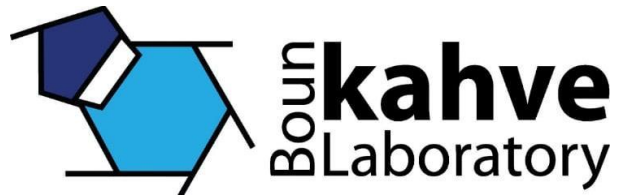


# KAHVELab Kalıcı Miknatıslı İyon Kaynağı ve DEDA Hattında Demet Ölçümleri

Arda İnanç (arda.inanc1@boun.edu.tr),

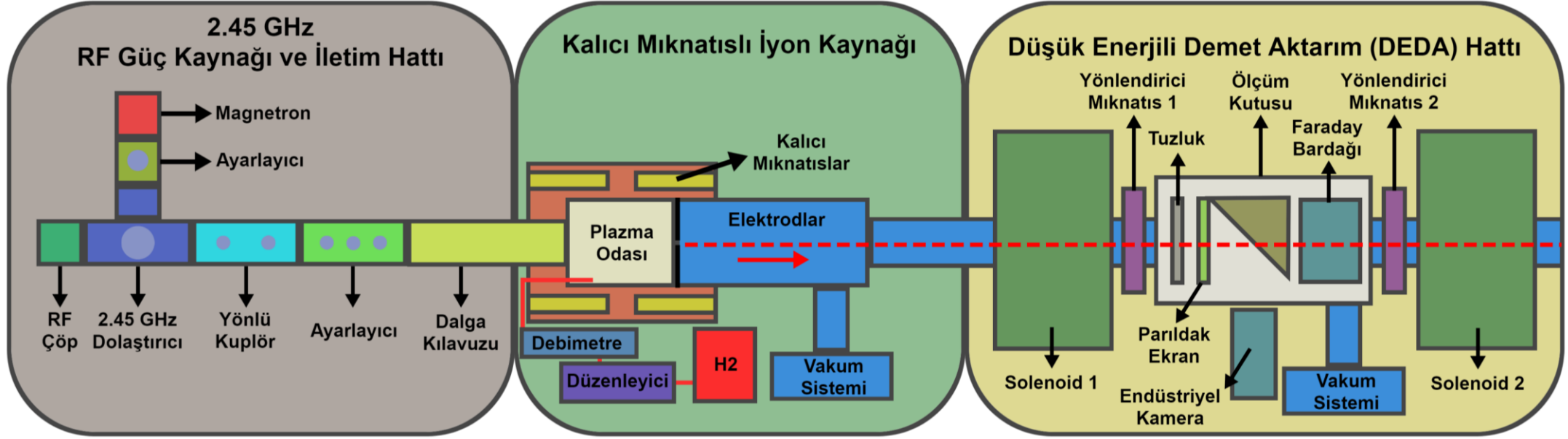
Duygu Halis, Gökhan Ünel, Erkcın Özcan, Salim Oğur,  
Aytül Adıgüzel, Emir Deliacı, Ahmetcan Sansar, Aslıhan Çağlar, Oğuz Koçer



# AKIŞ

- Proton Hattı Tasarımı
- Proton Hattında Güncellemeler
  - Yeni Kalıcı Mıknatıslı İyon Kaynağı
  - Yayınım Ölçümü İçin Yeni Veri Alım Sistemi
- DEDA Hattında Ölçümler
  - Parıldak Ekran ile Demet Profili Ölçümü
  - Tuzluk Yöntemi İle Enine Yayınım Ölçümü
  - Faraday Bardağı İle Demet Akımı Ölçümü
- Sonuçlar ve Tartışma

# Proton Hattı Güncel Durum



Bu çalışma aşağıdaki projeler tarafından desteklenmiştir..

- İstanbul Üniversitesi BAP 33250
- İstanbul Üniversitesi BAP 36823
- TUBITAK 119M774



### Magnetron:

- 2.45 GHz
- 800 Watt
- Ayarlanabilir güç

### İyon Kaynağı:

- 20kV – 1.2mA
- Kalıcı Mıknatıslı
- >875 Gauss
- Manyetik alan
- Vakum seviyesi: 1.2e-6mbar

### Solenoid 1:

- Su Soğutmalı
- Sarım Sayısı : 1682
- Direnç : 3.8 ohm
- Uygulanan Akım : 15 A
- Manyetik Alan : 0.18 T

### Ölçüm Kutusu (MBOX):

- Tuzluk (Yayınım)
- Parıldak Ekran (Demet Profili)
- Faraday Bardağı (Demet Akımı)
- Vakum seviyesi: 1.3e-6mbar

### Solenoid 2:

- Su Soğutmalı
- Sarım Sayısı : 4000
- Direnç :16.8 ohm
- Uygulanan Akım: 6.4 A
- Manyetik Alan : 0.18 T

Hidrojen

Düzenleyici

Debimetre

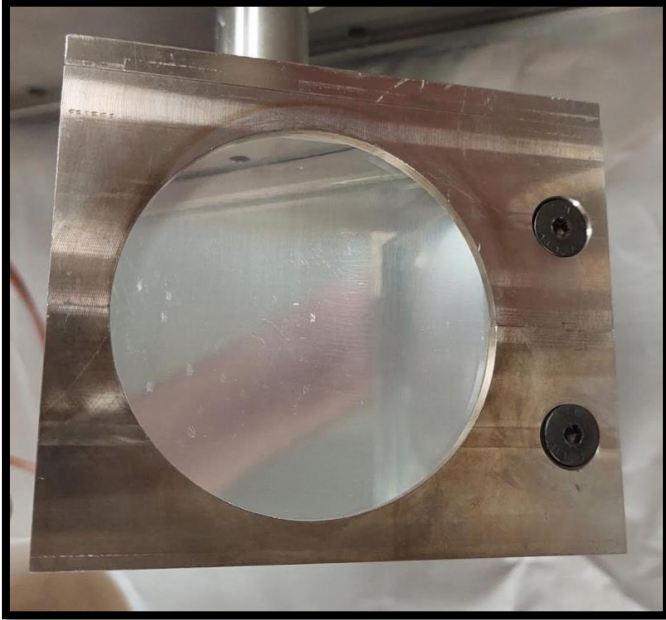
Yönlendirici  
Mıknatıs 1

Yönlendirici  
Mıknatıs 2

800 MHz'lik  
RFQ  
Eklenecek!



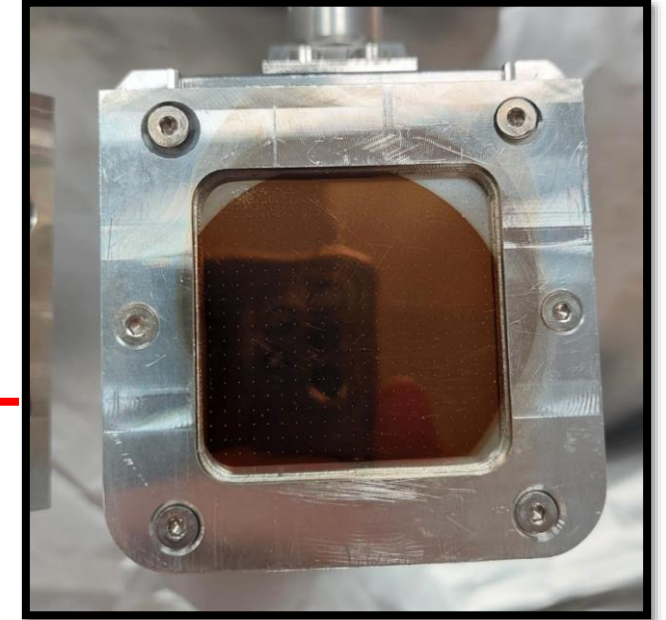
# Ölçüm Kutusu (MBOX) ve Ölçüm Aletleri:



Talyum katkılı Sezyum İyodür (CsI:TI)  
İnorganik Parıldak



Demet Yönü

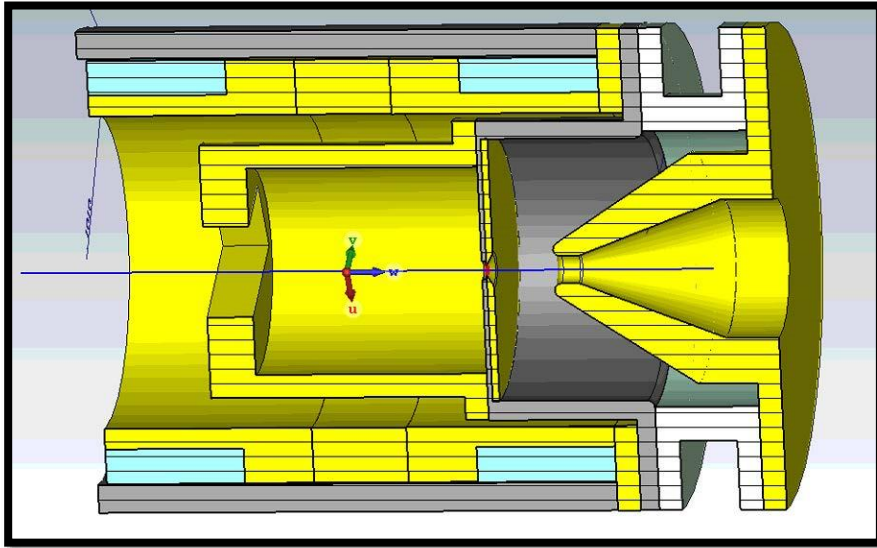


Tuzluk

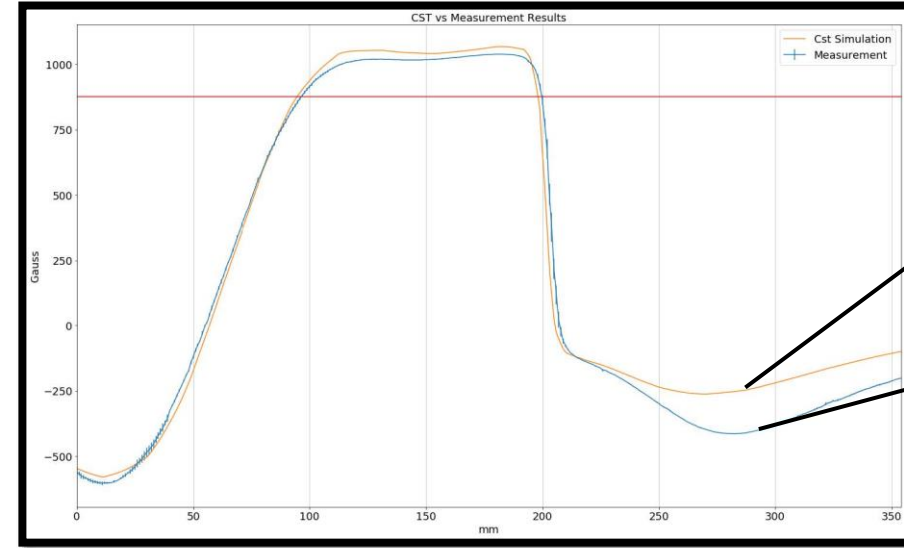
- Demet Akımı Ölçümü Faraday Bardağı
- Demet Profili Ölçümü Parıldak Ekran
- Enine Yayınım Ölçümü Tuzluk

# Yeni Kalıcı Mıknatıslı İyon Kaynağı

- İyon Kaynağı Sınıflandırması: Kalıcı Mıknatıslı Mikrodalga Deşarj İyon Kaynağı (PM-MDIS)
- 2.45 GHz frekansında çalışan magnetron ile plazma oluşturabilmek için elektron siklotron frekansını sağlayan 875 Gauss manyetik alanın plazma odasında sağlanması gerekmektedir.
- Gerekli manyetik alan 32 adet Neodyum N40 tipi mıknatıs ile sağlandı.



CST Manyetik Simülasyonu



Manyetik Alan İçin Simülasyon – Ölçüm Karşılaştırması

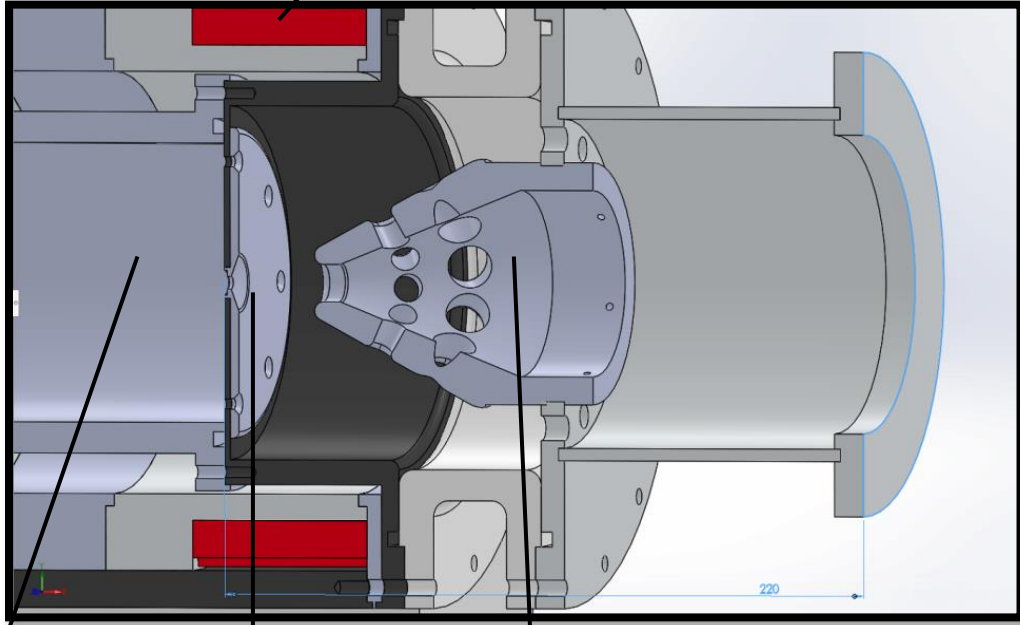
CST Benzetim

Ölçüm

Sevim Açksöz – Yüksek Lisans Tezi, 2022

# Yeni Kalıcı Mıknatıslı İyon Kaynağı

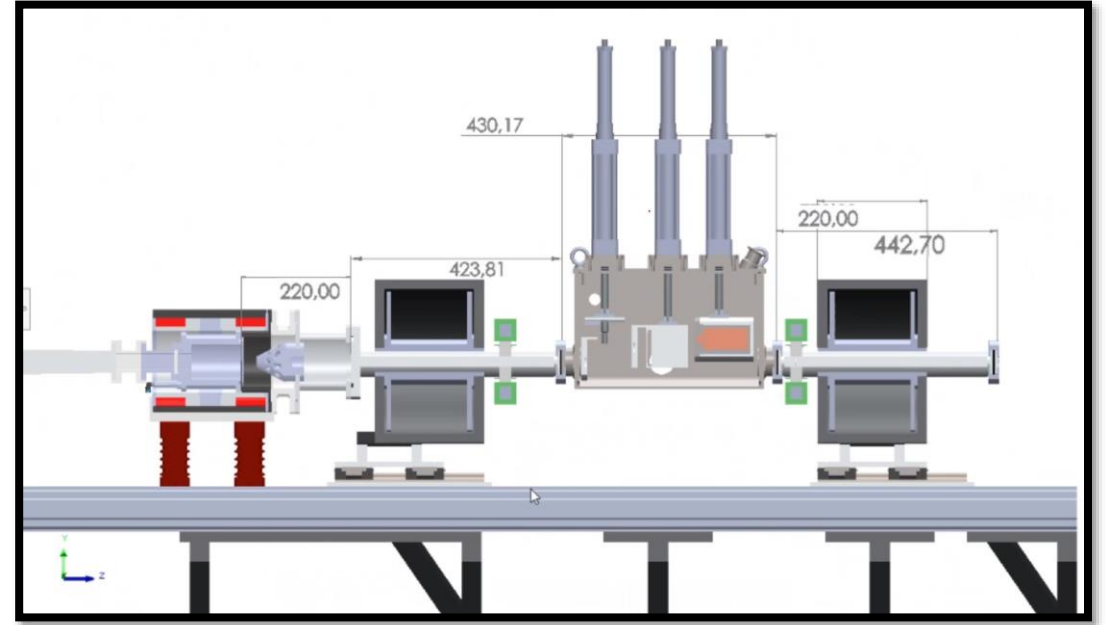
Kalıcı  
Mıknatıslar



Plazma  
Odası

Plazma  
Elektrodu

Toprak  
Elektrodu



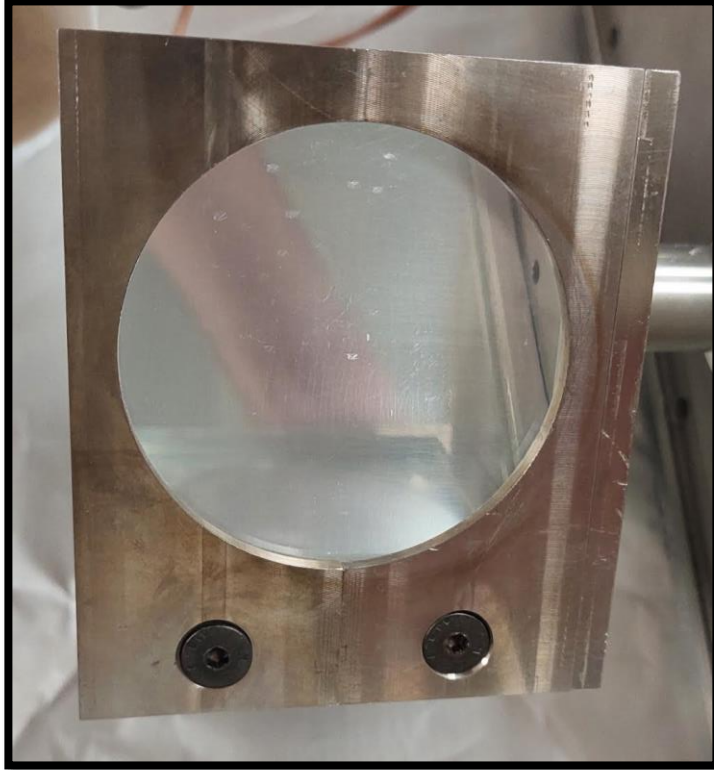
Kalıcı Mıknatıslı İyon Kaynağı ve DEDA Hattının Kesit Görünümü

Sevim Açıksöz – Yüksek Lisans Tezi, 2022





# Parıldak Ekran Örnekleri:

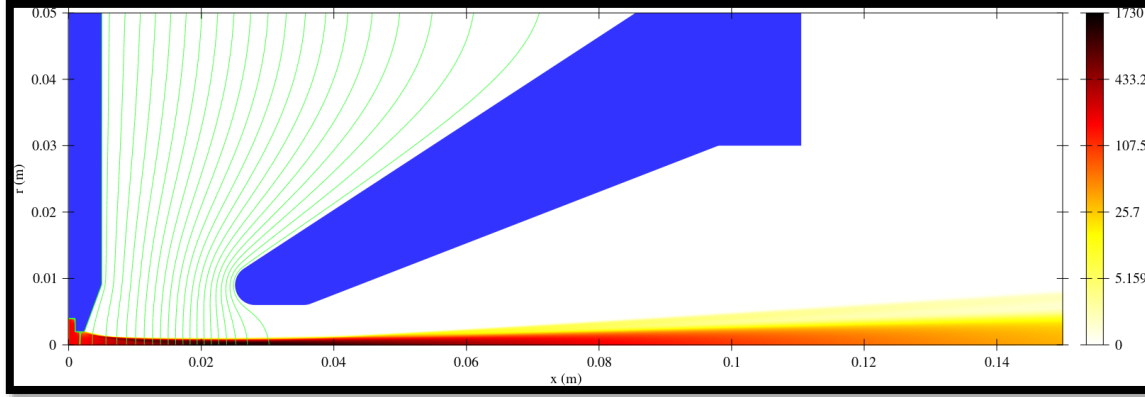


Talyum katkılı Sezyum İyodür (CsI:TI)  
İnorganik Parıldak

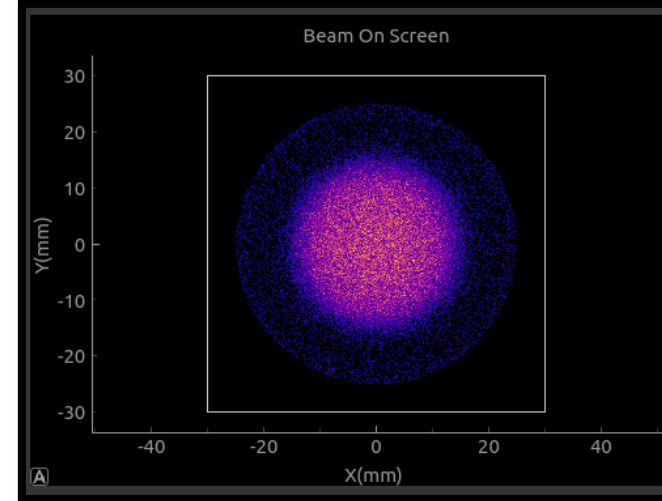


El Yapımı Floresan Ekran

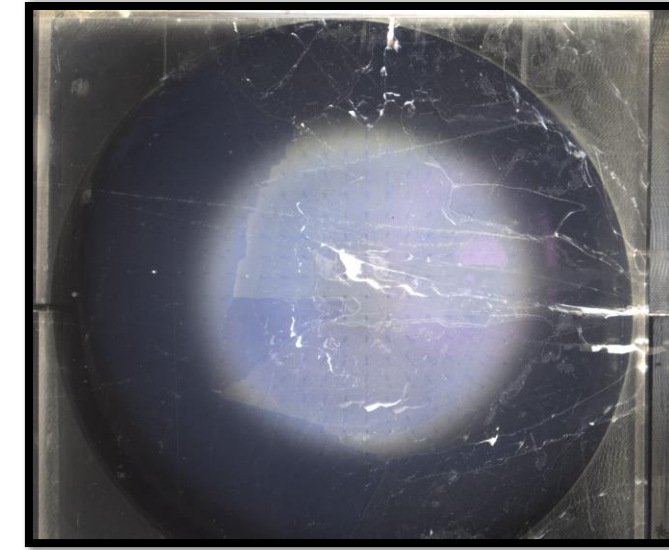
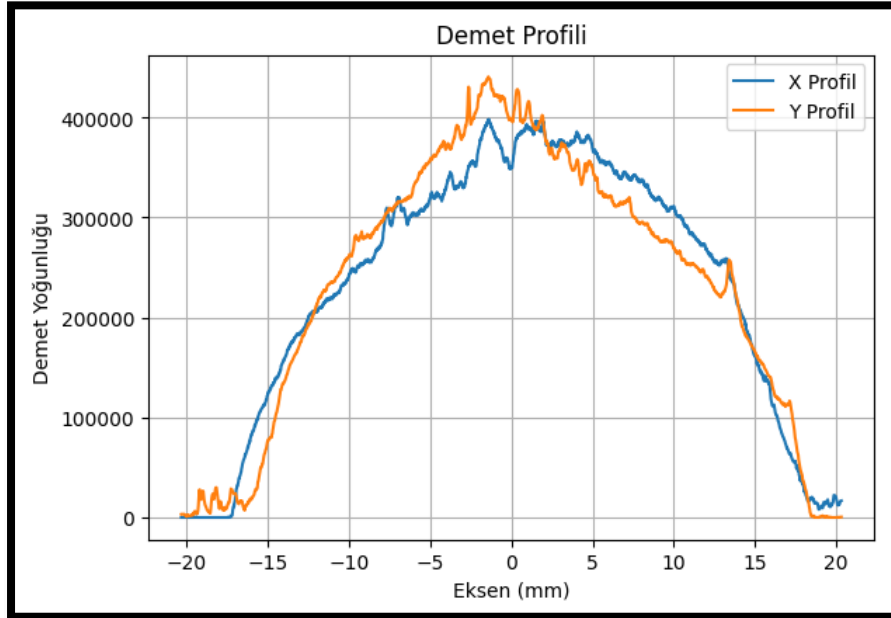
# Parıldak Ekran İle Demet Profili Benzetimi ve Ölçümü



IBSimu Benzetimi

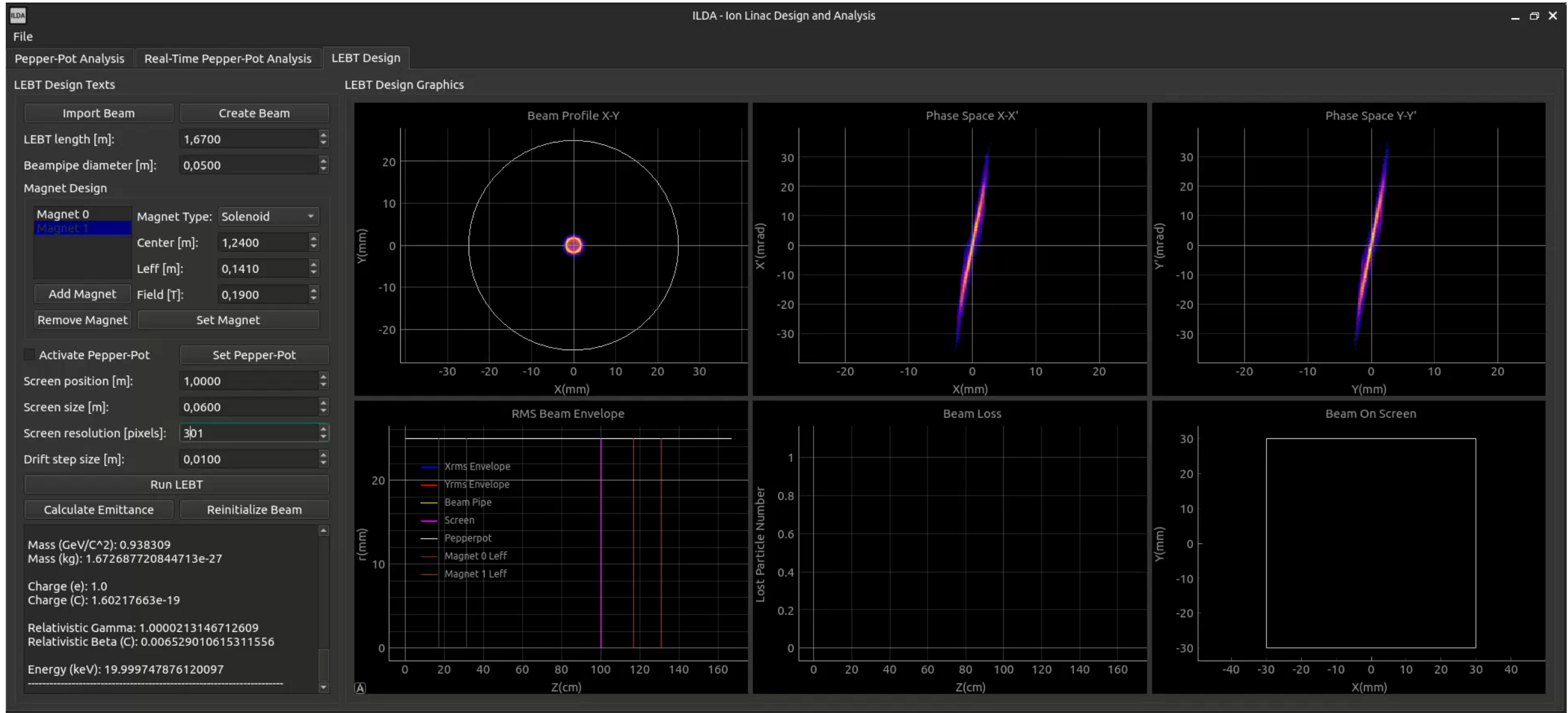


Demet Çapı  
(FWHM): ~ 26mm

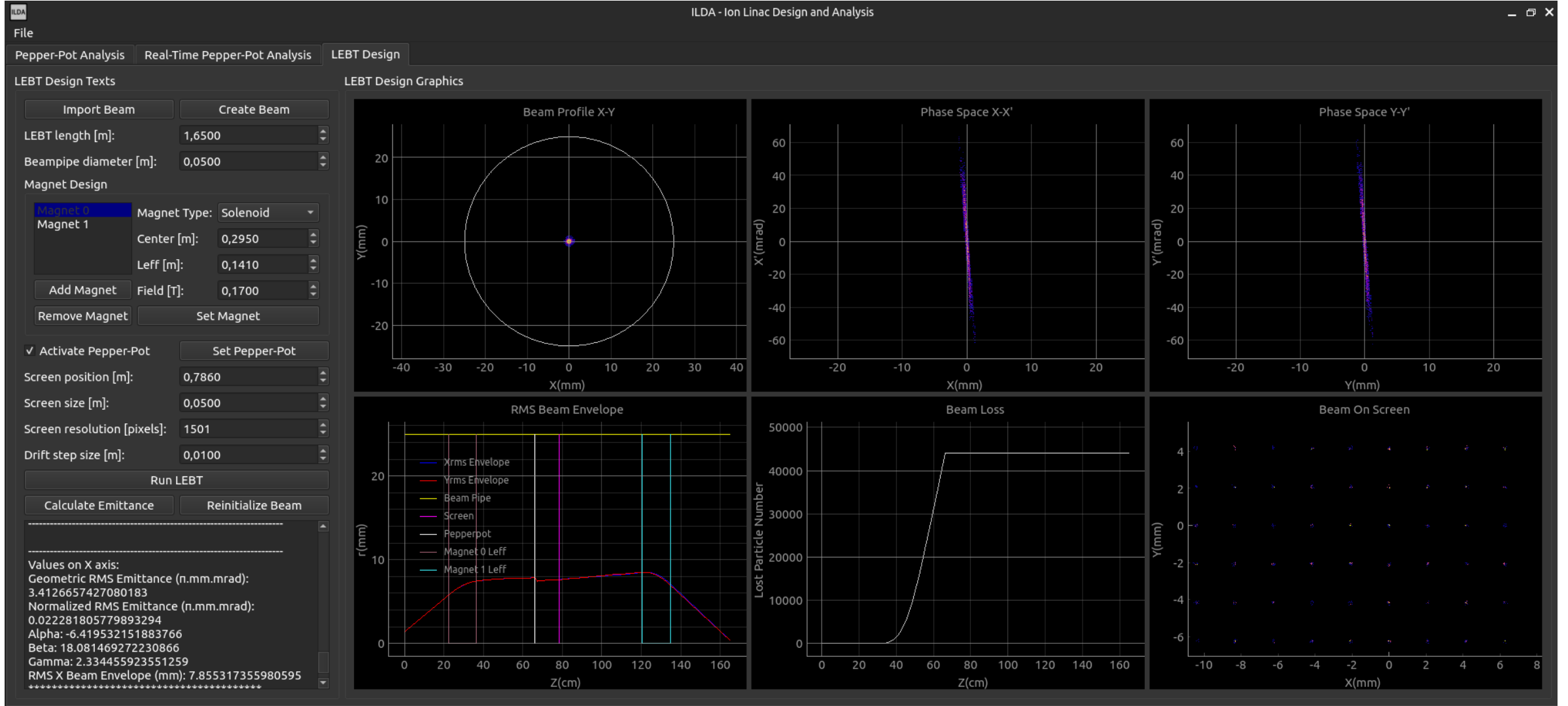


Parıldak Ekranında Demet Görüntüsü

# PyILDA

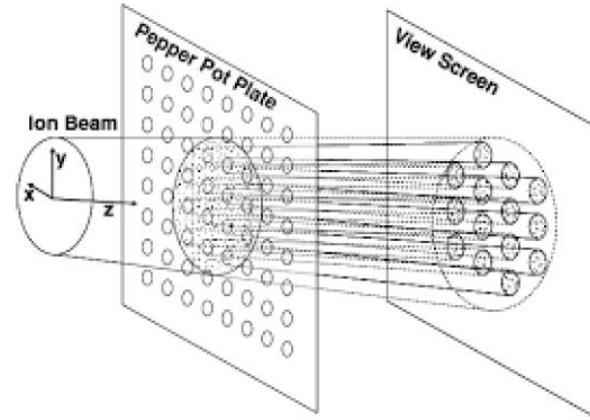
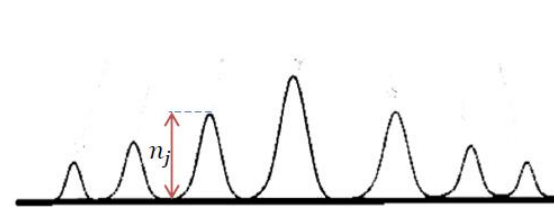
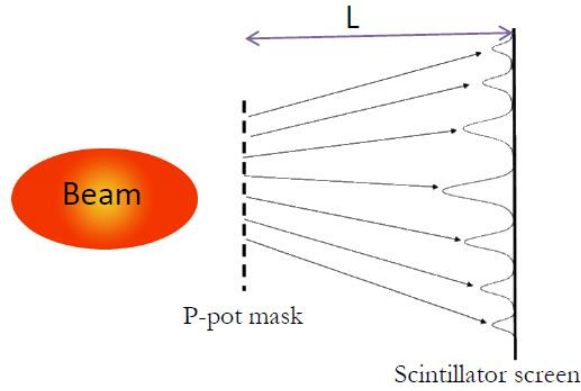


# İyon Kaynağı Sonrasında DEDA Hattı Üzerinde Benzetim Çalışması

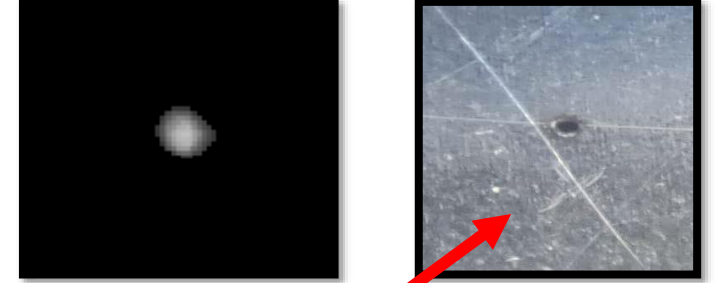




# Tuzluk Yöntemi İle Enine Yayınım Ölçümü



Pepper pot method for emittance measurement



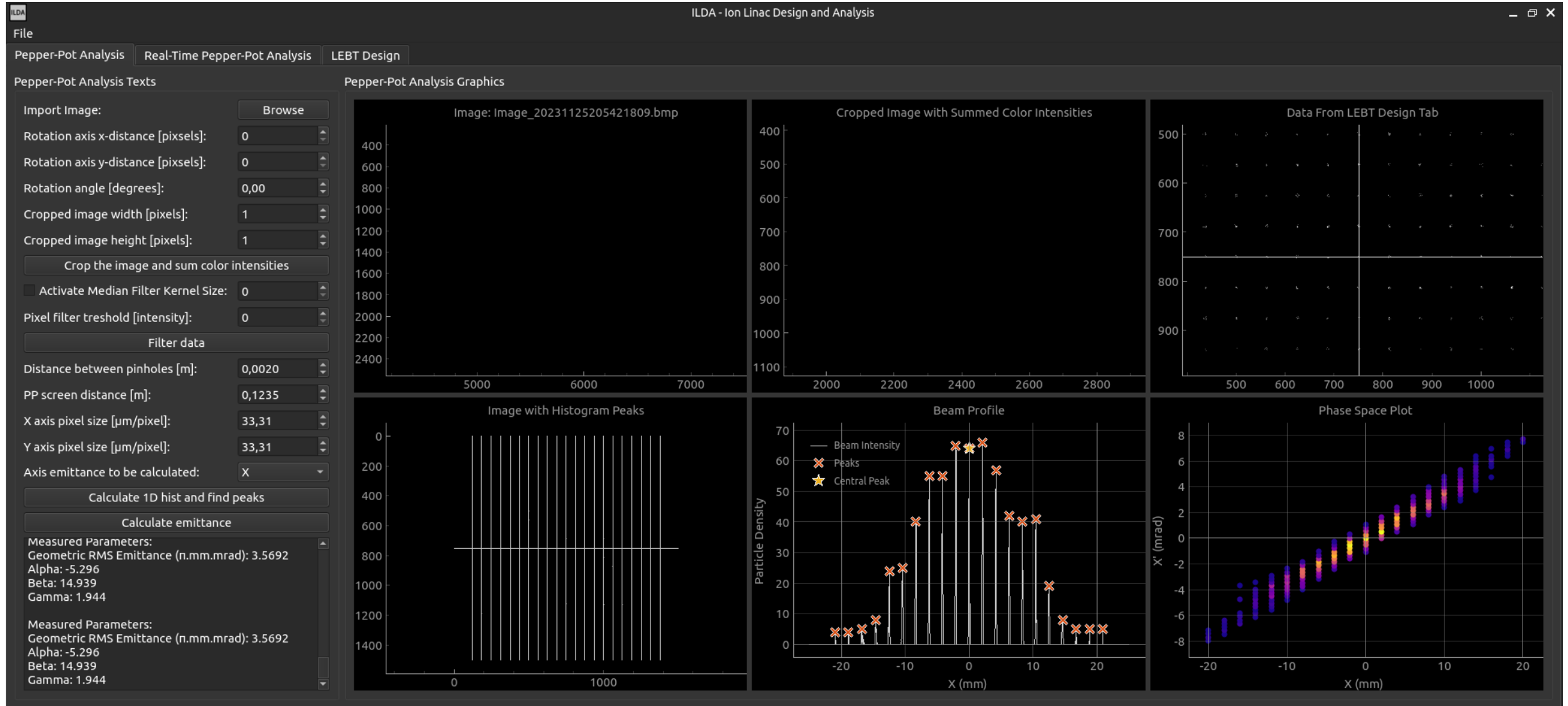
$$\epsilon_{rms} = \sqrt{\langle x^2 \rangle \langle x'^2 \rangle - \langle xx' \rangle^2}$$
$$x_j' = \frac{x_{j\text{screen}} - x_{j\text{mask}}}{L}$$
$$\beta = \frac{\langle x^2 \rangle}{\epsilon_{rms}} = \frac{\sigma_x^2}{\epsilon_{rms}}$$
$$\alpha = -\frac{\langle xx' \rangle}{\epsilon_{rms}}$$
$$\gamma = \frac{\langle x'^2 \rangle}{\epsilon_{rms}} = \frac{\sigma_{x'}^2}{\epsilon_{rms}}$$

Tuzluk Parametreleri:

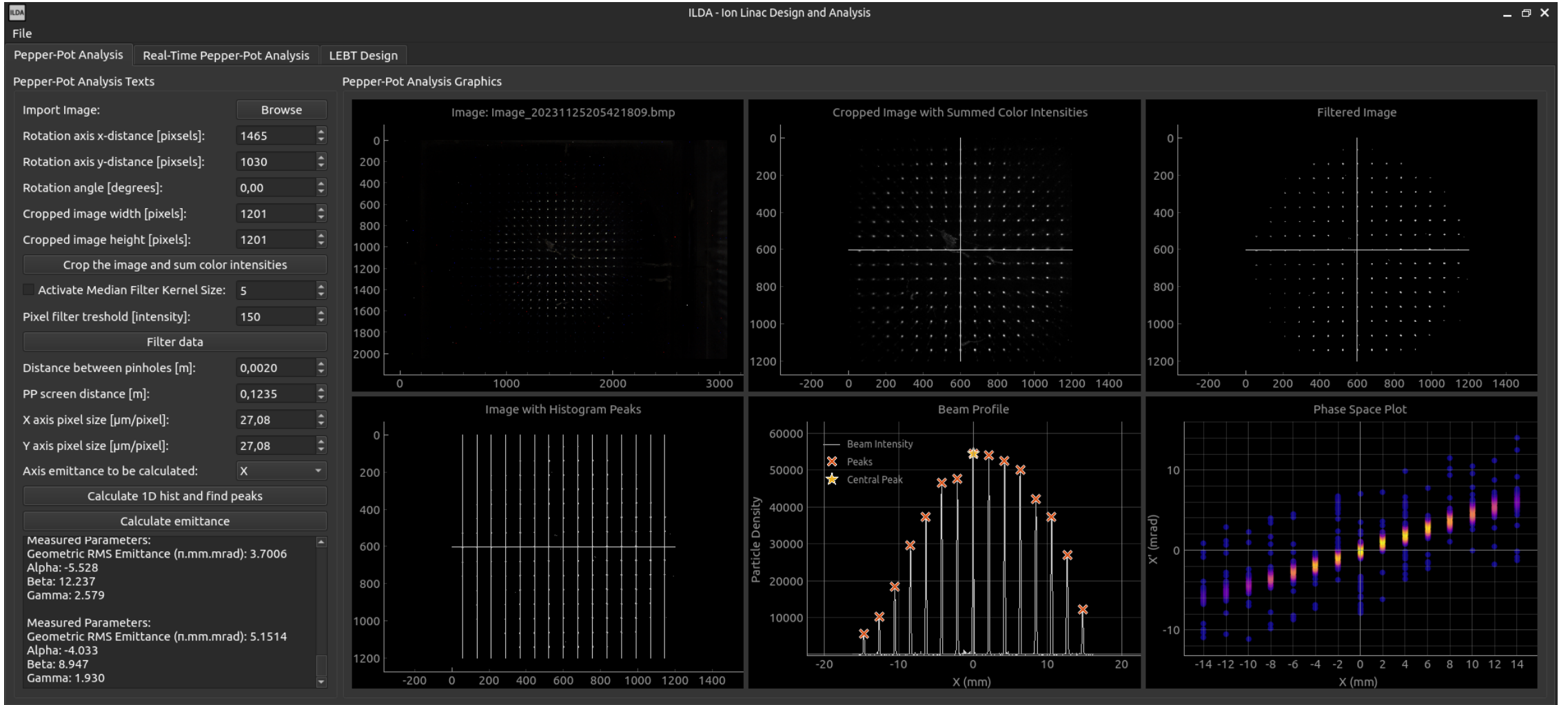
- Delik çapı: 100 um
- Tuzluk plakası: 50mmx50mmx0.2mm
- Delik sayısı: 21x21

Duygu Halis – Yüksek Lisans Tezi, 2024

# Tuzluk Benzetimi

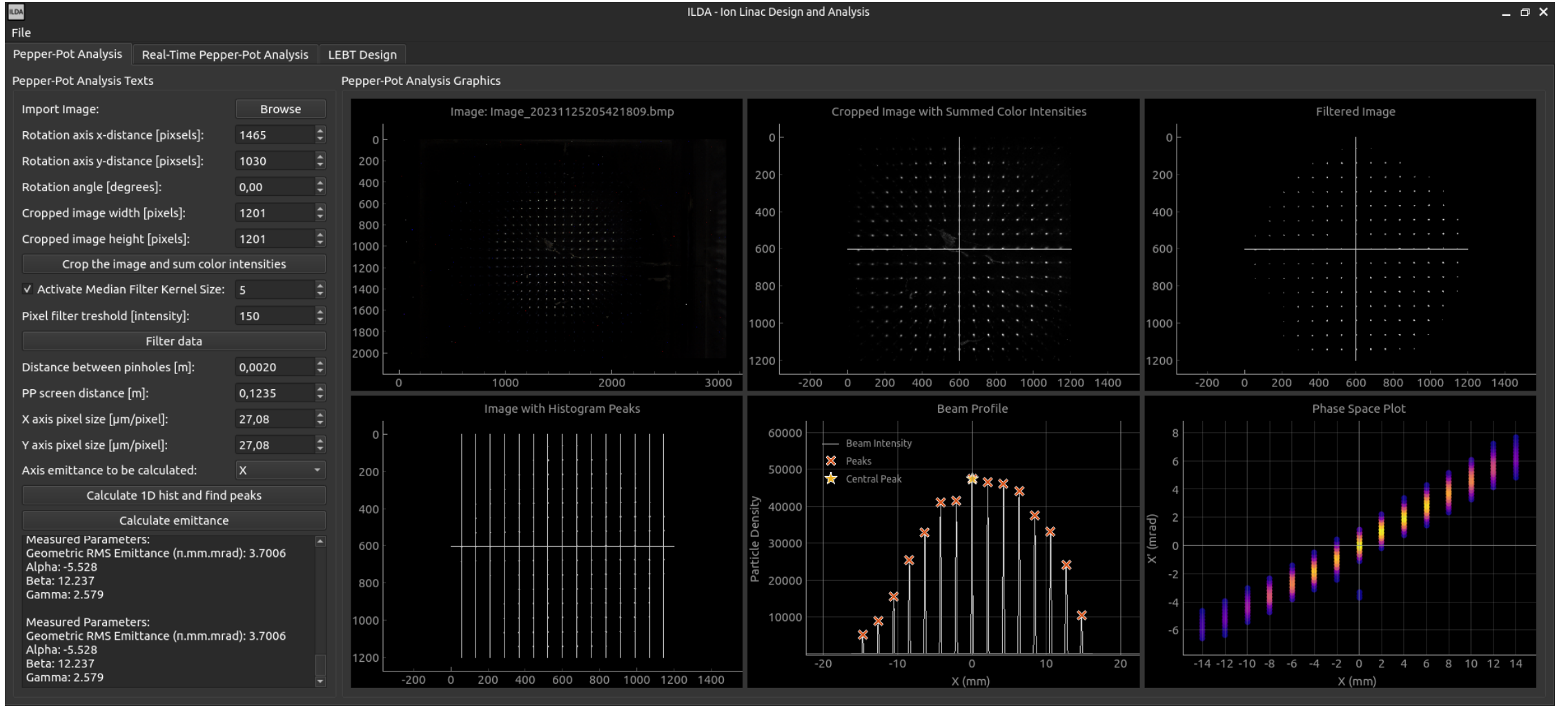


# Tuzluk Yöntemi ile Enine Yayınım Ölçümü



Sadece Eşik Filtreli

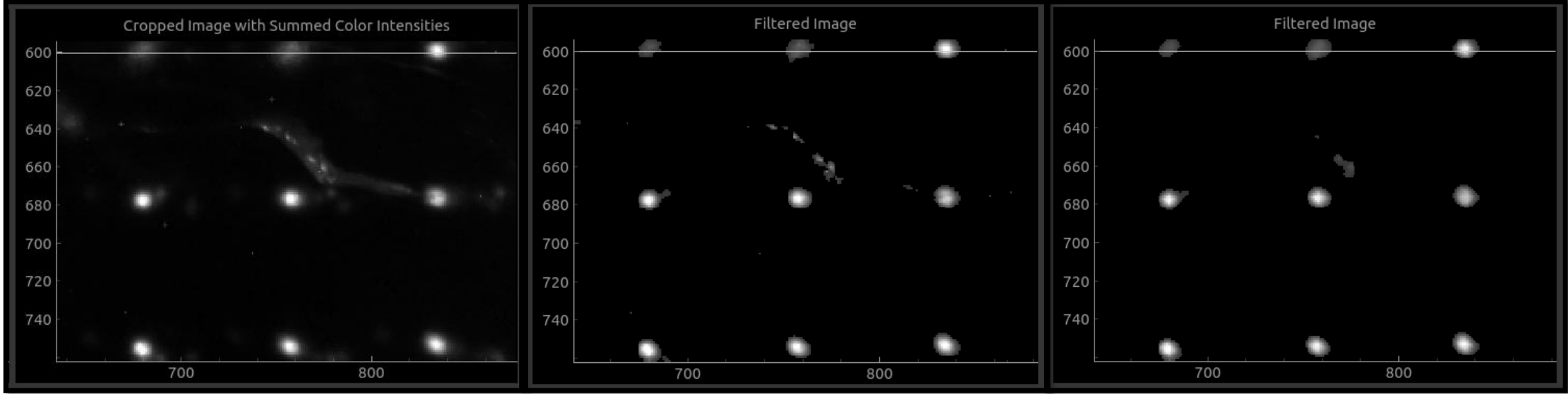
# Tuzluk Yöntemi ile Enine Yayınım Ölçümü



## Eşik & Medyan Filtreli



# Tuzluk Yöntemi ile Enine Yayınım Ölçümü



Ham Görüntü

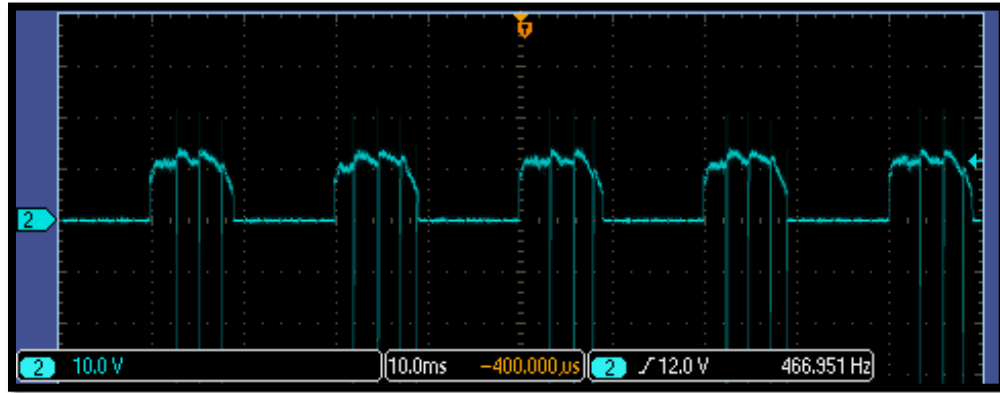
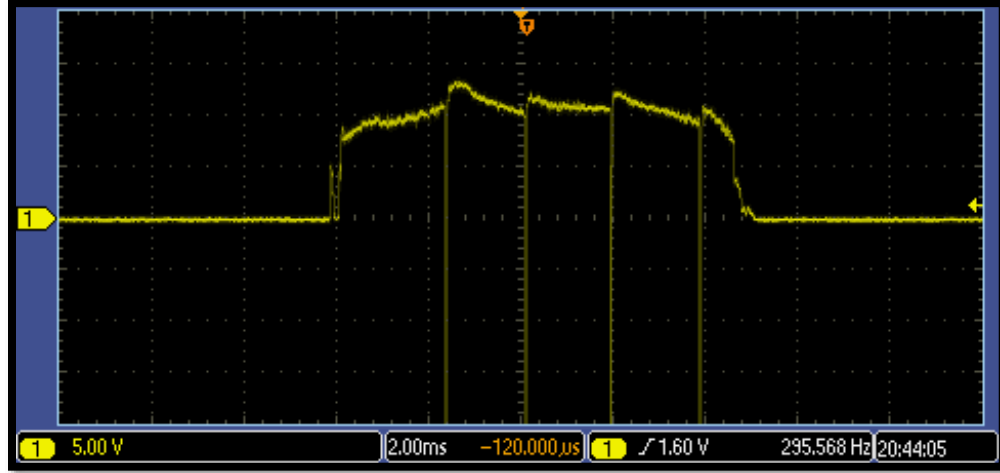
Eşik Filtreli

Eşik & Medyan Filtreli

# Enine Yayınım ve Twiss Parametreleri

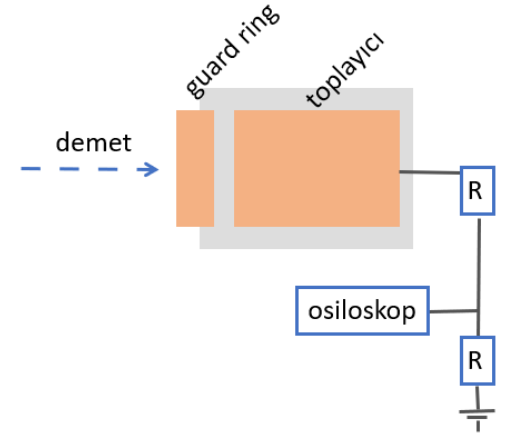
PyILDA	DEDA Hattı Üzerinde Hesaplanan Benzetim	Tuzluk Benzetimi İle Hesaplanan	Eşik Filtreli Deneysel Veri	Eşik & Medyan Filtreli Deneysel Veri
Geometrik Yayınım ( $\pi$ .mm.mrad)	3.41	3.57	5.15	3.70
Alfa	-6.42	-5.30	-4.03	-5.53
Beta (mm/ $\pi$ .mrad)	18.08	14.94	8.95	12.24

# Faraday Bardağı İle Demet Akımı Ölçümü



20 kV  
Sol1= 0.17 T  
Sol2 = 0.19 T  
R = 10 kΩ

- Bias = -300 V
- Anlık Akım =  $12.0 \text{ V} / 10 \text{ k}\Omega = 1.2 \text{ mA}$
- Duty Factor = 0.4
- Ortalama Akım =  $1.2 * 0.4 = 0.48 \text{ mA}$



*Guard ring'e uygulanan negatif voltaj sayesinde faraday bardağının içinden ikincil elektronlar geri baskılanır.*

# Sonuçlar ve Tartışma

- Gerçekleştirilen güncellemeler:
  - Elektromıknatıslı ve su soğutmalı iyon kaynağından kalıcı mıknatıslı iyon kaynağına geçilmiştir. Böylece daha kararlı plazma ve demet elde edilmiştir.
  - Endüstriyel kameraya geçiş yapılmıştır.
  - Demet profili ve yayılımı hesabı için kullanılan algıçlardan floresan ekran değiştirilerek CsI(Tl) ekran kullanılmaya başlanmıştır.
  - DemirciPRO, PlotWin ve daha önce yazılmış olan Pyc3pA koduna ek olarak gelişmiş arayüzlü yeni bir Python kodu yazılmış ve diğer programlarla karşılaştırması yapılmıştır.
  - Uzay yükü etkisini hesaba katan PyDEDA yazılımı da geliştirilmektedir.
- Yapılması planlananlar:
  - İyon kaynağı ve DEDA hattı benzetim çalışmalarına devam edilecektir.
  - Yeni iyon kaynağı elektrod sistemi optimize edilecektir.
  - Parıldak ekran temizlenerek veri alımı tekrarlanacaktır.
  - 800 MHz'de üretilen RFQ sisteme eklenecektir.

# Teşekkürler!



# PyILDA Özellikleri

- Tuzluk Benzetim ve Analizi:
  - Tuzluk deneysel veri analizi. (Eşik ve medyan filtre ile)
  - DEDA hattı üzerinde aynı arayüzde tuzluk benzetimi.
- DEDA Hattı Tasarımı:
  - DEDA hattı üzerinde benzetimi yapılabilen elemanlar:
    - Solenoid mıknatıslar (İstenilen sayıda eklenebiliyor.)
    - Tuzluk
    - Parıldak Ekran (Değişken çözünürlük ve boyutta, alınan veri benzetim için tuzluk sekmesine aktarılabilir.)
  - Demetin hareketi benzetim sırasında gösteriliyor.
  - DST ve TXT formatlarında demet içe alabiliyor.
  - Verilen demet parametrelerinde gaussian dağılımlı demet üretebiliyor.