

# Dođu Anadolu Gözlemevi (DAG) Adaptif Optik Sistemi ve Derotator Projesi

Yrd. Doç. Dr. Onur Keskin

*IŞIK Üniversitesi, İstanbul  
Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü*



**IŞIK ÜNİVERSİTESİ**



# İçerik

- Adaptif Optik Sistemler' e Giriş
- Adaptif Optik Sistem Çalışma Prensibi
- DAG Teleskobu AO Sistem Analizi
- Özgün Değer
- Derotator Sistemi
- DAG potansiyel projeler
- OPAM'in Hizmet Sunacağı Alanlar
- Sonuç



# Adaptif Optik Sistemler'e Giriş

## ➤ Yeryüzünde Konuşlanmış Teleskoplar

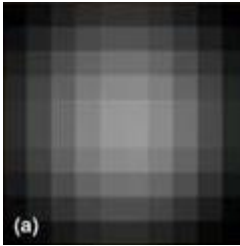
- Avantajları: Yapım ve çalıştırılması düşük maliyetlidir
- Dezavantajları: Atmosferik türbülansa bağlı ve düşük görüntü çözünürlüğü

## ➤ Hubble Uzay Teleskopu

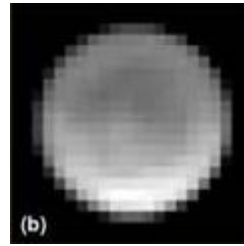
- Avantajları: Yüksek çözünürlük
- Dezavantajları: Yapım, fırlatma ve bakım maliyeti çok yüksek, küçük çaplı aynalar

## ➤ Yeryüzünde Konuşlanmış ve AO Sisteme Sahip Teleskoplar

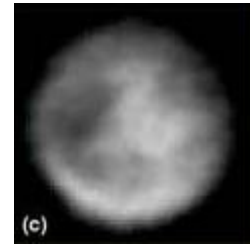
- Avantajları: Yapım ve çalıştırılması orta maliyetlidir, yüksek çözünürlük, büyük aynalar
- Dezavantajları: Parsiyel düzeltme



a) Conventional Telescope



b) Hubble Space Telescope



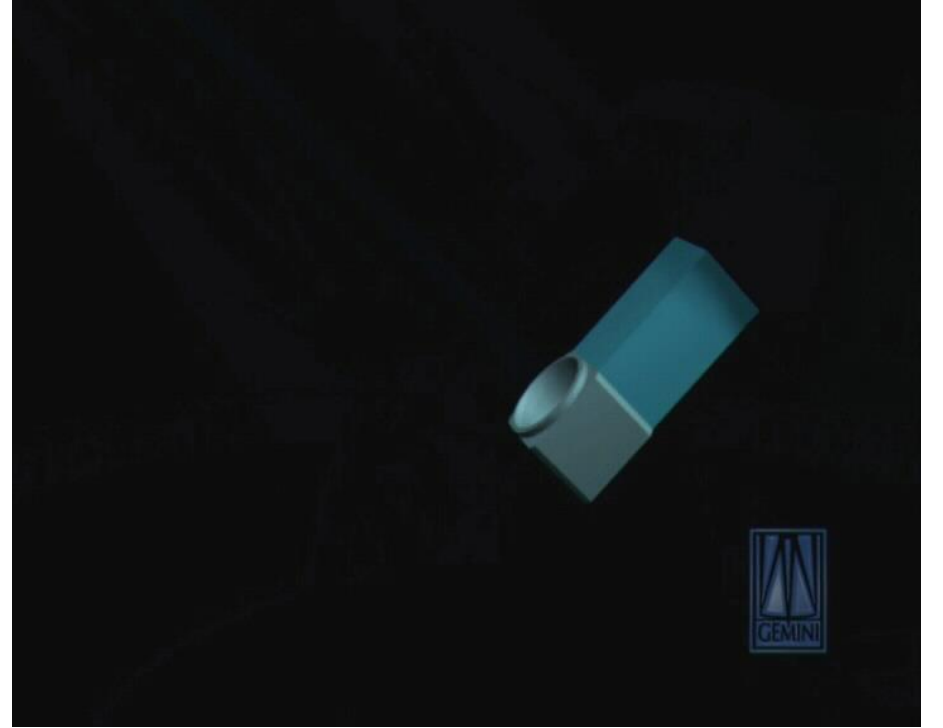
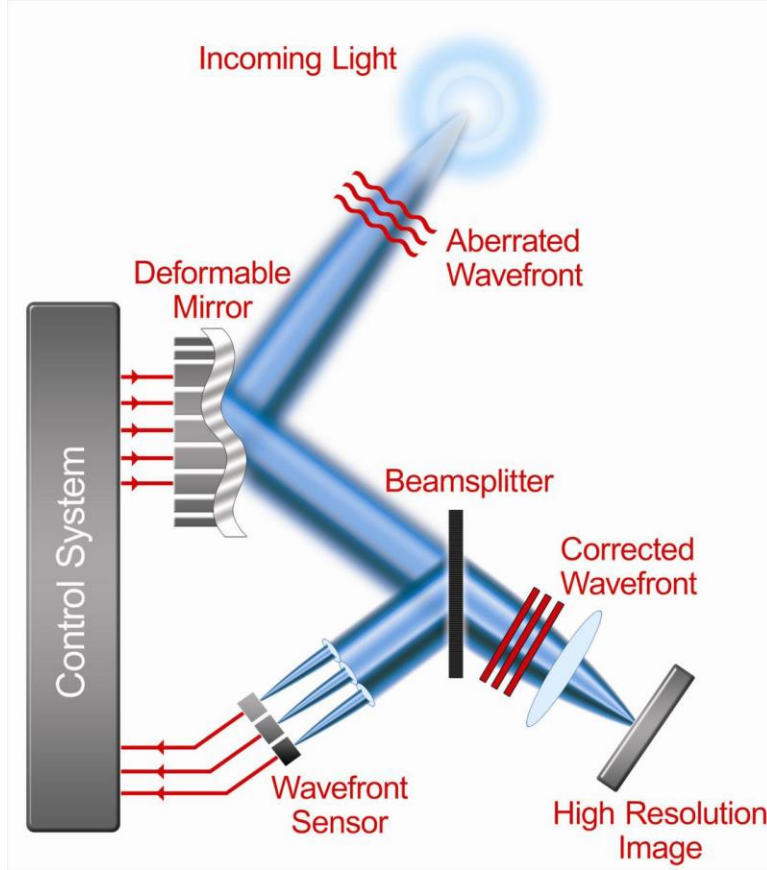
c) Telescope with AO

Titan - CFAO Image Gallery (Keck & Hubble Telescopes)



# Adaptif Optik: Çalışma Prensipleri

Adaptif Optik bulunduğu mediumdaki optik etkilere karşı kendisini adapte edip bu etkileri telafi edebilen sistemlerdir



*Courtesy of GEMINI*



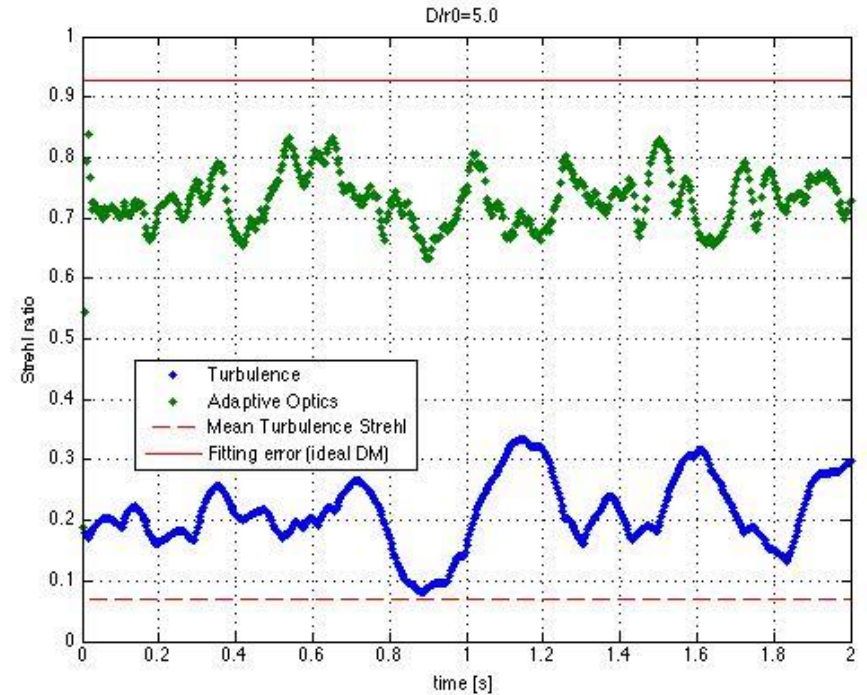
**IŞIK ÜNİVERSİTESİ**



# IŞIK Üniversitesi DAG TEL - Adaptif Optik Sistem Analiz

b) Atmosfer türbülans fazı d) DM Zernike modları f) Atm. rezidüel faz

a) Uzay ortamında ışık c) Türbülans etkisinde alıcı e) AO sistem "On"



DAG Teleskopu AO sistem "Off" ve "On" Performans Analizi



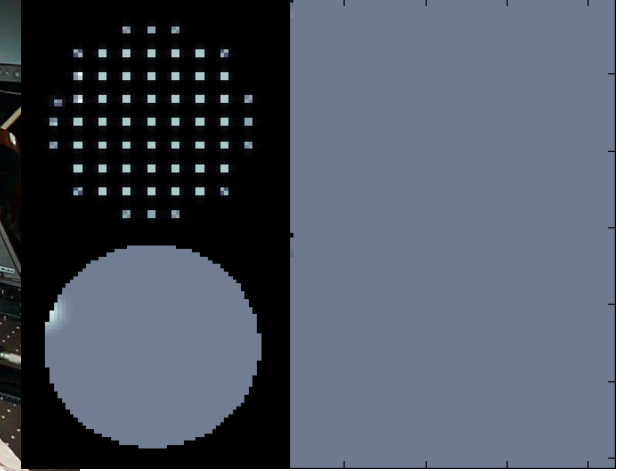
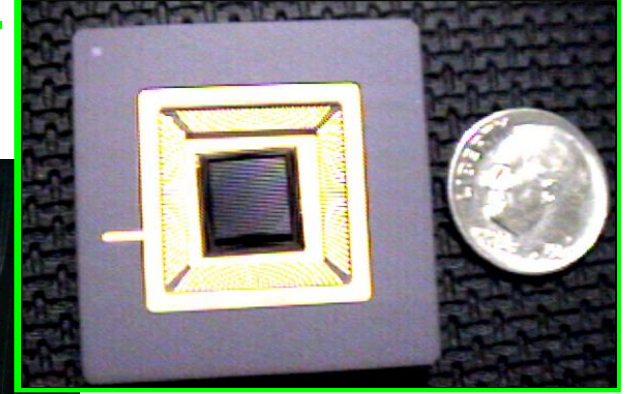
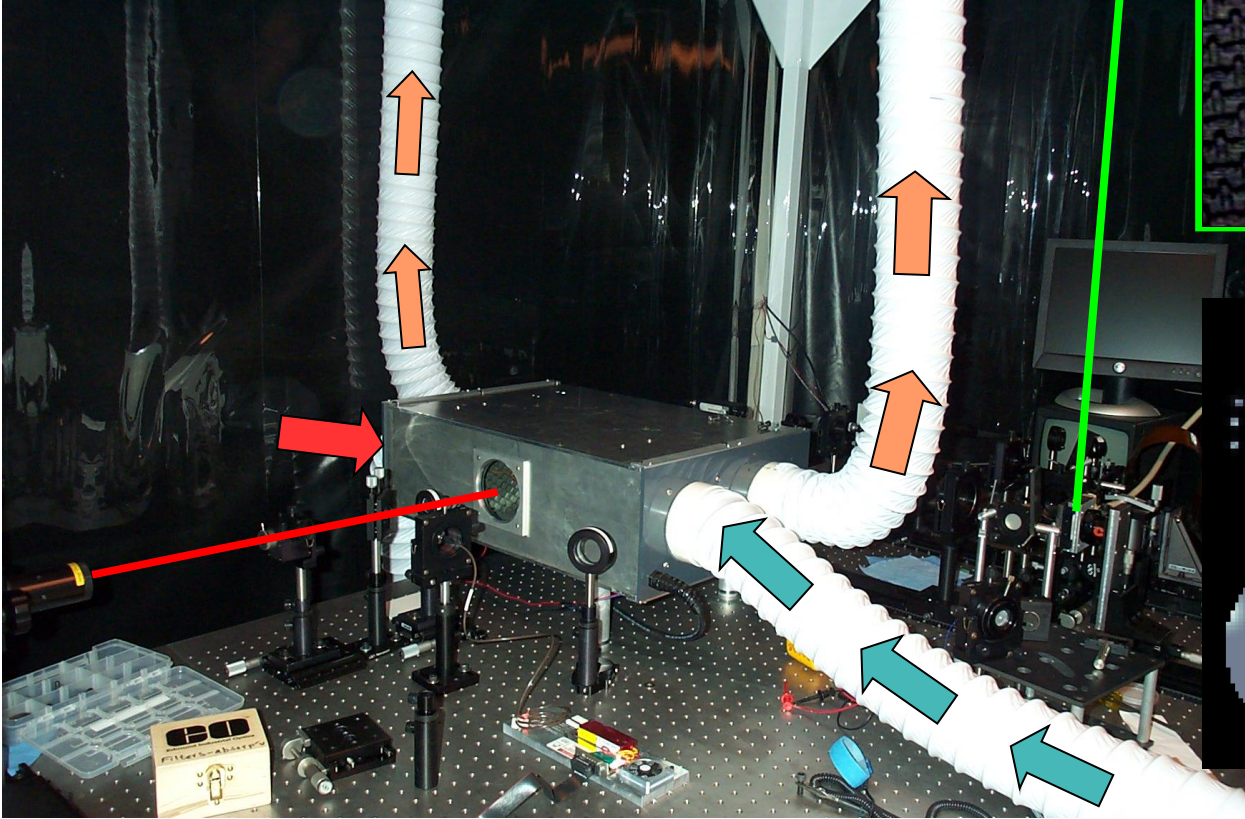
IŞIK ÜNİVERSİTESİ



# Adaptif Optik Sistem Bileşenleri

Dalga Cephesi Düzelticisi

Atmosferik Türbülans Jeneratörü



# Derotator Sistemine İhtiyaç

- DAG Teleskobu optik konfigürasyonu : Ritchey-Chretien (M1 ve M2 aynaları hiperbolik)
  - Avantajları: Kompakt teleskop boyutu ve mükemmel off-axis performans
- Teleskop mount: alt-azimuthal

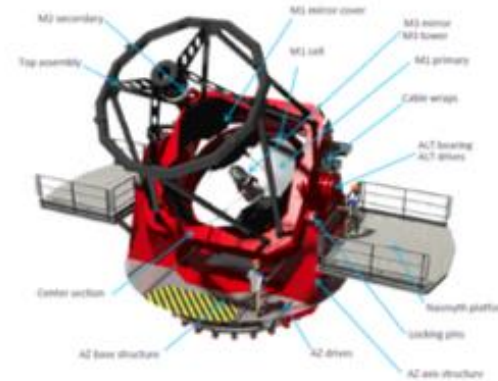
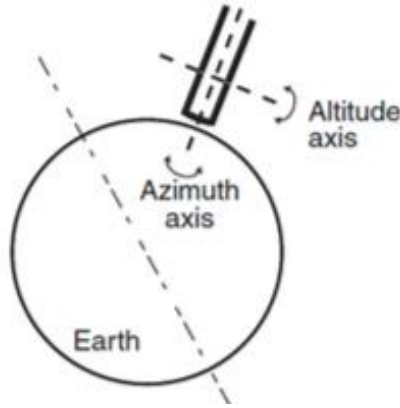


Figure 5.1: Teleskop Çerçevesi

$$\frac{dq}{dt} = -\omega_{earth} \cdot \cos(Lat) \cdot \frac{\cos(Az)}{\cos(Alt)} [rad/s]$$

$q$ = parallactic açı,  $w_E$ = Dünya dönüş açısı,  $Lat$ = Enlem

## Derotator Teknolojileri

- Runciman & Madec
  - Yöntem: İmge interpolasyonu
  - **Dezavantaj:** Hassasiyet kaybı, Spektroskopide uygulanamaması
- Prizma mount kullanımı (Dove, Schmidt, Rantsch, Pechan Prizmaları)
  - Yöntem: Yarı hızda ters rotasyon (yansılardan dolayı)
  - **Dezavantaj:** Hassas kolimasyon sağlanamazsa ciddi astigmatizm
- Optik mount kullanımı (K-Ayna derotator dizaynı)
  - Yöntem: Prizma yerine ayna kullanımı
  - **Avantaj:** Astigmatizmin ortadan kalkması
  - **Zorluk:** Rijidite ve hassas konumlama, dezavantaj yok

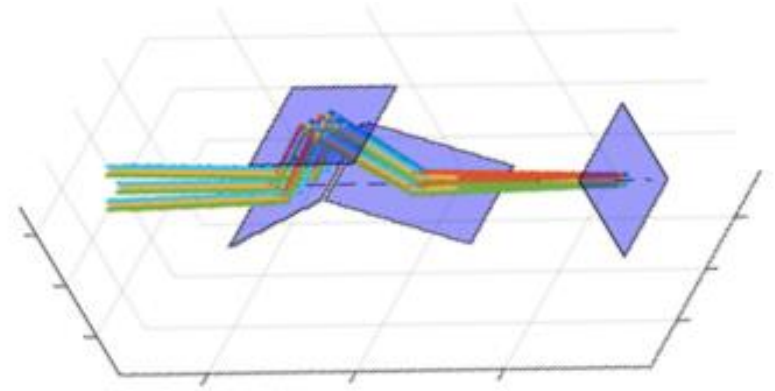
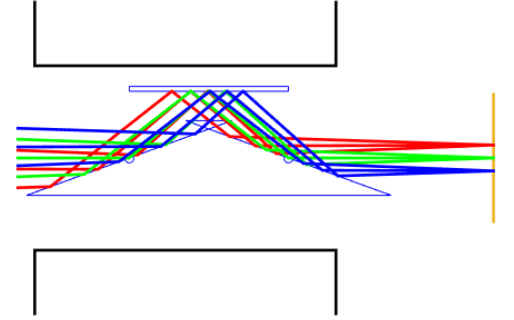
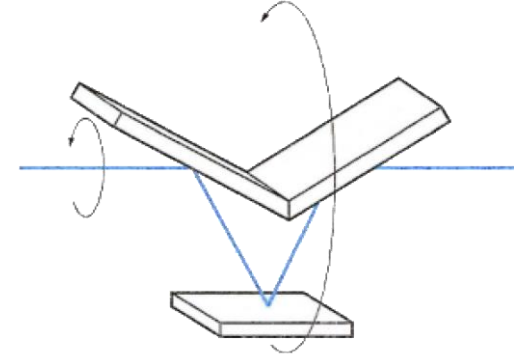
DAG'da Tercih : ZOR OLAN 😊





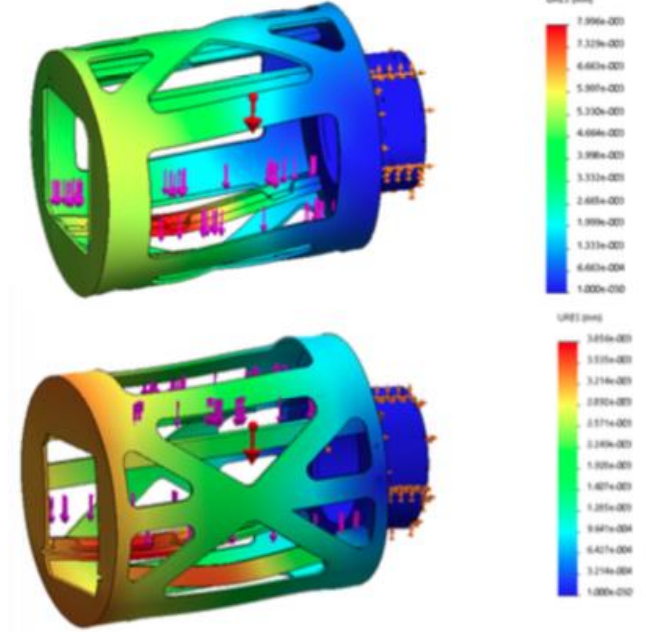
# Derotator Sistemi Ön Tasarım Çalışmaları

- Etap 1: Anastigmatik ve Anakromatik özelliklerinden dolayı K-Ayna dizaynı (ZERODUR)
- Etap 2: Matlab'de 2D çakışma olmaması için ışın takip analizi
- Etap 3: Matlab'de mekanik model tasarımı için 3D ışın takip analizi

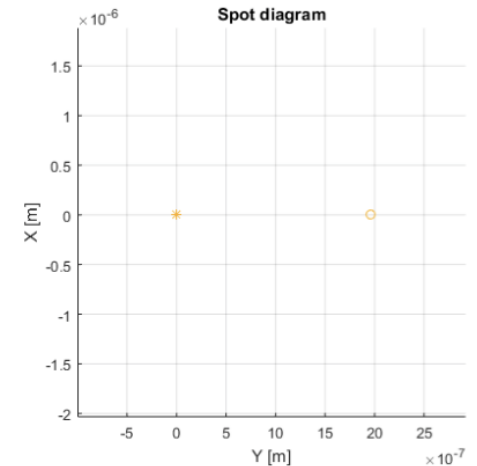
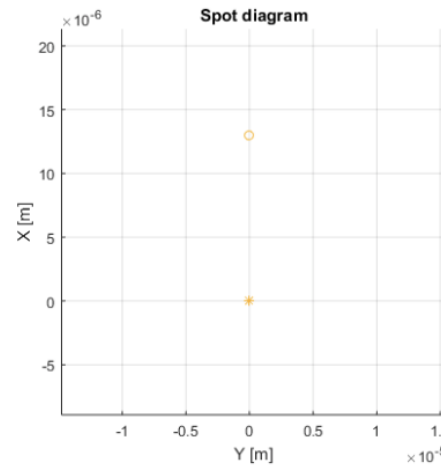


# Derotator Sistemi Ön Tasarım Çalışmaları

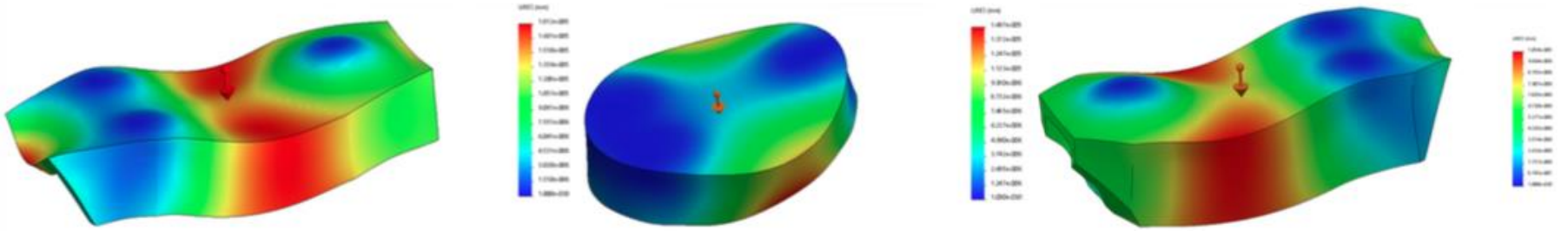
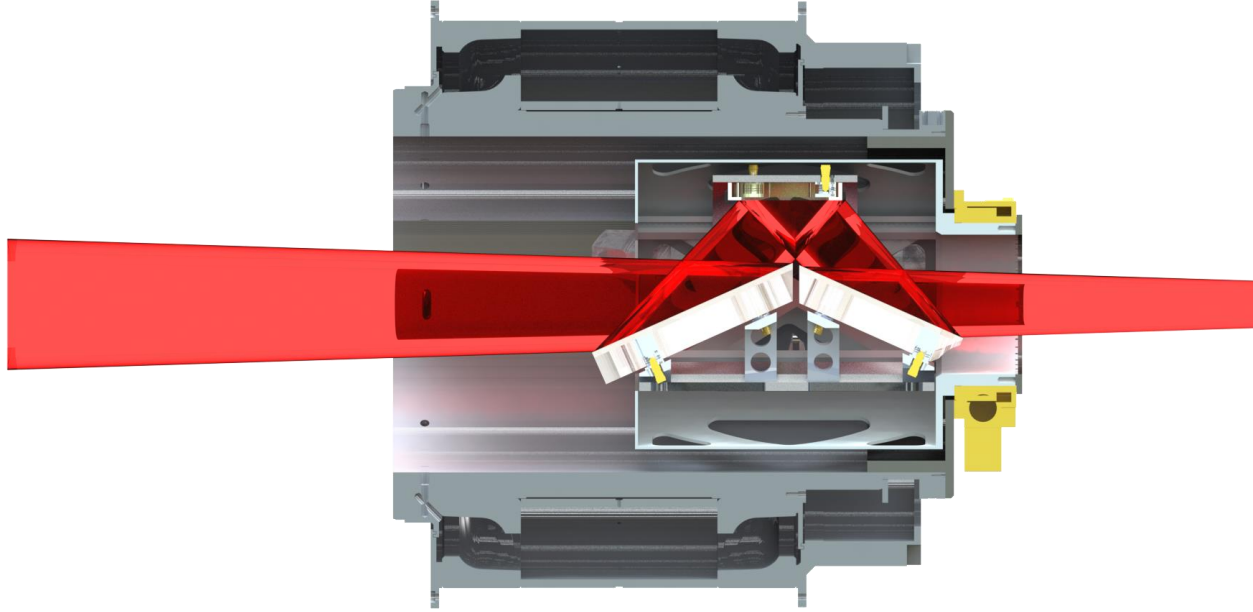
- Etap 4: Model ön tasarımı için malzeme seçimi (karbon fiber) ve mukavemet analizleri (Solidworks) dikey pozisyon max 3.8 microns ve yatayda max 8 microns



- Etap 5: Mukavemet analizleri sonucuna göre MATLAB 3D ışın takip analizi tekrarı



# Derotator Sistemi Ön Tasarım Çalışmaları Sonucu



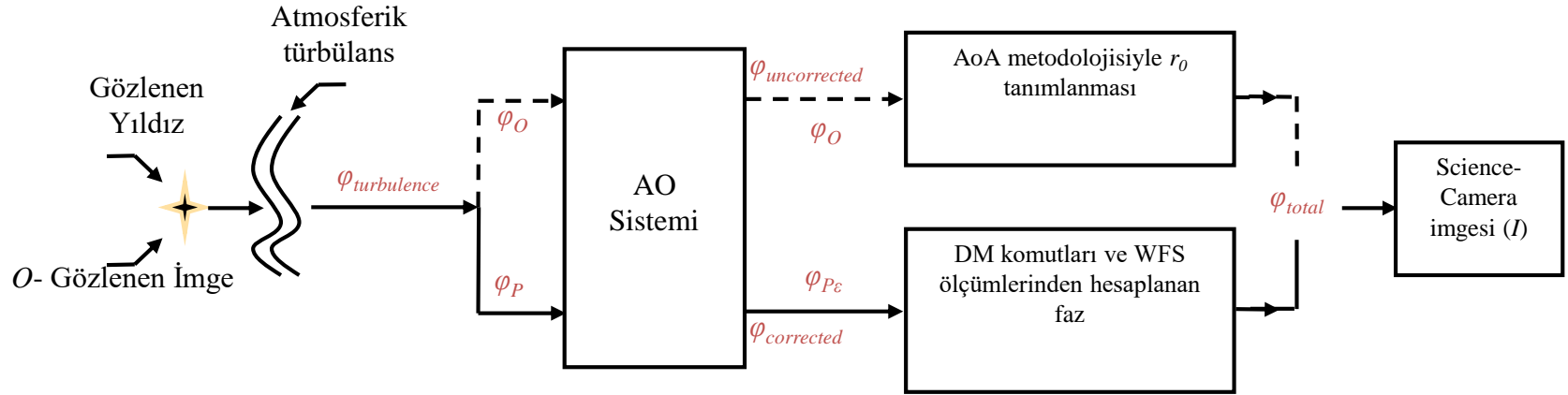
Ön tasarımda ayna deformasyonu M1, M2, ve M3 için max 18, 15 ve 11 nm ve optik aberasyon kabul edilir düzeydedir



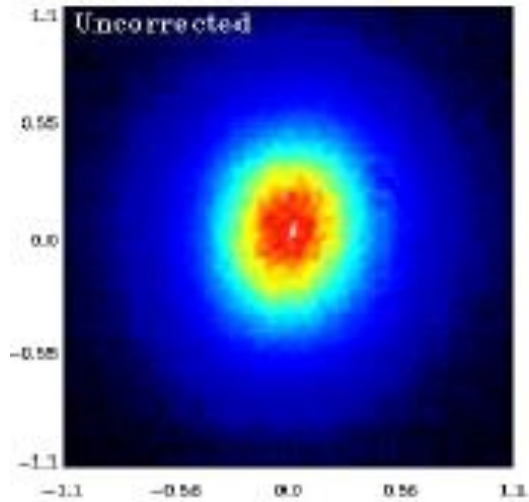
**İŞIK ÜNİVERSİTESİ**



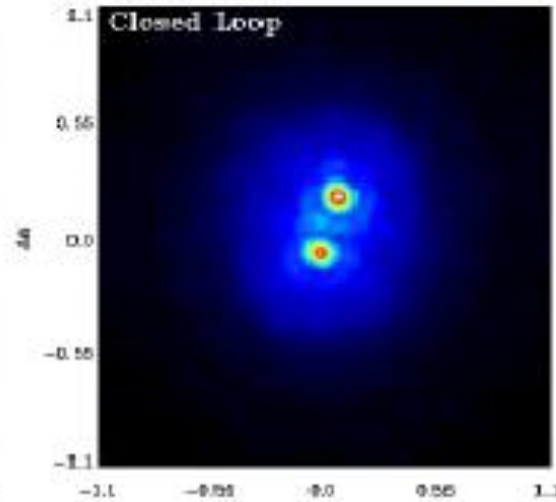
# DAG Teleskobu Potansiyel Projeler



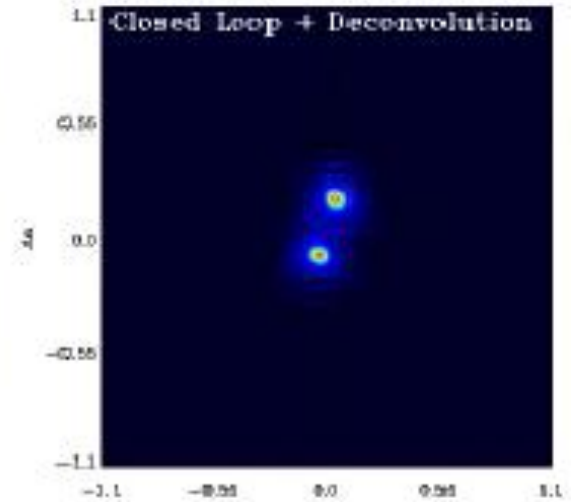
$$I = O \otimes PSF$$



a) AO **Kapalı**



b) AO **Açık**



c) PSF reconstruction



## Özgün Değer

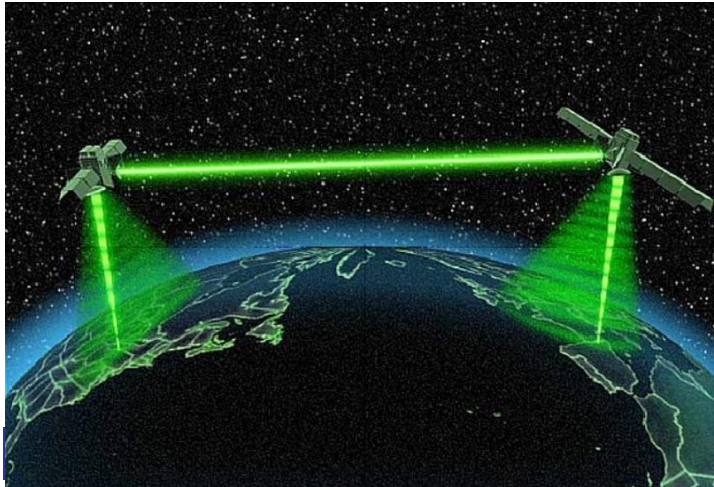
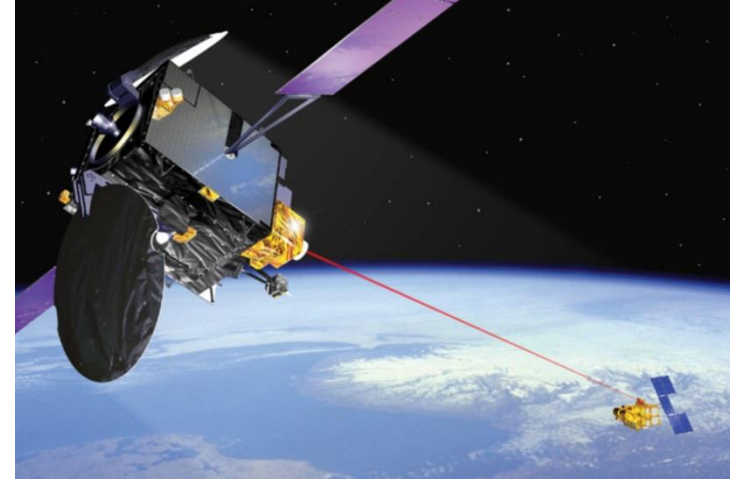
- Milli AO ve opto-mekatronik sistemlerin geliştirilmesi stratejik önem arz etmektedir.
- AO teknolojisi 5 yıl içinde ticarileştirilebilir hale getirilecektir.
- DAG-AO Sistemi ve Derotator projesi ile Türkiye'de bir ilk gerçekleştirilecek, teorik yöntemleri deneysel olarak sağlayacak olan tam ölçekli bir milli AO Sistemi geliştirilecektir.
- Kurulacak Opto-Mekatronik Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (OPAM) "ilk ışık" ekipmanı olarak DAG teleskobuna AO sistem ve derotator geliştirecektir (2019).
- OPAM'da, proje süresince ortaya çıkacak olan yeni teknolojiler ülkemizin en ön saflarda yer aldığı yüksek bilim, teknolojik eğitim ve araştırma konularındaki lider pozisyonunu devam ettirmesini sağlayacaktır.
- OPAM'ın sürdürülebilirliği, ülkemizin gelecekteki bilişim ve iletişim, uzay, tıp ve savunma teknolojileri alanındaki gelişmelere egemen olabilmesini sağlayarak toplumsal, savunma ve ekonomik alandaki gereksinimlerini karşılayacaktır.
- OPAM, ulusal hiç bir kurum ve kuruluşla mükerrerlik oluşturmayacaktır.



# OPAM'ın Hizmet Sunacağı Alanlar

## Optik Haberleşme (Potansiyel Müşteri DAG)

- Atmosferik bozulma etkilerinin giderilmesi ve her tür hava koşulunda üstün güvenilirlik.
- AO ile 35-105 kez daraltılmış kesitli lazerle iletişim imkanı ile en üst düzeyde güvenli iletişim.
- Işının mazur kalacağı atmosferik etkilerin önceden telafisiyle sinyal zayıflama etkisinin en aza indirilmesi.
- Haberleşmede gerçek hız ve protokol bağımsız bağlantılarla şu anki Optik Haberleşme Sistemleri'nin sunduğu 5 km efektif menzilin aynı hava koşullarında ~100 km'ye kadar arttırılması.



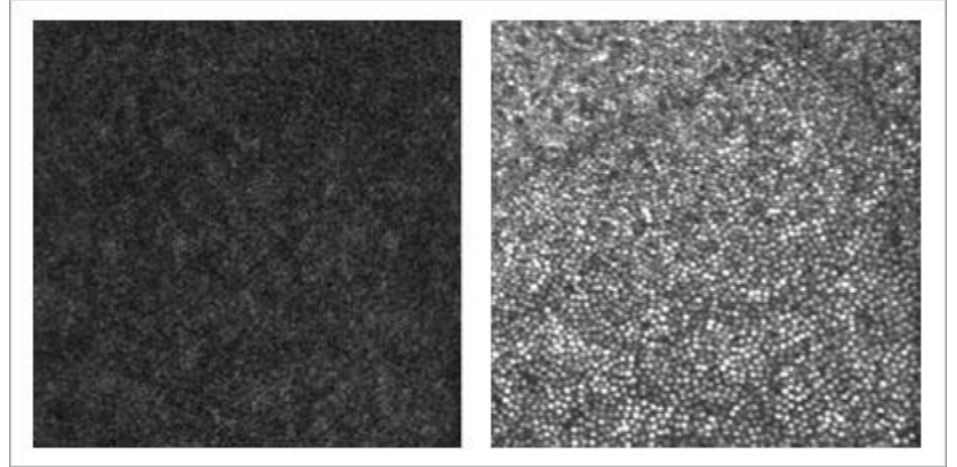
- İyileştirilmiş veri iletimi oranı günümüz 2-200 Mb/S iken bu oranın 100 Gb/s'a kadar çıkması.
- Optik haberleşmenin kökenindeki sorunların AO sistemlerin ile giderilmeleri sonucu ışın yayınında 100 kata kadar iyileştirme, ışın geziniminin ortalama 30 kat kadar daha iyi sabitlenmesi, ışıldama ve kırılma indisi dalgalanmalarının ortadan kaldırılması



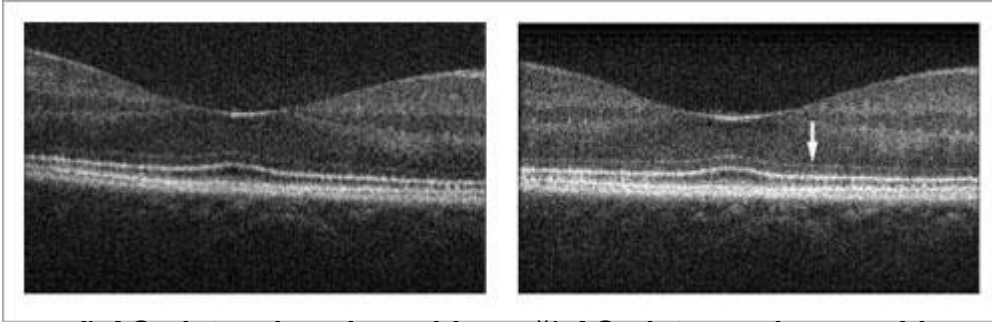
# OPAM'ın Hizmet Sunacağı Alanlar

## Tıp

- Lazer ile göz ameliyatları,
- Yüksek çözünürlükte retinal görüntüleme,
- Yüksek çözünürlükte doku görüntüleme,
- Doğrusal olmayan optik endoskopi, ...



sol) AO sistem kapalı modda; sağ) AO sistem çalışır modda



sol) AO sistem kapalı modda; sağ) AO sistem çalışır modda

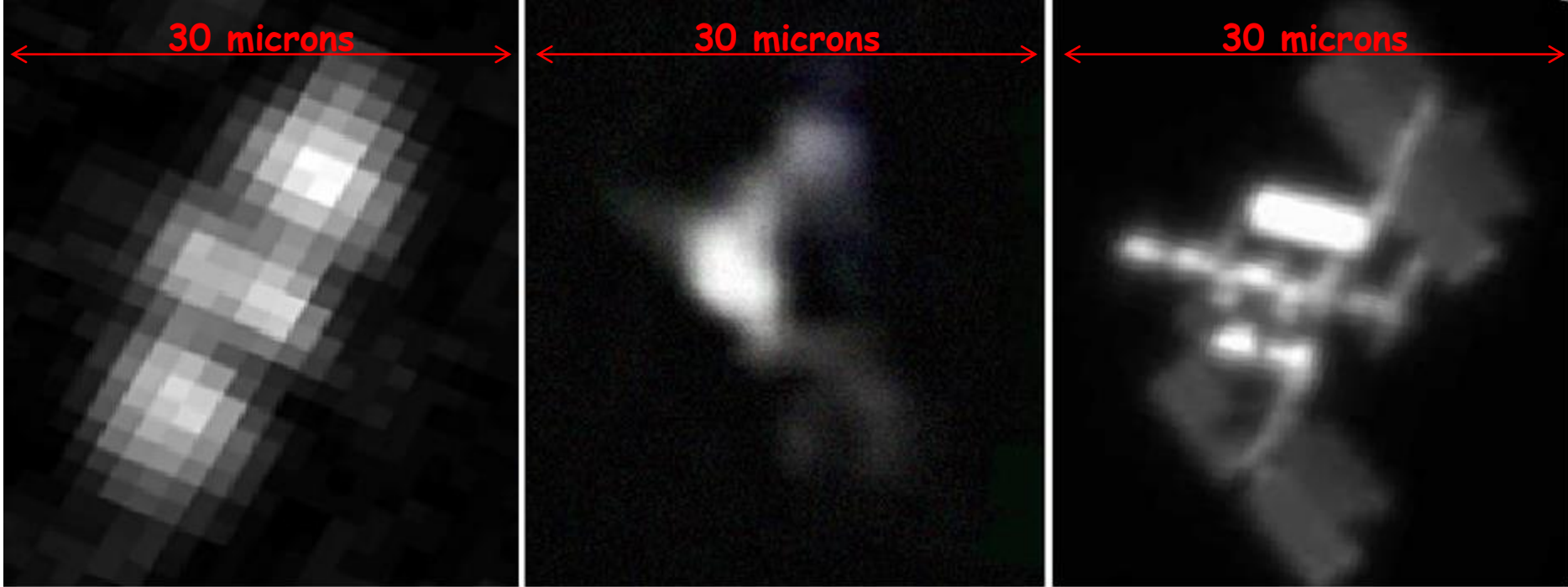
- Konfokal mikroskopisi ile gerçek zamanlı canlı hücre görüntüleme,



# OPAM'ın Hizmet Sunacağı Alanlar

## Uzay

- Bir metre üzeri teleskoplarda performans arttırımı ve yüksek çözünürlük



a) 30cm Teleskop Kümesi (X45 zoom)

b) 2m Teleskop AO «Off» (zoom «off»)

c) 2m Teleskop AO «On» (zoom «off»)

*International Space Station, Boyutlar: 109X73m, Yükseklik: 435 km*



**IŞIK ÜNİVERSİTESİ**

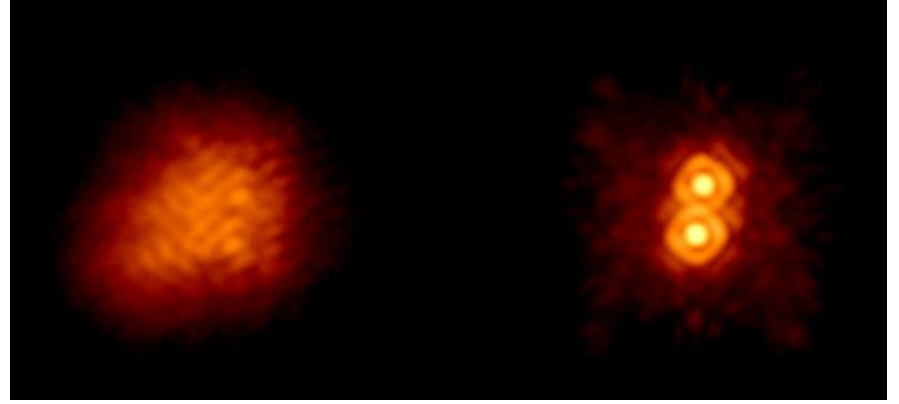
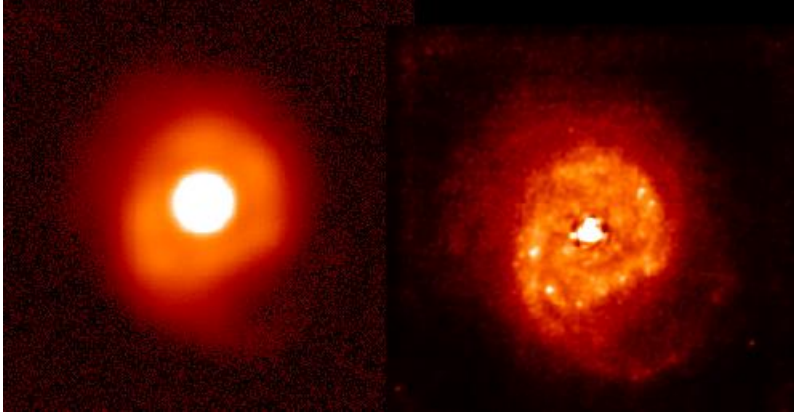




# OPAM'ın Hizmet Sunacağı Alanlar

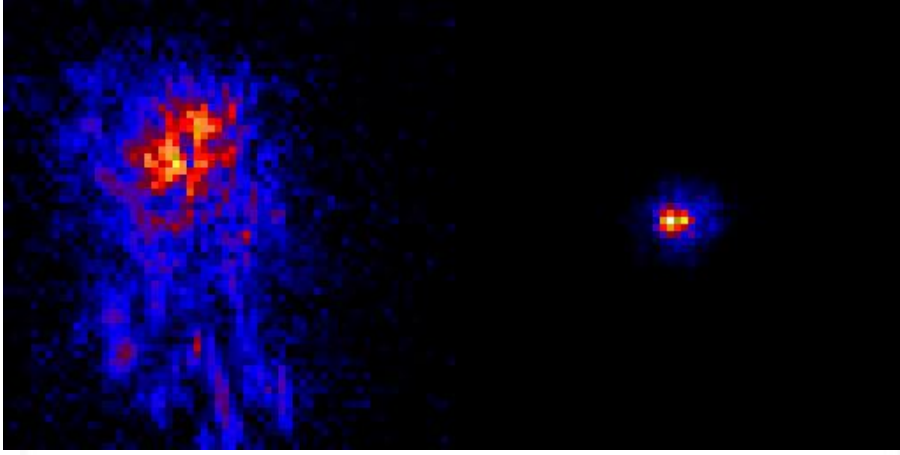
## Astronomik Teleskoplar

- Bir metre üzeri teleskoplarda performans arttırımı ve yüksek çözünürlük



# OPAM'ın Hizmet Sunacağı Alanlar

**Laser target Designator ve DIRCM sistemleri:** Lazer hedefleme ve Sea Skimming Missile gibi güdümlü mermilerin kör edilmesinde kullanılmaktadır.



**THEL (Tactical High Energy Laser) Sistemi:** Kısa menzilli (15 km) olup belirlenen alan savunmasında 122 ve 160 mm Katsuya roketleri, topçu sınıfı mermiler, havan mermilerinin tek atış ve bombardıman durumlarında test edilmiş ve kullanılmıştır.



**ABL (Airborne Laser) Sistemi:** Uzun menzilli olup füzelerin kalkış, yükselme ve Aveya seyir safhalarında imha edilmesinde kullanılmaktadır.



**İŞIK ÜNİVERSİTESİ**



## Sonuç

- OPAM tarafından %90'ı milli imkanlar tarafından üretilecek AO sistem ile DAG teleskobu, HUBBLE Uzay Teleskobu'ndan (1.5 Milyar USD maliyetli), 7 kat daha yüksek çözünürlükte çalışacaktır.
- OPAM tarafından ArGe ve üretimi gerçekleştirilecek ve Ground Layer AO sistemi dünyada bir ilk kez "ilk ışık" odak düzlemi cihazı olarak bir teleskopta yer alacaktır.
- OPAM tarafından DAG teleskobuna entegre edilecek olan sistemin maliyeti yurt dışı tedarikine nazaran 4'te birinden daha ucuza maledilecektir
- OPAM tarafından ArGe ve üretimi gerçekleştirilecek Görüntü Demet Doğrultucu Sistemi DR Sistemi, şimdiye kadar elde edilen en yüksek hassasiyette imge sabitlemesi gerçekleştirecektir.
- OPAM ve proje süresince yetiştirilecek elemanlar astronomi, tıp, iletişim ve askeri alanda ulusal çıkarlarımıza hizmet edecek ve süreklilik sağlanacaktır.





Yrd. Doç. Dr. Onur Keskin  
FMV IŞIK üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Makine Mühendisliği Bölümü  
Kumbaba Mevkii, 34980 Şile, İstanbul,  
Tel: 0 (216) 528 7142  
Fax:0 (216) 712 1472  
e-mail: onur.keskin@isikun.edu.tr



**IŞIK ÜNİVERSİTESİ**

