

# KAMERALALI GÖRSEL BOYUT ÖLÇME OTOMASYONU<sup>1</sup>

**Mustafa YILMAZ**

Makine Mühendisliği Bölümü  
Mühendislik Fakültesi  
e-posta: [yilmazm@erciyes.edu.tr](mailto:yilmazm@erciyes.edu.tr)

*Anahtar sözcükler: Endüstriyel Otomasyon, Endüstriyel ölçme, kamera, görüntü işleme, kontur çıkarma*

## ABSTRACT

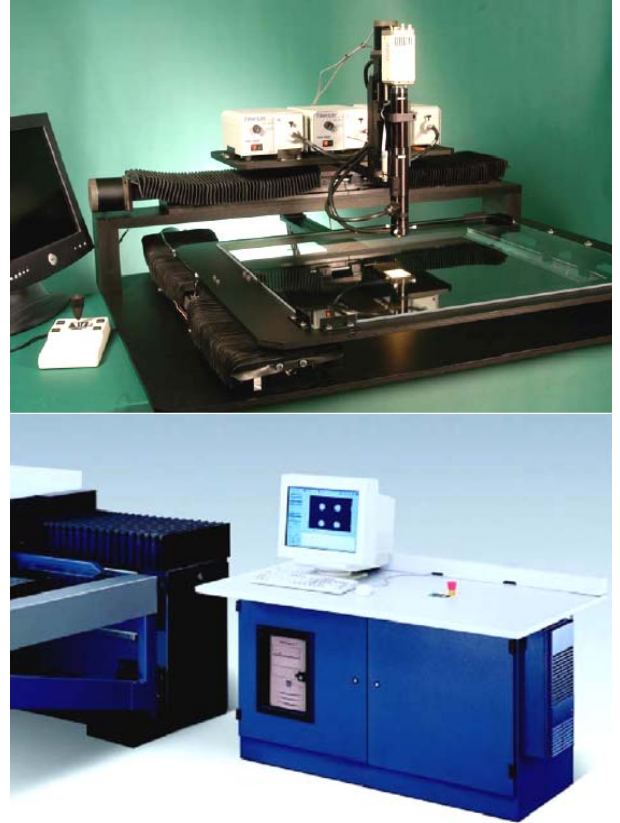
*This paper presents a dimension measuring automation system with CMOS camera. The system is designed to make two dimensional measurements of serially produced parts. The system consists of mechanical, electronical and software. It has a mechatronic structure and provided completely automation in measurement. A software has been developed to transfer from image of parts the captured by a CMOS camera and to measure its dimension.*

## 1. GİRİŞ

Gerek modüler mobilya sanayinde ve gerekse makine imalatı ve benzeri geometrik parça üretim yapan sektörlerde seri olarak üretilen küçük veya büyük boyutlu parçaların %100 veya çok sık örnekleme ile kontrolünü yapmak gerekebilmektedir. Ancak bu ölçmenin yapılması ölçme sistemlerinin yapısından kaynaklanan sebeplerle oldukça pahalı veya güçtür. Üretilen parçaların alışlagelmiş ölçme sistemleri ile %100'lük kontrolünün yapılması nerdeyse mümkün değildir. Buna sebep de her bir parça ölçümünün alacağı zaman ve personel gereksinimidir. Bu amaçla iki boyutta ölçme yapabilen çeşitli görsel sistemleri gerçekleştirilmiş olup, Şekil-1'de örnek sistemler görülmektedir [1].

Söz konusu çalışmamızda, uygun olarak aydınlatılmış parçanın görüntüleri CMOS kamera aracılığı ile alınarak bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Bilgisayar ortamındaki parça görüntüsü, gerçekleştirilen bir yazılım aracılığı ile işlenmektedir. Bu işleme sonrasında, parçanın ölçülmesi istenen bölgelerinin boyutları otomatik olarak önceden belirlendiği gibi ölçülebilmektedir. Parçaya ait olması gereken boyutlardan bir sapma varsa, ne kadar saptığı ve düzeltilebilir veya ret kararları verilebilmektedir. Bu işlem CMOS kameranın parça üzerinde önceden belirlenmiş bölgelere hareketi ile otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Söz konusu sistem ölçmede tam otomasyonu sağlayan Mekatronik bir sistemdir.

<sup>1</sup> Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FBA 04-17 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.



Şekil-1. Benzer örnek ölçme sistemleri.

## 2. ÖLÇME SİSTEMİNİN YAPISI

Sistem Mekatronik bir yapıya sahip olması nedeni ile, konunun daha anlaşılabilir olması için sistem yapısını 3 başlık altında inceleyebiliriz;

- 1-Mekanik sistem
- 2-Kontrol sistemi ve yazılımı
- 3-Görsel ölçme sistemi ve yazılım

### 2.1.Mekanik Sistem

Şekil-2 de gördüğü gibi x-y-z eksenlerinde hareketler söz konusudur. Bu amaçla uygun boyutlarda lineer yataklar ve bilyalı vidalar kullanılmıştır.

Bu eksenlerdeki hareket miktarları ve güçleri de Tablo.1’de verilmiştir. Bu bağlamda;

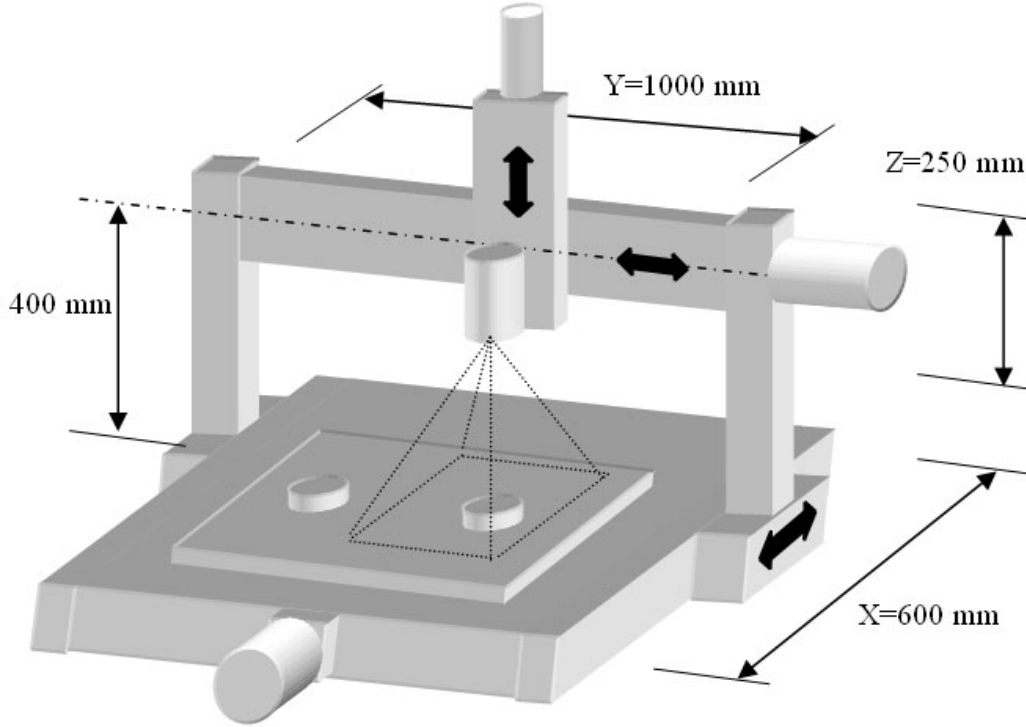
1- z eksenini hareket elemanına bağlanacak kameranın hareket eksenini göstermektedir ki bu hareket sadece ölçme yapılacak parçanın büyüklüğüne ve ölçme hassasiyetine bağlı olarak önceden ayarlamak için kullanılmaktadır. Kiriş elemanı ekseninin tabla düzlemine olan uzaklığı 400 mm olup 250 mm lik bir hareket kursuna sahiptir.

2- Bu sistemde kontrol edilebilir hareket çözünürlüğü yaklaşık 5 mikronun civarındadır ve yeterlidir.

3- Sistem bir PC ile kontrol edilebilmektedir.

4- Hareketlendirici olarak servo motor ve bilyalı vida kullanılmaktadır.

5- Sistem çok amaçlı olarak kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. İhtiyaç duyulması halinde z eksenini hareket elemanına büyük kuvvetler gerektirmeyen delme veya diğer işlemlerin yapılabileceği işleme modülü takılabilecektir.



Şekil-2. x-y-z koordinat sisteminde hareket edebilen ölçme sisteminin yapısı ve temel ölçüleri.

Tablo-1. x-y-z eksenlerine ait kurslar ve motor güçleri.

Eksenler	Kurs (mm)	Motor Gücü (Watt)
x	600	800
y	1000	600
z	250	400

## 2.2. Kontrol sistemi ve yazılımı

Sistemin hareketini sağlamak için Servo motorlar ve motorları kontrol etmek için demotor sürücüleri ve PCI kontrol kartı kullanıldı. Ayrıca hareket sınırlarını belirlemek için de sınır anahtarları sisteme bağlandı.

Bu amaçları yerine getirebilecek sistem için gerekli temel elemanlar:

- 1-Üç adet Servo motor ve sürücüleri
- 2-Sürücüler ile bilgisayar arasında iletişimi sağlayacak PCI kontrol kartı
- 3-Parça resimlerinden elde edilen kontrol noktalarına hareketi sağlamak üzere sistem için kontrol yazılımı

Tablo-2. x-y-z eksenleri için kontrol kartı özellikleri.

Kontrol kartı özellikleri (PCI) :
<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 Eksen Servo – Step Kontrolü</li><li>• Tek-Çift Puls Çıkışı</li><li>• Puls Çıkışı 1 Pps-6.5 Mpps</li><li>• 2-4 Eksen Lineer İnterpolasyon</li><li>• 2 Eksen Dairesel interpolasyon</li><li>• Sürekli Tip İnterpolasyon</li><li>• S-Lineer Rampalama</li><li>• Backlash Kompanzasyonu</li><li>• Enkoder Geri Beslemesi</li><li>• Pozisyon Capture</li><li>• Özel Amaçlı Giriş-Çıkışlar</li></ul>
Terminal Board özellikleri :
<ul style="list-style-type: none"><li>• Harici 24Vdc Besleme</li><li>• Dahili 500mA 5Vdc</li><li>• Çıkışlar: 8 adet Nmos (1A 120 Vdc)</li><li>• Veya 8 adet Pmos (1A 24Vdc)</li><li>• Veya 8 adet Röle (3A 30Vdc)</li><li>• Özel Giriş-Çıkışlar</li><li>• İki tane 68 pin SCSI II Bağlantı</li></ul>

### 2.3. Görsel ölçme sistemi ve yazılımı

Ölçülecek olan parçaların görüntüleri CMOS kamera kullanılarak alınmakta ve IEEE1394(FireWire) portundan bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Gerçekleştirilen yazılım ile alınan görüntüler işlenerek istenen boyutları ölçülmektedir. Görüntü işleme, parça konturunun bulunması ve bu kontur bilgisinden ölçmenin yapılması gerekmektedir[2,3,4]. Bu amaçla Delphi'de ölçme için bir yazılım geliştirilmiştir.



Şekil-3. Ölçme sisteminde yazılım ara yüzü.

Görüntülerin işlenmesini gerçekleştiren ve boyut ölçümünün yapıldığı yazılım halen geliştirilmeye devam edilmektedir.

Sistemin hareket kontrolü ve görsel boyut ölçme işleminin yapılması için Xeon işlemcili bir iş istasyonu kullanılmıştır. İş istasyonu ve CMOS kamera özellikleri Tablo.3 'de verilmiştir.

Tablo.3. İş istasyonu ve CMOS kamera özellikleri.

	Özellikleri
CMOS kamera	- CMOS sensör -monochrome -1,3 milyon pixel, -1280 x 1024, 27 fps -640 x 480, 105 fps -FireWire
Bilgisayar	Intel xeon 3.40 Ghz -1 Gb Dual DDR400 RAM -160 Gb HDD/7200 RPM -70 Gb SCSI HDD -16xDVDROM/52x24x52 CDRW -256 MB PRO Ekran kartı -23" LCD monitör



Şekil-4. Gerçekleştirilen CMOS kameralı görsel iki boyutlu ölçme sisteminin genel görünüşü.

### 3. ÖLÇME PRENSİBİ

Görsel ölçme sisteminde ölçme iki başlık altında incelenmektedir;

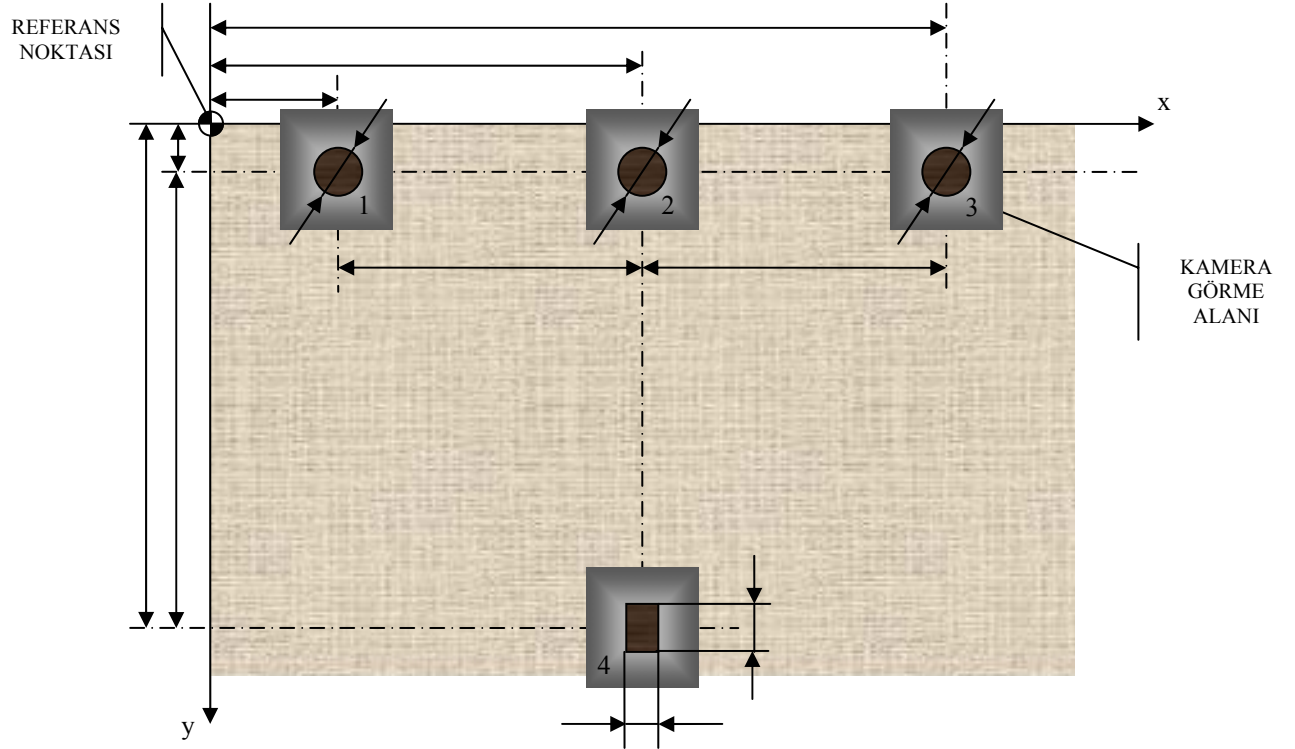
1. PCI aracılığı ile iki eksenli hareket sisteminden elde edilen koordinat bilgisi,
2. Kamera ile alınan görüntü üzerinden elde edilen ölçme bilgisi.

Şekil-5’de görüldüğü gibi kamera parça üzerinde referans noktasına konumlanmakta, daha sonra ölçümü yapılacak koordinatlara sırasıyla gitmektedir. Her bir ölçme koordinatına gittiğinde kamera aracılığı ile görüntü yakalanmakta ve bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Gerçekleştirilen yazılım ile bu görüntü işlenmekte ve ölçülen bölgeye ait veri elde edilmektedir. Bu işlem şekilde görüldüğü gibi her bir ölçme bölgesinde uygulanmaktadır. Söz konusu sistemde, koordinat bilgisine ilaveten kameradan alınan ölçme bilgisi birleştirilerek gerçek ölçüm değerine ulaşılmaktadır. Elde edilen ölçüm değeri parçaya ait bilinen ölçüm değerleri ile karşılaştırılmaktadır. Eğer varsa, ne kadar farklı olduğu, fark yoksa veya fark toleranslar içinde ise üretilen parça onaylanmaktadır. Sisteme ait ölçme prensibi Şekil-6 ve 7’de gösterilmiştir.

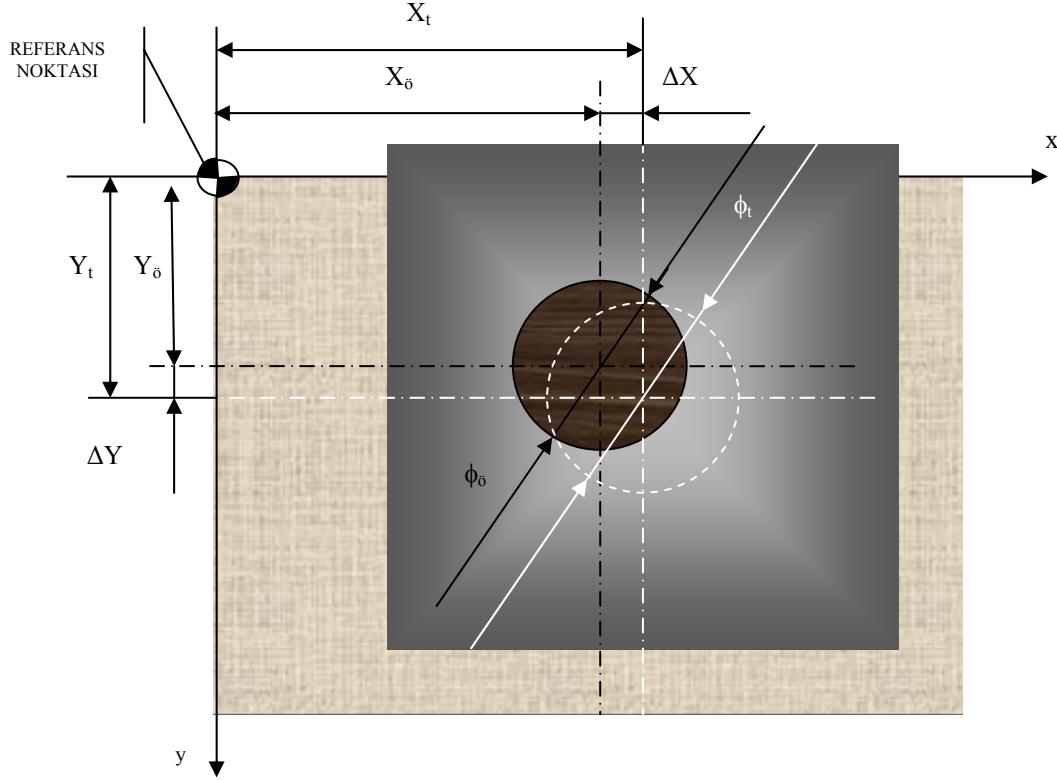


Şekil-5. Kameranın ölçme için konumlanması

Ayrıca hareket sisteminin istenen koordinata gittiğinden emin olunduğu varsayımı ile, kameradan elde edilen ölçme bilgisinin olması gereken ile karşılaştırılması yöntemi de seri üretilmiş parçaların doğruluğunu kontrol etmede yeterli olabilecektir. Bu yöntem karmaşık ölçme noktalarının olması durumunda zaman açısından daha büyük avantajlar sağlayacaktır.



Şekil-6. İki boyutlu görsel ölçme sisteminde temel ölçme prensibi.  
(1,2,3 ve 4, ölçülecek her bir bölgenin kamera görüntüsünü ifade ediyor)



Şekil-7. Ölçme sisteminin sistemin ayrıntılı ölçme prensibi.

#### 4. SONUÇ

Projenin gerçekleştirilmesi ile, gerek modüler mobilya sanayinde ve gerekse makine imalatı ve benzeri geometrik parça üreten sanayi birimlerinin böylesi bir ölçme cihazı ihtiyacını sağlayacak teknoloji geliştirilmiş ve prototip bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada modüler mobilya sanayinde, üretilen modüler parçaların iki boyuttaki işleme doğrulukları otomatik olarak yapılabilen. Eğer varsa hatalar hızlı bir şekilde tespit edilmektedir.

Her bir hedef ölçümü gerek ana referansa göre ve gerekse hedef nokta referansına göre sapmaları belirlenebilmekte ve toleranslar içinde olup olmadığı belirlenebilmektedir. Tolerans dahilinde olmayanların sayısı ve bölgesi rapor halinde çıktı olarak sunulmakta ve yerleri ve hata miktarları görülebilmektedir. Böylesi otomatik ölçme sistemi, seri üretim yapan işletmelerde, üretim esnasında oluşabilecek hataların daha sık örnekler alıp kontrollerinin yapılmasına imkan tanımaktadır.

#### KAYNAKLAR

- [1] <http://www.trumpf.com>, Trumpf measuring machine.
- [2] Yılmaz M., Diyet Laser ve CCD Kamera Aracılığı ile Kırınım Temelli Boyut Ölçme, 1. Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, Boğaziçi Ün., s.214-219, İSTANBUL, Nisan, 1993.

- [3] Yılmaz M., Özçalık H.R., Dimension Measurement Based Laser Diffraction, The Second International Symposium on Measurement Technology and Intelligent Instruments ISMTII'93, Wuhan, CHINA, September, 1993
- [4] Kuzucu A., Yılmaz M., Laser ve Kamera Aracılığı ile Alınmış Kırınım Temelli Resimlerde Cisim Kenarı Belirleme, II. Türk Yapay Zeka ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu, Boğaziçi Ün., s.311-318, İSTANBUL, Haziran, 1993.

#### ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Yılmaz 1961'de Rize'de doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Muş ve Samsun'da tamamladı. 1982'de Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1985'de Yüksek Lisans programını tamamladı. 1993'de İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora derecesi aldı. 1993 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Yrd.Doç. olarak öğretim üyesi kadrosunda göreve başladı. 1998 yılında Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı görevine atandı ve 3 yıl bu görevini sürdürdü. Mustafa Yılmaz halen öğretim üyesi olarak görevine devam etmekte olup evli ve 2 çocuk babasıdır.

Mustafa Yılmaz; Kontrol, Mekatronik, Endüstriyel Ölçme ve Makine Tasarım alanlarında çalışmaktadır.

