



# **İnovatif Radyasyon Dedektör Sistemleri**

**Prof. Dr. Behçet Alpat**  
Senior Research Scientist  
İtalyan Ulusal Nükleer Fizik (INFN) Perugia

IRADETS, İstanbul Teknopark'ta faaliyet gösteren bir Ar-Ge şirketidir.



## IRADETS'in iki ana araştırma alanı:

- **Uzay radyasyonu çalışmaları:**

ESCC/ESA, JEDEC, ASTM ve Askeri standartlara uygun olarak uzaydaki radyasyon ortamı simülasyonları için radyasyon dayanıklılık testlerini gerçekleştirmek ve kritik elektronik bileşenler ve / veya sistemler için mitigasyon teknikleri ve gerektiğinde alternatif çözümler önermektedir.

- **Inovatif radyasyon dedektörleri araştırma ve geliştirilmesi:**

Temel olarak uzay, sağlık, çevre, iç güvenlik, nükleer santral radyasyon güvenliği ve atık izleme, sismoloji, jeofizik ve jeoloji, yüksek enerji fiziği, nükleer ve parçacık fiziği uygulamaları alanlarında Ar&Ge faaliyetlerini yürütmektedir.

Ek olarak, aşağıdaki **dedektör alt-sistemlerin uzay, askeri ve endüstriyel alanlardaki uygulamaları için tam tasarım, üretim ve kalite kontrol testlerini** gerçekleştirmektedir.

- Güç kaynağı sistemleri
- Veri iletim sistemleri
- Yer destek test cihazları
- Veri toplama (DAQ) sistemleri
- Radyasyonun elektronik cihazlar ve sistemler üzerindeki etkilerinin (SEE, TID vb.) test edildiği arayüz devre kartları, yazılım tasarımı ve gerçekleştirilmesi.
- Uzay ve Askeri alanlarda kullanılabilen niteliklere sahip bileşen, devre tasarımı ve gerçekleştirilmesi.
- Uzay radyasyonu ve etkileri konularında eğitim vermek, çalıştaylar ve okullar düzenlemek.

- IRADETS Őirketinin kurucuları, çalıŐanları ve danıŐmanları astroparacık fiziği, nükleer fizik ve uygulamaları, yüksek enerji fiziği alanlarında gerek ulusal gerekse uluslararası bir çok bilimsel projede aktif görevler üstlenmiŐ akademisyen, araŐtırmacı ve mühendislerden oluşmaktadır.
- IRADETS'in projelerinde görev alan ve destek veren personel CERN deneylerinde, ESA ve NASA temelli bilimsel uzay deneylerinde, kompleks dedektör sistemlerinin dizayn, simülasyon, gerçekleŐtirme ve test çalışmaları üzerine deneyimlidir.



## Tez ve Staj İmkanları

**IRADETS, genç ve başarılı araştırmacılar için aşağıdaki alanlarda Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora çalışmalarını yürütme ve staj yapma olanağı sunmaktadır.**

- Uzay radyasyonu simülasyonu ve analizi
- İnovatif radyasyon dedektörlerinin araştırma ve geliştirilmesi
- Parçacık dedektörleri için veri toplama sistemleri
- SolidEdge / CAD tabanlı mikro-mekanik projelerin geliştirilmesi
- Labview tabanlı uygulamaların geliştirilmesi

IRADETS, iř ortağı MAPRAD aracılığıyla, Perugia Üniversitesi Fizik ve Elektronik Mühendisliğı Bölümleri ile anlaşmalı olarak tez ve staj olanakları sunmaktadır.



Bunlara ek olarak;

**CAEN RFID**, **CAEN Nükleer**, **MAPRAD**, **SITAEL** ve **ALTA** şirketlerinin Türkiye'deki temsilciliğini yürütmektedir.

## Laboratuvarlar

**IRADETS'in aşağıdaki laboratuvarlara erişim önceliğı bulunmaktadır.**

- INFN-LNS-IF, İtalya (Ağır iyonlar ve protonlarla SEE (tek oluşum etkisi) ve DD (yer değışimi etkisi) testleri)
- TAEK-SANAEM, Sarayköy, Türkiye ( $^{60}\text{Co}$  gamma ışın kaynağı ile TID radyasyonu ölçümü)
- Terni Hastanesindeki e-Linac, İtalya (4-20 MeV elektron demetleri)
- Frascati Nötron üretici (14 MeV ve 2.5 MeV nötronlar), uzay, havacılık ve yeryüzü uygulamalarında radyasyona duyarlılık testleri.

**Alternatif olarak** İtalya'daki ENEA-Calliope ( $^{60}\text{Co}$  ile TID testleri), Belçikada'ki Catholic University of Louvain (iyon ve proton hızlandırıcı ve  $^{60}\text{Co}$ ) ve Finlandiya JYFL'deki RADEF kullanılmaktadır.

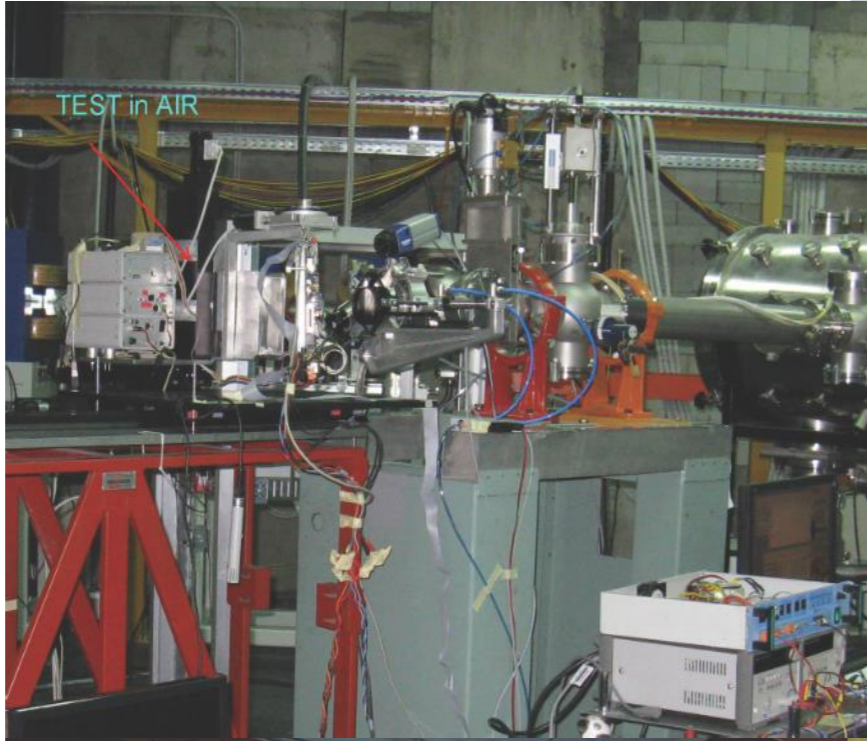
**MAPRAD laboratuvarlarında** radyasyona duyarlılık haritalaması, darbeli IR lazer testleri, ısı / nem odası, ısıdırma ve MTTF çalışmaları.

*Türkiye'deki bu tür testlerin yapılabileceğı bazı araştırma kurumları ve Üniversiteler ile işbirliğı anlaşmaları imzalanma aşamasındadır.*



## Laboratuvarlar

*INFN-LNS-IF, İtalya  
(Hava ve vakum ortamında SEE testleri sırasında)*



*TAEK-SANAEM,  
Türkiye  
(TID çalışmaları sırasında)*



*Frascati Nötron  
Üreteci (ENEA),  
İtalya*



*Terni  
Hastanesindeki e-  
LINAC, İtalya*



**1.MRADSIM: Madde Radyasyon Etkileşimi Simülatörü  
(Onaylandı)**

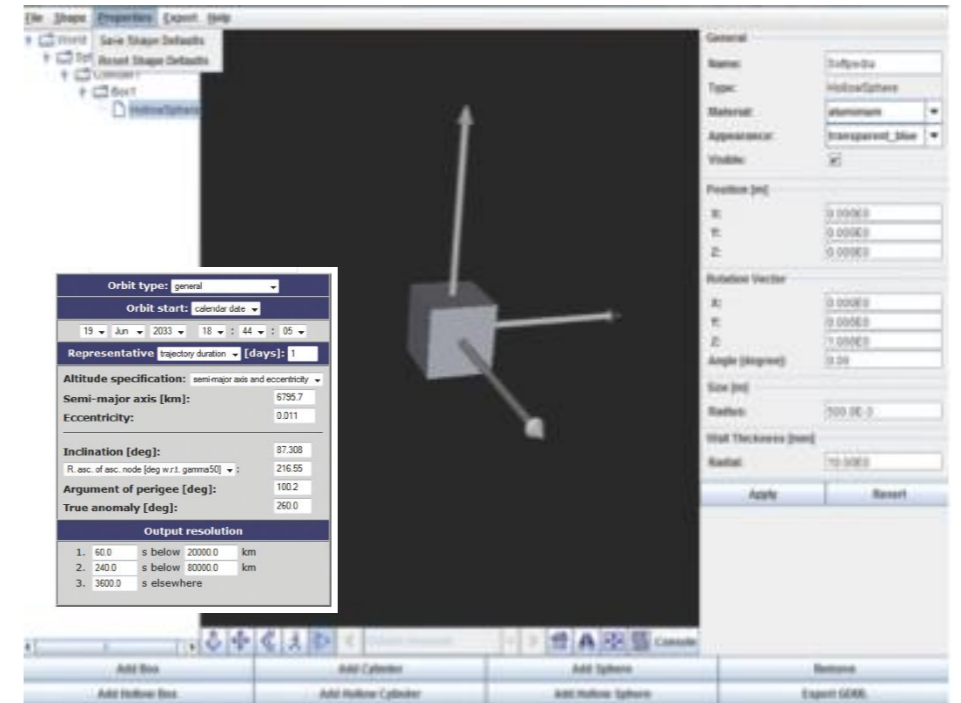
**2.MUTOMOPRO: Kozmik Muonların Kullanımı İlkesine Dayalı  
Görüntüleme Sistemi Prototipini (MUTOMOPRO) Geliştirme  
Projesi  
(Onaylandı)**

**3.GZH3Doz: IMRT, Brakiterapi ve Dış Alan Ölçümlerinde, Gerçek  
Zamanlı, Hassas, 3-D Doz Profili için Inovatif Radyasyon  
Dedektörleri Geliştirilmesi (Onaylandı)**

**3.Uydu Üzerinde Gerçek Zamanlı Radyasyon Dedektörü  
(Başvuru Aşamasında)**

## Madde Radyasyon Etkileşimi Simülatörü (MRADSIM)

IRADETS, uzay radyasyonunun elektronik cihazlar ya da sistemler üzerindeki etkilerini, kalkanlama tekniklerini detaylı olarak simüle edebilecek, kullanıcıyla dost, grafik bazlı arayüz programları bütününden oluşan bir yazılım paketini ESA/ ECSS-E-HB-40A yazılım standardına uygun olarak geliştirmektedir.



**MRADSIM projesi**

**KOSGEB tarafından desteklenmektedir.**

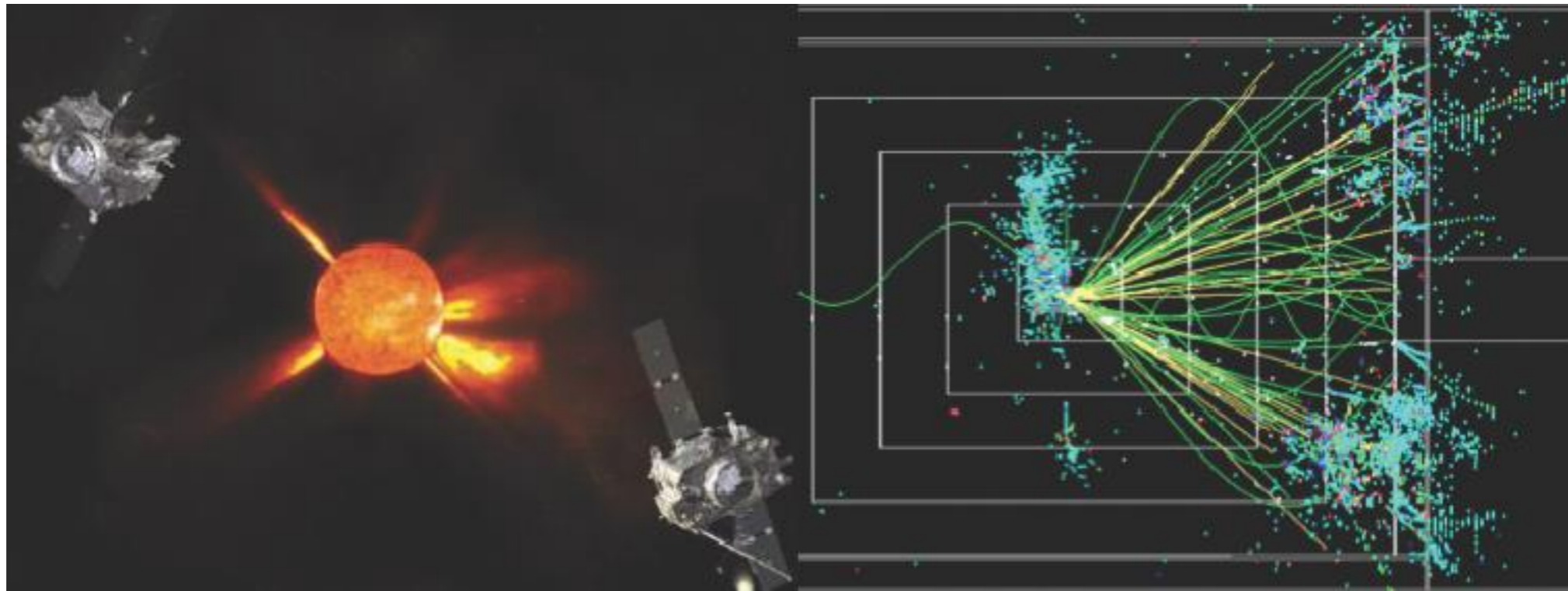


Republic of Turkey  
Small and Medium Enterprises Development Organization

## Madde Radyasyon Etkileşimi Simülatörü (MRADSIM)

Yazılım temel olarak üç ana bloktan oluşmaktadır ve her blok için sektöründe en detaylı ve inovatif olan açık kaynak yazılım paketleri temel alınmaktadır.

Bu proje, kullanıcının blokları oluşturan sofistike yazılım paketlerinin detaylarını ve programlamasını bilmeye gerek kalmadan, ara-yüzler bütünü ile sonuçların grafik ve dosya bazlı olarak elde edilmesini sağlayacaktır.



## Madde Radyasyon Etkileşimi Simülatörü (MRADSIM)



Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü  
Space Technologies Research Institute

# TÜBİTAK UZAY

## MRADSIM Destek Mektubu

## Kozmik Muonların Kullanımı İlkesine Dayalı Görüntüleme Sistemi Prototipini (MUTOMOPRO) Geliştirme Projesi

- Klasik foto çoğaltıcılara göre çok daha üstün niteliklere sahip silikon foto çoğaltıcılar (SiPM) ile Muon tomografisi tekniğini kullanarak **değişik uygulama alanlarında görüntüleme yapabilecek** inovatif, duyarlı ölçüm yapabilen, düşük maliyetli bir prototipin tasarımı, üretimini ve tüm yazılımlarını Türkiye’de geliştirmek.
- Bu tip bir inovatif dedektör sistemlerinin tasarımı ve üretimi, onların alt sistemleri olan veri alımı, güç devrelerinin tasarlanıp üretilebilmesi, bu ve benzeri devr başka inovatif dedektör sistemlerinin gerçekleştirilmesi için de kullanabilecek olması gelmektedir.

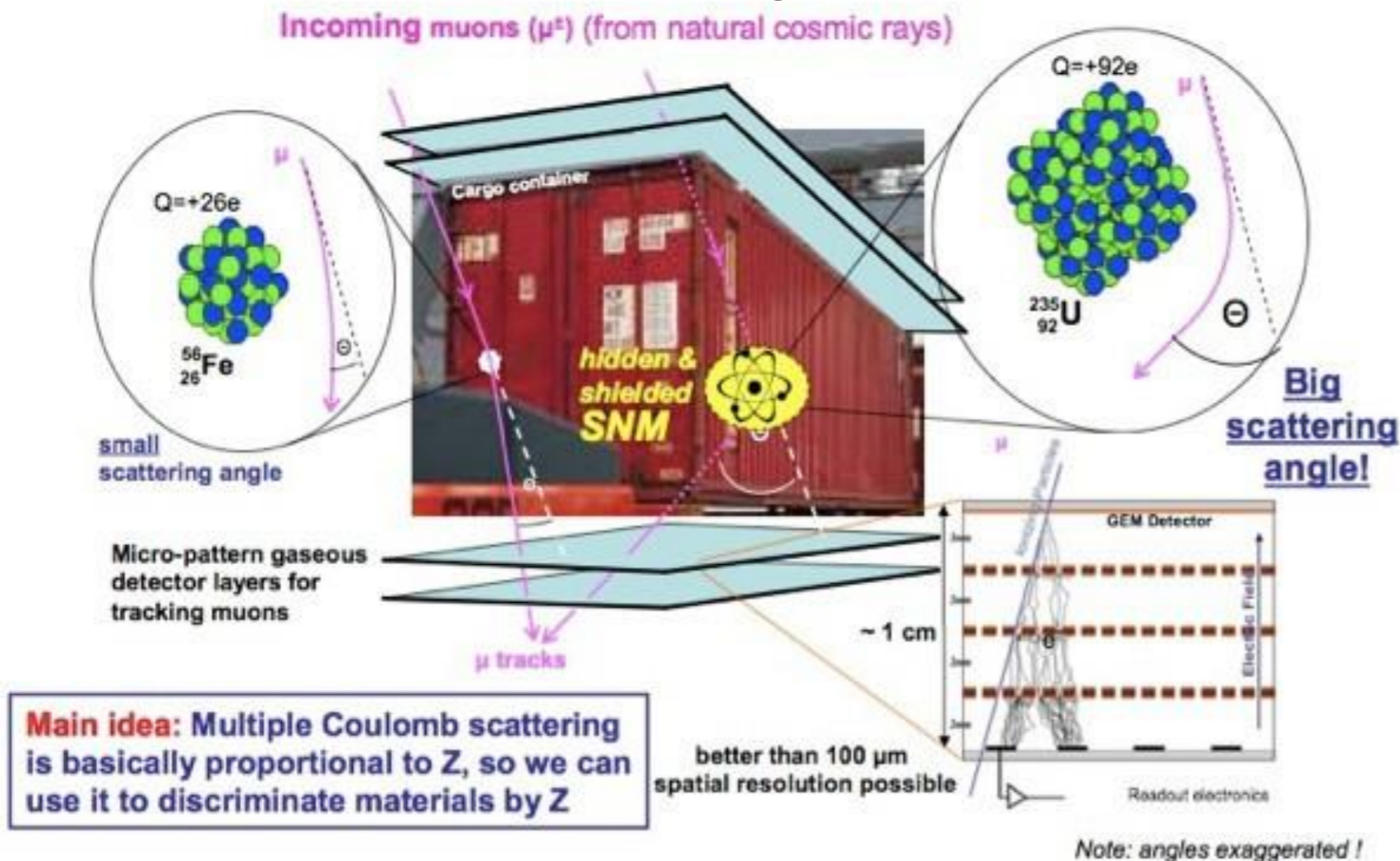
### MUTOMOPRO

projesi için **San-Tez** tarafından onaylanmıştır. Başlama tarihi Mart 2015 ortasıdır (33 ay süreli).



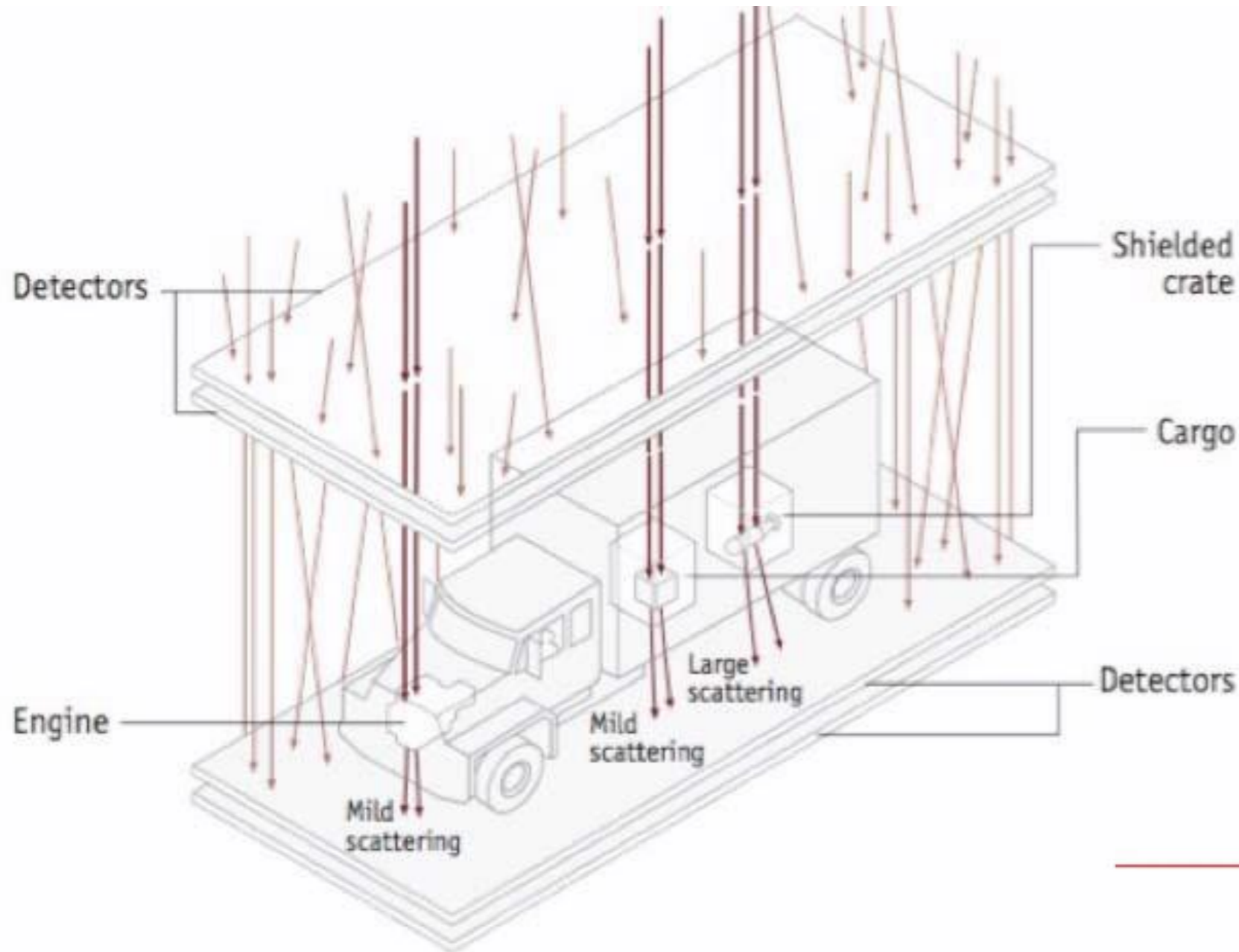
## Kozmik Muonların Kullanımı İlkesine Dayalı Görüntüleme Sistemi Prototipini (MUTOMOPRO) Geliştirme Projesi

### Muon Tomografi

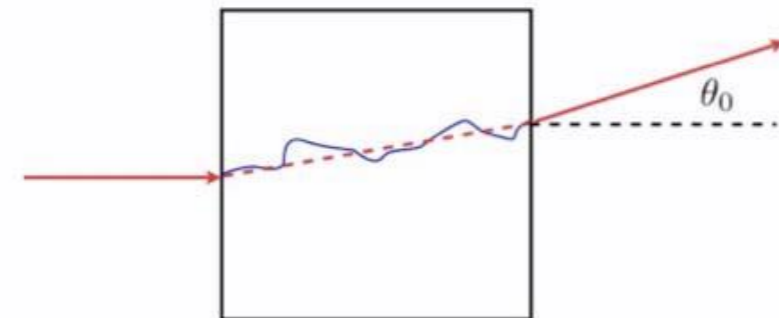


- Kozmik muonlar kullanılarak örneğin metal dolu bir hacim içerisindeki Uranyum ve/veya Plutonyum korlarının yüksek hassasiyetle 10-12 dak. içinde belirlenebilmesi.
- Bugünkü konvansiyonel X-ışınları yöntemlerinin kullanılmadığı yerlerde de kullanılabilmekte ve daha duyarlı ölçümler yapılabilmektedir.

## Kozmik Muonların Kullanımı İlkesine Dayalı Görüntüleme Sistemi Prototipini (MUTOMOPRO) Geliştirme Projesi

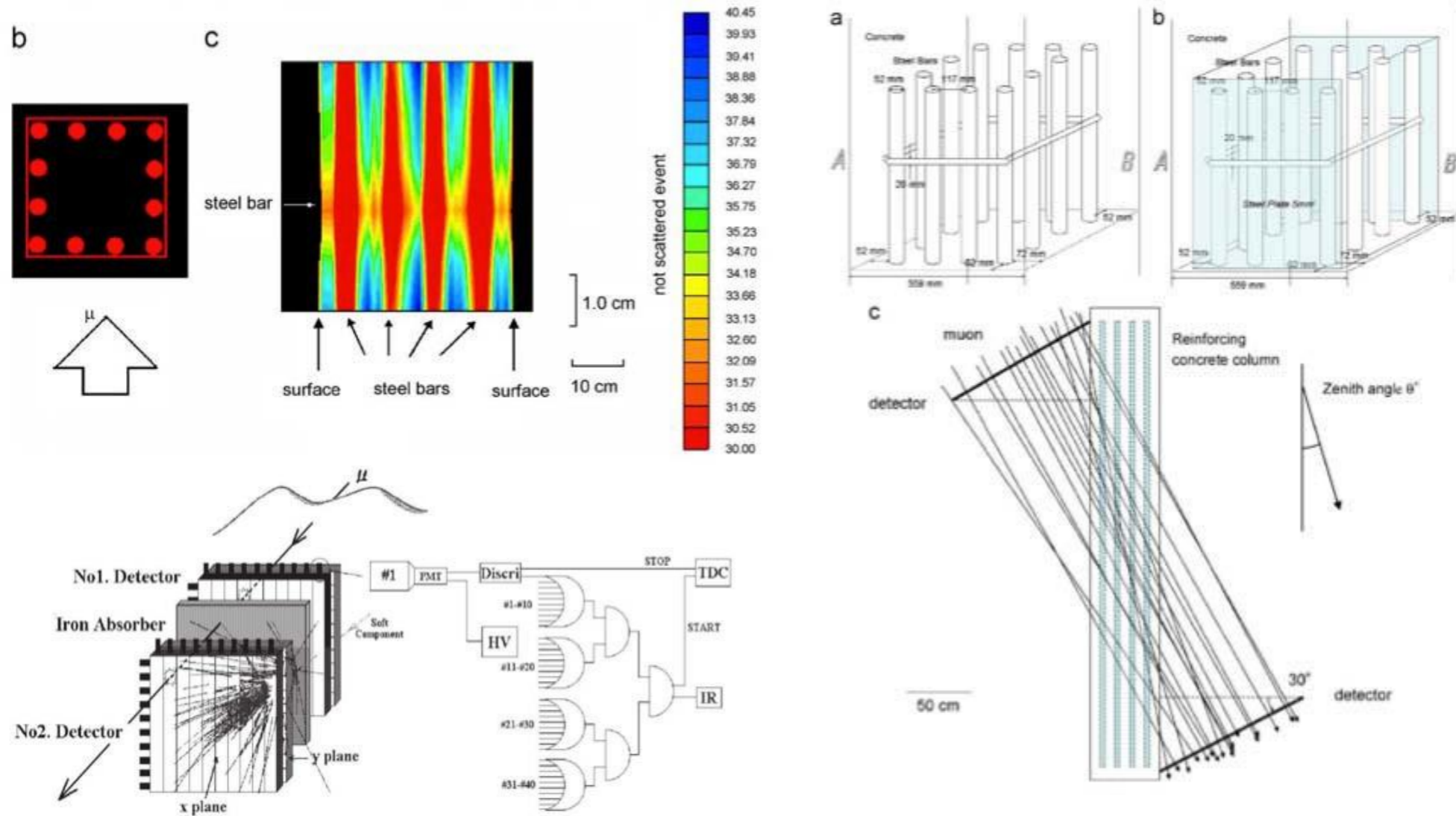


- Aynı sistem kullanılarak yüksek hassasiyetle ve 10-12 dak. içerisinde tırların da taranması mümkündür.
- Alt ve üst kısımlardaki dedektörler kullanılarak muon saçılmaları ölçülmekte ve buna göre materyal tanımlaması yapılmaktadır.



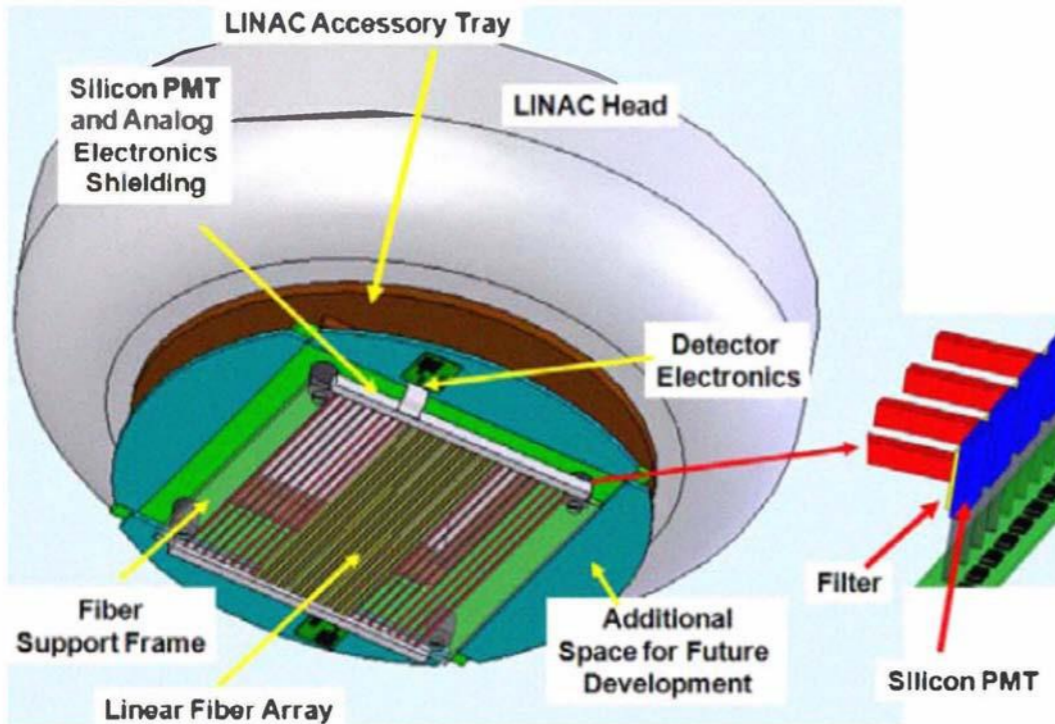
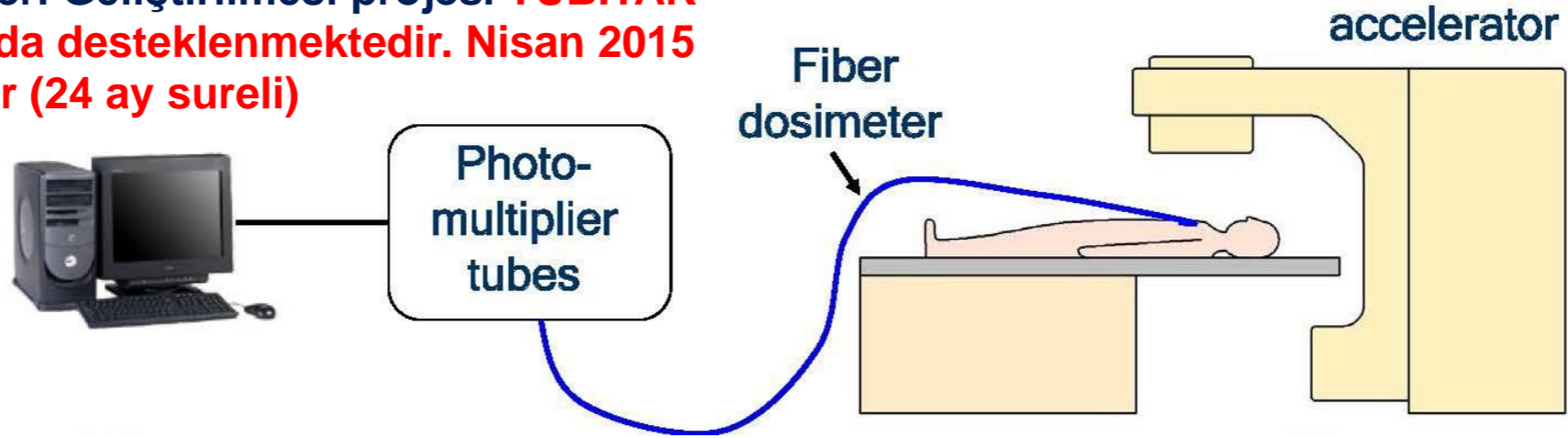


# Kozmik Muonların Kullanımı İlkesine Dayalı Görüntüleme Sistemi Prototipini (MUTOMOPRO) Geliştirme Projesi



Kozmik muonlar kullanılarak dağların, volkanların iç yapıları (tomografileri) belirlenebilir. Benzer şekilde büyük binaların taşıyıcı kolonlarının tomografilerinin çekilmesinde de kullanılabilir.

GZH3Doz: IMRT, Brakiterapi ve Dış Alan Ölçümlerinde, Gerçek Zamanlı, Hassas, 3-D Doz Profili için Inovatif Radyasyon Dedektörleri Geliştirilmesi projesi **TUBITAK 1505 programi** tarafında desteklenmektedir. Nisan 2015 proje başlama tarihidir (24 ay süreli)



### Değişken Yoğunluklu Radyoterapi (IMRT)

- Radyoterapi'de genellikle sağlıklı dokular da hasar görürler. IMTR ise Radyoterapi ışınlarının kontrol altında tutulması ile sadece hastalıklı bölgeye, farklı açılardan, istenilen dozda tedavi uygulanabilir.
- IMTR ile hastalıklı bölge ve o bölgeyi saran dokuya değişken yoğunlukta dozaj uygulanarak, sağlıklı bölgelerin minimum düzeyde etkilenmesi sağlanır.

# Uydu Üzerinde Gerçek Zamanlı Radyasyon Dedektörü

Pixel ize silikon bazlı dedektörler, LHC'deki CMS dedektöründe kullanılmaktadır.



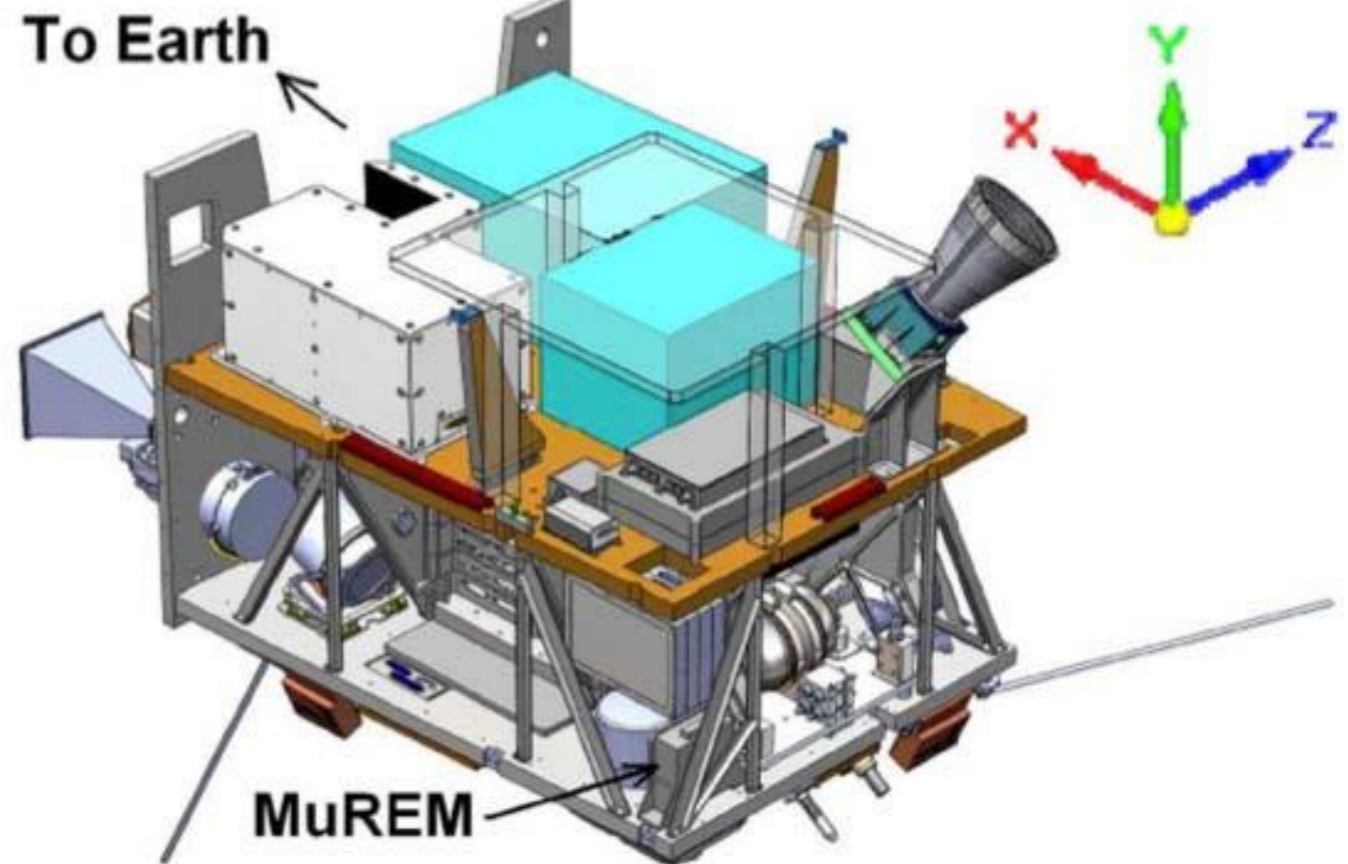
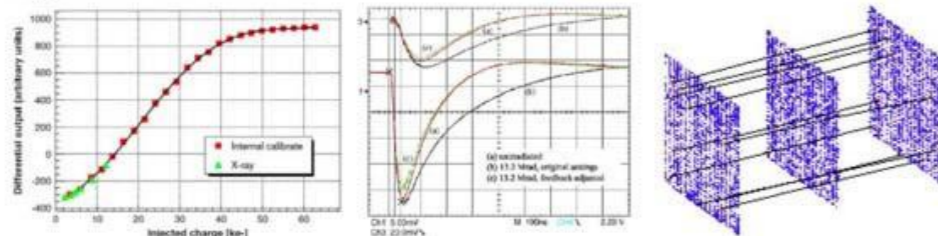
Uydu üzerinde gerçek-zamanlı, lokal radyasyonu ölçerek, kritik değerler üzerine çıkıldığında uydu bileşenlerini çeşitli önlemler alması için uyarıcı küçük, kompakt bir cihaz olarak kullanılabilir.



Figura 2: Da sinistra a destra: Disegno della struttura del PLT a tre strati. La posizione del PLT rispetto al punto di collisione ad LHC. Un diamante a singolo cristallo (SCVD) montato sul ROC. Il telescopio di tre rivelatori SCVD testato al CERN sulla linea di fascio SPS.

Il ROC e' stato collaudato in laboratorio in connessione ad un rivelatore a pixel di silicio sia con raggi X che con impulsi di calibrazione.

La figura 3 a sinistra mostra la linearità della risposta del ROC ed destra mostra che dopo 13.2 Mrad di irraggiamento tramite l'aggiustamento del guadagno sul feedback si riesce a riportare il segnale al livello iniziale quindi ricalibrando il sistema si arriva ad una immunità alla radiazione ben al di sopra del livello necessario in questa applicazione. I parametri più rilevanti di questo sistema di lettura vengono riassunti in Tabella 3.



## Temsilcilikler



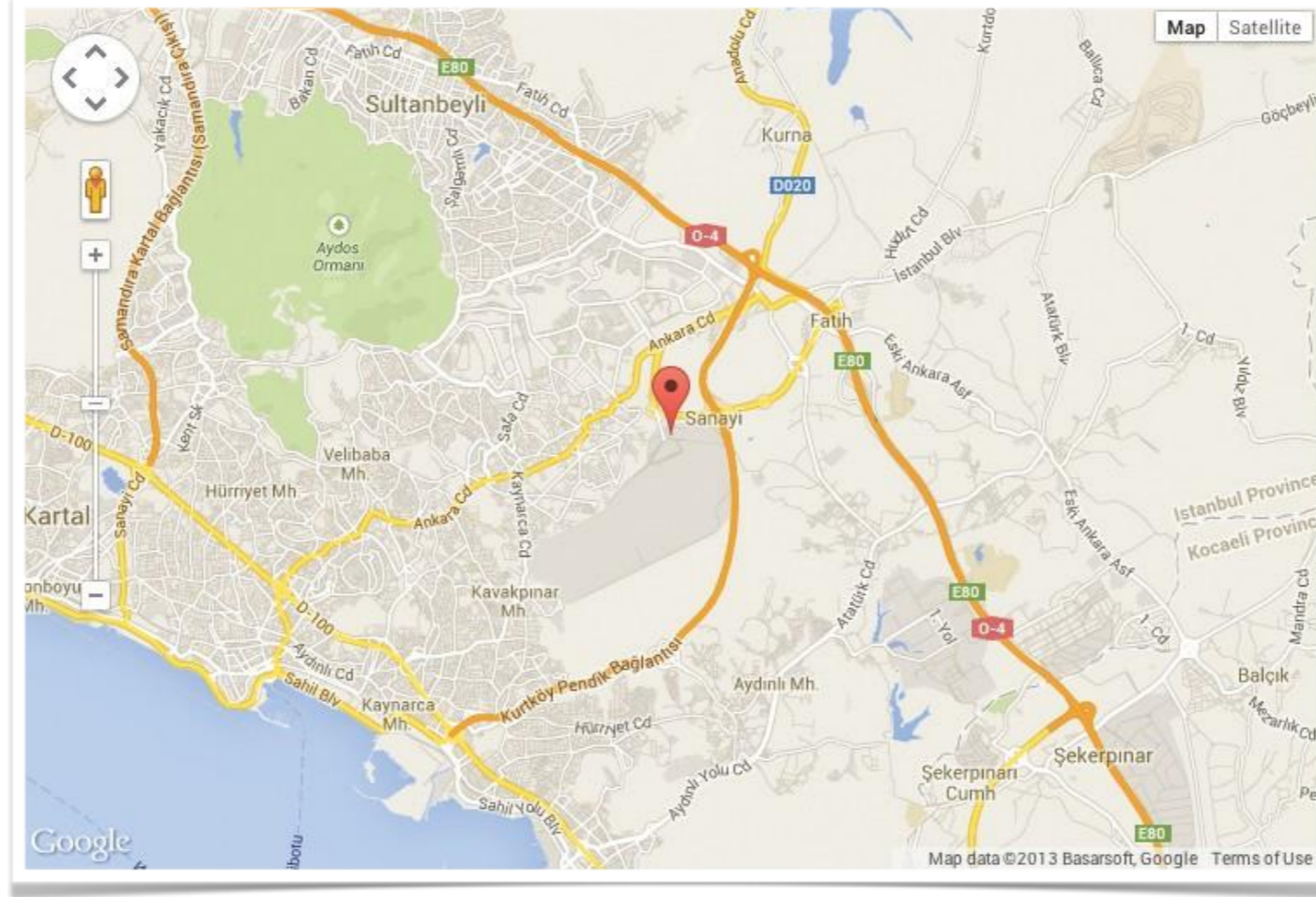
**IRADETS**; CAEN RFID, CAEN Nükleer, MAPRad, G&A Engineering, SITAEL ve ALTA şirketlerinin Türkiye'deki temsilciliklerini yürütmektedir.

- Dinamik, yenilikci, uluslarari iliskilerin surekli oldugu bir ArGe ortamı
- Lisans, master, Doktora tezleri için ya da stajlar için uygun ortam.
- Kabul edilen projeler bünyesinde yeni araştirmacılar alınacaktır. Hem Tez ve Staj, hem de yeni pozisyonlar için lütfen aşağıdaki linke bakın:

<http://www.iradets.com/index.php?subject=7>

Gokhan Unel hocaya bu okulun düzenlenmesi için çok önemli katkılarından dolayı kutluyoruz. Ayrıca bu son dakikada elince geçen bu sunuyu hiçbir hazırlık olmadan sizlere aktarmaktaki sabri ve desteği için de ayrıca teşekkürler.

Soru, yorum ve önerilerinizi [behcet.alpat@iradets.com](mailto:behcet.alpat@iradets.com) adresine gönderebilirsiniz.



**İnovatif Radyasyon Dedektör Sistemleri Ltd. Şti.**

Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı

A Blok 34912

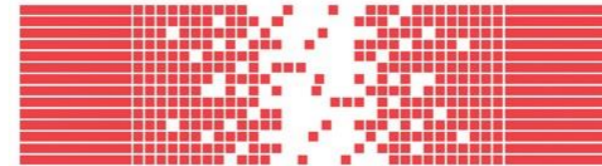
İstanbul Türkiye

Tel: +90 216 585 5660

Fax: +90 216 585 5665

E-mail: [info@iradets.com](mailto:info@iradets.com)

[www.iradets.com](http://www.iradets.com)



teknoparkistanbul

