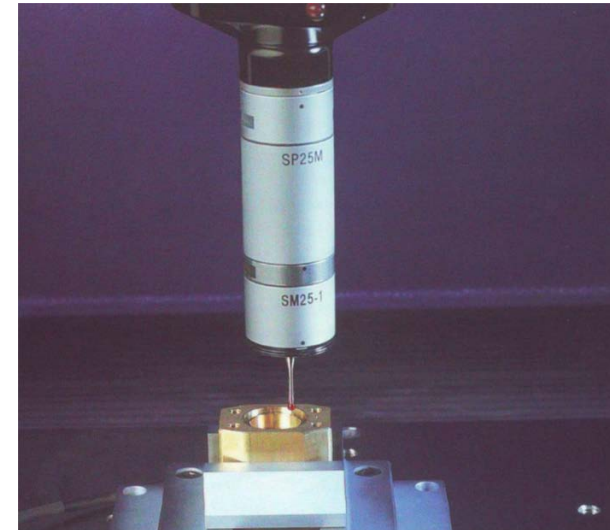


## Dokunmatik tetik/Touch trigger probe

- Sensör parça ile temas ettiğinde, temas direncindeki fark probun saptırıldığını gösterir
- Bilgisayar bu iletişim noktası koordinat alanını kaydeder
- Bir LED ışığı ve sesli bir sinyal genellikle teması gösterir
- Dokunmatik tetikli prob sistemi üç bileşenden oluşur; prob kafası, prob ve prob ucu(stylus)

## Analog tarama probe

- Karmaşık, düzensiz, kontur yüzeyleri ölçmek için kullanılır
- Hareket ederken parçanın yüzeyi ile temas halinde kalır
- Hız ve doğruluğu artırır



# Temassız/Non-contact prob

---

## Lazer tarama probu

- Lazer problemleri bir parçanın yüzeyine bir ışık huzmesi yansıtır

Işık huzmesi tetiklendiğinde, huzmenin pozisyonu, prob reseptöründeki bir lens aracılığıyla üçgenleme ile okunur.

- Lazer aleti yüksek hız ve doğruluk derecesine sahiptir

## Video probu

- Özellik, elektronik görüntü piksellerinin bilgisayar "sayımı" ile ölçülür
- Kamera, tek bir video çerçevesi içinde çok sayıda ölçüm noktası üretebilir



Scanning probe systems



Measuring probe heads



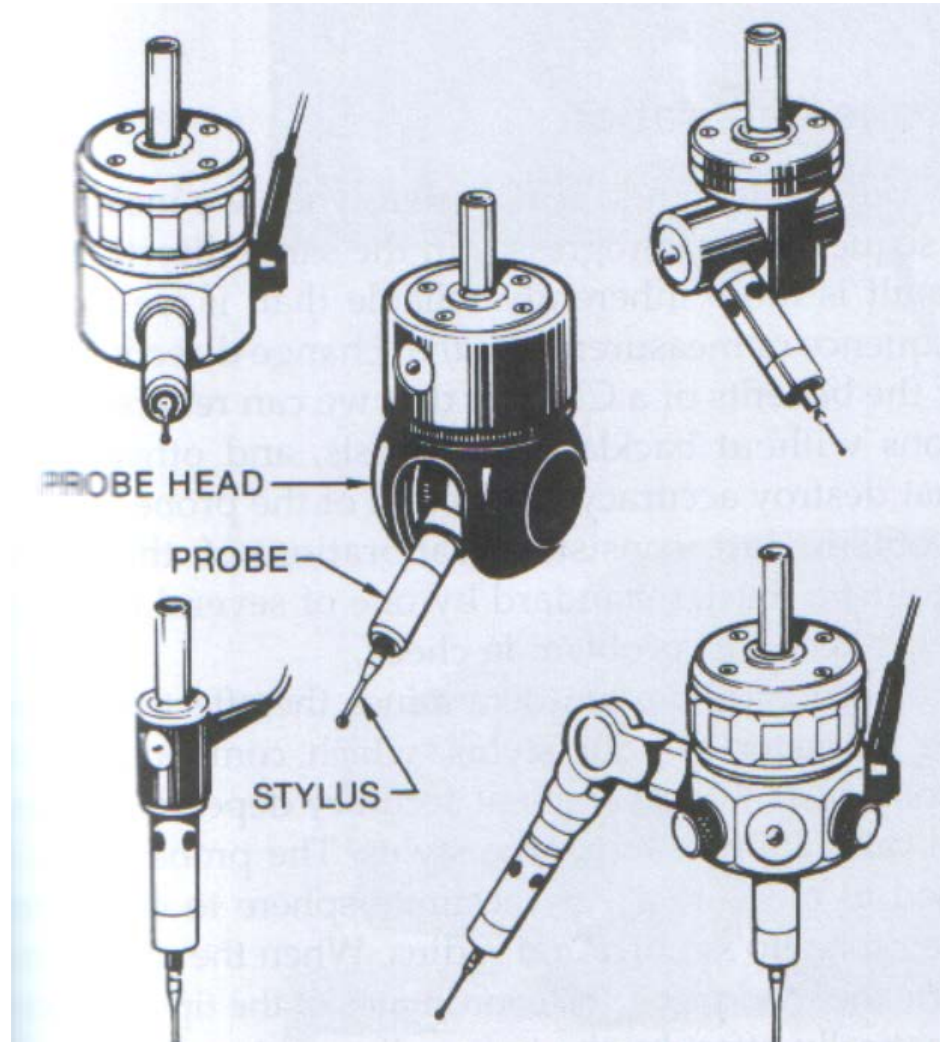
Touch-trigger probe systems



Optical probe systems

# Prob kafası, problemler ve prob ucu/stylus

---







# CMM yazılımı

---

- Genellikle yazılım paketleri aşağıdaki özelliklerin bir kısmını veya tümünü içerir:
  - Çözünürlük seçimi
  - SI ve İngiliz (mm ve inç) birimleri arasında dönüştürme
  - Kattezyen koordinatların kutupsal koordinatlara dönüştürülmesi
  - Eksen ölçeklendirme
  - Referans (datum) seçimi ve sıfırlama
  - Daire merkezi ve çap çözümü
  - Cıvata daire merkezi ve çapı
  - Önceki datumları kaydetme ve hatırlama
  - Nominal ve tolerans girişi
  - Tolerans dışı hesaplama

# Koordinat sistemi

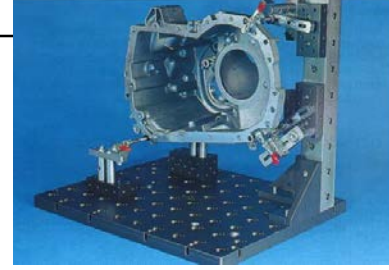
---

- Koordinat, CMM'nin bir iş parçasındaki özellikleri diğer özelliklere göre bulmasını sağlar
- Koordinat sistemi, yön ve konum sağlayan üç boyutlu bir haritaya benzer
- Her makinenin bir 'ev' konumu (başlangıç noktası) vardır ve x, y ve z eksenleri, makine koordinat sistemini (MCS) temsil eden konumu tanımlar
- Geçmişte üretilen bir parça ayrıca bir koordinat sistemine (PCS) sahip olabilir



# AVANTAJLARI

- • Kontrol oranını artırır.
- • Doğruluk daha fazladır.
- • Operatör hatası en aza indirilebilir.
- • Operatörün beceri gereksinimleri azdır.
- • Daha az denetim düzeltmesi ve bakım maliyeti.
- • Hesaplama ve kayıt süresinde azalma.
- • Setup süresinde azalma.
- • Her özellik için ayrı geçer /geçmez mastarına gerek yoktur.
- • Hurda ve iyi parça geri dönüşün azaltılması
- • Çevrimdışı analiz süresinde azalma.





# Referanslar

---

- Ders Notu
- Bosch, J.A., Coordinate Measuring Machines and System