



**09**  
**ŞUBAT**  
**PAZARTESİ**

# GÖRÜŞ ÖTESİ

**NON LINE OF SIGHT (NLOS)**  
ARAŞTIRMA VE ANALİZ ÇALIŞTAYI

**Semra ÇELEBİ**

**Aktif Görüş Alanı Dışı**  
**Senaryolarda Öğrenme**  
**Tabanlı Canlı Tespiti**




# Görünmeyeni Görmek: NLOS Problemi

## Geleneksel Görüş (Kör)



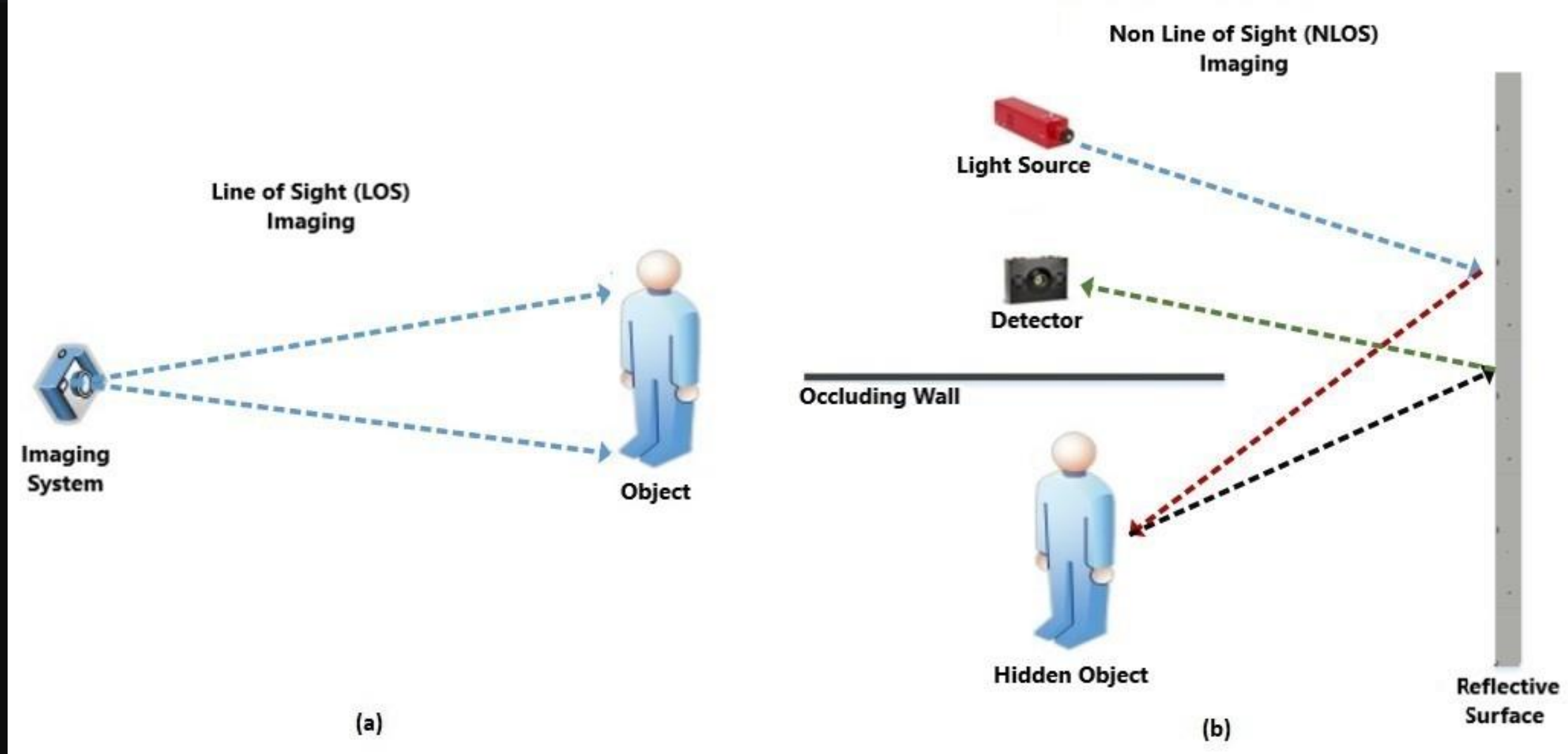
## NLOS Lazer Algılama



-  **Tanım:** Görüş Hattı Dışı (NLOS) algılama, doğrudan görüşün engellerle kesildiği durumlarda **dolaylı ölçümlerle** bilgi toplar.
-  **Sorun:** Geleneksel kameralar, **ışık yolunun kapandığı** enkaz veya köşe arkası durumlarda **işlevsizdir**.
-  **Kritik Uygulama:** **Afet sonrası** enkaz altı **arama-kurtarma** çalışmalarında **hayati önem** taşır.

# Duvarları Aynaya Çevirmek: Aktif Lazer Algılama

## 3-Hop Reflection

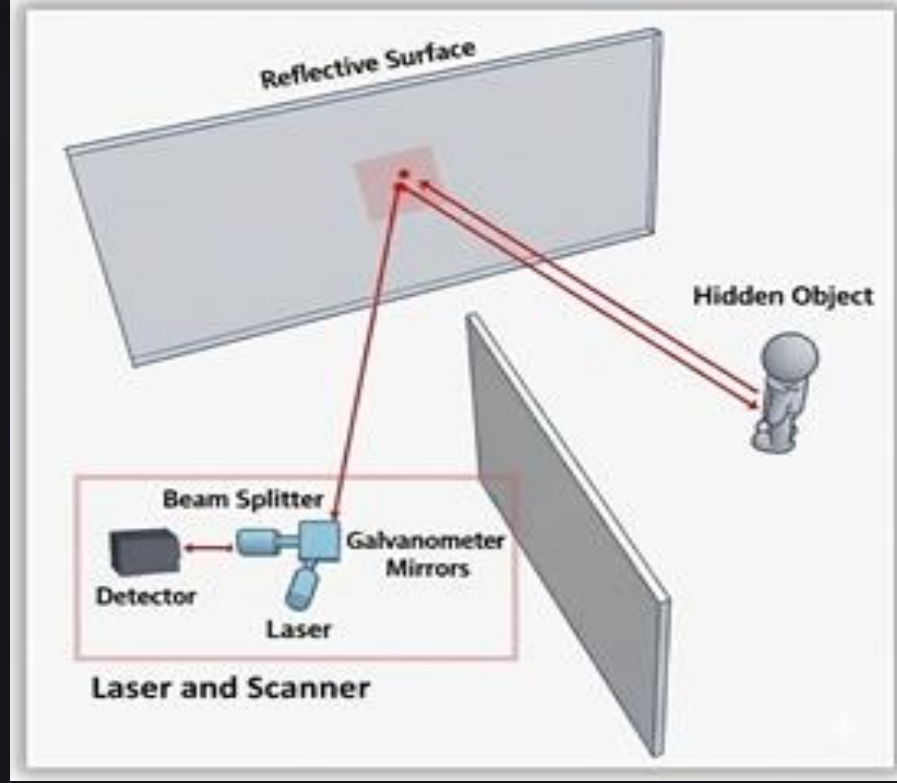


**Mekanizma:** Lazer darbeleri duvarlardan sektirilerek, engellerin arkasındaki nesnelere etkileşime girer.



**Aktif vs. Pasif:** Ortam ışığına bağımlı pasif sistemlerin aksine, aktif lazer tarama zifiri karanlıkta çalışır ve kontrollü sinyal üretir.

# Sistemin Gözü: **SPAD** ve **TCSPC** Teknolojisi



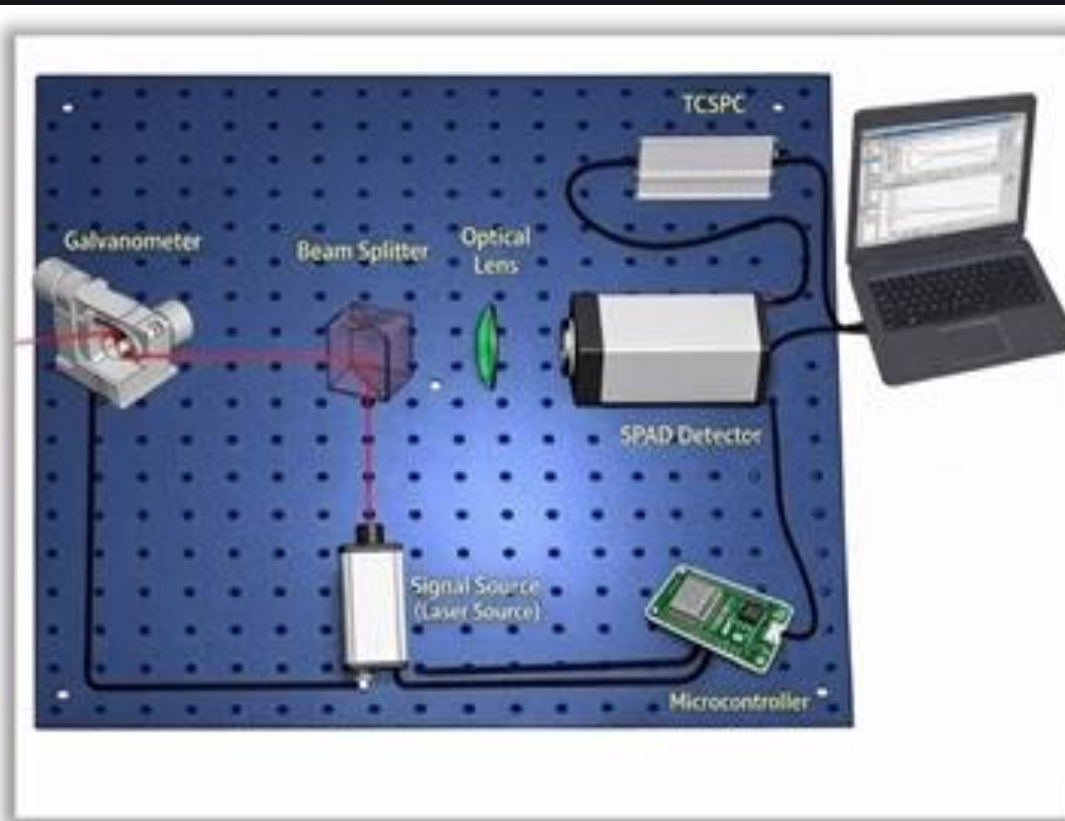
- **Sensör (SPAD):** Tek bir fotonu bile yakalayabilen ultra hassas dedektör.



- **Zamanlama (TCSPC):** Işığın uçuş süresini (ToF) ölçerek histogram oluşturur.



- **Hassasiyet:** Pikosaniye seviyesinde zaman ölçümü.



# Deneysel Kurulum ve Senaryo Çeşitliliği

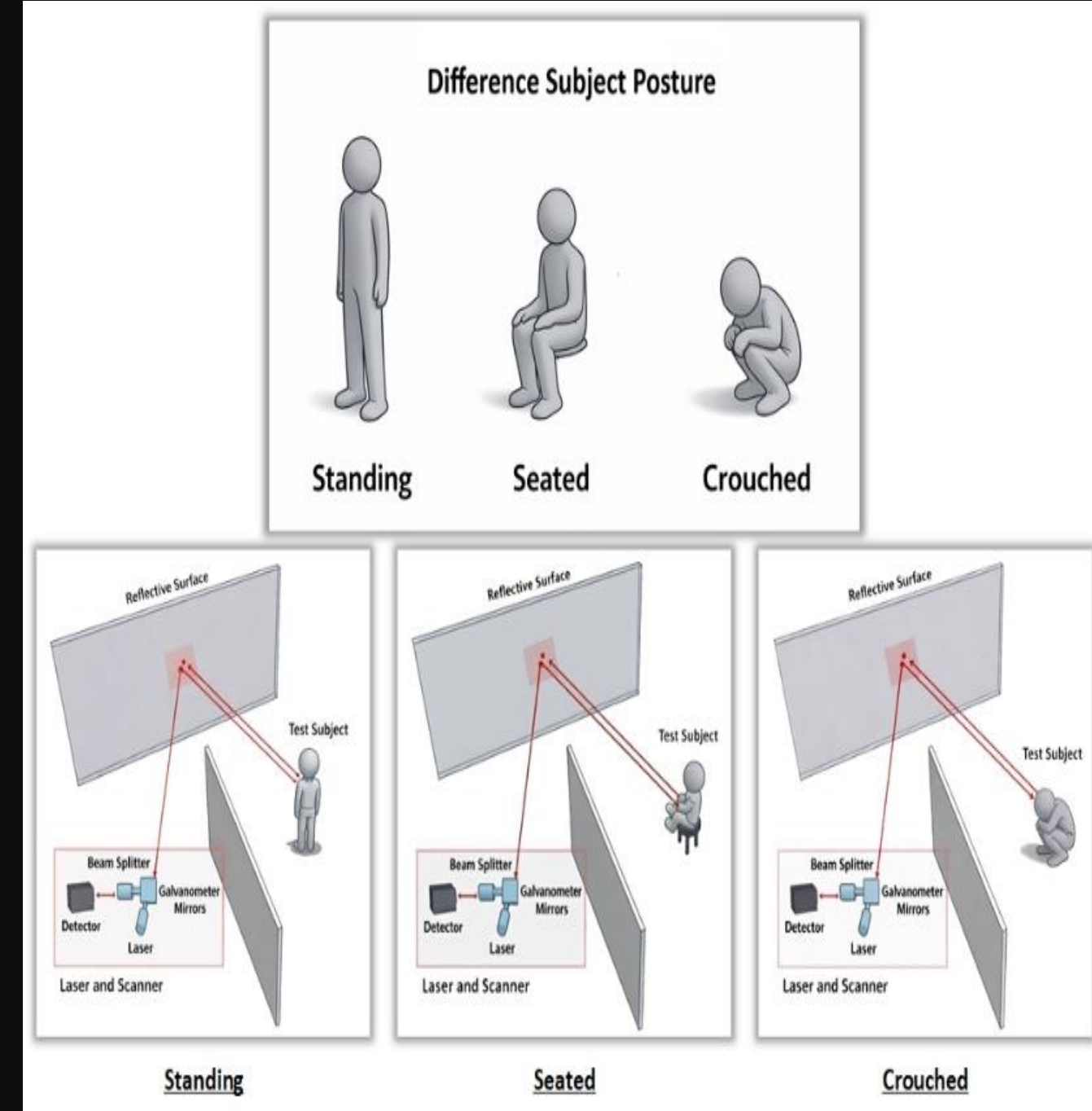
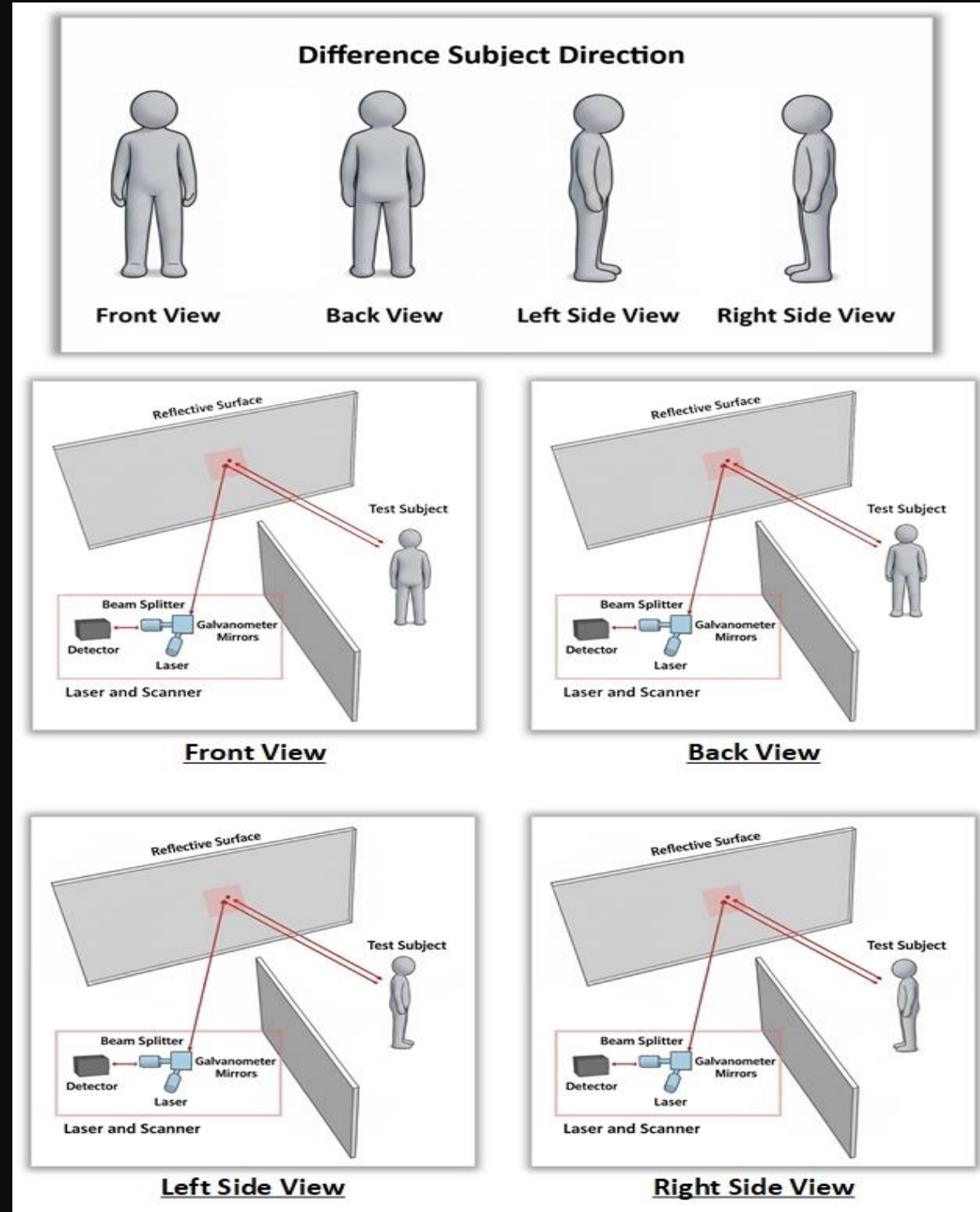
Senaryo No	İçerik
Senaryo 0	Nesne yok
Senaryo 1	Ahşap
Senaryo 2	Metal
Senaryo 3	Tuğla
Senaryo 4	Beyaz eşya kaplaması
Senaryo 5	PVC
Senaryo 6	Beyaz eşya kaplaması + PVC
Senaryo 7	Ahşap + PVC
Senaryo 8	Tuğla + Ahşap
Senaryo 9	Metal + Tuğla



**Amaç:** Gerçekçi enkaz ortamındaki materyal çeşitliliğini simüle etmek.

**Senaryolar:** 10 farklı nesne kombinasyonu ve materyal yüzeyi.

# İnsan Sinyalini Yakalamak

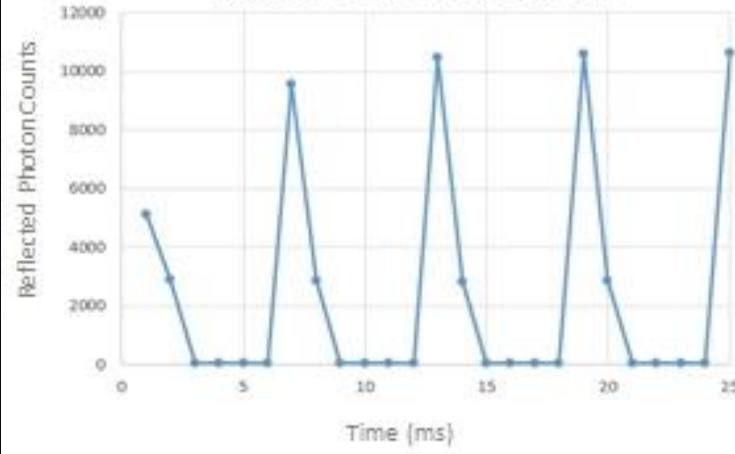


Veri Hacmi: 10 Denek (5 Kadın, 5 Erkek).

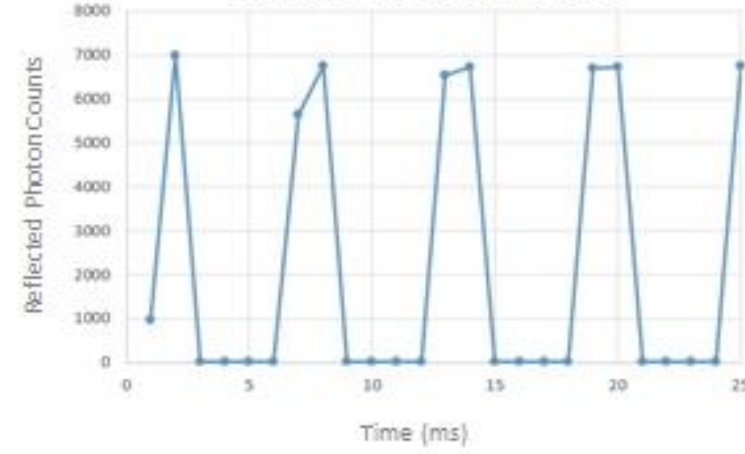
Örnekleme: 1200 "Canlı Var" sinyali, 400 "Canlı Yok" sinyali.

# Veriden Bilgiye

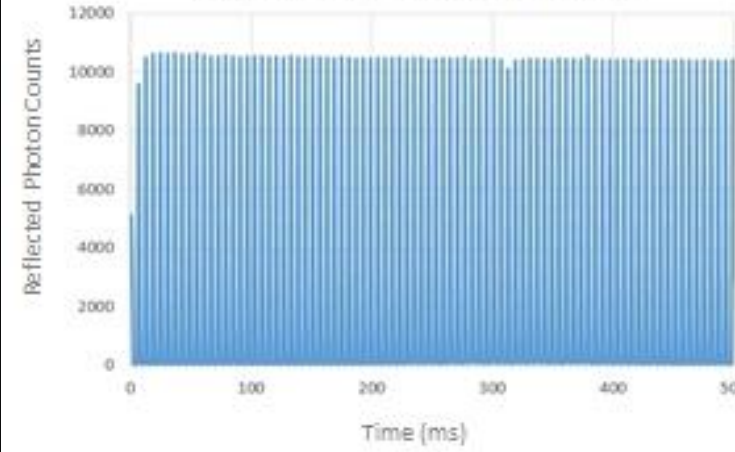
(a) First 25 samples of the raw signal in the presence of a living subject



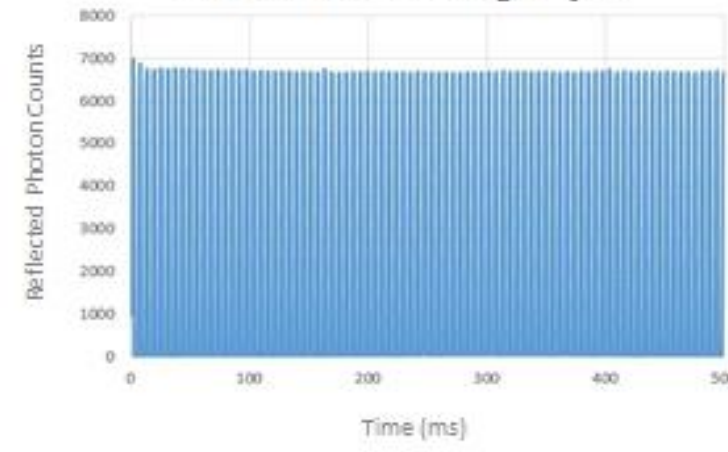
(d) First 25 samples of the raw signal in the absence of a living subject



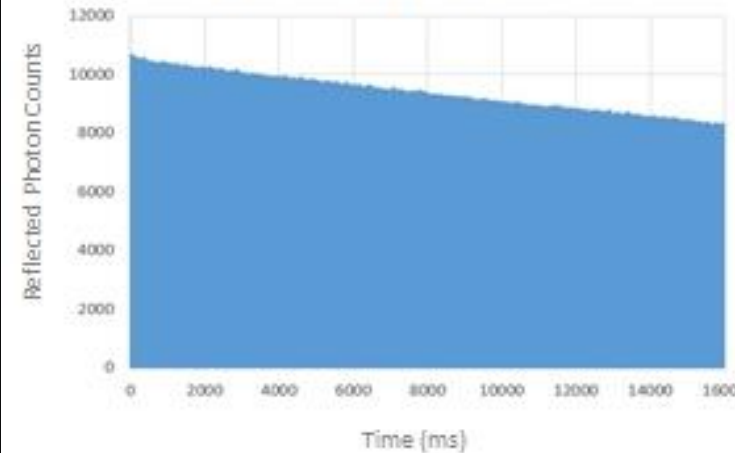
(b) First 500 samples of the raw signal in the presence of a living subject



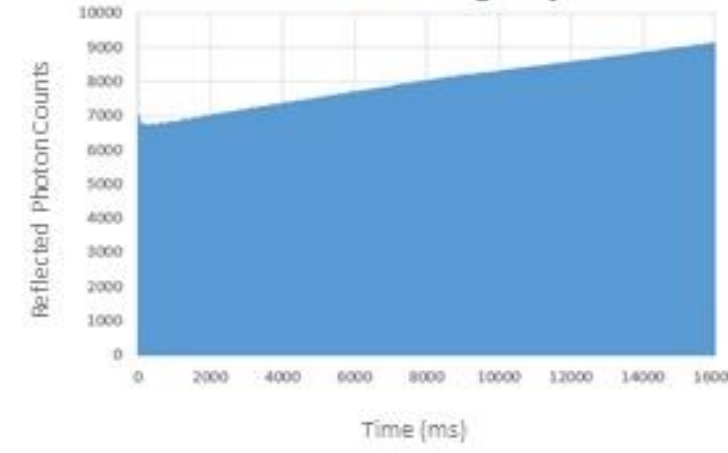
(e) First 500 samples of the raw signal in the absence of a living subject



(c) Full raw signal (all samples) in the presence of a living subject



(f) Full raw signal (all samples) in the absence of a living subject



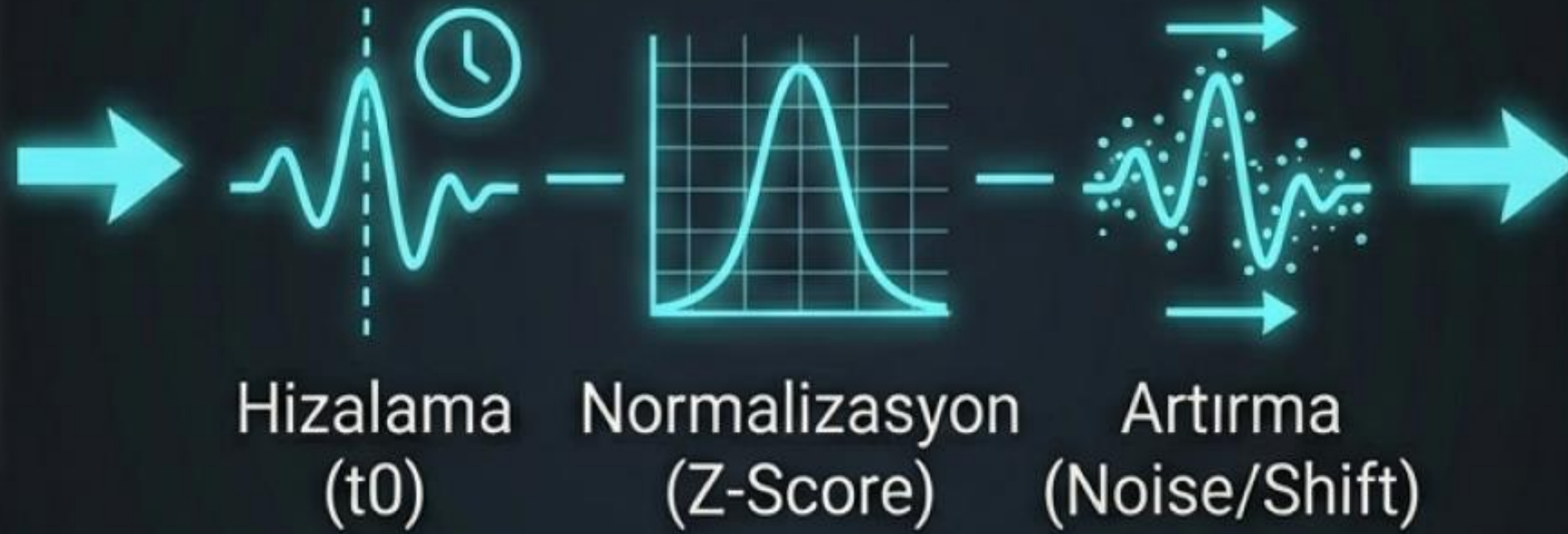
SPAD-TCSPC sistemi her bir tarama noktasında fotonların geliş zamanını binlerce zaman adımı boyunca kaydettiğinden, ham veriler zaman-foton histogramı yapısındadır. Bu nedenle kaydedilen veriler, yaklaşık 6 zaman adımı içermekte olup bir deney için toplam veri satırı sayısı yaklaşık 16000 olmaktadır.

Şekilde, aynı nesne senaryosu altında canlının bulunduğu ve bulunmadığı durumlarda elde edilen ham lazer yansıma sinyalleri gösterilmektedir.

# Veriden Bilgiye: Ön İşleme ve Artırma



Ham Veri



İşlenmiş Sinyal

- **Hizalama:** Sinyal başlangıç noktasını sabitleme.
- **Normalizasyon:** Genlik farklarını eşitleme.
- **Veri Artırma:** 'Canlı Yok' verisini dengelemek için gürültü ekleme ve zaman kaydırma.

# Modellerin Savaşı



## CNN (Convolutional Neural Network)

Yerel desen avcısı.



## GRU (Recurrent Neural Network)

Zamansal hafıza uzmanı.

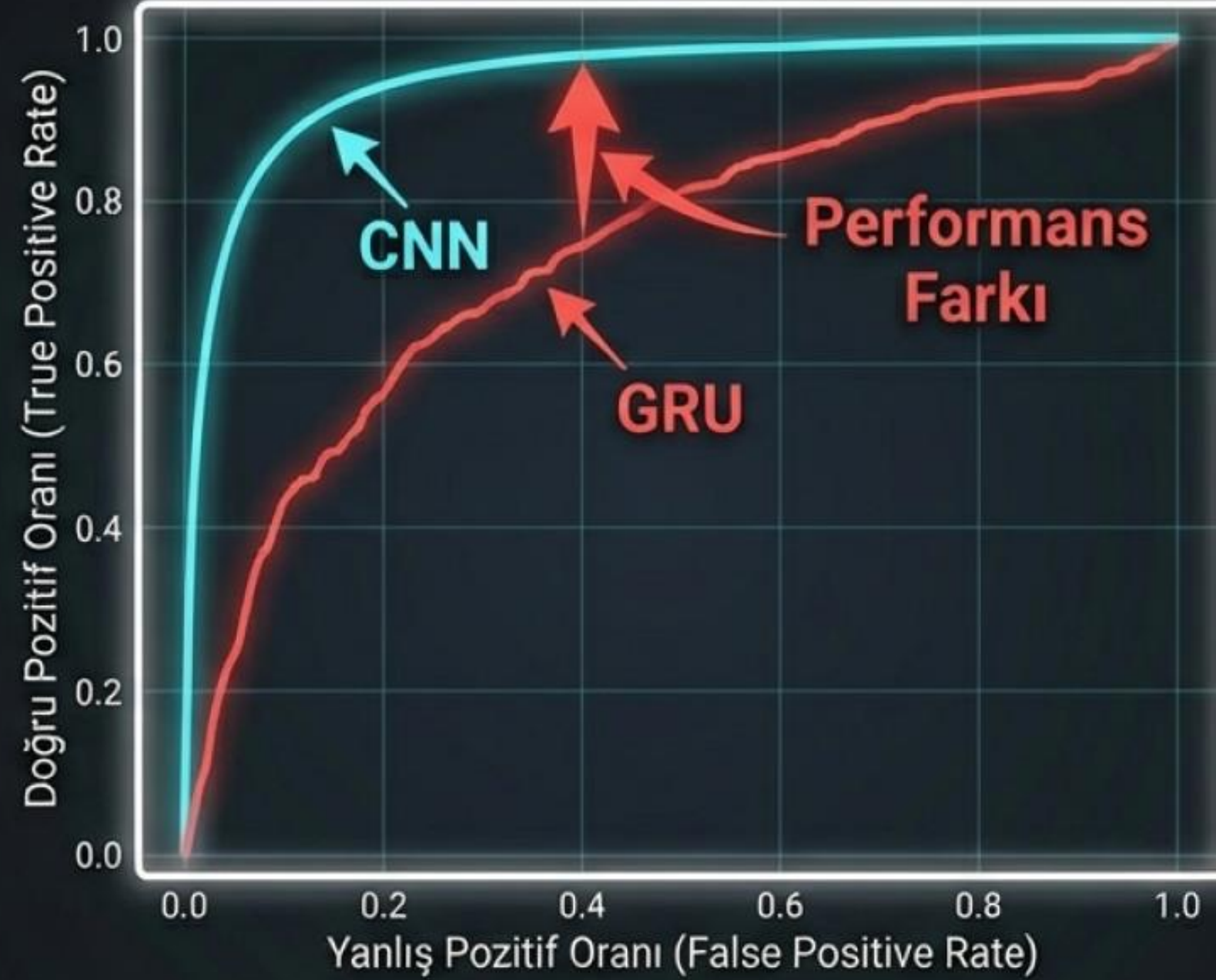


## Random Forest

İstatistiksel karar verici.

Düşük çözünürlüklü foton verisinde hangi mimari daha üstün?

# DERİN ÖĞRENME PERFORMANSI (CNN & GRU)



**CNN Sonuçları:** %95.8 Doğruluk. Yerel yapıları (peak) iyi yakalıyor.

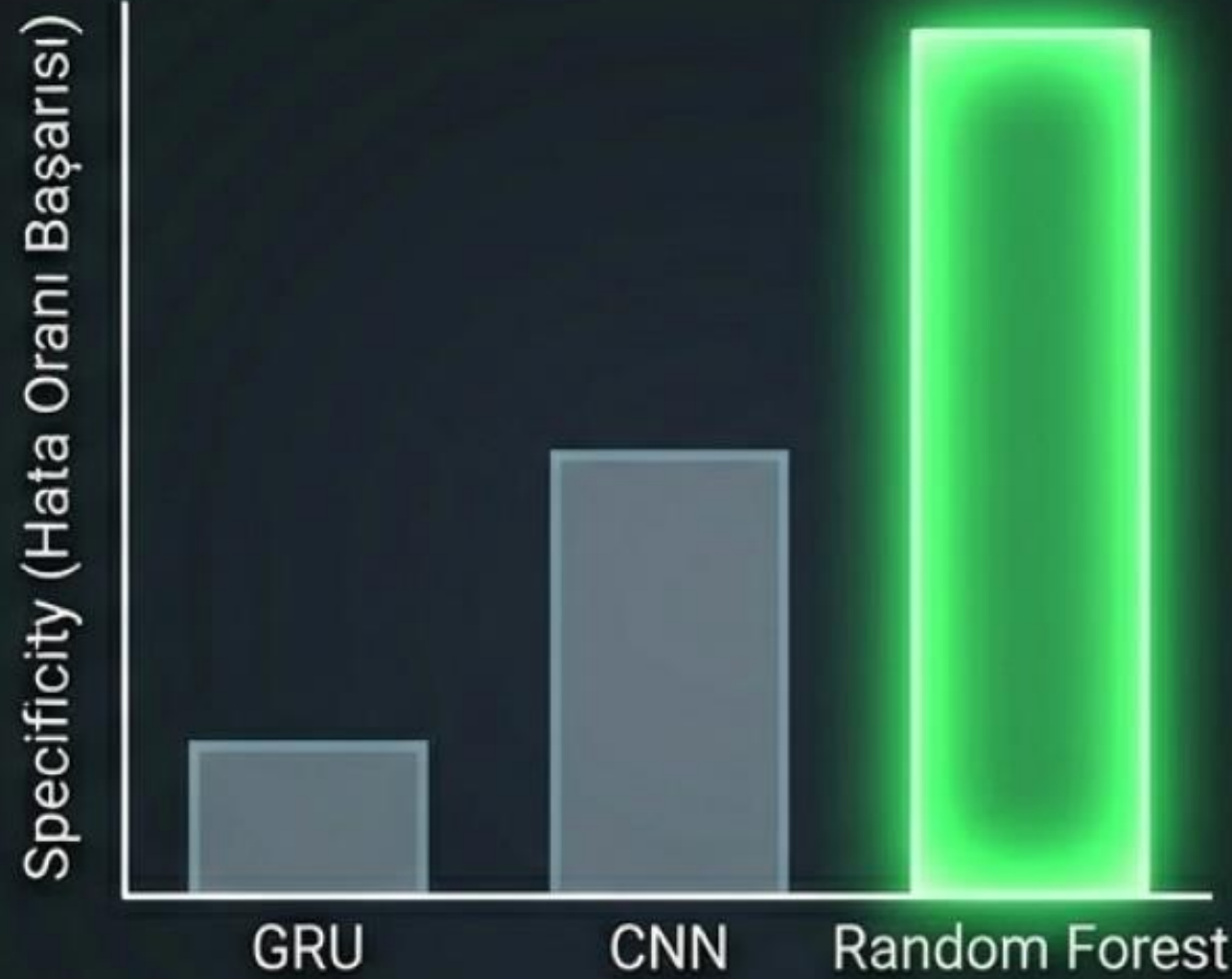


**GRU Sonuçları:** %88.6 Doğruluk. 'Canlı Yok' durumlarında yüksek yanlış alarm oranı (%22.8 hata).



**Gözlem:** Karmaşık mimariler, gürültülü sinyallerde zorlanabiliyor.

# Şampiyon: Random Forest



**%99.43  
AUC**



**Doğruluk:** %97.22



**Üstünlük:** En düşük yanlış alarm oranı.

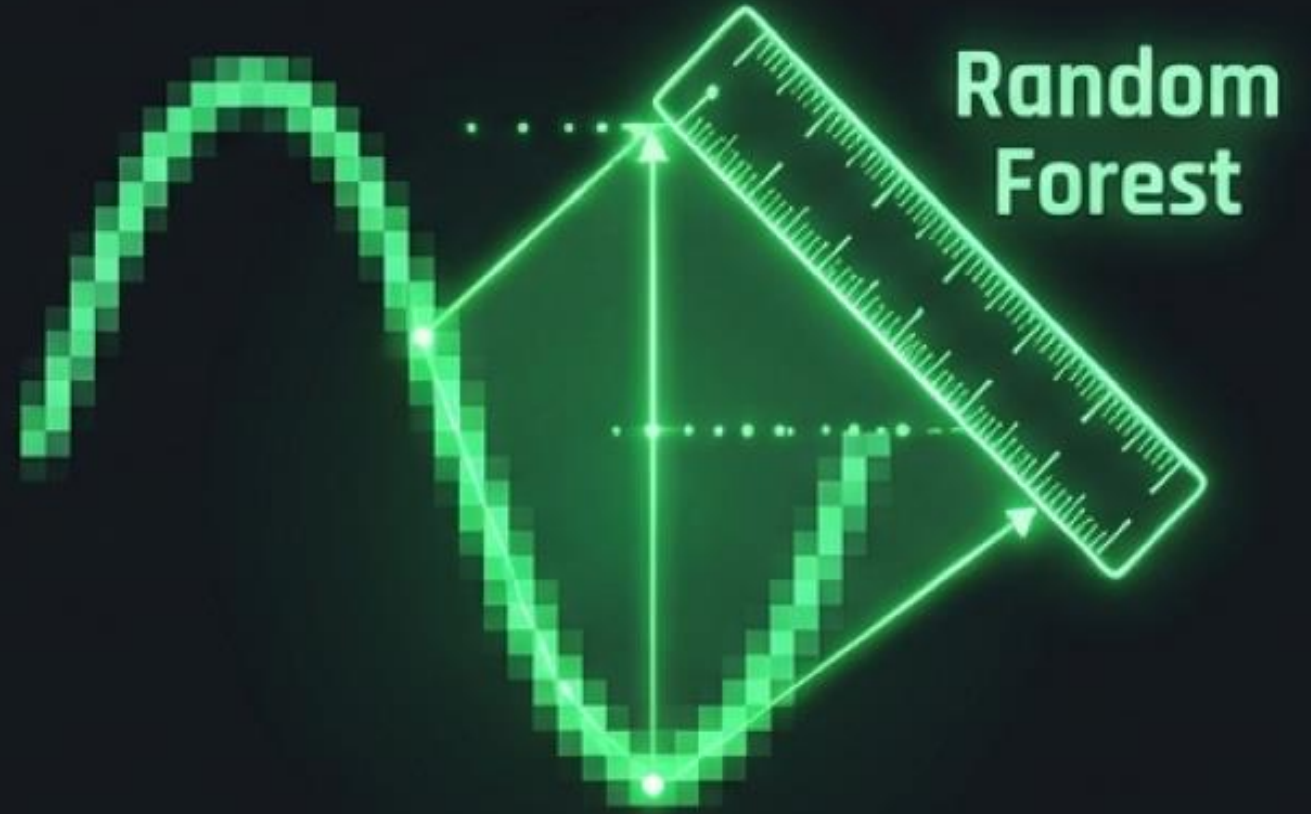


**Neden Kazandı?** Random Forest, SPAD sinyallerindeki *genlik dağılımı* ve *istatistiksel varyasyonları* derin ağlardan daha iyi analiz etmiştir.

# Analiz: Basitlik Neden Kazandı?



Düşük zaman çözünürlüğü  
mikro detayları gizler.



İstatistiksel özellikler  
(Genlik, Eğim) belirgindir.

Düşük çözünürlüklü veride, derin ağların aradığı mikro-desenler yerine, istatistiksel sağlamlık (Random Forest) daha başarılı sonuç verir.

# Sonuçların Karşılaştırmalı Özeti

Model	Sensitivity (Canlı Tespiti)	Specificity (Hata Oranı)	F1-Score
GRU	1.000	0.772	0.885
CNN	1.000	0.917	0.958
<b>Random Forest</b>	<b>1.000</b>	<b>0.944</b>	<b>0.972</b>

Tüm modeller canlı varlığını **%100 tespit** etmiştir.  
Fark, **yanlış alarm oranlarında** ortaya çıkmıştır.

# Gelecek Çalışmalar ve Saha Potansiyeli



- **Hibrit Modeller:** İstatistiksel kararlılık + Derin Öğrenme esnekliği.
- **Donanım:** Yüksek çözünürlüklü yeni nesil SPAD sensörleri.
- **Saha Testleri:** Laboratuvar dışı, gerçek çoklu-engel senaryoları.

# Umudun Teknolojisi



Kameraların göremediği, sesin ulaşamadığı yerde;  
lazer fotonları ve makine öğrenmesi bir yaşam  
bir yaşam hattı oluşturur.

**Teşekkürler**