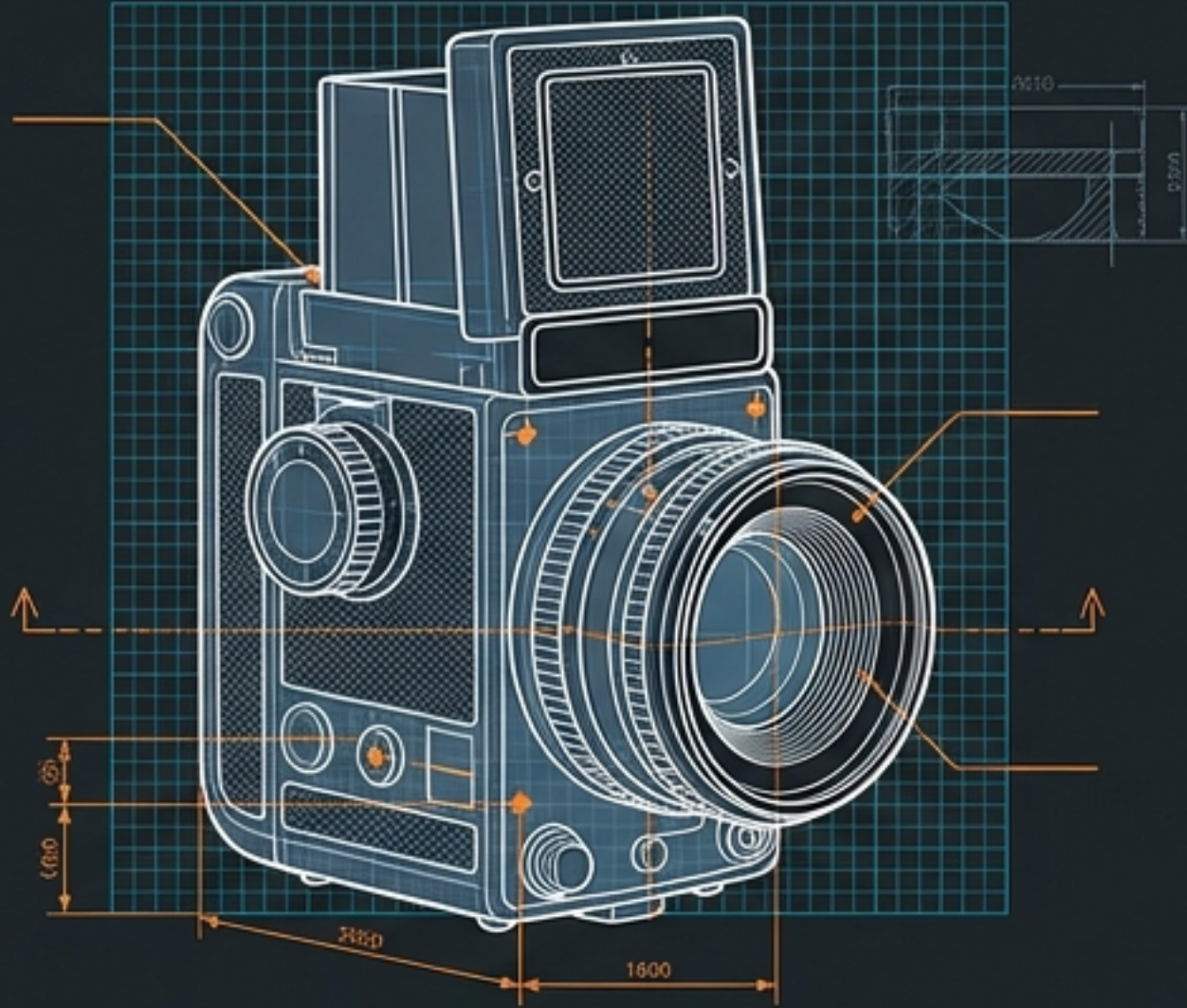


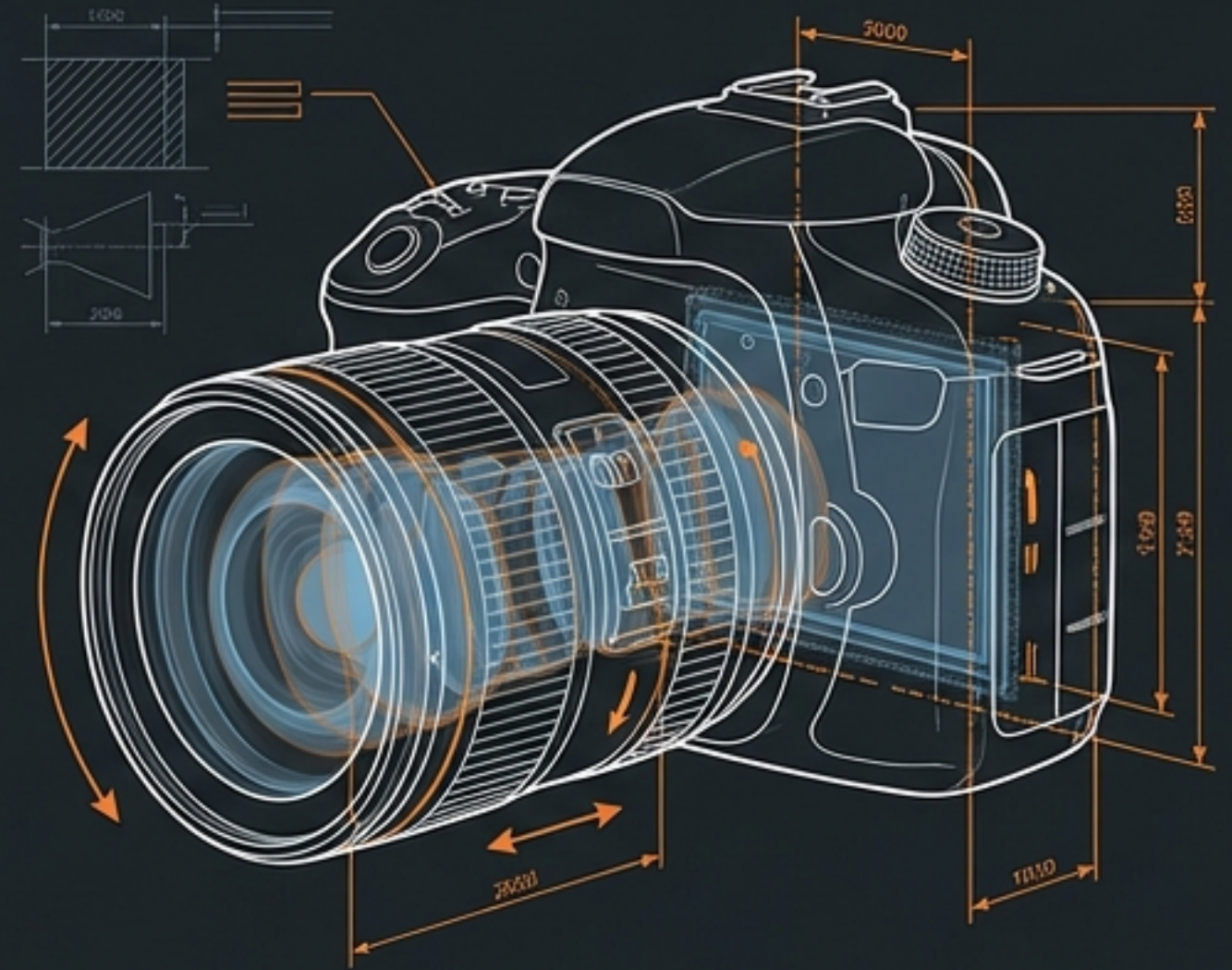
İKİ DÜNYA ARASINDAKİ FARK

METRİK KAMERA (İDEAL)

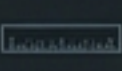


- Sabit odak (Fixed Focus)
- Rijit gövde & Bilinen yöneltme
- Referans markaları (Fiducials)

AMATÖR KAMERA (GERÇEK)



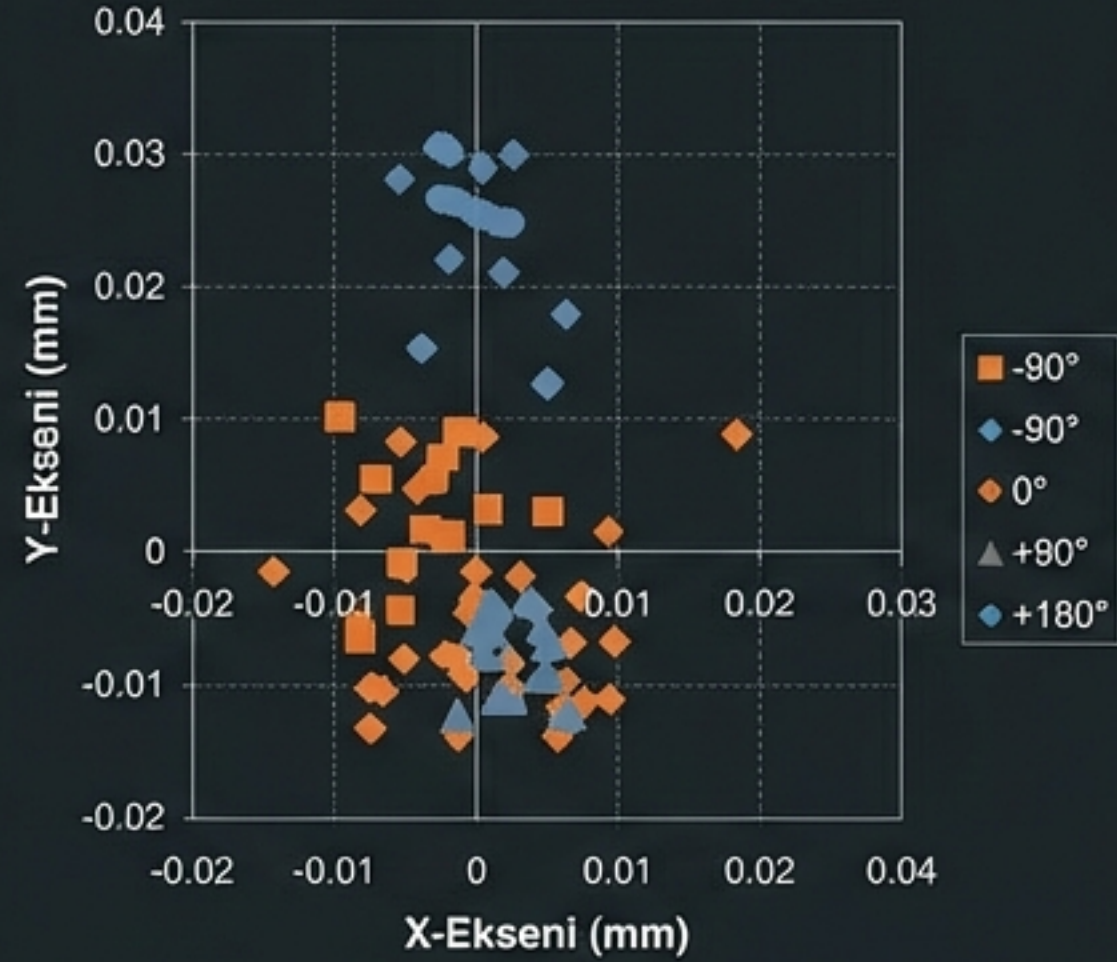
- Hareketli mercekler (Zoom/Focus)
- Değişken iç geometri
- Sensör düzlemselliği hataları



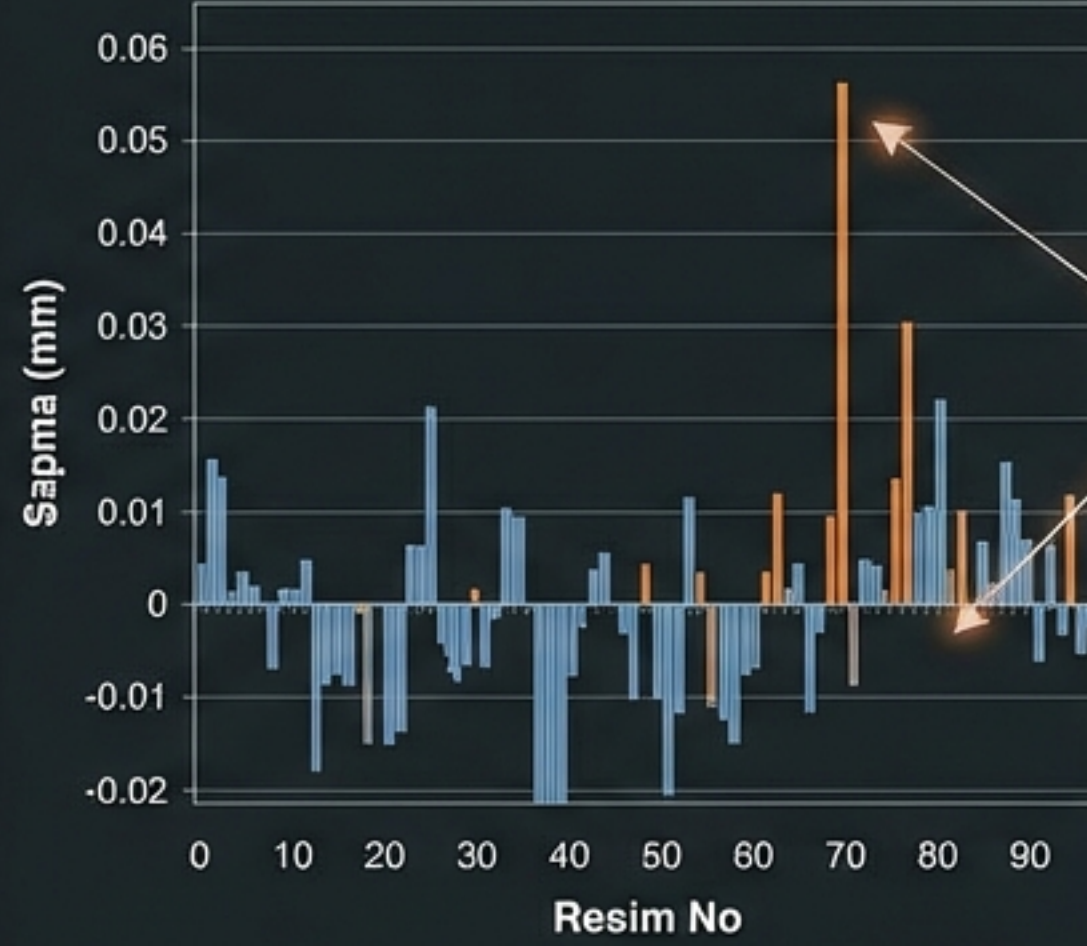
MEKANİK İSTİKRARSIZLIĞIN KANITI

Fuji FinePix S1 Pro Test Verileri

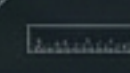
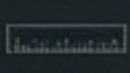
Görüntü Koordinat Sapması (mm)



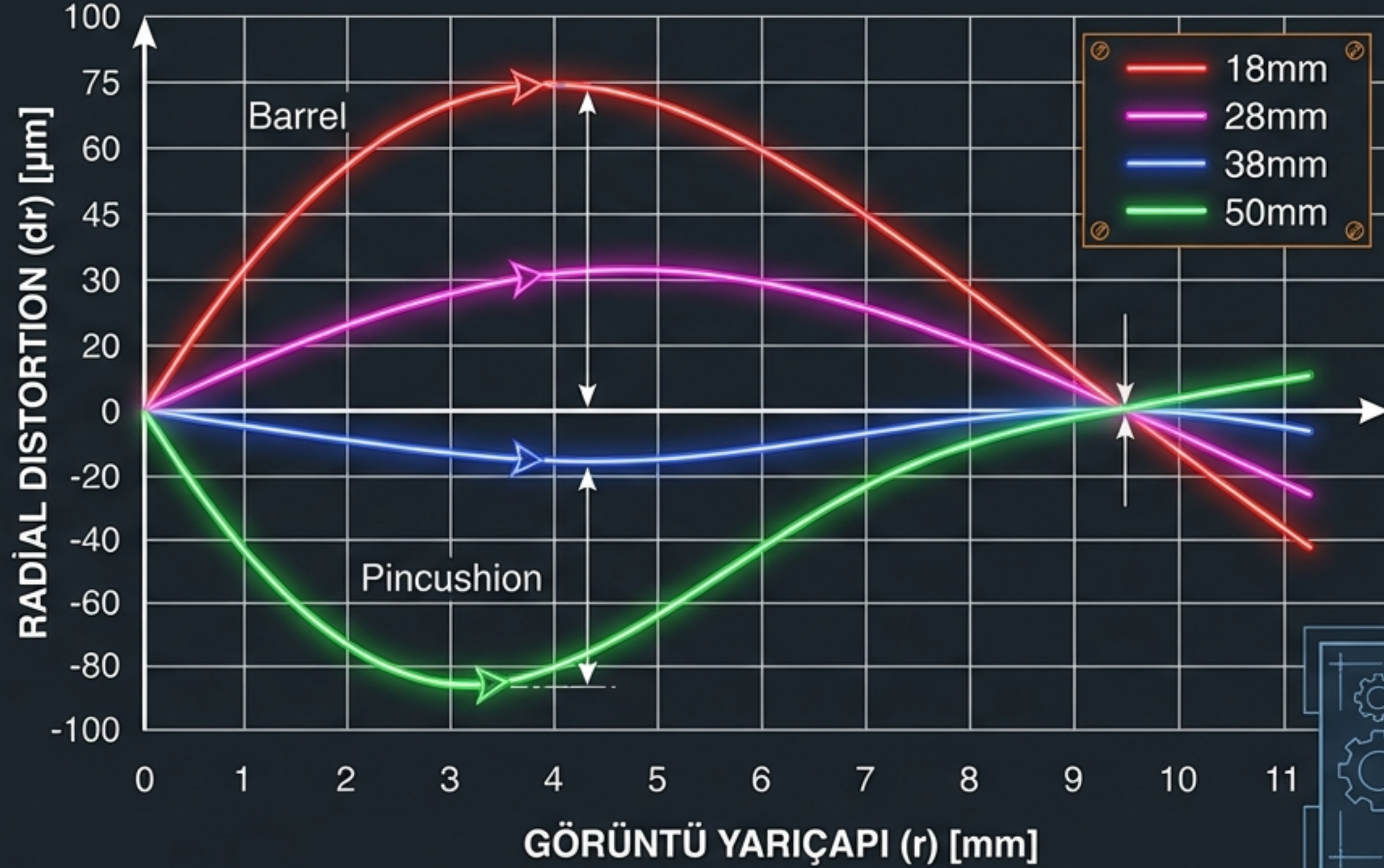
Asal Uzaklık Sapması (mm)



Yerçekimi ve ısınma etkisiyle oluşan mikron seviyesindeki sistematik kaymalar.

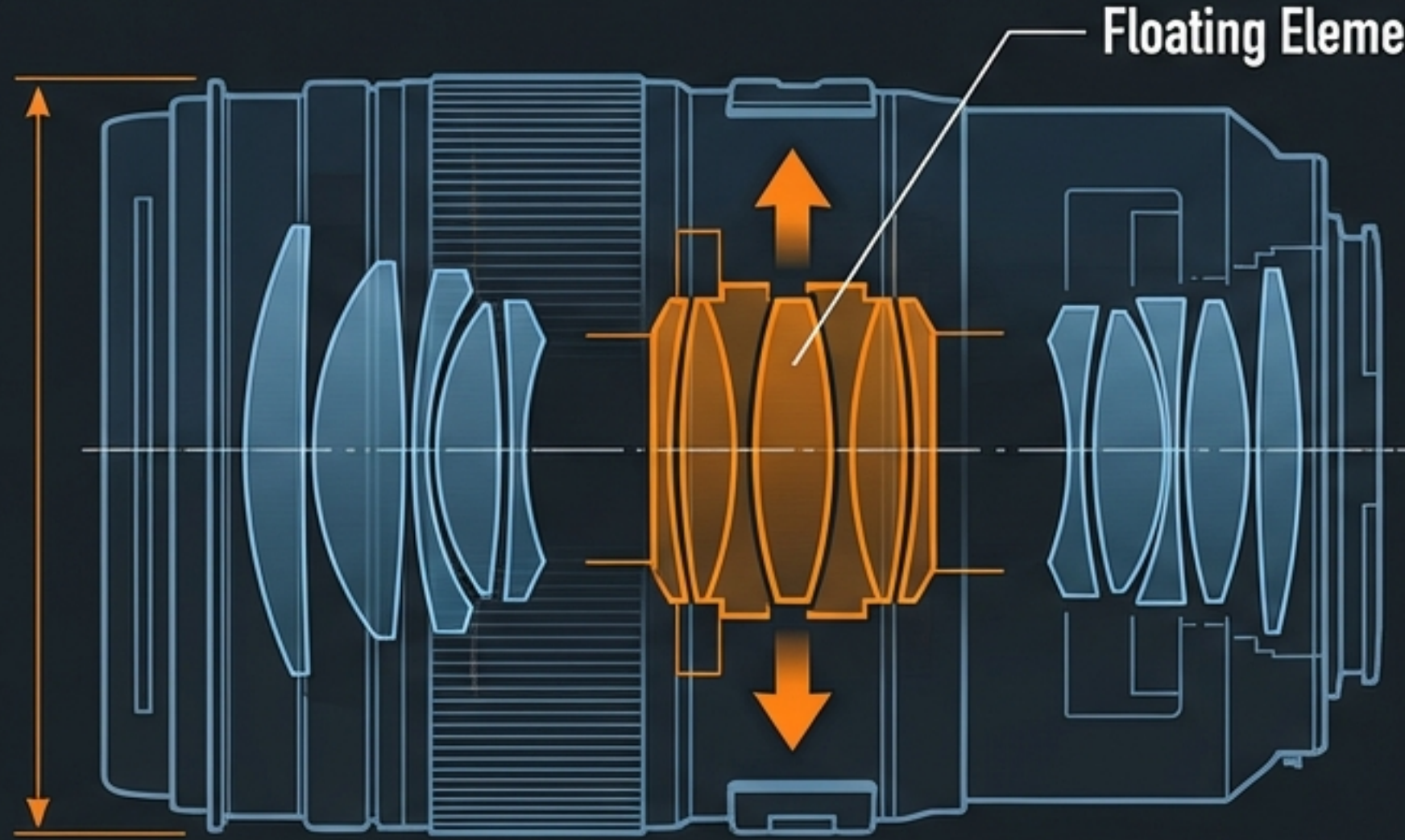


DEĞİŞKEN OPTİK: ZOOM VE ODAK



KURAL: Ölçüm sırasında zoom ve focus bantlanmalı veya sabitlenmelidir.

GEOMETRİNİN DÜŞMANI: GÖRÜNTÜ SABİTLEME (IS)



- Piezoelektrik aktüatörler merceği kaydırır.
- İç yöneltme her karede rastgele değişir.

KAOSU MODELLEMEK: BROWN PARAMETRELERİ

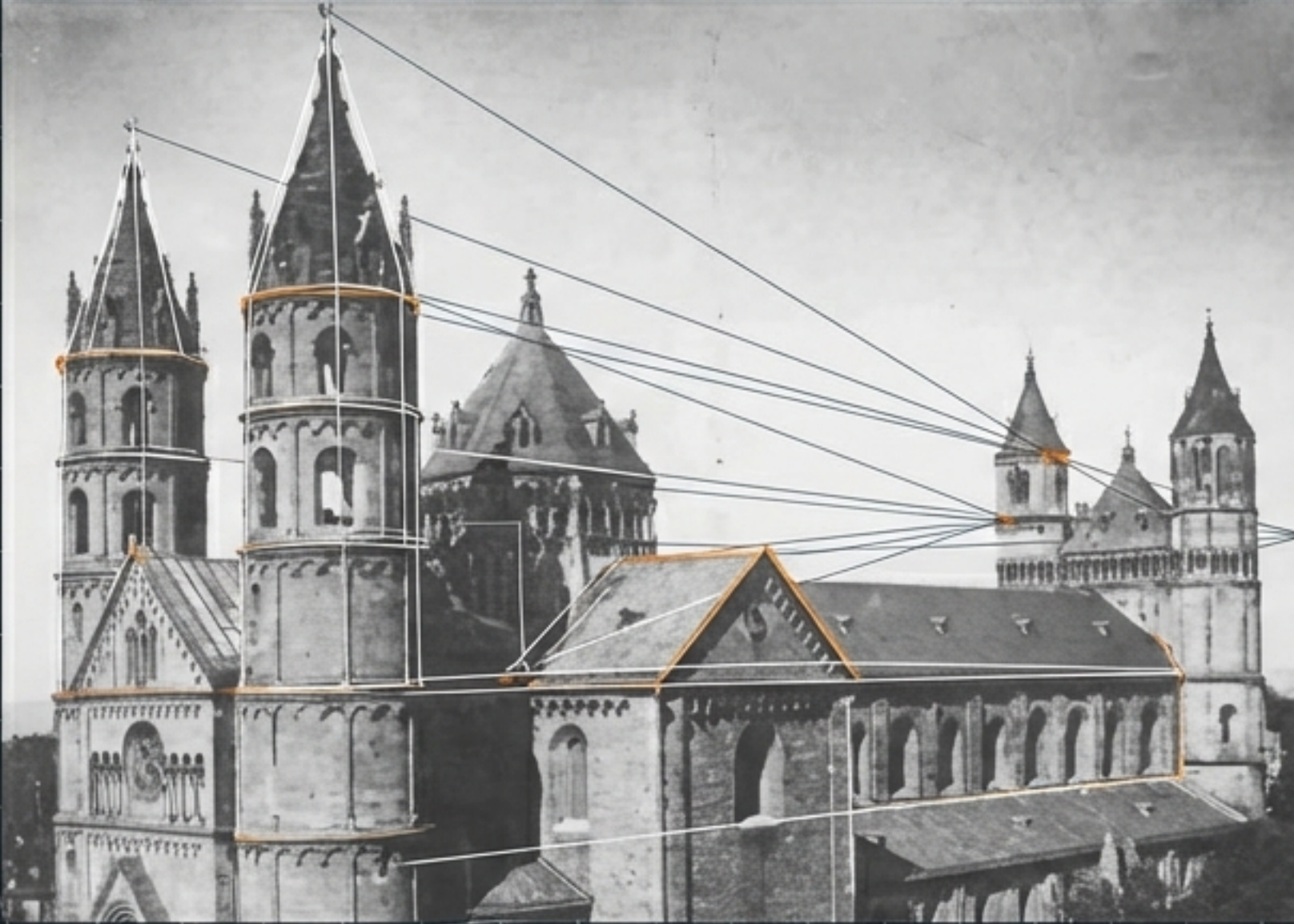
$$\Delta x' = x' (K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6) + P_1 (r^2 + 2x'^2) + 2P_2 x' y'$$

- İç Yöneltilme:
c, x_0, y_0

- Radyal Distorsiyon:
K_1, K_2, K_3

- Teğetsel Distorsiyon:
P_1, P_2

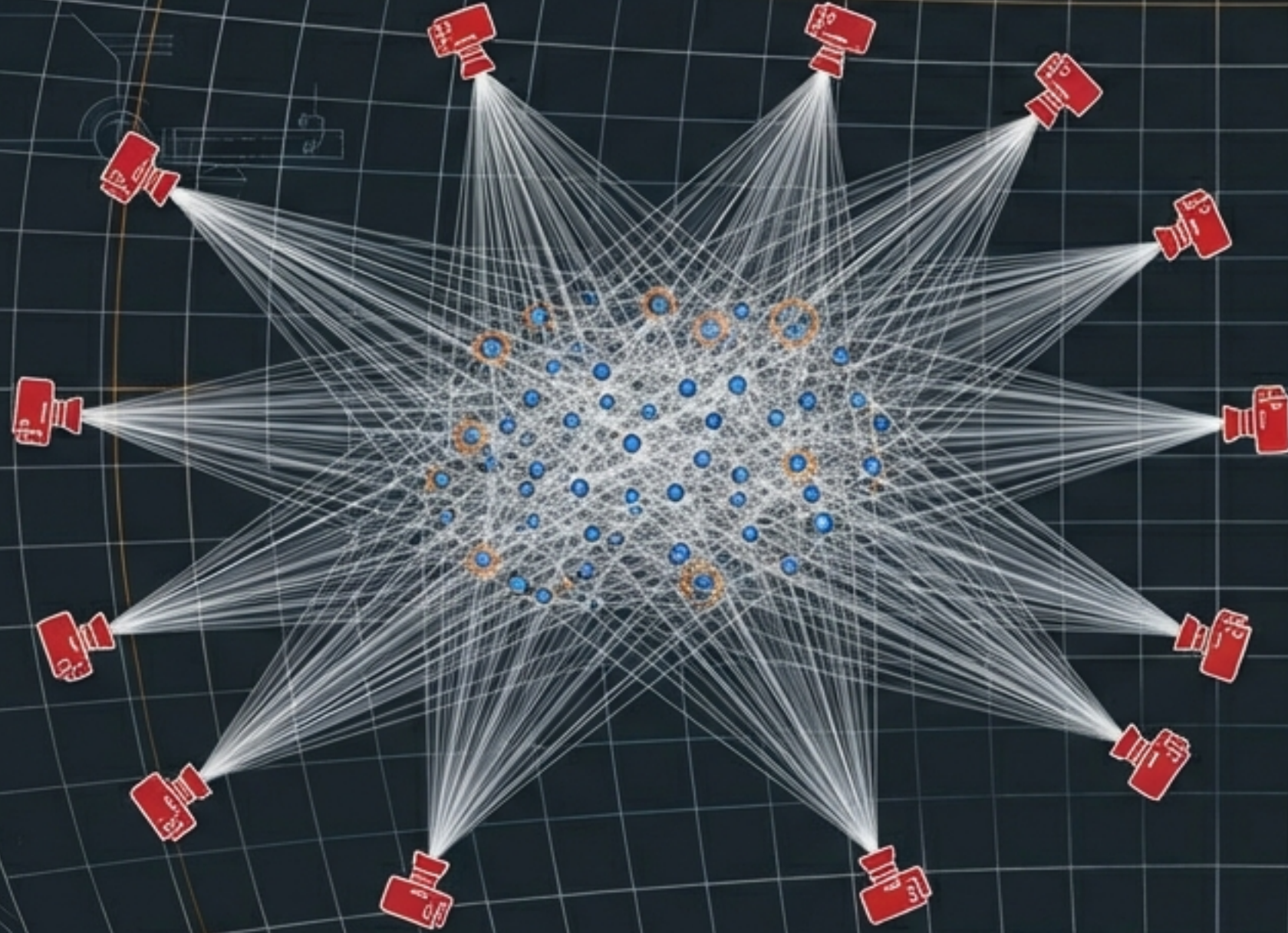
BİLİNMEYEN KAMERALAR: DLT YÖNTEMİ



Direct Linear Transformation

- 11 Parametre (İç + Dış Yöneltilme)
- Yaklaşık değer gerektirmez
- Tarihi ve arşiv fotoğrafları için ideal

ALTIN STANDART: KENDİ KENDİNE KALİBRASYON



Self-Calibration / Bundle Adjustment

Nesne koordinatları ve kamera parametrelerinin eş zamanlı çözümü.

İLERİ SEVİYE: GÖRÜNTÜ-DEĞİŞKENLİ KALİBRASYON

Image-Variant Calibration



$t_1 \rightarrow c, x_0, y_0$



$t_2 \rightarrow c', x'_0, y'_0$

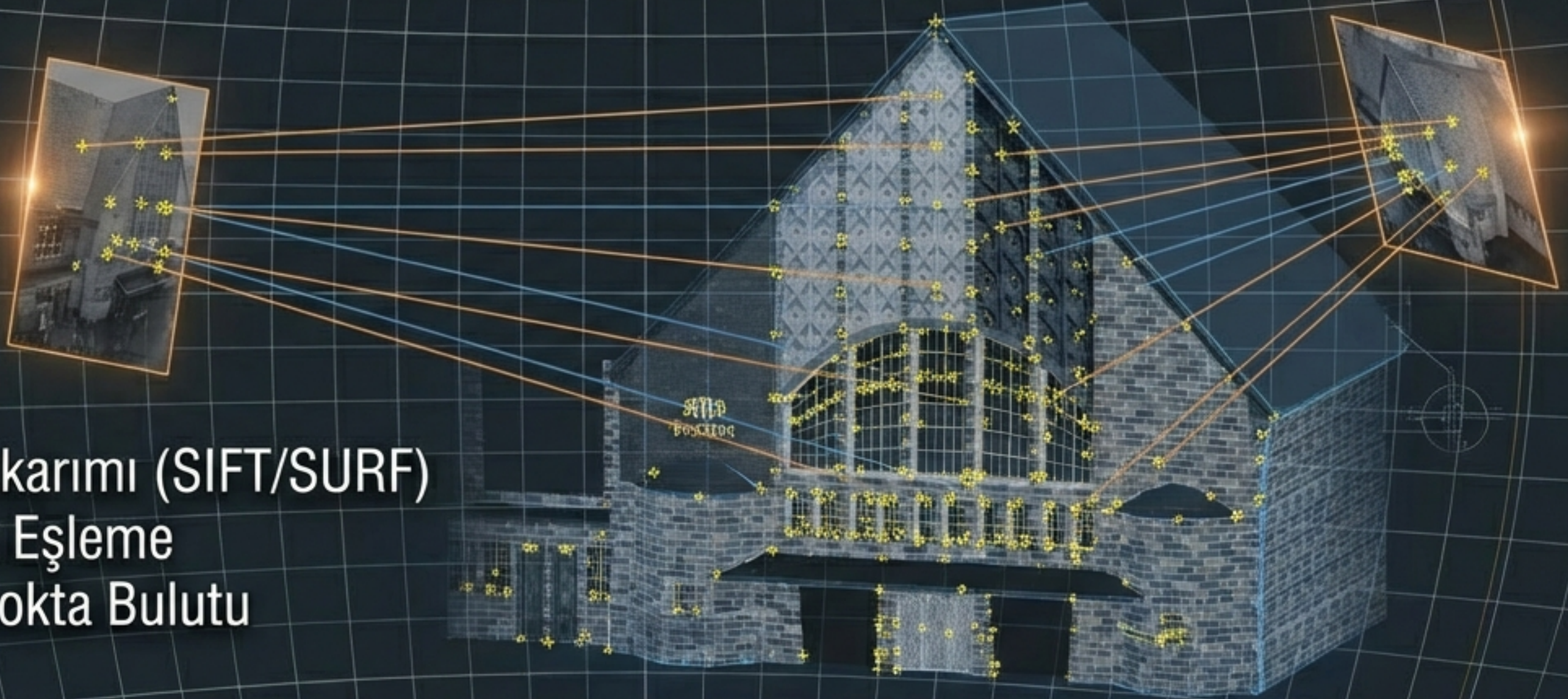
Zaman / Çekim Sırası



$t_3 \rightarrow c'', x''_0, y''_0$

Doğruluk Artışı: 2-4 Kat (Zoom lensler için kritik)

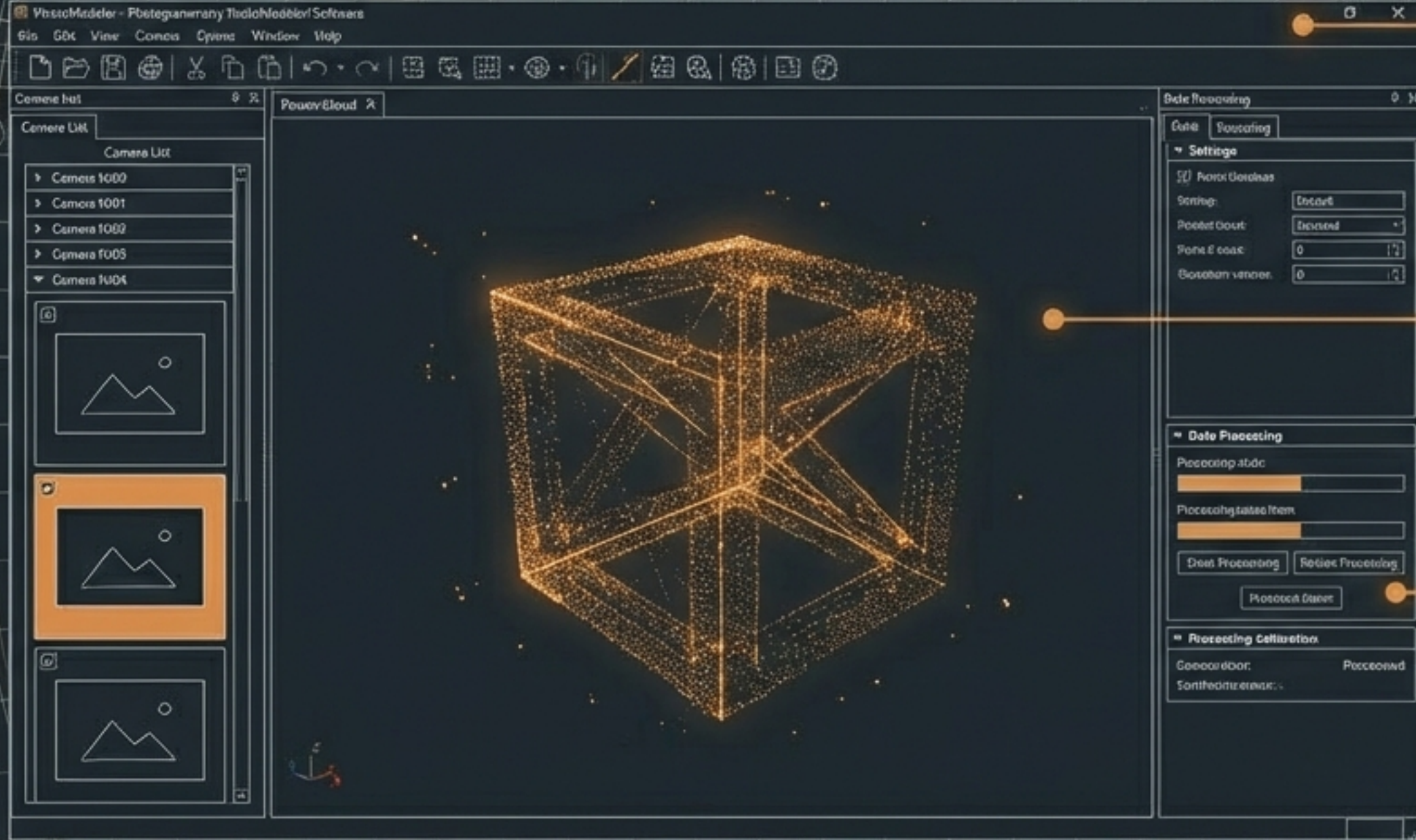
OTOMASYON: STRUCTURE FROM MOTION (SfM)



- Özellik Çıkarımı (SIFT/SURF)
- Otomatik Eşleme
- Seyrek Nokta Bulutu

Amatör kameralar için 'Kara Kutu' yaklaşımı.

UYGULAMA YAZILIMLARI



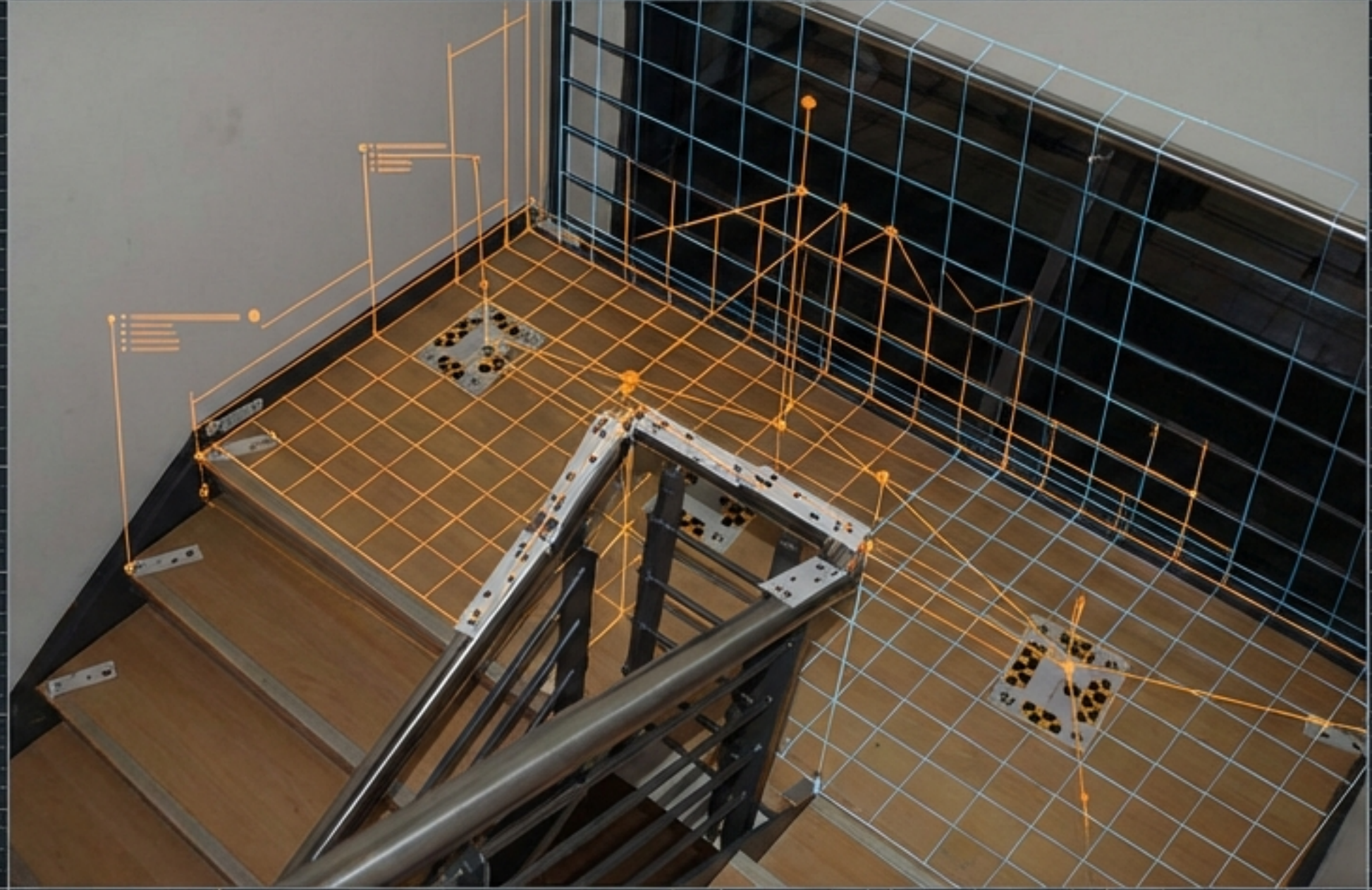
PhotoModeler
(Endüstri Standardı)

iWitness
(Adli Tip/Kaza Analizi)

Otomatik
Distorsiyon
Modelleme

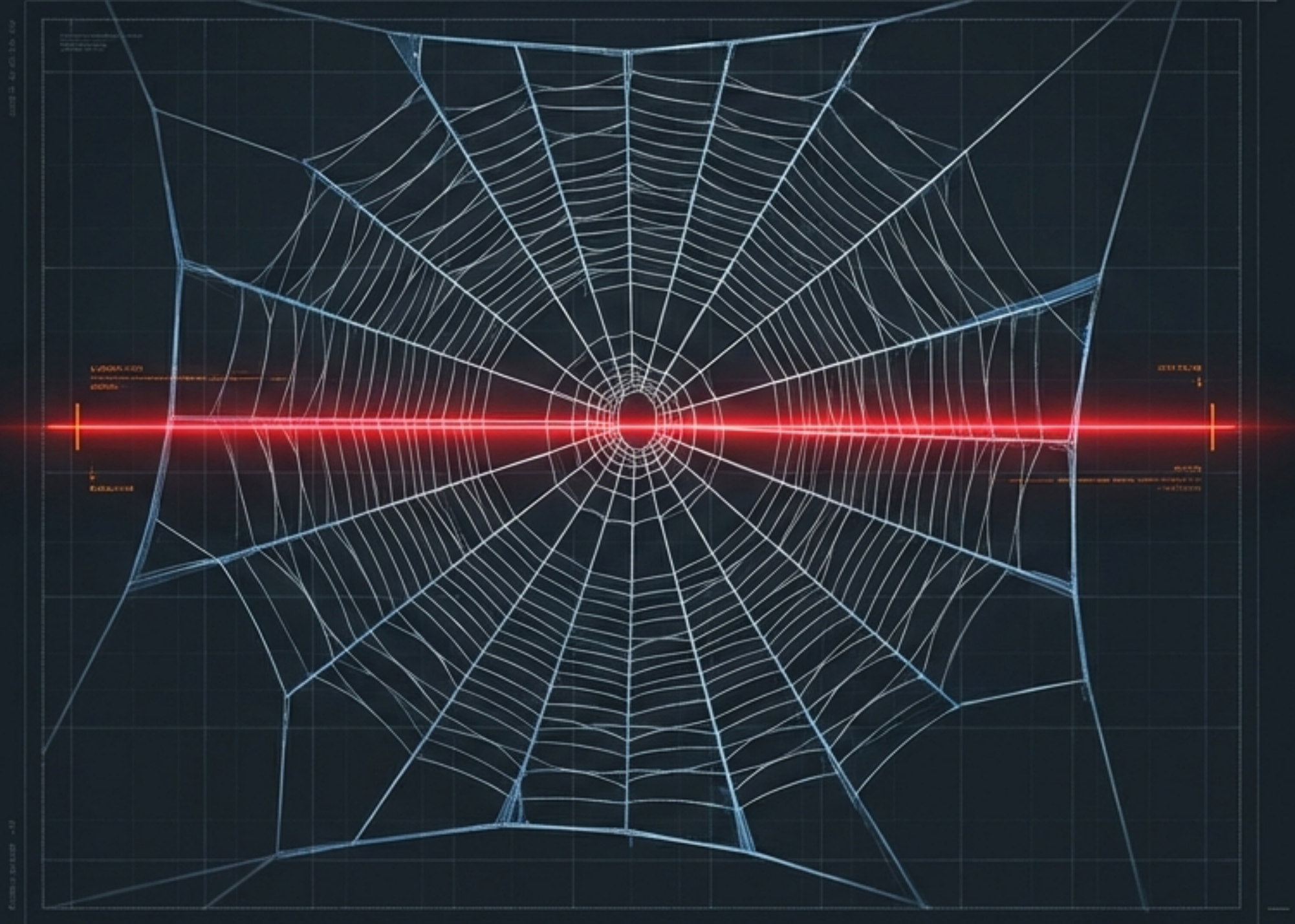
SAHA UYGULAMASI: TRAFİK KAZASI KAYDI

- Hızlı saha çalışması
(Time-critical)
- Kodlu hedefler
(Coded targets)
- Rastgele çekim geometri
- Mahkeme geçerliliği olan 3B kroki



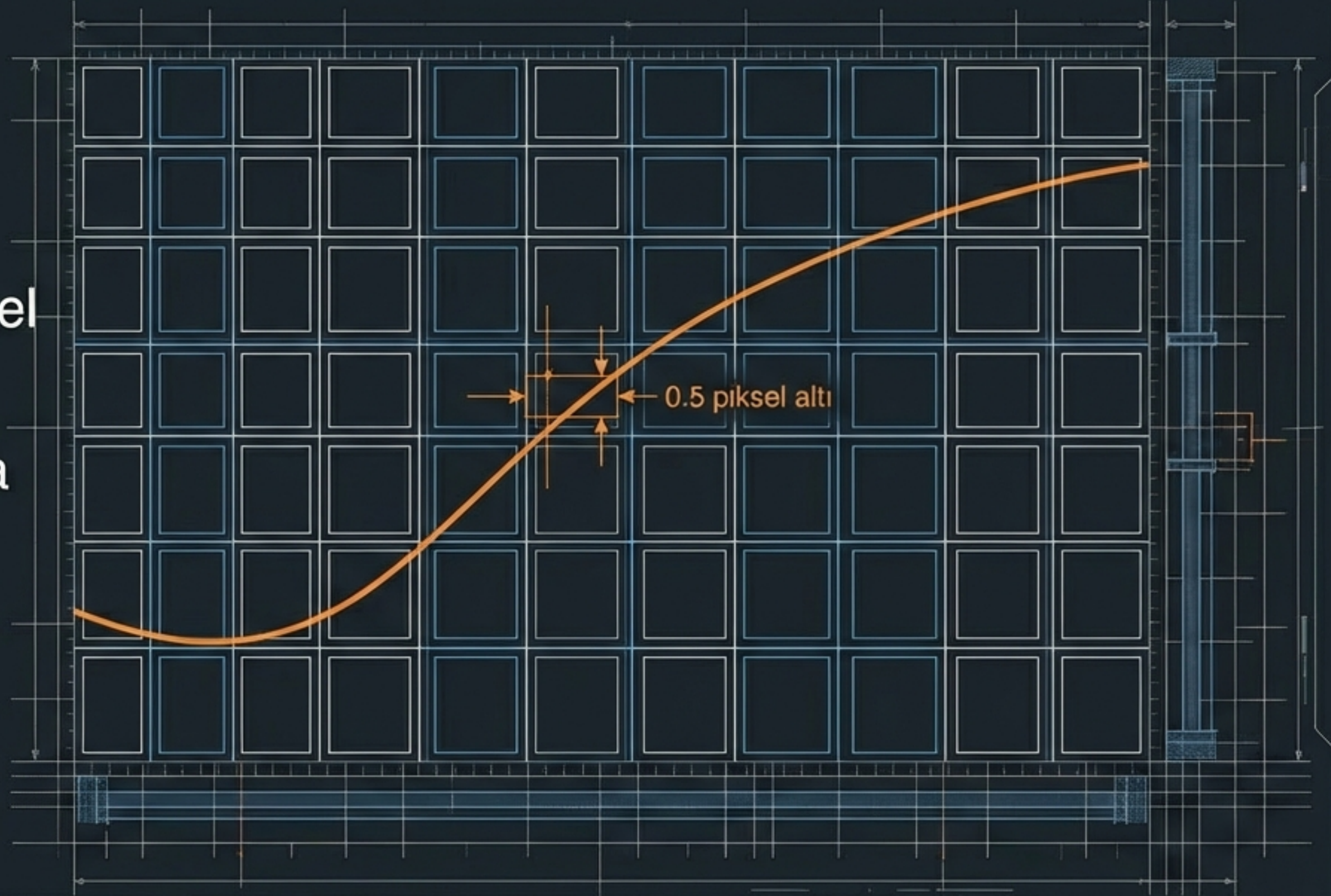
KARMAŞIK GEOMETRİ: ÖRÜMCEK AĞI

- 50 mikron kalınlık
- Tilt-Shift lens kullanımı
- Lazer kesit aydınlatması



DOĞRULUK SINIRLARI

- Potansiyel: < 0.5 Piksel
- Risk: Gürültü (Noise)
- Risk: JPEG Sıkıştırma Artefaktları



SONUÇ: MATEMATİK İLE DİZE GETİRMEK

- 1. DONANIM:**
 - Mekanik olarak istikrarsız.
- 2. YAZILIM:**
 - Otokalibrasyon ile düzeltilir.
- 3. SONUÇ:**
 - Ucuz sensör → Hassas Ölçüm.

