

Okan Üniversitesi MYO

MUTK216

TAHRİBATSIZ MALZEME MUAYENESİ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 4

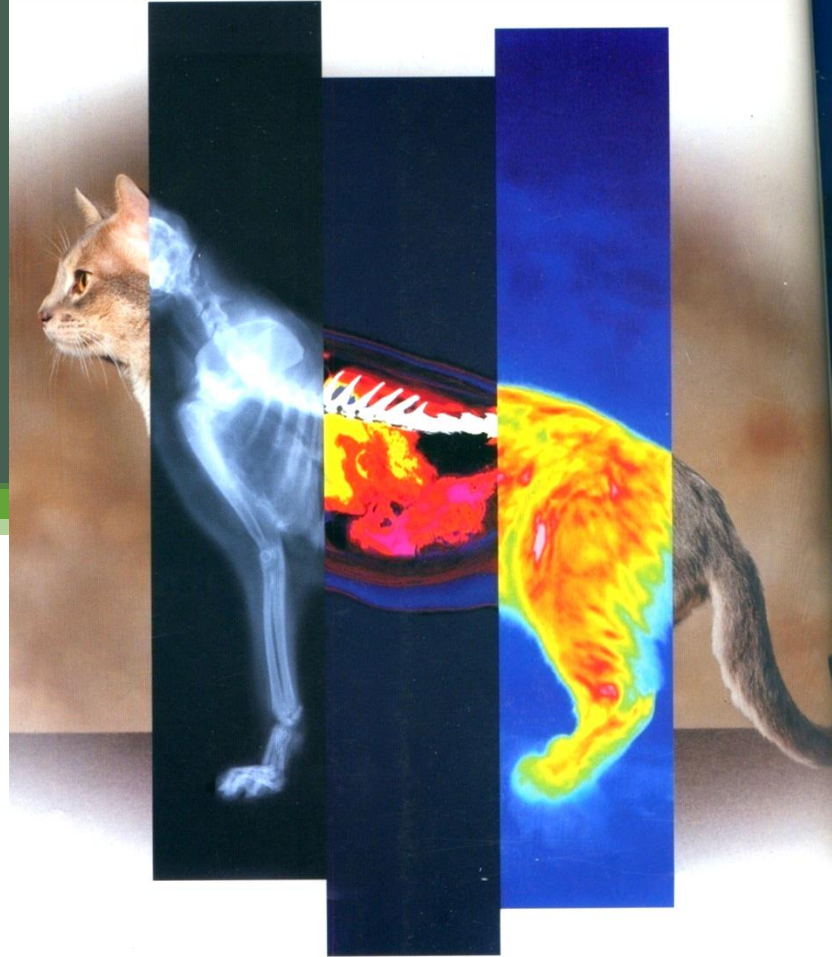
MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

# MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi



**Zarar vermeden incele veya ölç!**

# MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

## TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

**Görsel Muayene**

Penetrant Sıvı Testi

Ultrason

Termografi

Radyografi

Girdap Akımları

Manyetik Parçacık

Akustik Emisyon

# Görsel Muayene

## Visual Testing

VT

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Testing – VT)

- Tahribatsız Muayene yöntemlerinden en yaygın kullanılanıdır.
- Kaynak hataları, yüzey kusurları, çentikler, korozyon çukurları, genel durum bozulmaları, tıkanıklıklar, yabancı maddeler gibi hata ve süreksizliklerin büyük sorunlara neden olmadan önce tespiti sağlanır.

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Testing – VT)

- Görsel Muayene, insan duyularının bir kombinasyon halinde kullanımı olup; **görme, işitme, dokunma ve koklama**nın yanı sıra çeşitli ekipman ve yapıları da içerir.
- Görsel Muayene bazen düşük güçlü **büyüteç**, boroskop, fiberoskop, dijital video **boroskop, kamera** sistemleri ve **robotik tarayıcı sistemleri** gibi cihazlarla birlikte gerçekleştirilir.

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Testing – VT)

- Genel olarak, üretiminin doğruluğunu belirlemek için hemen hemen her numune görsel olarak incelenebilir.
- Örneğin, görsel inceleme, parçanın doğru boyutta üretilip üretilmediğini, parçanın eksiksiz olup olmadığını veya tüm parçaların cihaza uygun şekilde dahil edilip edilmediğini belirlemek için kullanılabilir.

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Testing – VT)

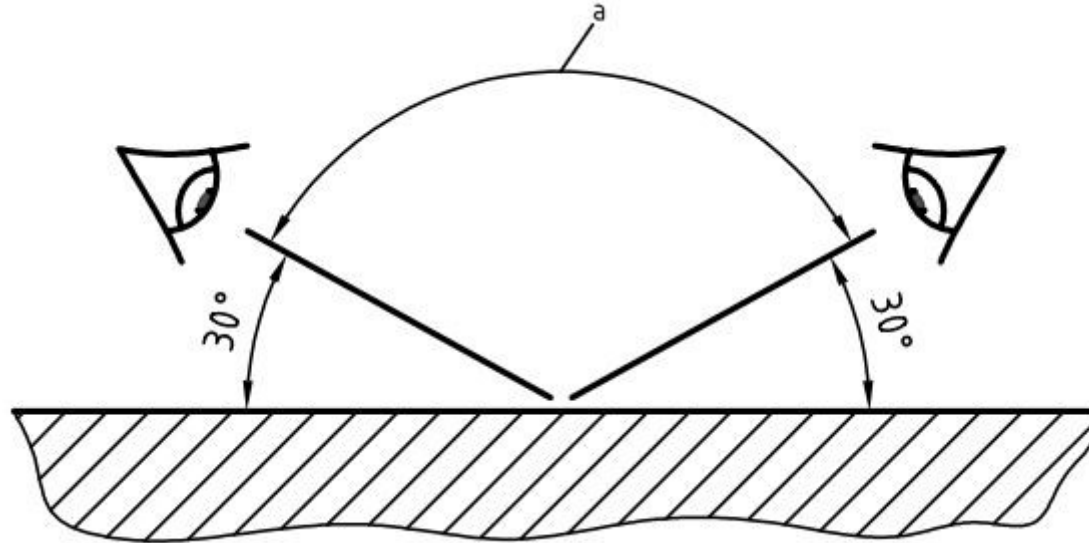
- Görsel muayene, tahribatsız muayene teknikleri arasında en hızlı ve ucuz olanıdır.
- Diğer tahribatsız muayenelerden önce mutlaka uygulanması gereken bir yöntemdir.
- Çıplak gözle yapılan bu muayenede, büyüteç, ışık kaynağı, kamera, ayna ve bunun gibi yardımcı ekipmanlar kullanılabilir.

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Inspection)

- Bu yöntemle malzeme yüzeyinde açık çatlak, gözenek, yanma vb. hatalar tespit edilebilir.
- Yüzey temizliklerinin iyi yapılması gerekmektedir.
- Görsel muayene çok basit bir yöntem olarak görünse de **kendine özgü inceleme koşulları vardır ve personel tecrübesi çok önemlidir.**
- Metalik veya metalik olmayan bütün malzemelere uygulanabilir.

# GÖRSEL MUAYENE (Visual Testing – VT)

- Yeterli ışık şartları altında ve uygun bakma açılarında inceleme yapılmalıdır. Tavsiye edilen **minimum ışık şiddeti** 500 lux, minimum açı  $30^\circ$  derece ve parçaya olan maksimum uzaklık 300 mm'dir.



# Görsel Muayenede Işık Kaynakları ve Aydınlatma

- Işık miktarı, testin türüne bağlıdır
- Uygun bir görsel inceleme için yaklaşık 800-1000 lux arasında uygun aydınlatma
- Başlıca aydınlatma kaynakları şunlardır:
  - Akkor Lamba
  - Floresan lamba
  - Yüksek yoğunluklu deşarj lambası

# Görsel Muayenede Özel Işık Kaynakları

- Arka Aydınlatma (Back Lighting)
- Önden Aydınlatma (Front Lighting)
- Yapılandırılmış Işık (Structured Lighting)
- Stroboskopik Aydınlatma (Strobe Lighting)
- Ultraviyole Işık (Ultraviolet Lighting)

# Görme / Görüş (Vision)

## Göz

- İnsan gözü en değerli muayene (NDT) aracıdır.
- Gözün hassasiyeti ışık kaynağına göre değişir.
- 5560 °A dalga boyuna sahip sarı yeşil ışık, normal koşullarda insan gözü için en uygun ışıktır.

(5560 angstrom =  $5,56 \times 10^{-7}$  metre = 556 nanometre)

## Görsel Algı (Visual Perception)

Gözün retinasından beyne iletilen izlenimlerin bilgi açısından yorumlanmasıdır.

- Görsel algı, görme keskinliğine bağlıdır.
- İnsan gözünün mükemmel bir görsel algısı vardır.
  - **Direkt gözle muayene** yapan personel, doğal veya vasıtasız yakın mesafe göz keskinliği şartlarını sağlamak için ilgili standarda uygun, senelik görme testi belgesine sahip olmalıdır.

# GÖRSEL MUAYENE (Göz ile muayene)

Bir ürünün yüzeyindeki süreksizlikler, yapısal bozukluklar, yüzey durumu gibi kaliteyi etkileyen parametrelerin optik bir yardımcı (büyüteç gibi) kullanarak veya kullanmaksızın muayene edilmesidir. Gözle muayene çok basit bir metot olarak görünse de en önemli muayene yöntemidir. Genellikle bir başka tahribatsız muayene metodunun uygulanmasından önce yapılması gereken bir çalışmadır. Zaten diğer tahribatsız muayene yöntemleri için hazırlanmış uygulama standartlarının çoğunda da öncelikle gözle muayene yapılması ve bulguların kaydedilmesi istenir. Bu yöntem, metalik veya metalik olmayan bütün malzemelere uygulanabilir. Muayene yüzeylerine ulaşılabilirlik durumuna göre gerektiğinde endoskoplar gibi yardımcı gereçler de kullanılarak uygulanabilir. Çoğu durumda muayene yüzeyi hazırlığı olarak yüzey temizliği yapılması istenmez. Daha doğrusu yüzeyin, beklenen hataların en iyi görüneceği şekilde olması gerekir. Yeterli ışık şartları altında ve uygun bakma açılarında inceleme yapılmalıdır.

# GÖRSEL MUAYENE

## Avantajları

- Hızlı ve hemen sonuç veren bir yöntemdir.
- Görsel iletişimi kesmeyecek şekilde parça geometrisinin sınırlaması azdır.
- Ekonomik bir yöntemdir.
- Ekipmanları ucuzdur.

# GÖRSEL MUAYENE

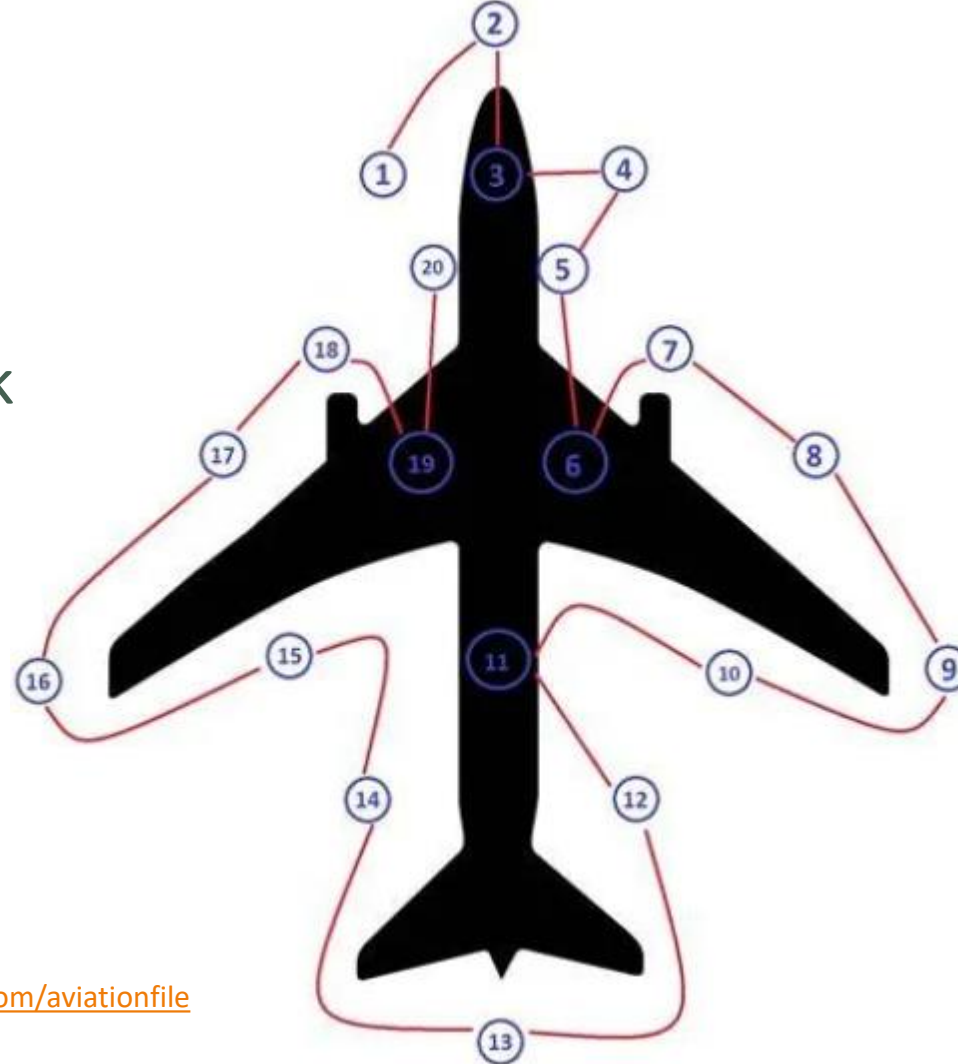
## Dezavantajları

- Sadece yüzeydeki hatalar (süreksizlikler) tespit edilebilir.
- Yalnızca büyük süreksizlikler ve hatalar tanımlanabilir.
- Yetişmiş ve vasıflı işgücü gereklidir.
- Sonuç, denetçinin göz çözünürlüğüne ve algısına bağlıdır.
- Denetçide (inspector) göz yorgunluğuna (eye fatigue) neden olabilir.

# HAVACILIKTA GÖRSEL MUAYENE

## Visual Check

- Walkaround Check
- Outside Check
- General Visual Inspections (GVI)



## Spotting Points

- 1- Left Forward Fuselage
- 2- Nose
- 3- Landing Gear
- 4- Right Forward Fuselage
- 5- Right Center Fuselage
- 6- Right Wing Center
- 7- Right Engine
- 8- Right Wing Leading Edge
- 9- Right Wing Tip
- 10- Right Wing Trailing Edge
- 11- Under Rear Fuselage
- 12- Right Rear Fuselage
- 13- Tail
- 14- Left Rear Fuselage
- 15- Left Wing Trailing Edge
- 16- Left Wing Tip
- 17- Left Wing Leading Edge
- 18- Left Engine
- 19- Left Wing Center
- 20- Left Center Fuselage

# HAVACILIKTA GÖRSEL MUAYENE

## Visual Inspections

- Hava aracı görsel muayeneleri, bir hava aracının ve bileşenlerinin genel durumunu değerlendirmenin en hızlı yöntemidir. Büyük nakliye uçaklarındaki denetimlerin yüzde 80'inden fazlası görseldir. Havacılık bakım, onarım ve revizyonunda (MRO) en çok tekrarlanan prosedür olarak, sıradan bir yürüyüşten ayrıntılı görsel incelemeye kadar değişebilir.
- Genel bir görsel muayenenin (GVI) **uçağın uçuşa elverişliliğinde önemi büyüktür.**
- Gözle muayeneyi uygun şekilde yapmak için, denetçinin kusurları tespit etmek için görme keskinliği ve hava aracı ve parçaları hakkında bilgiye sahip olması gerekir. Çoğunlukla insan duyularının kullanımına dayandığından, uçağı görsel olarak inceleme sürecinin tamamı, tekrarlandığında farklı denetçilerden aynı sonuçları sağlayan tek tip prosedürler ve teknikler bütünüdür.

# HAVACILIKTA GÖRSEL MUAYENE

Zorluklarına ve etkinlik derecelerine bağlı olarak, hava aracı görsel muayeneleri dört farklı kategoriye ayrılabilir:



# HAVACILIKTA GÖRSEL MUAYENE

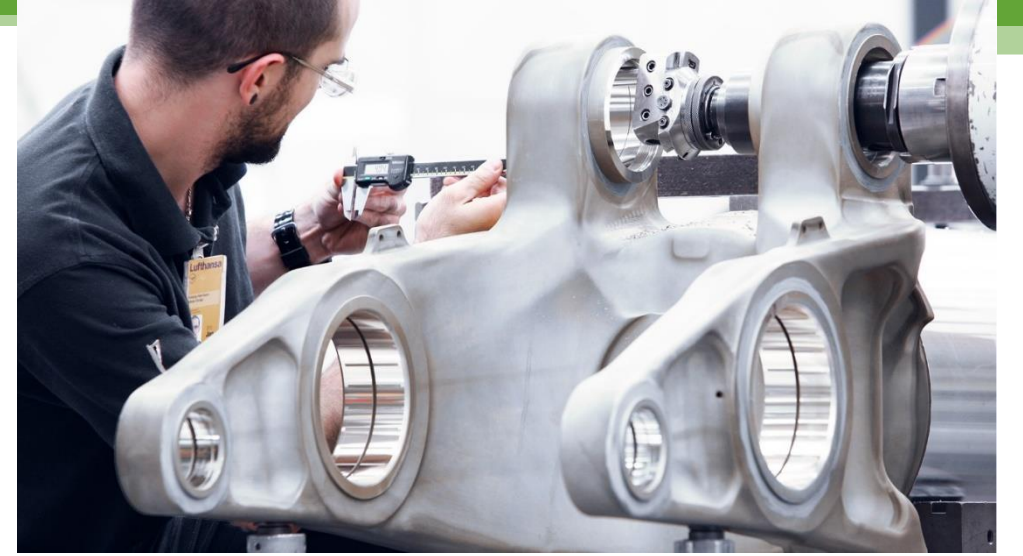
- 1) Walkaround Inspection:** Gezinti incelemesi, uçağın genel durumunu ve güvenlik standartlarına uygunluğunu değerlendirmek için yapılan genel bir kontroldür. Adından da anlaşılacağı gibi, bir (insan) müfettiş tarafından uçağın altında yerde dolaşarak gerçekleştirilir.
- 2) General Visual Inspection:** Genel görsel inceleme, herhangi bir hasarı, arızayı veya anormalliği incelemek, yerini tespit etmek ve değerlendirmek için rutin olarak gerçekleştirilir. Çoğu alan için, personel, merdivenler ve kaldırma platformu/sepet gibi ek donanıma ihtiyaç duyar.



# HAVACILIKTA GÖRSEL MUAYENE

- 3) **Detailed Visual Inspection:** Ayrıntılı bir görsel inceleme, hasarların tespiti için belirli bir alanın, bileşenin veya sistemin yoğun bir şekilde incelenmesinden oluşur. Genellikle, bir el feneri, büyüteç, aynalar veya özel ölçüm aletleri vb. dahil olmak üzere bazı araçlar gereklidir.
- 4) **Special Detailed Visual Inspection:** Belirli bir öğenin, kurulumun veya montajın hasar değerlendirmesi için özel, ayrıntılı bir görsel inceleme gerekebilir.





# GÖRSEL MUAYENE

## Kullanım Yerleri

- Ekipmandaki parçalarda yanlış hizalama olup olmadığını kontrol etmek için kullanılır.
- Makine bileşenlerinin korozyon, erozyon, çatlak ve deformasyonlarını kontrol eder.
- Tesisat bileşenlerini herhangi bir sızıntı veya anormal çalışma açısından inceler.
- Kaynaklı montajlardaki kusurları tespit etmek için kullanılır.

# Görsel Muayeneyi Etkileyen Faktörler

## Yüzey Durumu

- Temizlik
- Renk
- Doku

## Fiziksel Koşullar

- Numune Durumu
- Şekil ve boyut
- Sıcaklık

## Çevresel faktörler

- Atmosfer
- Temizlik
- Nem ve Sıcaklık
- Emniyet

## Fizyolojik Faktörler

- Fiziksel Rahatlık
- Sağlık, zihinsel tutum, yorgunluk ve test ögesi konumu



# GÖRSEL MUAYENE TÜRLERİ

- 1) Desteksiz Görsel Muayene - Çıplak Gözle (*Unaided Visual Inspection*)
- 2) Destekli Görsel Muayene - Donanım Destekli (*Aided Visual Inspection*)

# GÖRSEL MUAYENE TÜRLERİ / Desteksiz Görsel Muayene

**Doğrudan (direkt) Görsel Muayene** olarak da bilinir.

- Çıplak göz yardımı ile yapılabilir.
- Optik yardımcılar olmadan yapılabilir.
- Tespit edilebilen kusurlar:
  - Çatlaklar
  - Korozyon tabakası
  - Yüzey gözenekliliği
  - Eşleşen parçaların yanlış hizalanması

## GÖRSEL MUAYENE TÜRLERİ / Destekli Görsel Muayene

**Dolaylı (indirekt) Görsel Muayene** olarak da bilinir.

- Optik aletler kullanılarak yapılır.
- İnsan gözüyle tespit edilemeyen kusurlar belirlenebilir.
- İnsan gözünün erişemeyeceği alanların görülebilmesine izin verir.

# GÖRSEL MUAYENE ARAÇ GEREÇLERİ

- Büyüteç
- Mikroskop
- Boroskop
- Videoskop
- Endoskop
- Fiberoskop
- Kamera (CCTV)
- Aynalar
- Işık kaynağı (fener vb.)
- Bilgisayar destekli sistemler
- Optik Prizma



# Görsel Muayene Araç Gereçleri (Visual Testing Equipments)



**Fig: Videoscope**



**Fig: Advanced Videoscope**



**Fig: Borescopes**



**Fig. Microscope**



**Fig: Magnifying glass**

# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Aynalar (Mirrors, magnifying mirrors)

- Aynı zamanda içbükey küresel aynalar olarak da bilinir.
- İnsan gözünün erişemeyeceği alanları büyötmek için kullanılır.



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Aynalar (Mirrors, magnifying mirrors)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Büyüteçler (Magnifying glass)

- El merceği (lensi) olarak da adlandırılır.
- Bu mercek, büyütülmüş bir görüntü oluşturmak için kullanılır.
- Büyütme, insan gözü ile nesne arasına yerleştirildiği konuma bağlıdır.
- Daha yüksek güçlü büyütme için, çift veya çoklu lensler kullanılır.

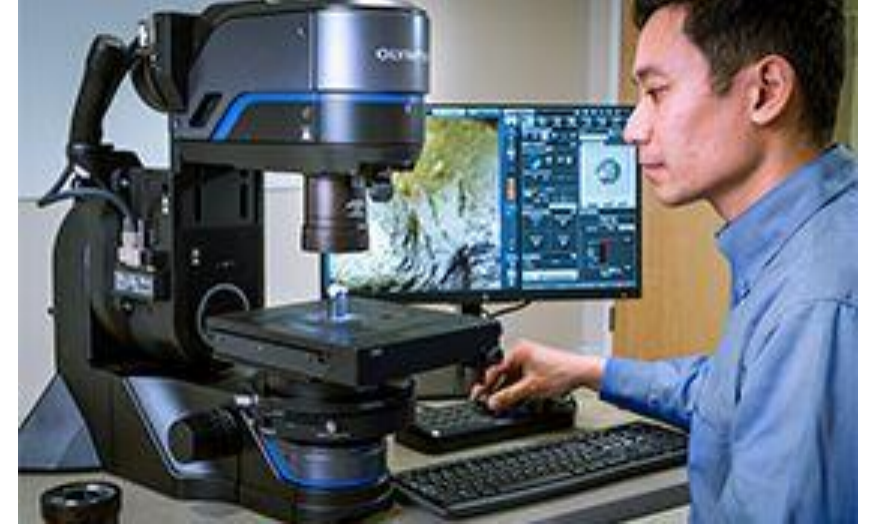
# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Büyüteçler (Magnifying glass)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Mikroskop (Microscope)



- Mikroskop, küçük bir nesnenin görüntüsünü büyötmek için kullanılır.
- Optik ve dijital tipleri vardır.
- Laboratuvarlarda genel amaçlar için kullanılan ve büyötmek kapasitesi 1000-3000 arası olan mikroskoplar bulunmaktadır. Bu tür **mikroskoplar** başlıca 3 kısımdan oluşmaktadır: 1- Optik kısmı, 2- Aydınlatma kısmı, 3- Mekanik kısım.

# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Mikroskop (Microscope)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

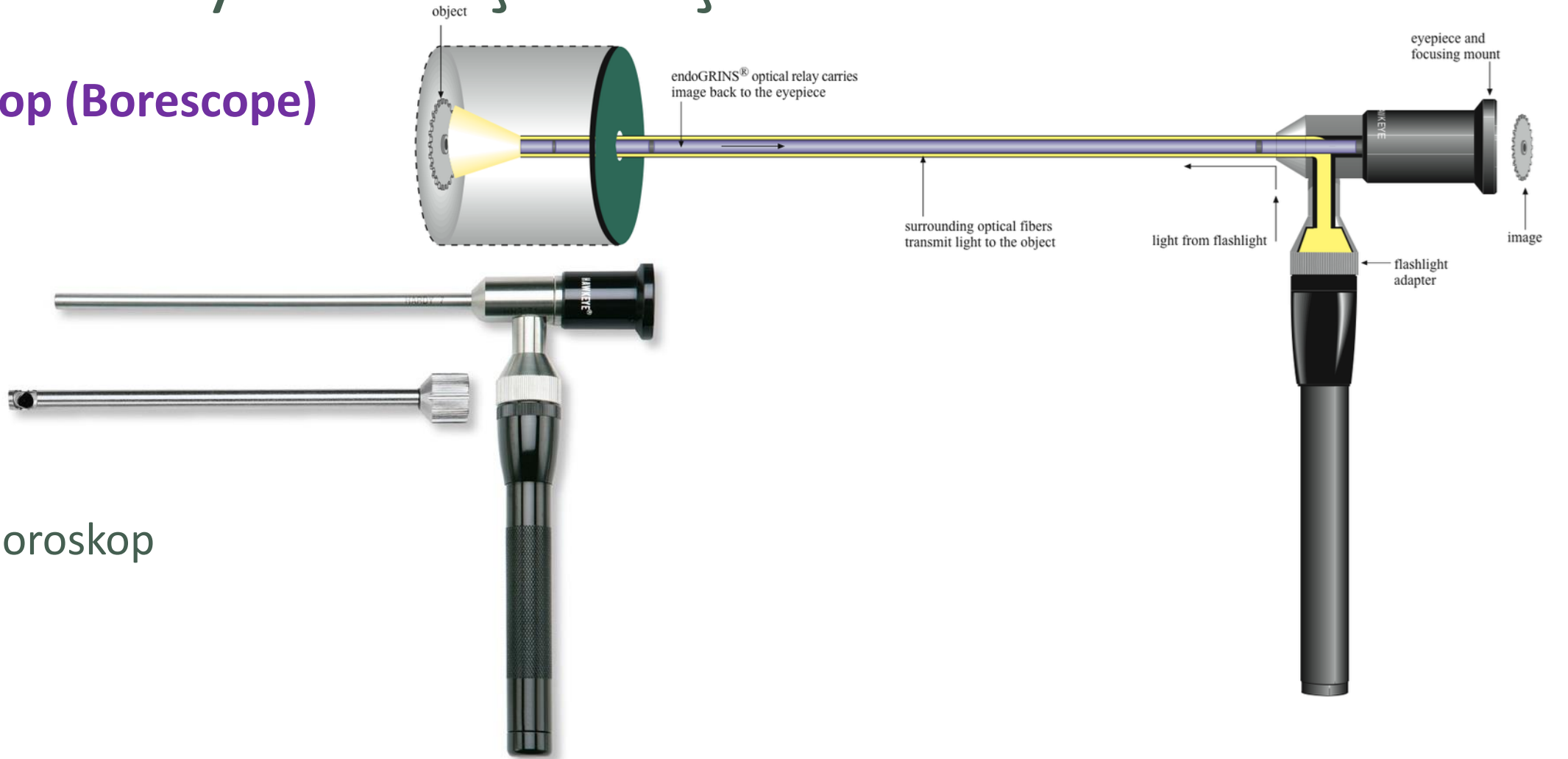
## Boroskop (Borescope)

- Dar bir borunun içini incelemek için kullanılır.
- Bir ucunda bir göz merceği ve diğer ucunda objektif lens bulunan esnek bir tüptür.
- Işık mercekten geçirilerek net bir görüntü elde edilir.
- Kullanılabilir aralık 2,5 - 19 mm'dir.
- Video kaydı yapılabilen türleri vardır.



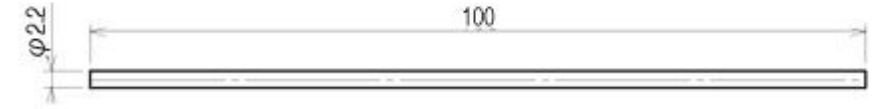
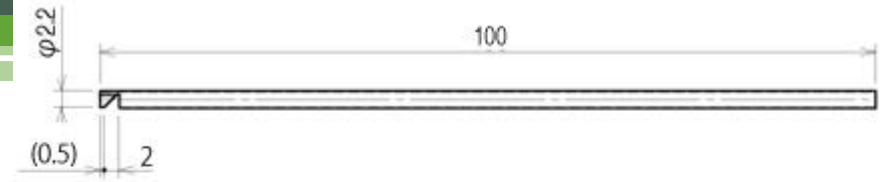
# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Boroskop (Borescope)

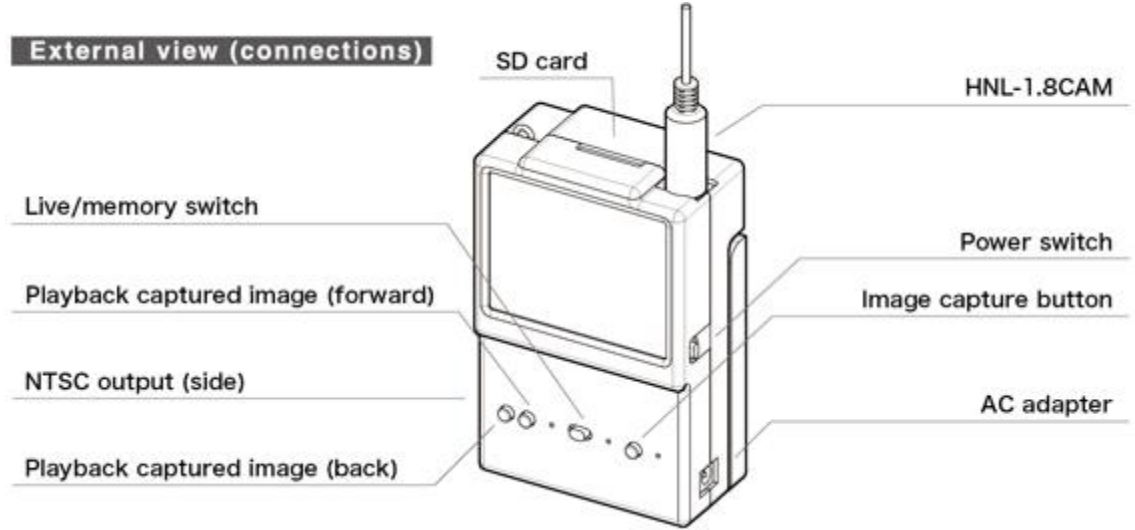


# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Boroskop (Borescope)



### External view (connections)



- **Örnek Cihaz:** İnce uçlu boroskop (1,8 mm Micro Borescope Camera)
  - Esnek uç: 1,8 mm çap / Rijit uç: 2,2 mm çap

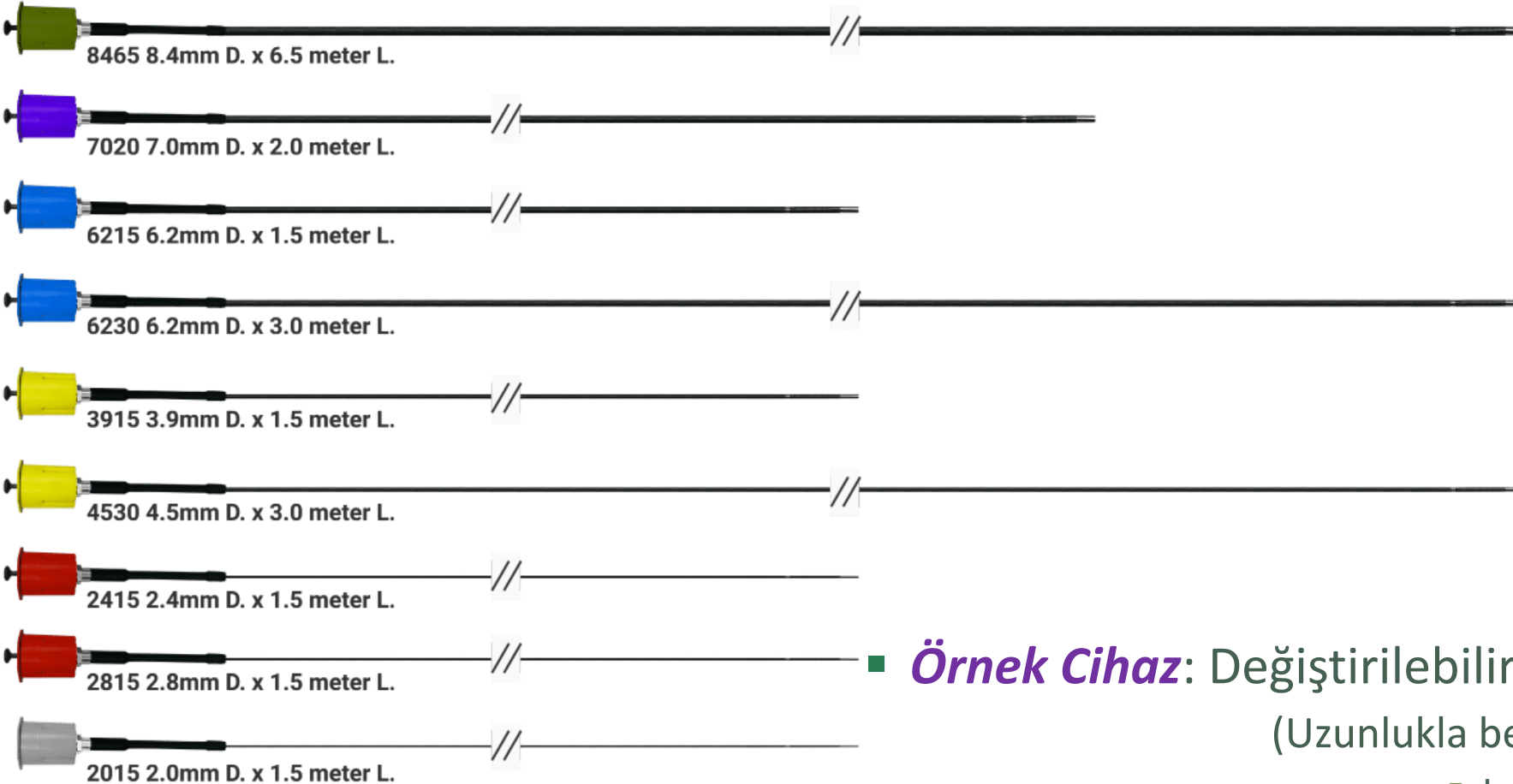
# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Boroskop (Borescope)



- **Örnek Cihaz:** Hareketli uçlu boroskop (Side-view Borescope, Joystick Controlled Articulation)
  - Yan yüzeylerin görüntülenmesini sağlar. (1 MP camera, (UV led: 7 mm x 2 m))

# Görsel Muayene Araç Gereçleri



**Boroskop  
(Borescope)**

- **Örnek Cihaz:** Değiştirilebilir prob (ölçüm) uçları  
(Uzunlukla beraber uç kalınlığı artar.)
  - Interchangeable Probe Sizes

# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Endoskop (Endoscope)

- Boroskoptan biraz daha üstündür.
- 10X büyütme faktörü elde edilir.
- 1,7 mm'ye kadar daha küçük çap ve 100-150 mm'ye kadar uzunluklarda kullanılabilir.



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Endoskop (Endoscope)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Fiberoskop (Fibrosopes)

- Fiberoptik boroskop olarak da adlandırılır
- Çap aralığı yaklaşık 3 - 12,5 mm ve çalışma uzunluğu 60 - 365 cm arasında değişir.



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Fiberoskop (Fibrosopes)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Videoskop (Videoscope, video borescope)



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Kamera Sistemleri (CCTV)

- Yakınlaştırmalı (zoom) portatif video kontrol ünitesi, büyük tankların ve gemilerin, demiryolu tank vagonlarının, kanalizasyon hatlarının kontrolüne izin verir.
- Uçaklarda yakıt tankları gibi erişimin zor olduğu kapalı hacimlerin kontrolünde kullanılabilir.
- Dikey stabilize gibi yüksek ve erişimi zor yapıların kontrolünde **dronlar**dan faydalanılarak kullanılır.
- Robotik tarayıcılar, hava kanalları, reaktörler, boru hatları gibi tehlikeli, yüksekte olan veya dar alanlarda gözlem yapılmasına izin verir.



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Dronlar (Drones)

- Dronların hareketli ve esnek olmaları, manuel incelemeler için gereken kaynakları azaltır. (Kolaylık)
- Sezgisel kullanıcı ara yüzü gibi imkanlarla, hava aracı incelemesi yapmak ve sonuç raporlarını teslim etmek 1 saatten az sürer. (Hız)
- Otomatik denetim süreci, insanların tehlikeli durumlara maruz kalmasını önler, emniyet ve güvenlik standartlarına uyumludur. (Güvenli)

Kaynak:

<https://www.youtube.com/watch?v=5wjzDgmi0IM>

Introducing the company that inspects aircraft with drones: Mainblades



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Dronlar ile Genel Görsel Muayene

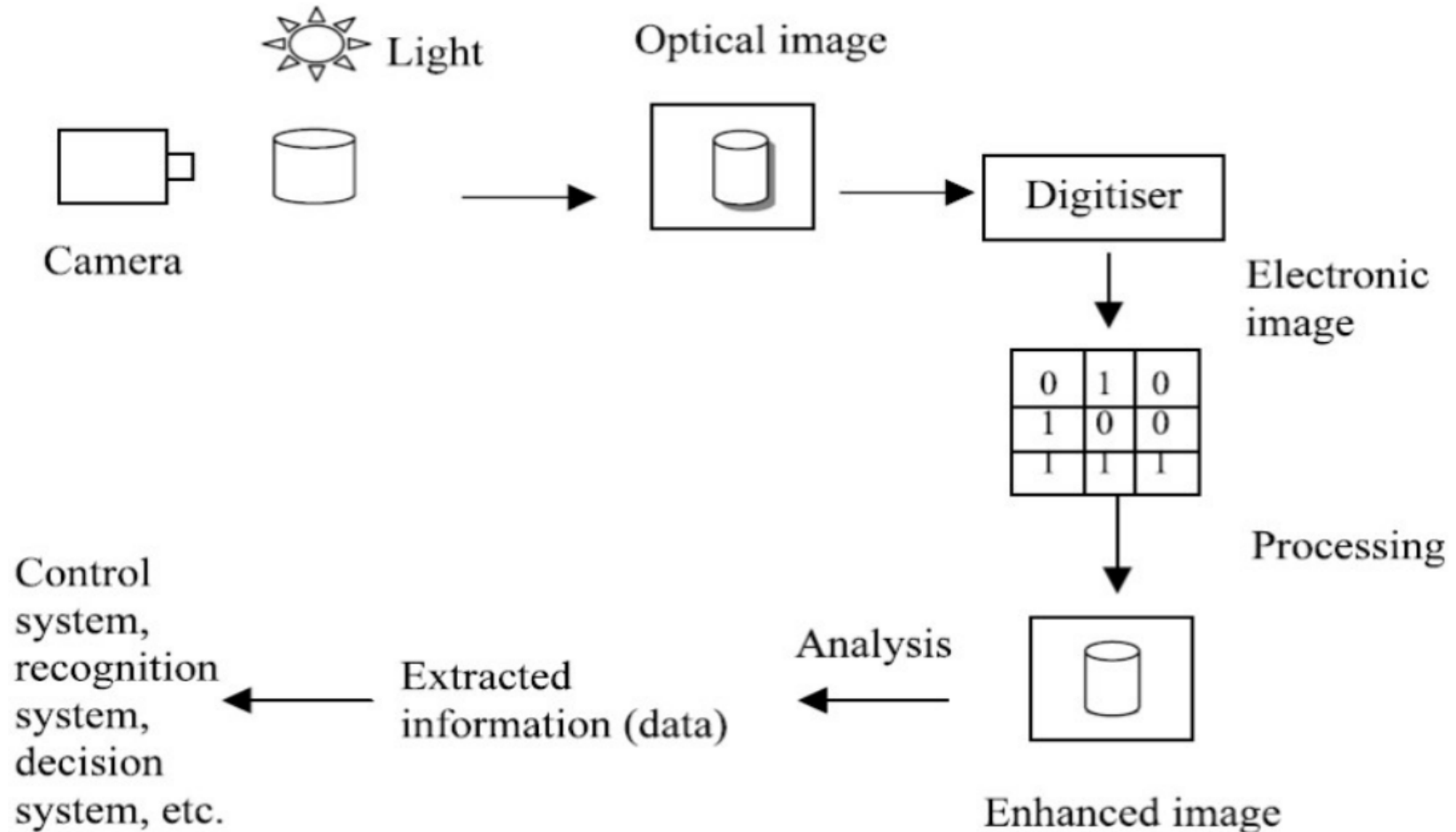
- Denetim aracına (dron) her yerden ve her zaman erişilebilir, bu da mühendislerin tek bir tıklamayla uçak denetimleri yapmasına olanak tanır.
- Hasar değerlendirme raporu, bulunan anormalliklerin ve hasarların tam yerini saptar. Bu bilgi, ilgili personel tarafından ek onarımlar hakkında daha hızlı karar verilmesini sağlayabilir.



# Görsel Muayene Araç Gereçleri

## Bilgisayarlı sistemler (Computer Enhanced Visual System)

- Optik görüntüler dijital sinyale dönüştürülür, bilgisayar ortamına aktarılır ve orada analiz edilir.
- Yazılımla değerlendirme sonucu karar verilir.



# Optik Prizma

Optical Prism

# Optik Prizma ile Cam Muayenesi

## Aircraft Windshield Inspection (Optical Prism)



- Ön cam, bir uçaktaki en büyük desteksiz yapısal alandır, bu nedenle üretildiği zamanki özelliklerini koruduğunu doğrulamak önemlidir. Kokpit penceresi, tekrarlanan basınçlandırma döngüleri ile aşırı termal, aerodinamik ve mekanik gerilmelere maruz kalır.
- Ön camlar için en zayıf nokta, akrilik malzemenin kenarı boyunca dizilen ve zamanla çatlak veya kırılma gösterebilen civata delikleridir. NDT teknisyenleri, çıplak gözle görülemeyen civata deliklerinin etrafındaki bu tür kusurları ortaya çıkarmak için ışığı bükerek optik prizma kullanır.

# Optik Prizma ile Cam Muayenesi

## Aircraft Windshield Inspection (Optical Prism)

- *Örnek GörSEL*: Optik Prizma ile uçak ön camı civata deliklerinin görsel muayenesi



# Optik Prizma ile Cam Muayenesi

## Aircraft Windshield Inspection (Optical Prism Inspections)

- Uçaklarda neredeyse her yüzey ve her malzeme muayene edilmektedir. Ön kokpit camları da buna dahildir.
- Çatlaklar, herhangi bir hasara veya bozulmaya neden olmadan önce tespit edilmelidir.



# Optik Prizma ile Cam Muayenesi

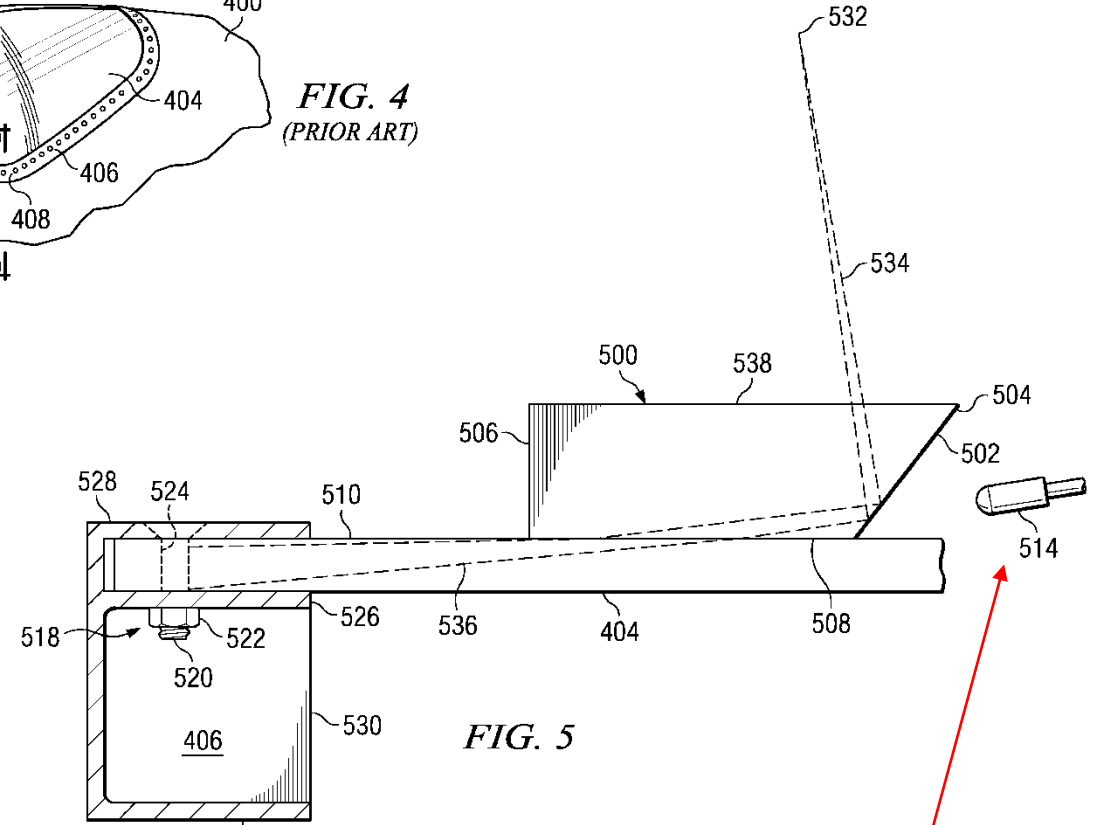
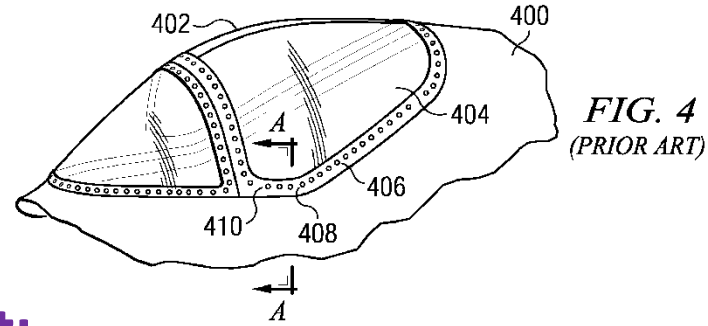
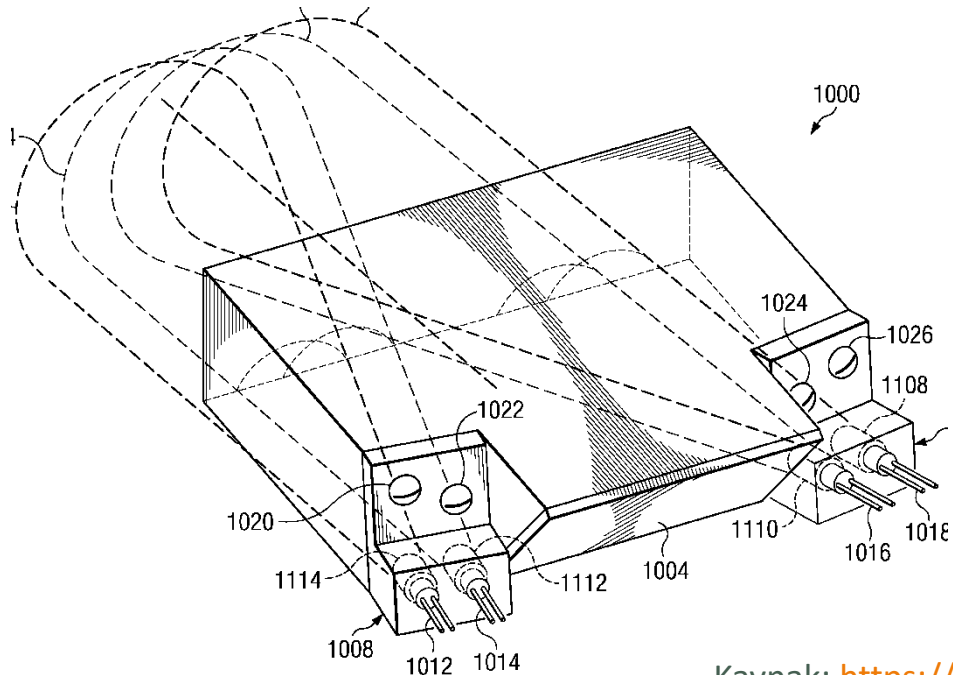
## Optik Prizma Muayene Seti

- Bu muayene seti, uçak kaplaması (skin) tarafından deliklerin ve kenarların gizlendiği pencereleri denetlemek için kullanılır.
- Pencere üzerine temas sıvısı (couplant) uygulanarak ve prizma kaplama kenarına yakın konumlandırılarak **akrilik veya camda** tüm kenarlar boyunca montaj deliklerinin görülmesini sağlar. **Çatlak ve kırılmalar tespit edilebilir.**
- Uçak tipine bağlı olarak, prizma şu açılarını içerebilir: AV8B (30°, 60°, 90°), Genel (45°, 70°, 110°, 135°), Cessna (35°, 70°, 75°)



# Optik Prizma Cam Muayenesi

## Aydınlatmalı Optik Prizma Aparatı



■ Aydınlatma elemanı

# MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

## **Örnek Videolar**

# BOROSKOP UYGULAMASI

*Örnek Video:* Boroskop ile görsel muayene

<https://www.youtube.com/watch?v=yTaiNhtmjAM>

00:00 – 01:50

(Aircraft Non Destructive Testing)

# BOROSKOP UYGULAMASI

Boroskop  
Fiberoskop  
CCTV



# BOROSKOP UYGULAMASI

*Örnek Video:* APU iç yapısının Boroskop ile görsel muayenesi

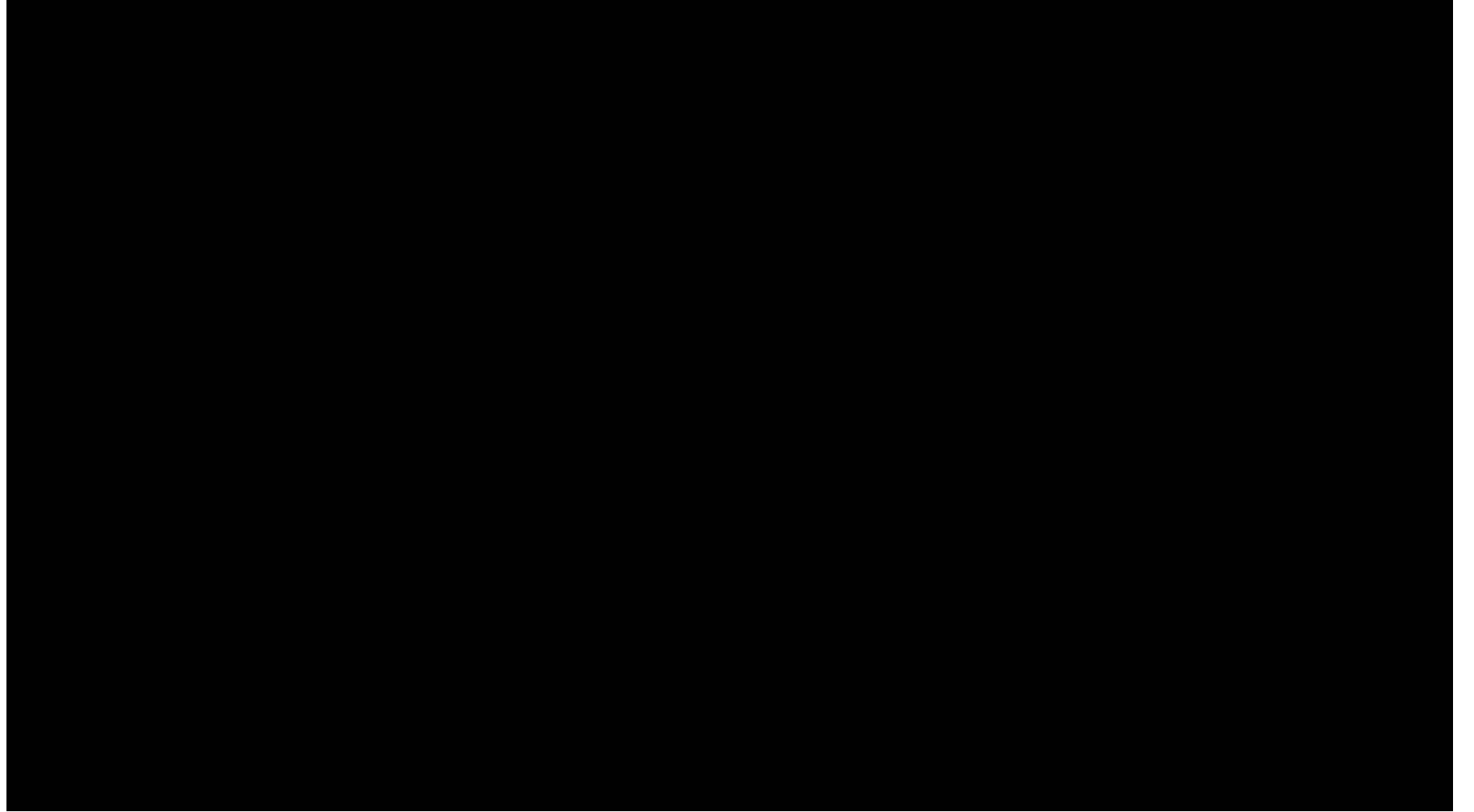
<https://www.youtube.com/watch?v=6gVKpTL44Fc>

00:12 – 06:15

(APU Borescope Inspection \_ Training \_ Honeywell)

# BOROSKOP UYGULAMASI

APU  
Muayene



# OPTİK PRİZMA UYGULAMASI

*Örnek Video:* Cessna Citation Tip Uçak Ön Camının Optik Prizma ile Muayenesi

<https://www.youtube.com/watch?v=leeApFbUAIQ>

00:00 – 00:20

(Cessna Citation Optical Prism NDT Inspection-Performed by Apex Inspections Incorporated)

# OPTİK PRİZMA UYGULAMASI

Optik  
Prizma ile  
Ön Cam  
Muayenesi



# OPTİK PRİZMA UYGULAMASI

*Örnek Video:* Citation 550B ön camında 3 bağlantı elemanı boyunca ilerleyen çatlağın optik prizma aleti kullanılarak tespit edilmesi.

(This crack, which travels along 3 fasteners, can only be seen using an optical prism tool. This tool allows the tech to see at an angle so they can inspect the fastener holes which can crack over time.)

<https://www.facebook.com/watch/?v=1853961764780153>

00:00 – 00:41

(Check out this crack that our NDT tech Jorge found on a Citation 550B windshield. This crack, which travels along 3 fasteners)

# OPTİK PRİZMA UYGULAMASI

Ön cam civata delikleri etrafında oluşan çatlağın optik prizma aleti ile tespit edilmesi

(Citation 550B)



## Kaynaklar: (web)

- MCE 476 - Nondestructive Testing Methods / Doç.Dr. Mostafa RANJBAR / AYBÜ
- [https://aybu.edu.tr/mranjbar/dosya\\_listesi-297-531-mce-476---nondestructive-testing-methods.html](https://aybu.edu.tr/mranjbar/dosya_listesi-297-531-mce-476---nondestructive-testing-methods.html)
- Nondestructive Evaluation Techniques / Iowa State University
- <https://www.nde-ed.org/NDETechniques/index.xhtml>
- NDT Encyclopedia / Open Access Portal of Nondestructive Testing (NDT)
- <https://www.ndt.net/ndtaz/ndtaz.php>

# Kaynakça:

- Tahribatsız Malzeme Muayenesi Cilt-1, Doç.Dr. Özlem Karadeniz, Prof.Dr. Süleyman Karadeniz, 2018, [MMO Yayınları](#) 685-1, İzmir
- <http://www.ndtteknik.com/ndt-kutuphane.html>
- <https://www.szutest.com.tr/tahribatsiz-muayeneler>
- <https://www.ndt.net/article/ecndt98/aero/031/031.htm>
- [https://www.ktuweb.com/page\\_showdoc?course=ME367&dopage=study](https://www.ktuweb.com/page_showdoc?course=ME367&dopage=study)
- <https://www.ktunotes.in/ktu-non-destructive-testing-me367-notes/>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Borescope>
- <https://spiborescopes.com/products/ultra-thin-series-borescopes/>
- <https://mainblades.com/article/your-guide-to-general-visual-inspections-of-aircraft/>
- <https://mainblades.com/aircraft-visual-inspection/>
- <https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/optics/introduction-to-optical-prisms/>
- <https://www.sealaviation.com/Optical-Prism>
- <https://atslab.com/nondestructive-testing/aircraft-window-inspection/>
- <http://www.lpaerodirect.com/index.php?p=product&id=1179>
- <https://www.tailwindinspection.com/aircraft-ndt-services/>
- <https://www.duncanaviation.aero/debrief/2019/Fall/technology-that-travels-ndt-hits-the-road>