

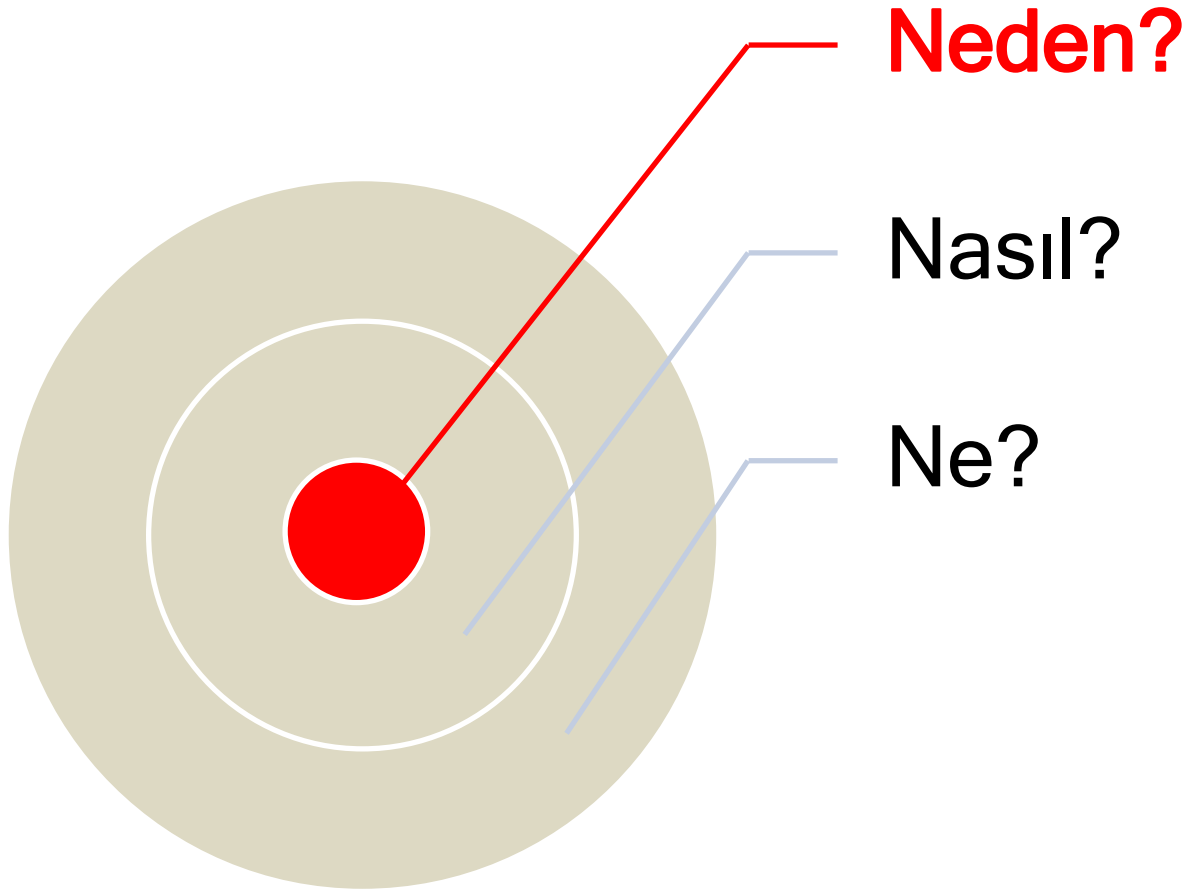


ULUSAL MEDİKAL
FİZİK KONGRESİ

Kalite Kontrol Cihazı Ar-Ge Çalışması

Fizikçi Deniz ÇELİK (PhD)
İstanbul Bilim Üniversitesi

İÇERİK



İHTİYAÇ

Rutin olarak yapılması gereken kalite kontrol testlerini **tek bir cihaz** yapsa

Yaptığımız testlerin sonucu kullanıcıya bağımlı olmasa; testi **kim yaparsa yapsın aynı sonucu** bulsa

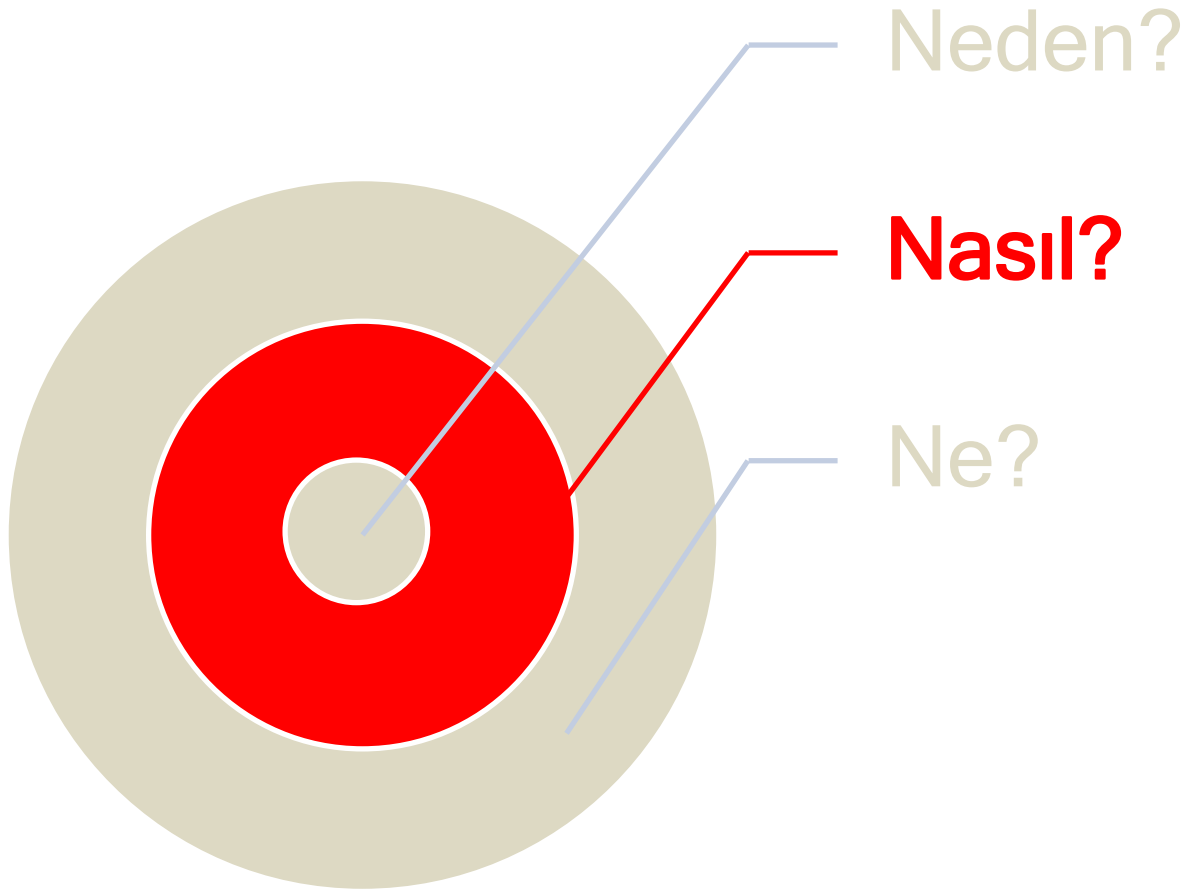
Testlerin ölçüm hassasiyetini ayarlayabilsek; birinci testi 1mm, ikinci testi **0.001mm** hassasiyetle ölçebilse

İHTİYAÇ

**Geometrik ve dozimetrik ölçümleri aynı
anda yapabilse**

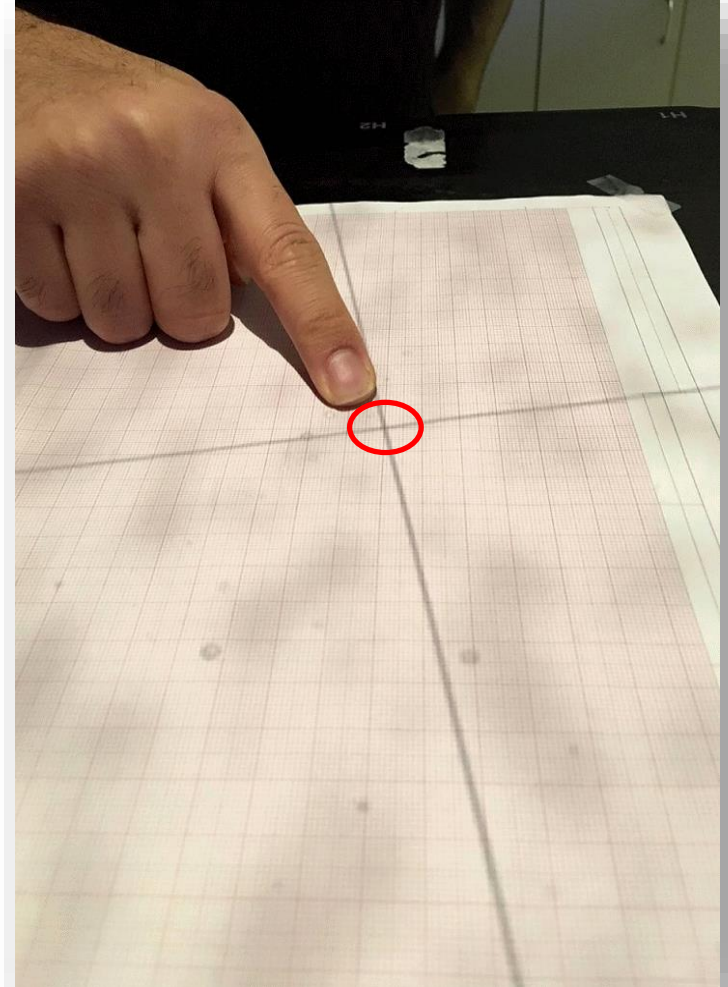
***Alınan ölçümler sayesinde Linak cihazının
hangi parçasının ne zaman, ne kadar
sapacağını veya olası arızayı önceden
tahmin edebilsek***

İÇERİK



NASIL?

1. Kullanıcıdan bağımsız
2. Hassas
3. Doğru
4. Tekrarlanabilir
5. Kaydedilebilir

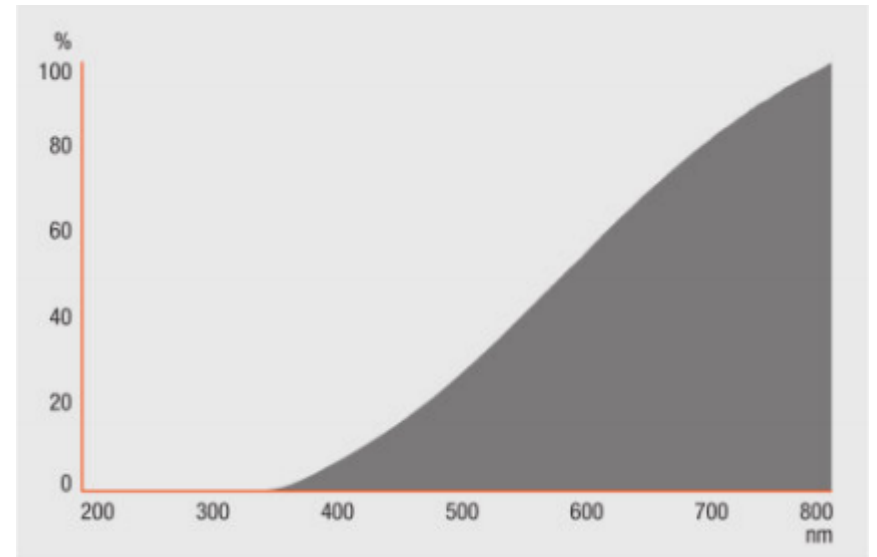


NASIL?

Linak cihazı alan
lambası:
Halojen lamba



Gelen ışık spektrum
halinde gelmekte
400-800nm



NASIL?

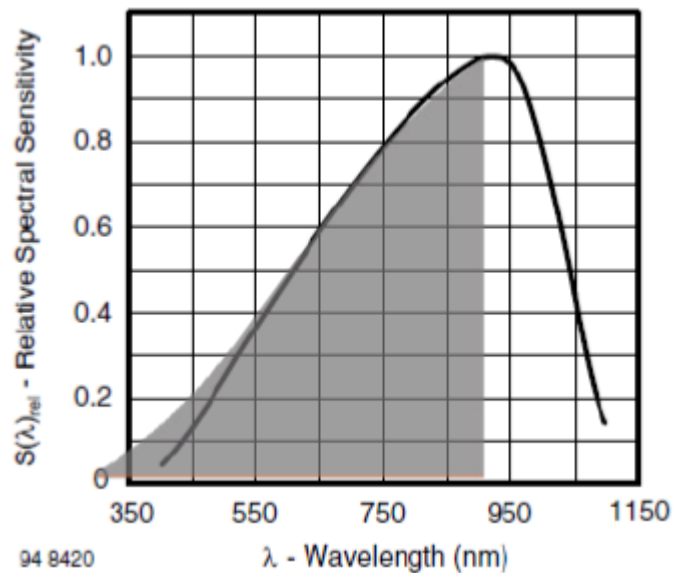
Birçok farklı
sensör
arasından
fotodiyot
kullanmaya
karar verdik.

**Vishay Marka
BPW34**

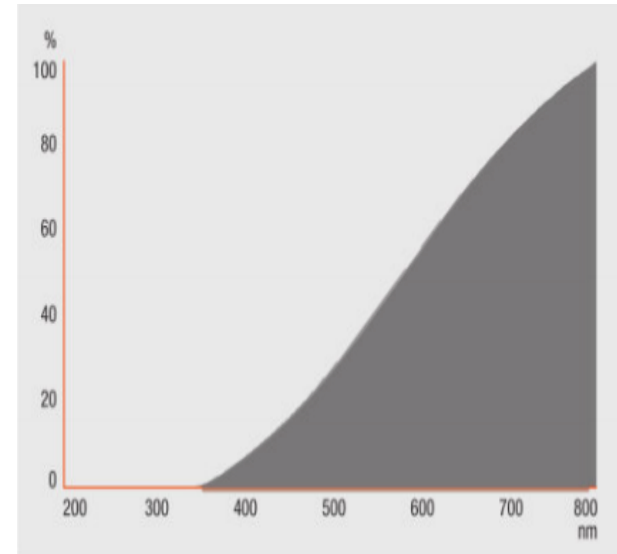


NASIL?

BPW34

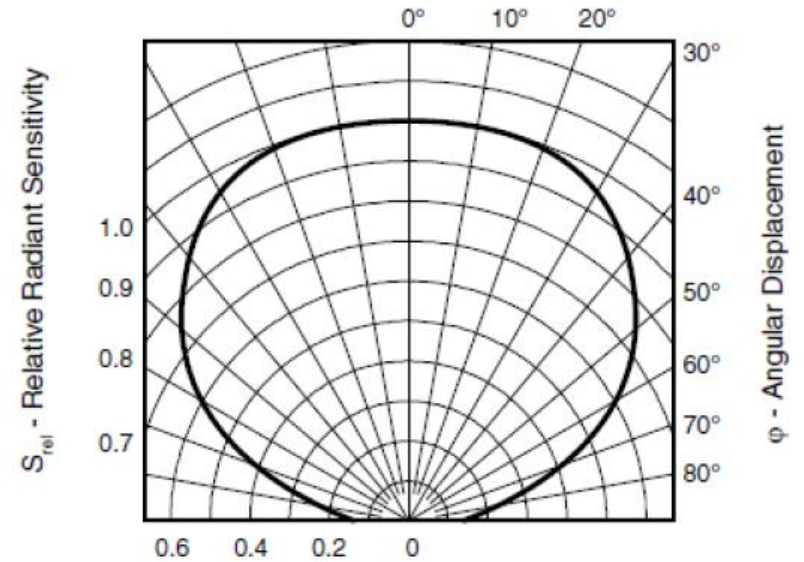


OSRAM



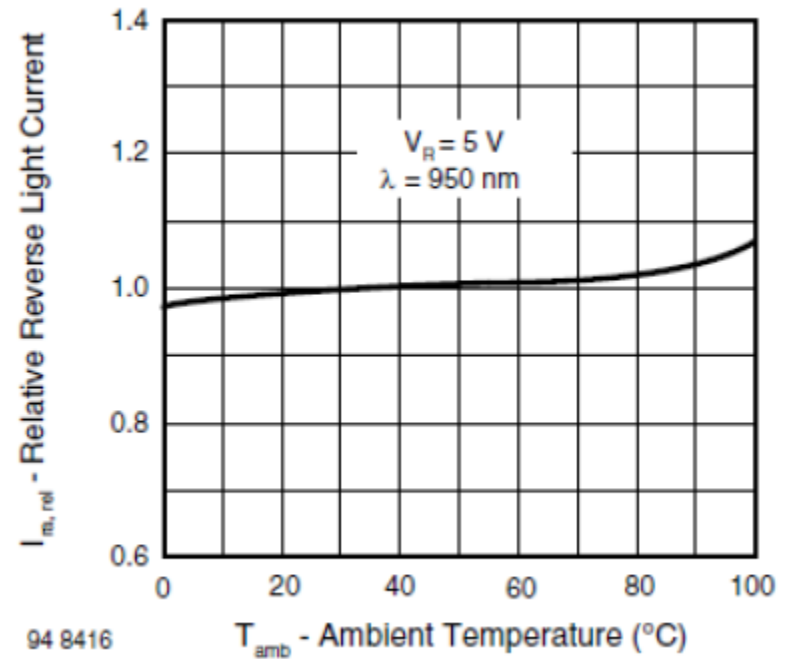
NASIL?

*Rölatif Radyal
Hassasiyeti ile açı
bağımlılığı*



NASIL?

Sıcaklık bağımlılığı



NASIL?

İlk Prototip - 15.12.2015



NASIL?

İkinci Prototip - 17.02.2016



NASIL?

İkinci Prototip Tamamlanınca

Elimizde “2DArray” tipi 2 boyutlu bir ölçüm cihazı oluştu.

Ancak amacımız tedavi masasından bağımsız hale gelmekti.
(gantri 180° ölçüm)



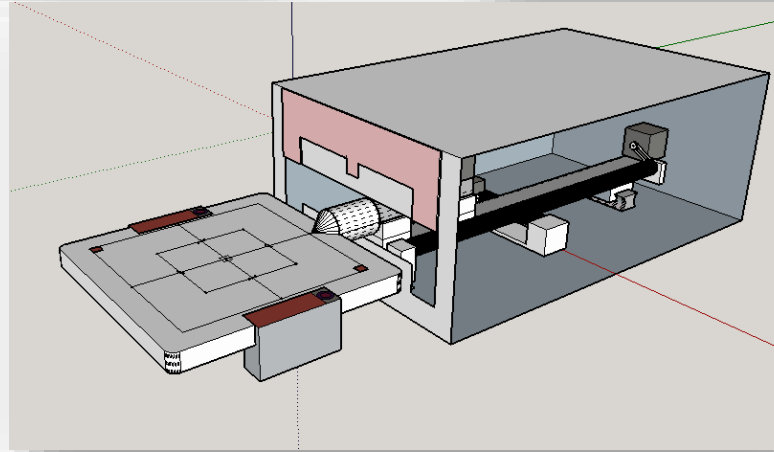
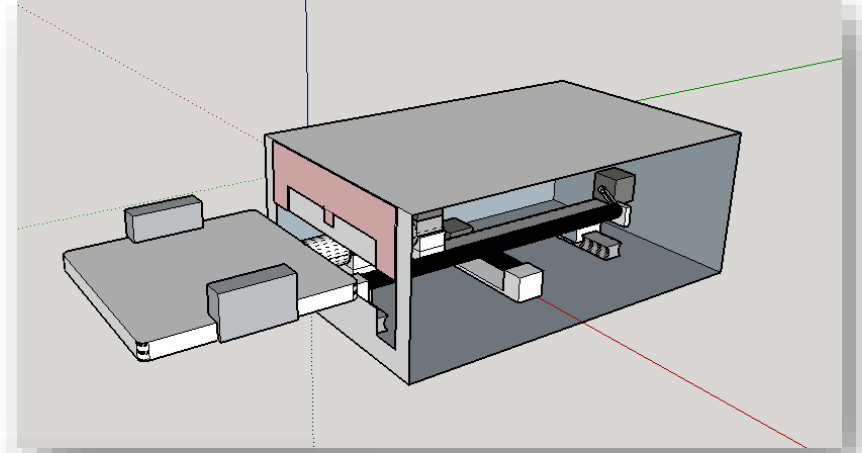
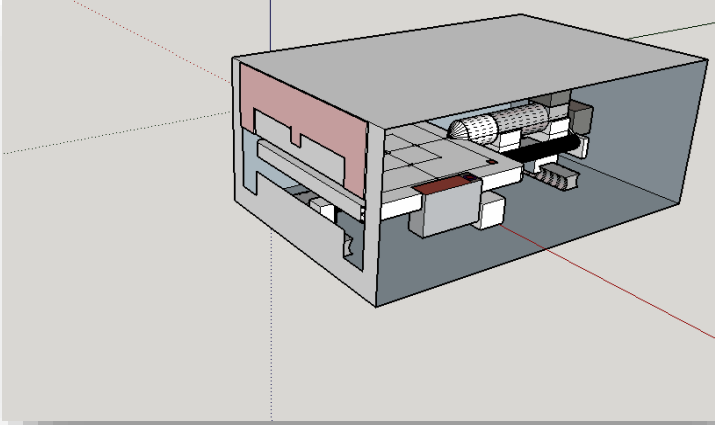
NASIL?

İkinci Prototip Tamamlanınca

Bu aşamadan sonra tasarım, yazılım ve donanım alanlarında dışarıdan destek aldık.

NASIL?

Üçüncü Prototip Çalışmaları

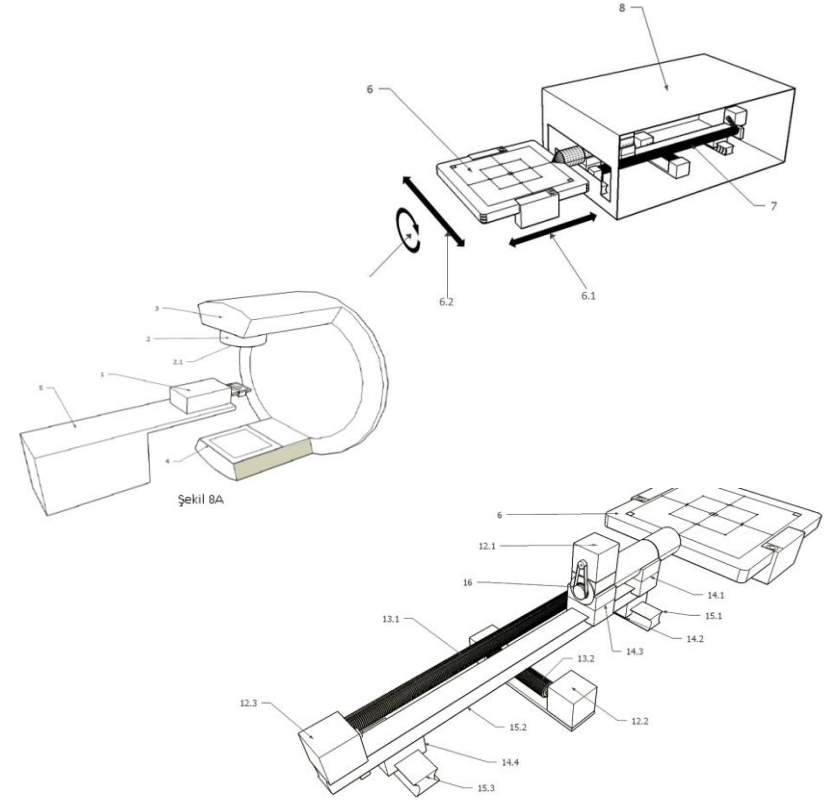


NASIL?

Üçüncü Prototip Çalışmaları

Bu çalışmalarla eş
zamanlı olarak
patent süreci
yürütüldü.

*2016 yılında Ulusal
2017 yılında Uluslararası
Patenti aldık*

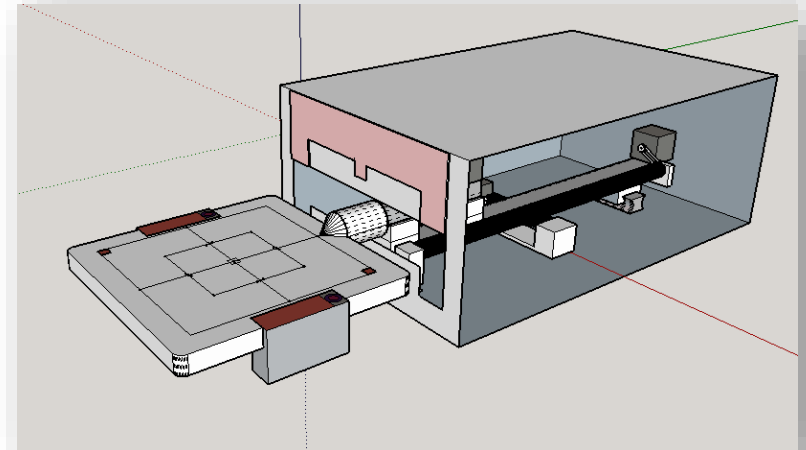
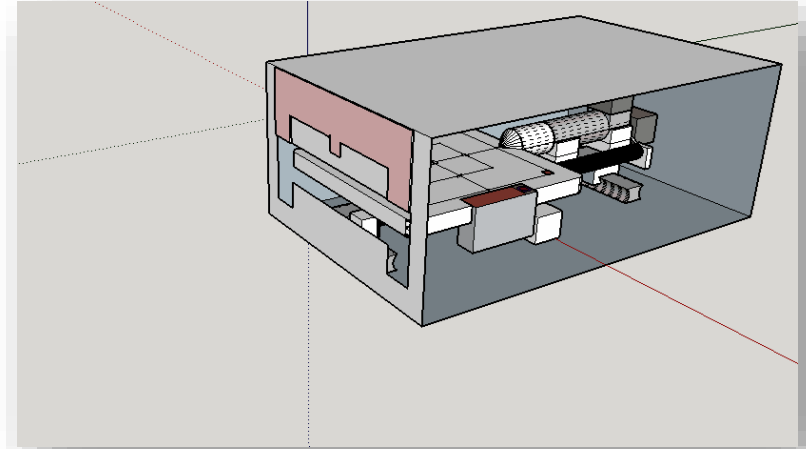


NASIL?

Üçüncü Prototip Çalışmaları

Bu prototiple birlikte
artık 3 eksenle
hareket kabiliyetine
sahip olduk.

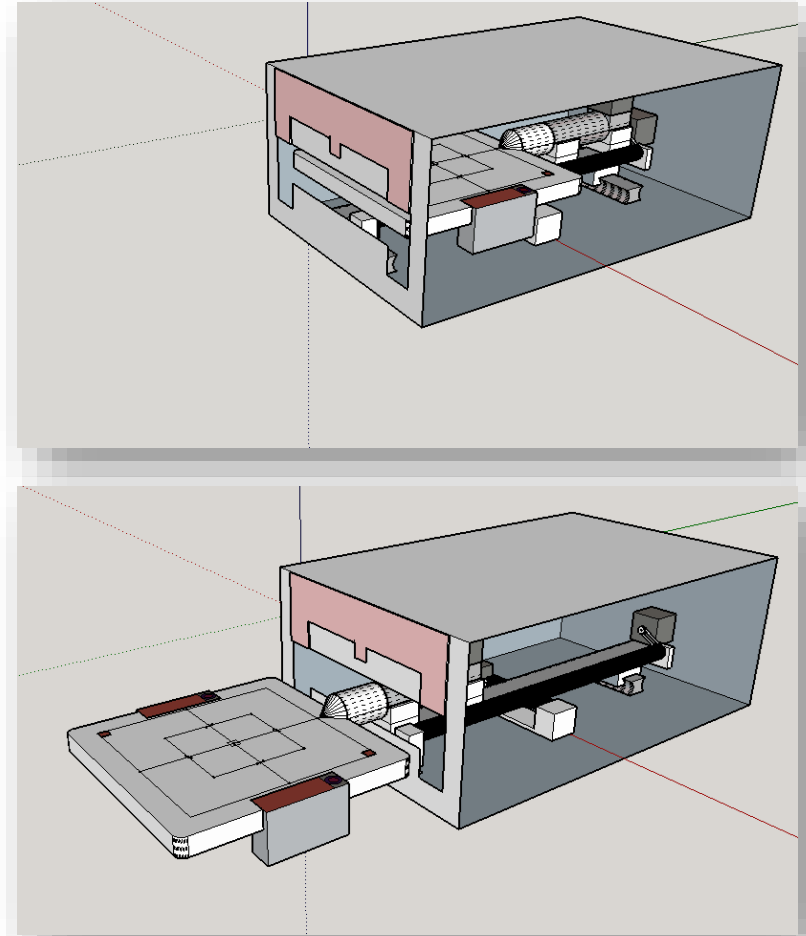
*Bu sayede ölçüm
öncesi otomatik
olarak eşmerkez
bulabilir hale geldik.*



NASIL?

Üçüncü Prototip Çalışmaları

Dünya'da şu anda hiçbir kalite kontrol cihazı ölçüm öncesi otomatik eşmerkez bulma işlemini yapamamaktadır.



NASIL?

Üçüncü Prototip Tamamlanınca

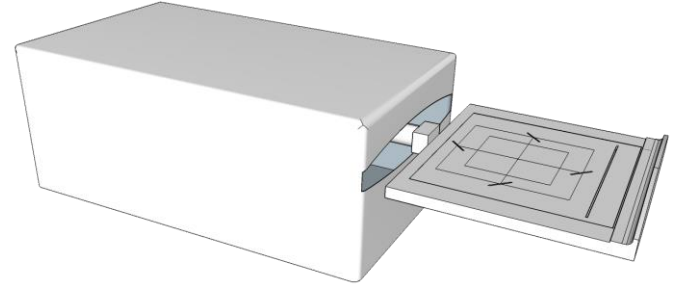
Bu aşamadan sonra amacımız:

- Cihazı 4 ekseninde hareket ettirebilmek
- Eğim sensörü sayesinde kendisini otomatik olarak hizalayabilmesi
- Geometrik ölçümlerin yanında radyasyon ölçümlerini de alabilmesi

NASIL?

Dördüncü Prototip Çalışmaları

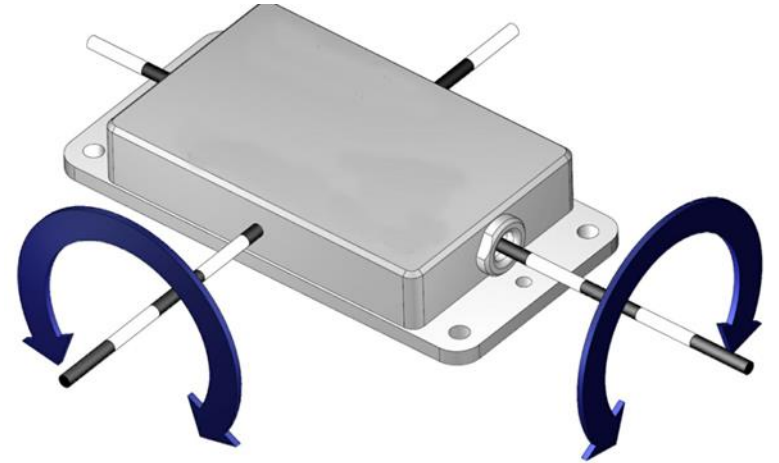
Bu prototiple birlikte
artık 4 eksenle
hareket kabiliyetine
sahip olduk.



NASIL?

Eğimölçer

Dördüncü prototipte
 0.001° çözünürlüğe
sahip eğim ölçer
kullanıldı.



Rutin olarak kullanılan
eğim ölçerlerin
çözünürlüğü 0.1° .

NASIL?

Eğimölçer

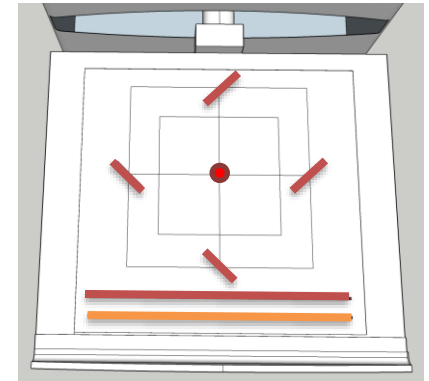
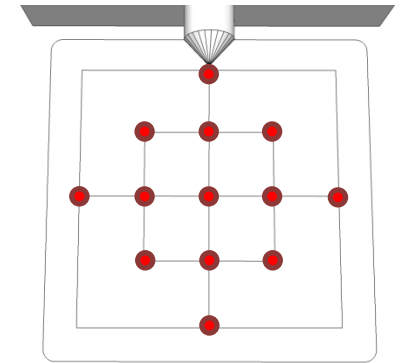
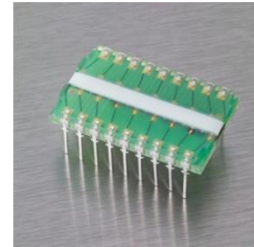
- Yüksek hassasiyet
 - Yüksek doğruluk
 - Yüksek çözünürlük
- Sıcaklığa bağlı sapmalar yazılım sayesinde düzeltiliyor

NASIL?

Geometrik ve Dozimetrik Sensörler

Daha hızlı ve hassas
ölçüm için;

- **TEKLİ** fotodiyot yerine
- **SIRALI** fotodiyot

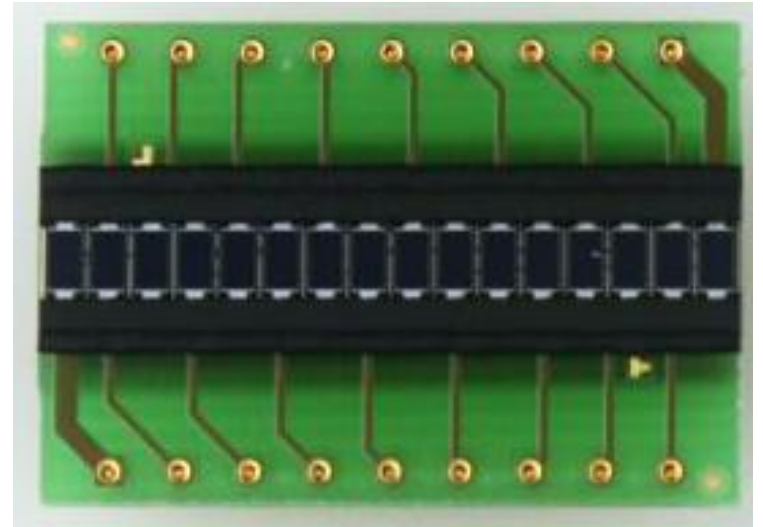


NASIL?

Lineer Fotodiyot Dizisi

- 16 adet fotodiyot dizisi
- 1.6mm çözünürlük
 - Toplam 2.5cm
- Düşük karanlık akımı
- Yüksek sinyal/gürültü

.VS

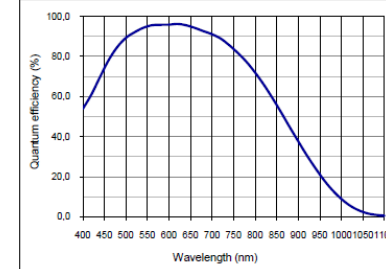


NASIL?

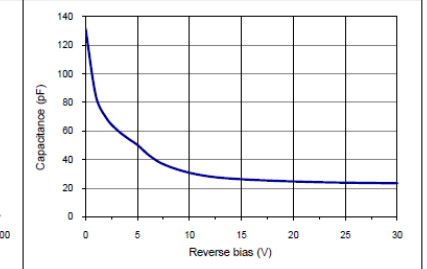
Lineer Fotodiyot Dizisi - Teknik Özellikler

VTA1616H-W-XX-YY-0					
Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.
Short circuit current	I_{sc}	25 ° C / 1000 lx 2850 K	15	16	19
Open circuit voltage	V_{oc}	25 ° C / 1000 lx 2850 K	380		
Forward voltage	V_f	25 ° C / 10 mA	0.4		1.2
Dark current	I_D	25 ° C / 0 lx ± 10 mV applied		3	15
Junction capacitance	C_j	25 ° C / 0 lx 0 V applied		270	350
Breakdown voltage	V_{BR}	25 ° C / 0 lx	20		
Responsivity @ 550 nm	λ_{550}	25 ° C ± 10 mV applied	0.28	0.34	
Responsivity @ 950 nm	λ_{950}	25 ° C ± 10 mV applied	0.45	0.55	
Peak spectral sensitivity	λ_{max}			950	
Spectral response	λ_{range}		400		1100
Effective sensitive area (per element)	A		2.68		
Chip size	$l * w$		3.15 x 1.56		
Element pitch			1.58		
Number of elements			16		

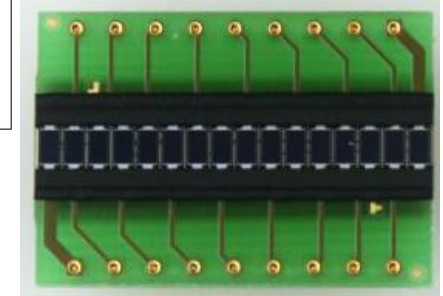
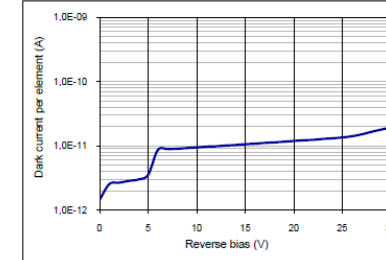
Quantum efficiency (23 °C)



Capacitance as fct of reverse bias (23 °C)



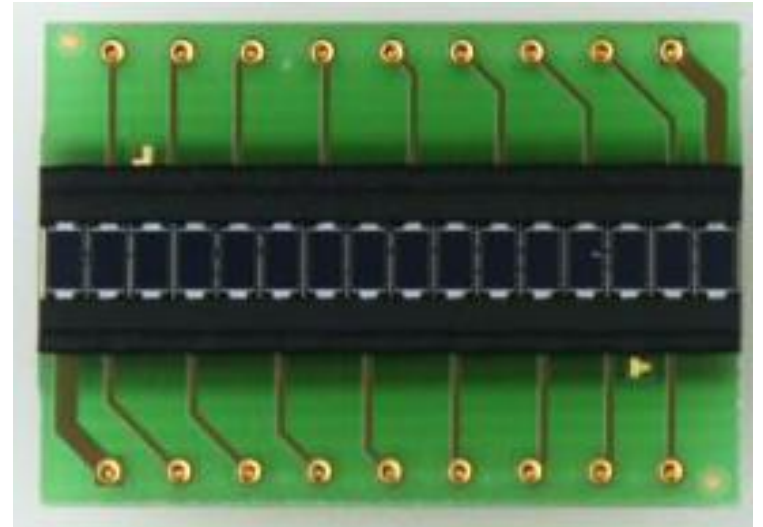
Dark current as fct of reverse bias (23 °C)



NASIL?

Lineer Fotodiyot Dizisi - Ölçüm

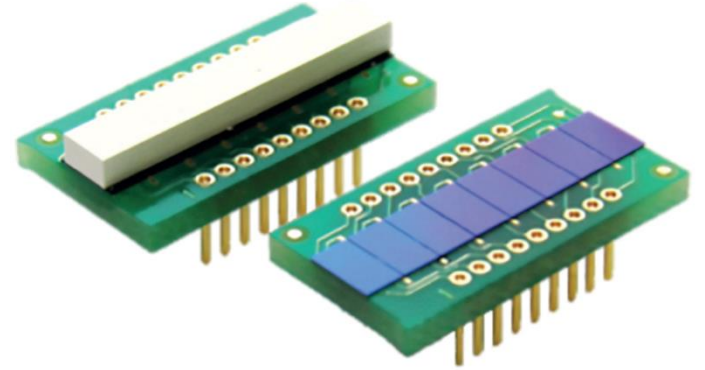
- Geometrik ölçümlerin tamamını yüksek hassasiyetle yapabilir hale geldik.



NASIL?

Lineer Sintillatör Fotodiyot Dizisi

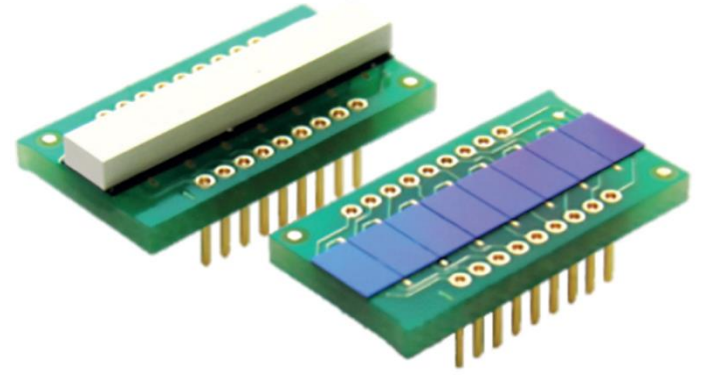
*Fotodiyot dizisinin
üzerinde sintillatör
malzemesi bulunan
hali*



NASIL?

Lineer Sintillatör Fotodiyot Dizisi - Çalışma Prensibi

*Sintilatörün yaptığı iş
şu;
gelen radyasyonu
fotodiyotun algıladığı
spektrum aralığına
çevirmek.*



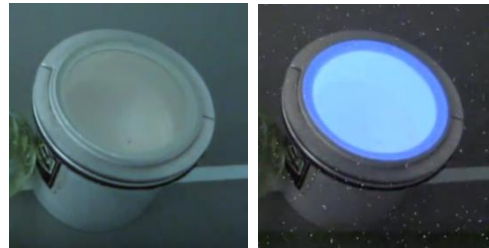
NASIL?

Lineer Sintillatör Fotodiyot Dizisi - Çalışma Prensibi

Neden CsI (TI) sintillatör kullandık?

1) MeV başına üretilen foton miktarı

DETECTOR	Nal:TI	CsI:Na	CsI:TI
TYPE	scintillator	scintillator	scintillator
Light Yield (photons/MeV)	38,000	39,000	65,000

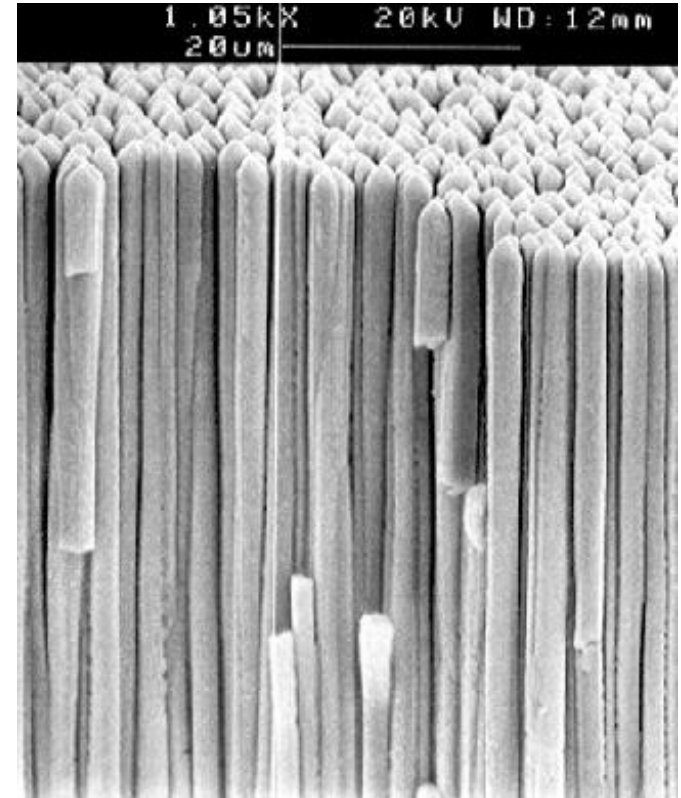


NASIL?

Lineer Sintillatör Fotodiyot Dizisi - Çalışma Prensibi

2) Kristal yapısı

Bu kristal yapı
yüksek ölçüm
çözünürlüğü
sağlamaktadır.

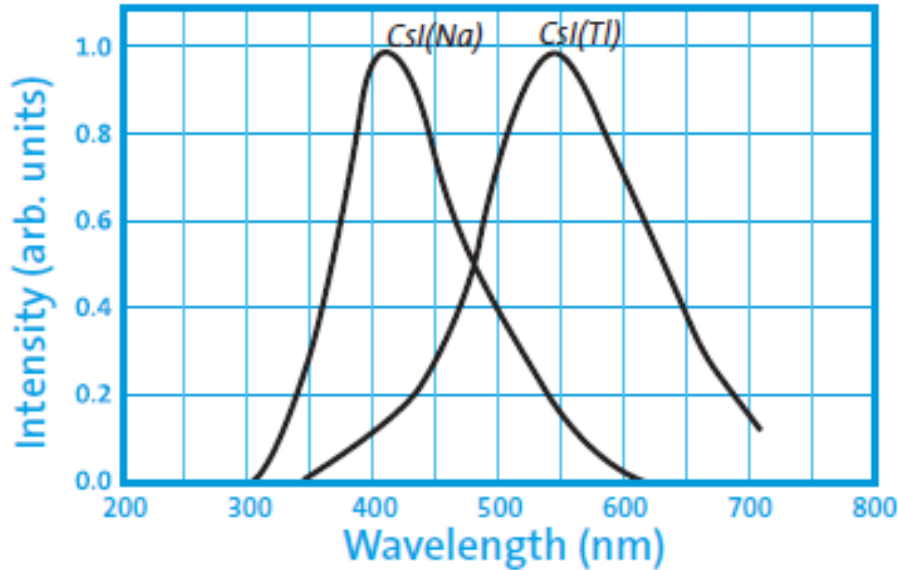


van Eijk C W E 2002 Inorganic scintillators in medical imaging *Phys. Med. Biol.* **47** R85–106

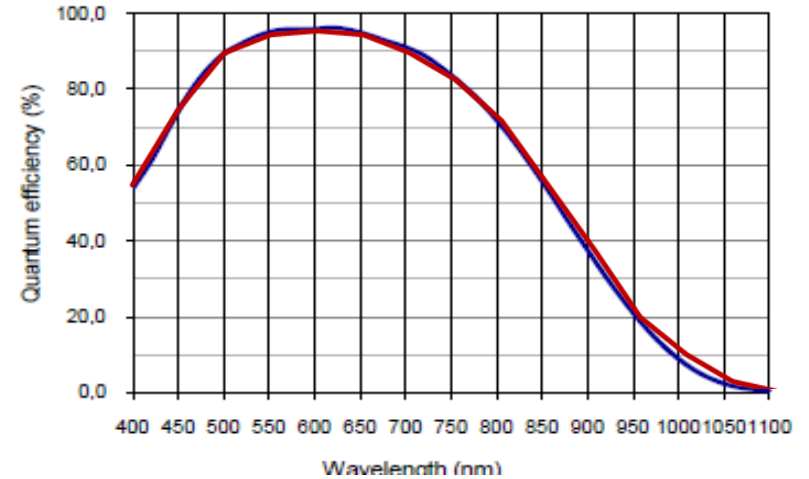
NASIL?

Lineer Sintillatör Fotodiyot Dizisi - Çalışma Prensibi

3) Oluşturulan foton spektrumu



Quantum efficiency (23 °C)

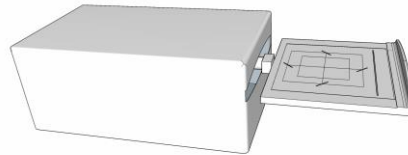


NASIL?

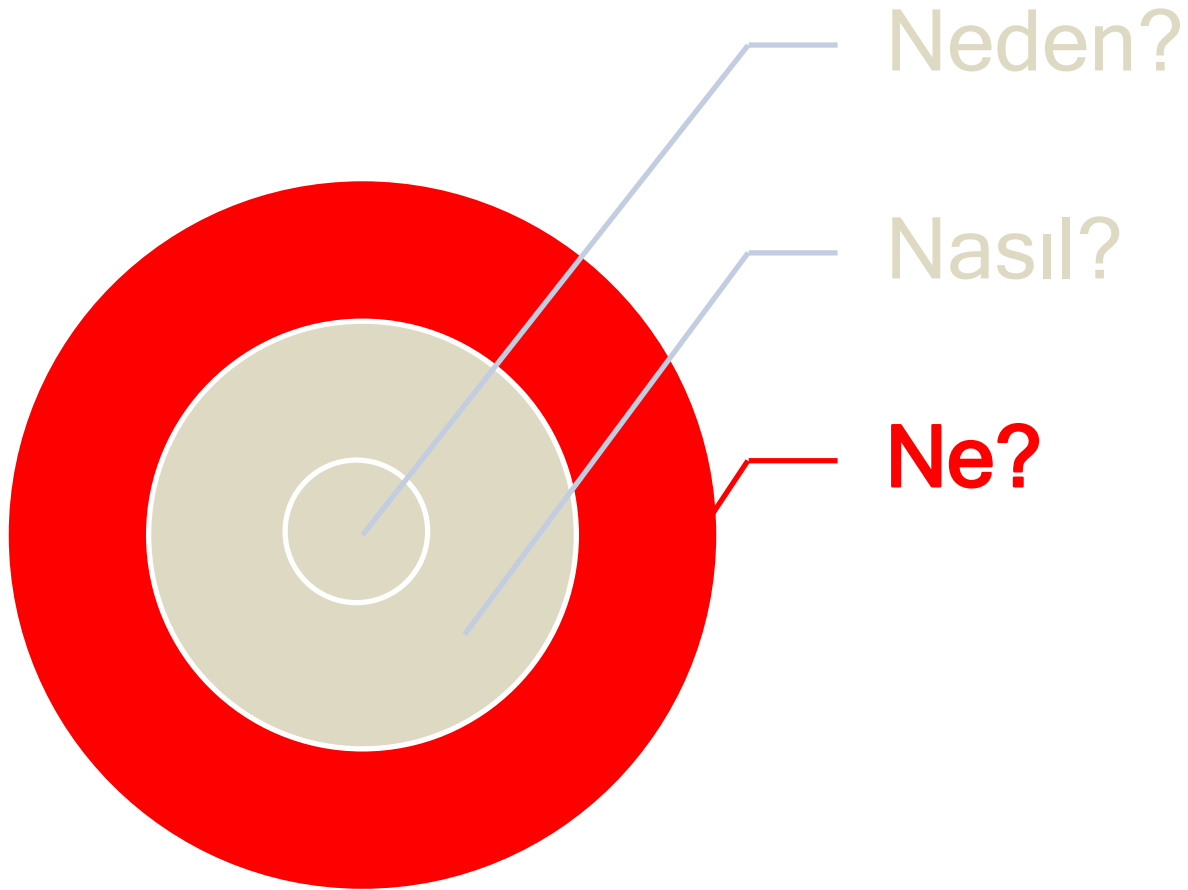
Dördüncü Prototip Tamamlanınca

Bu aşamayla birlikte:

- Cihaz artık 4 ekseninde hareket kabiliyetine sahip
- Geometrik ve dozimetrik ölçümler yapılabilir halde



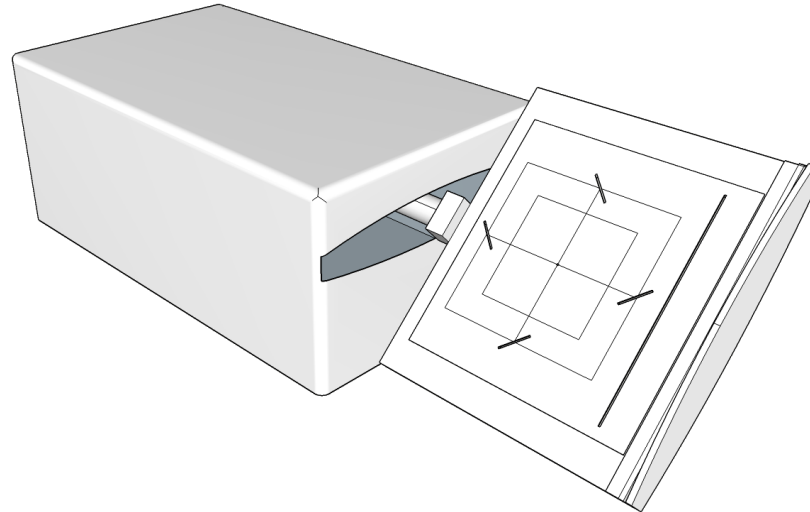
İÇERİK



NE?

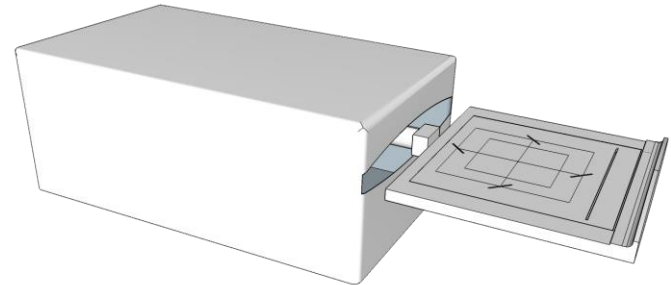
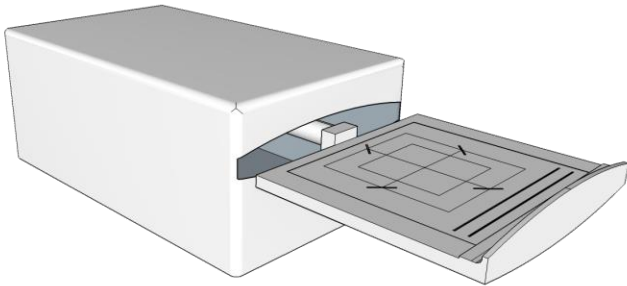
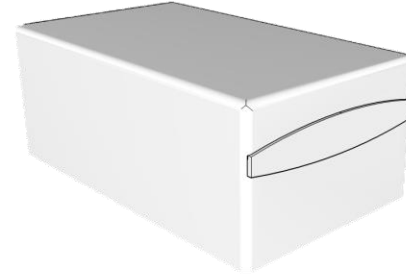
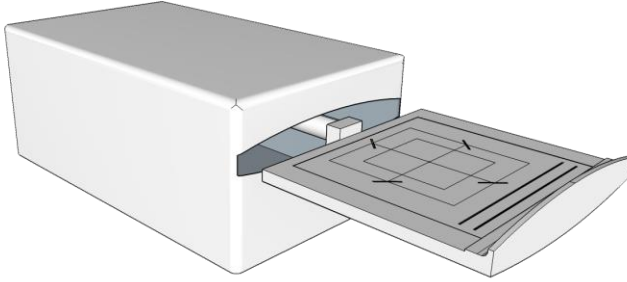
User Free Control - UFC

Kullanıcıdan bağımsız ölçüm
hedefi: UFC



NE?

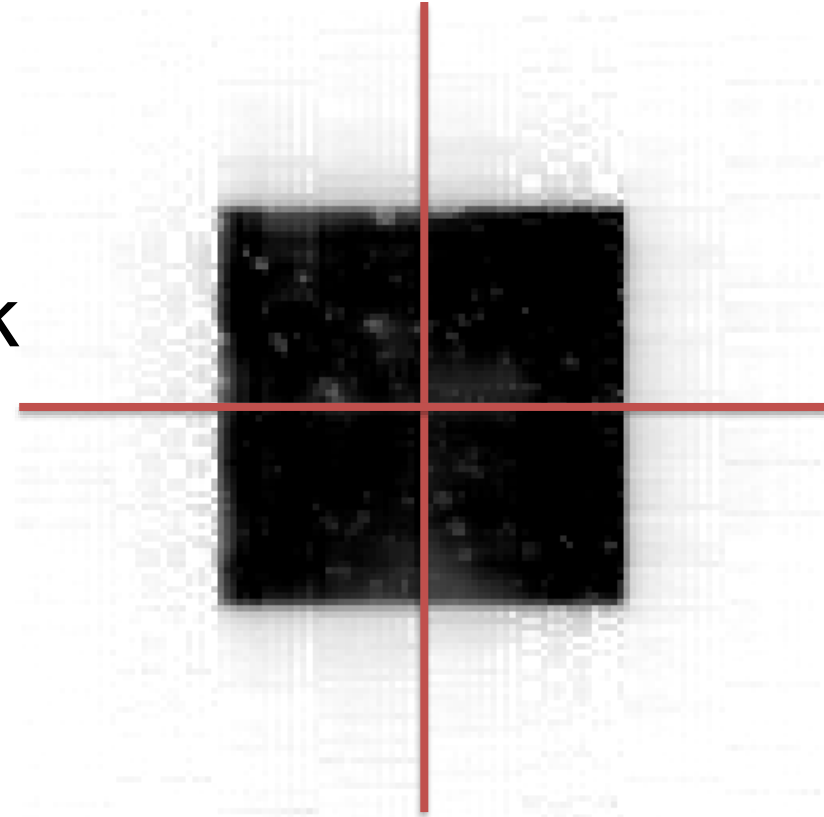
Set Up - Ölçüm Paneli Eşmerkez Bulma



NE?

Set Up - Ölçüm Paneli Eşmerkez Bulma

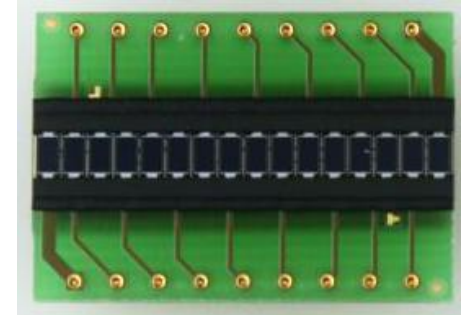
Açı düzeltmesinin
ardından panel otomatik
olarak ölçümü alacağı
pozisyona
gider



NE?

Set Up - Ölçüm Paneli Eşmerkez Bulma

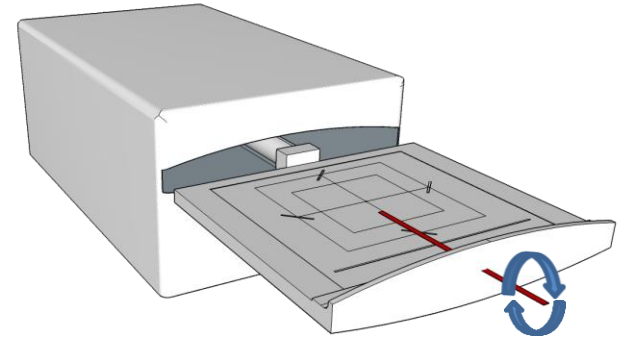
*Bu sayede kullanıcıdan
bağımsız bir şekilde
setup tamamlanmış
oldu.*



NE?

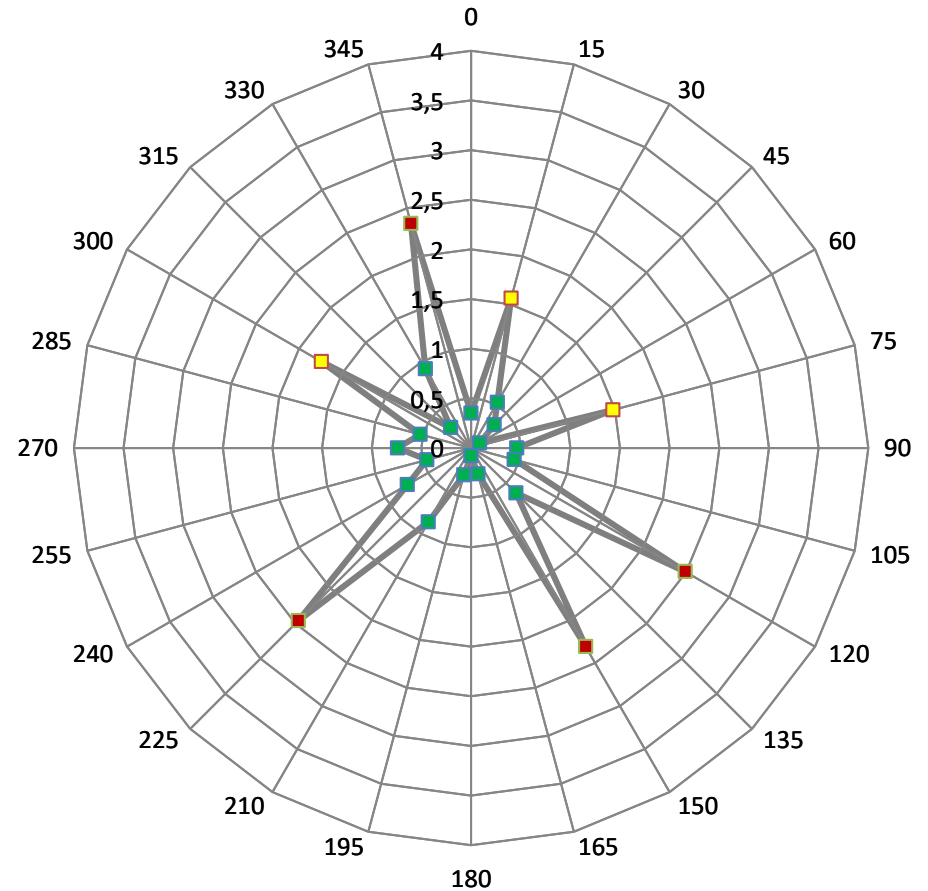
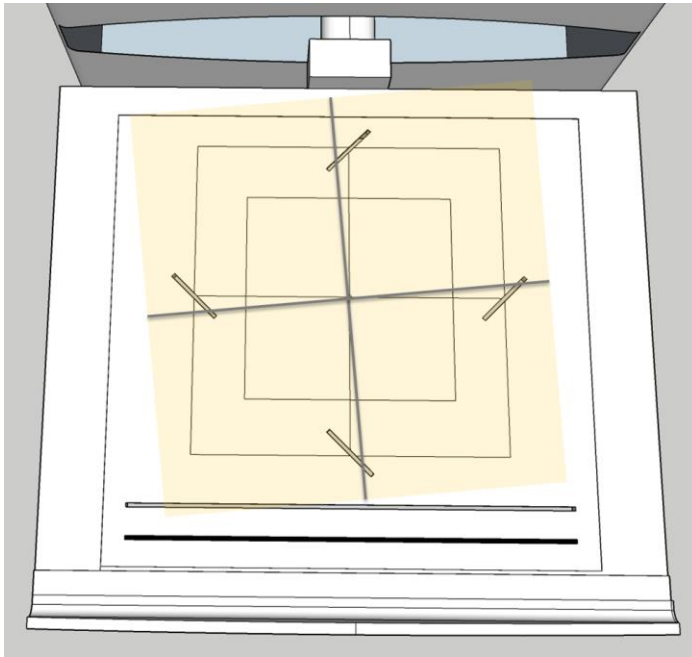
Set Up - Ölçüm Paneli Eşmerkez Bulma

- Panelin yüzeyi tam olarak eşmerkezde bulunmaktadır.
- Bu sayede, her açıda eşmerkezdeki durum tespit edilebilmektedir.



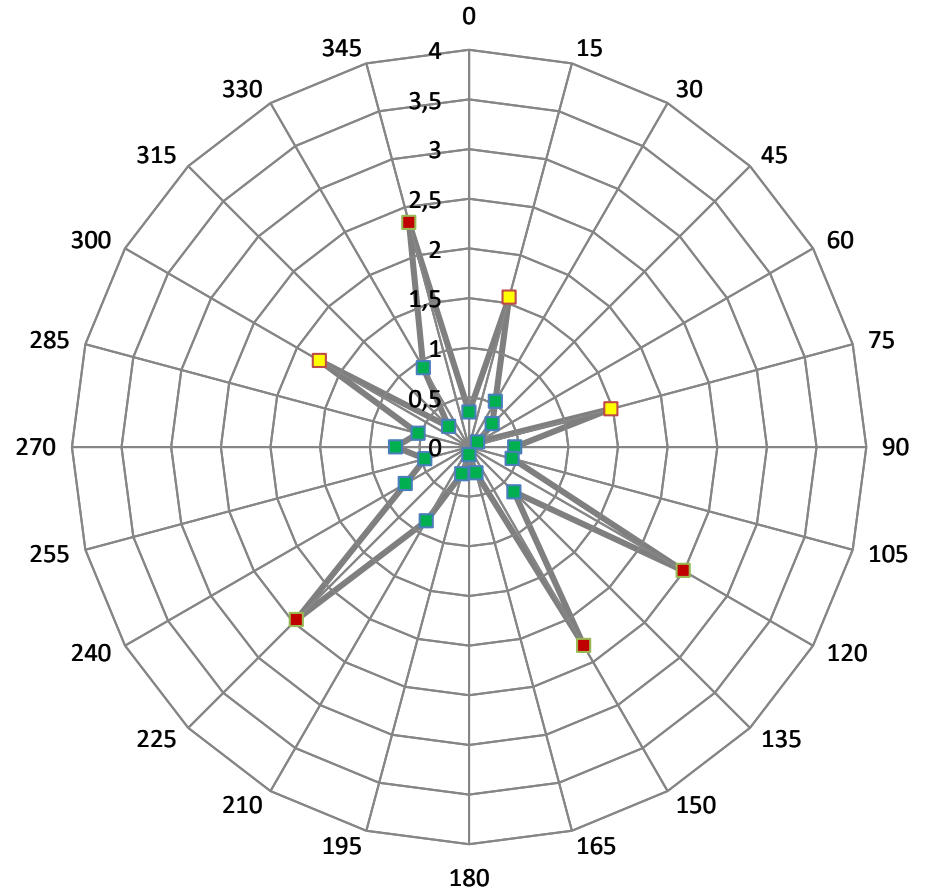
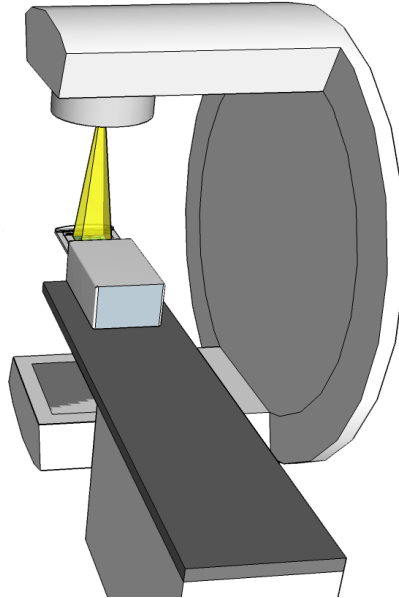
NE?

Testler - Kolimatör dönüşüne bağlı sapma



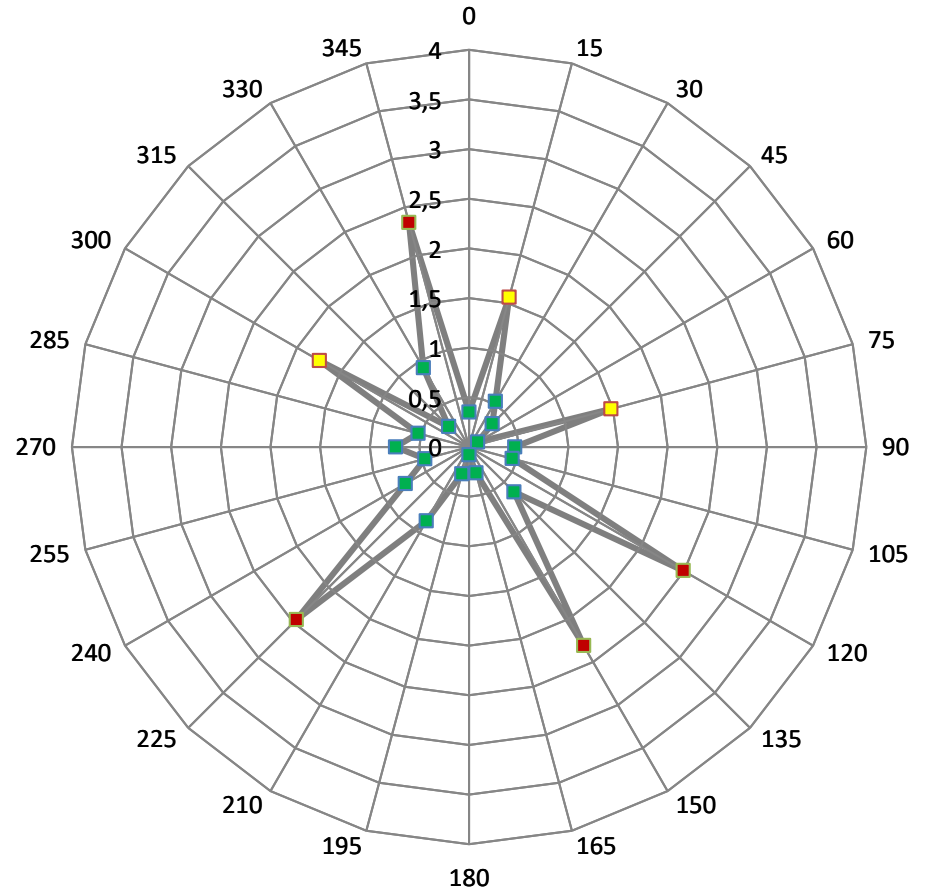
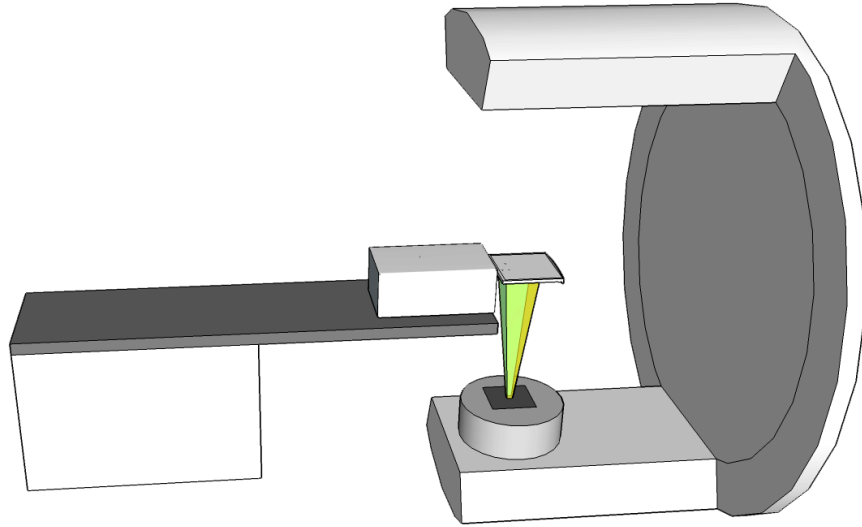
NE?

Testler - Tedavi masası dönüşüne bağlı sapma



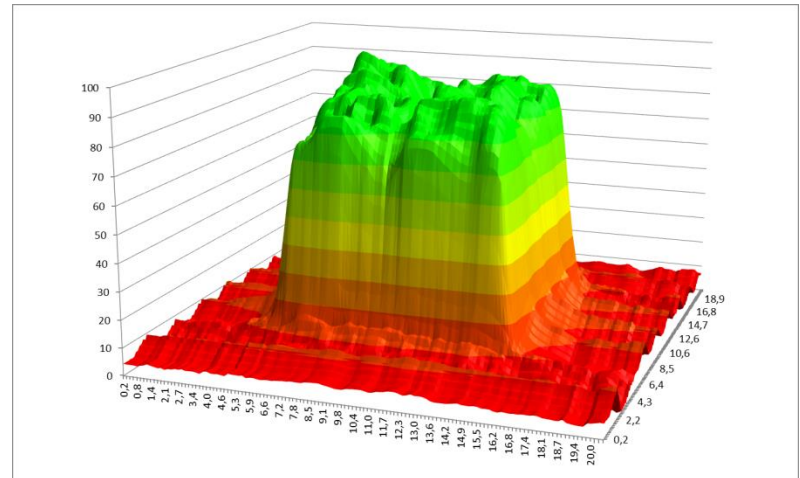
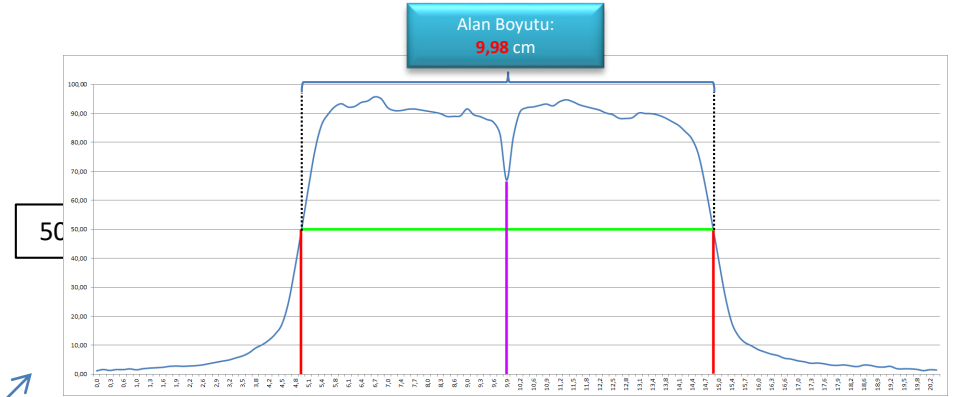
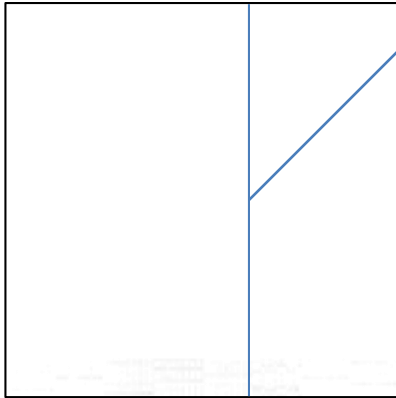
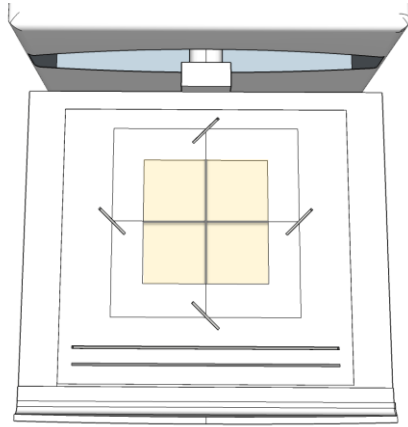
NE?

Testler - Gantri dönüşüne bağlı sapma



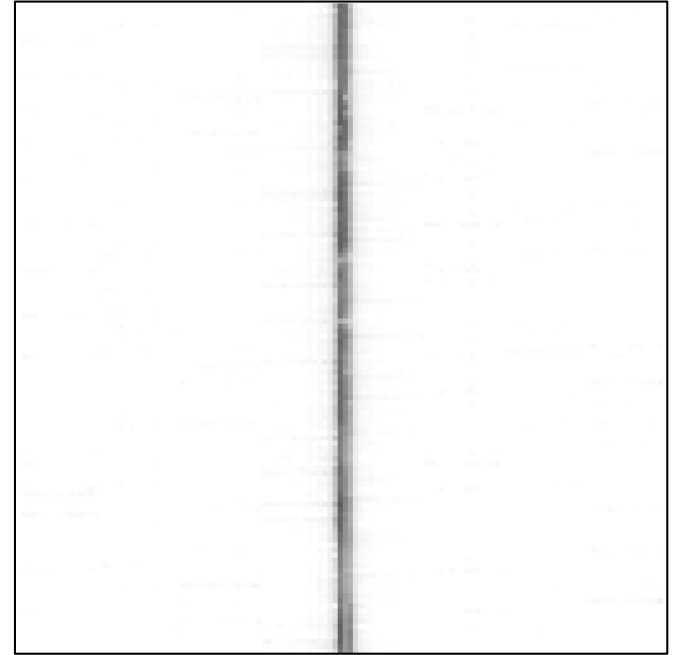
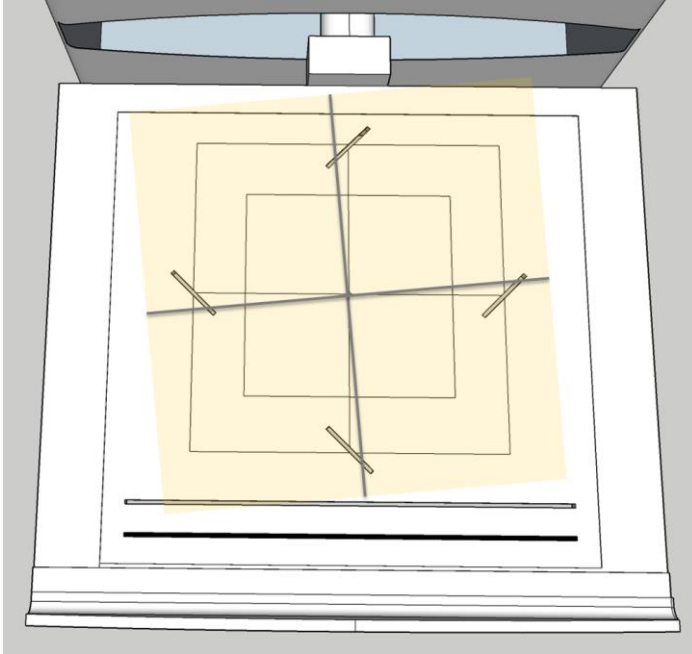
NE?

Işıklı alan / radyasyon alanı düzgünlük & simetri testleri



NE?

Işıklı / Radyasyon alanı ile SpokeShot Testi





ULUSAL MEDİKAL
FİZİK KONGRESİ

Teşekkürler

Fizikçi Deniz ÇELİK (PhD)
İstanbul Bilim Üniversitesi