

Sentinel Lenf Dügümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik Aktif Zırhlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

O. B. Kolcu (İSÜ), T. Yetkin (YTÜ), A.T. Zengin (İTÜ),
E.C. Günay (İSÜ), E. İren (MSGSÜ)

Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel
Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

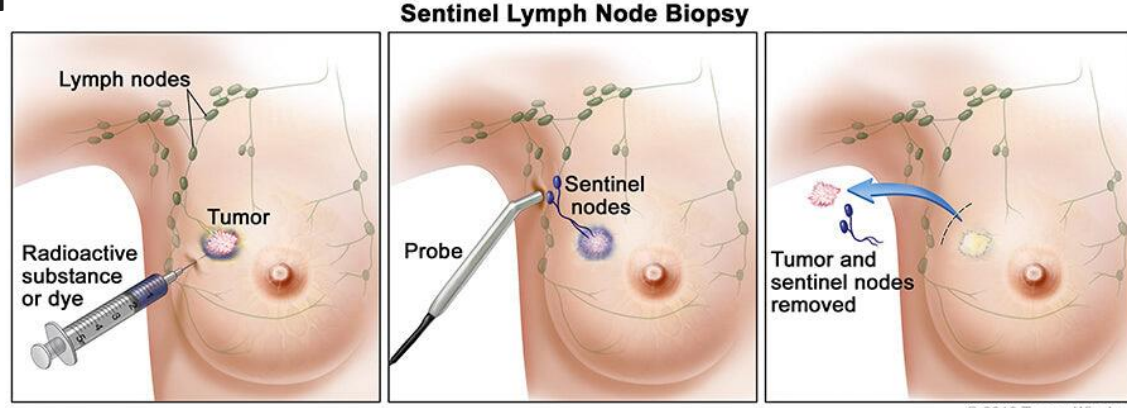
03.12.2023

Bu proje TÜBİTAK tarafından 121F291 nolu
1005-Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma
Destek Programı kapsamında desteklenmiştir.

- i. Sentinel lenf düğümü lokalizasyonu ve gama sondası**
- ii. Aktif zırhlamalı gama sondası**
- iii. Çalışma detayları ve sonuçlar**

Sentinel lenf düğümü lokalizasyonu ve gama sondası

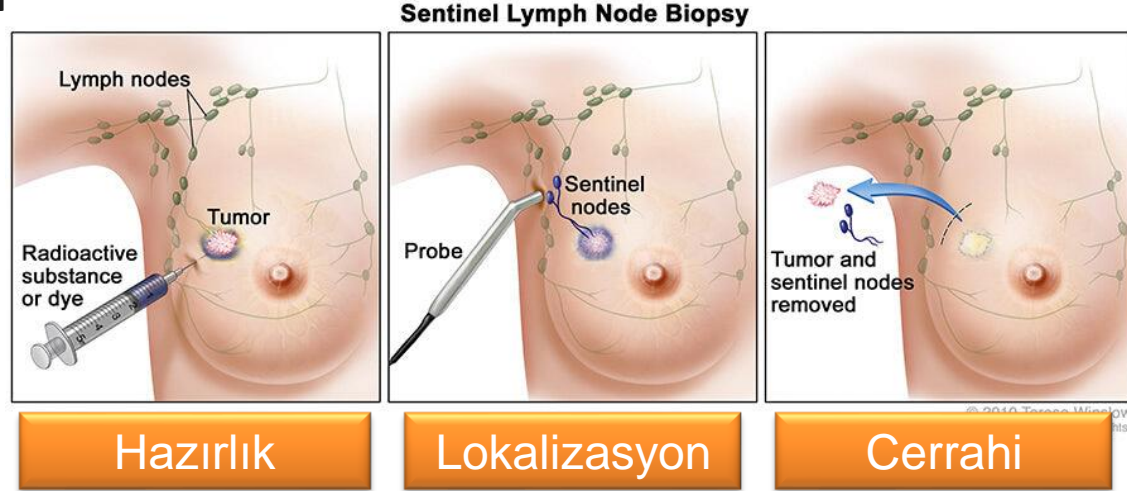
- ❑ Meme kanseri dünya çapında en çok tanı konulan kanser türüdür [1].
- ❑ Bölgesel lenf düğümlerinin kötü huylu tümör ve meme kanseri metastazı içermesi durumunda, beş yıllık sağ kalım oranı yaklaşık %30 - %40 azalmaktadır [2].
- ❑ Kötü huylu tümörlere yakın ilk lenf düğümlerinin haritalanması sentinel lenf düğümü (SLN) konsepti olarak adlandırılır ve metastazın erken evre tedavisini sağlar.



© 2010 Terese Winslow
U.S. Govt. has certain rights

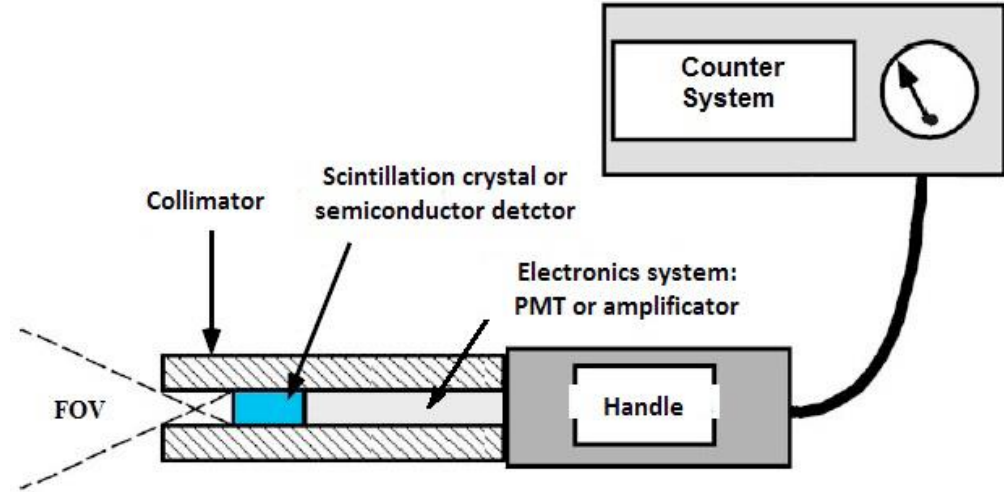
Sentinel lenf düğümü lokalizasyonu ve gama sondası

- ❑ Meme kanseri dünya çapında en çok tanı konulan kanser türüdür [1].
- ❑ Bölgesel lenf düğümlerinin kötü huylu tümör ve meme kanseri metastazı içermesi durumunda, beş yıllık sağ kalım oranı yaklaşık %30 - %40 azalmaktadır [2].
- ❑ Kötü huylu tümörlere yakın ilk lenf düğümlerinin haritalanması sentinel lenf düğümü (SLN) konsepti olarak adlandırılır ve metastazın erken evre tedavisini sağlar.

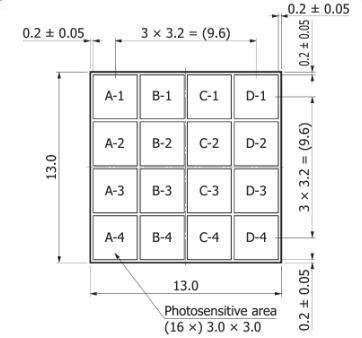
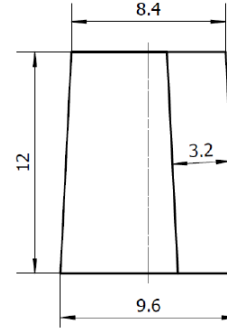
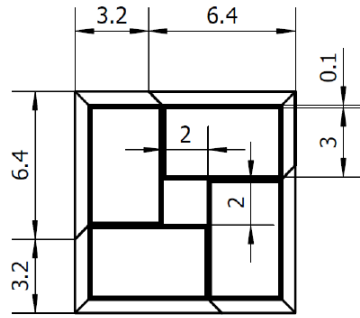
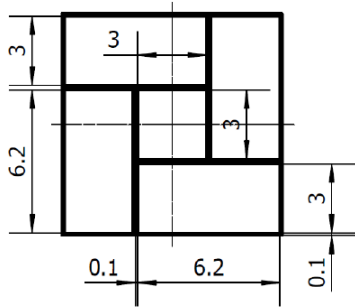
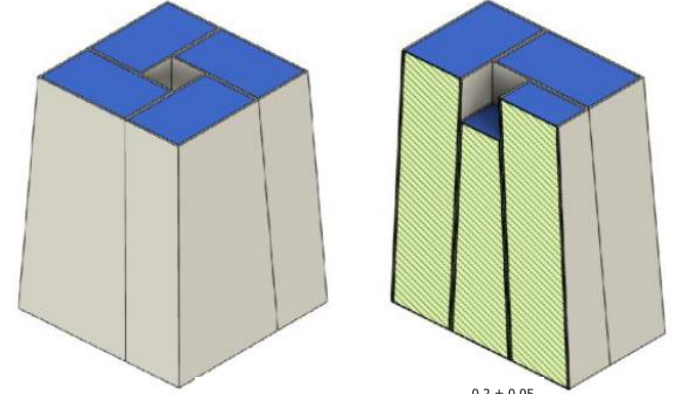
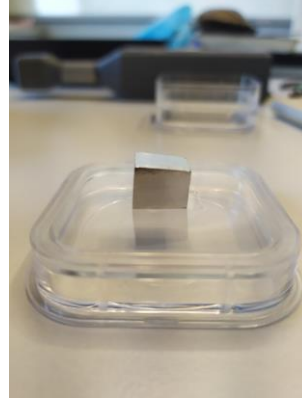
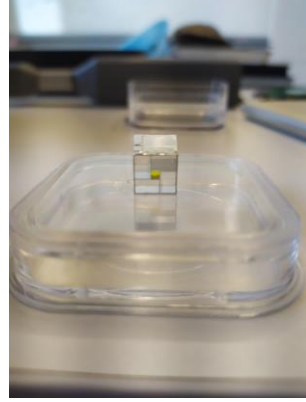
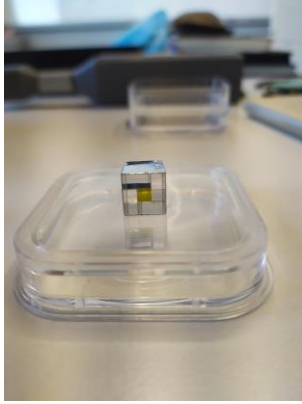


Sentinel lenf düğümü lokalizasyonu ve gama sondası

- ❑ Gama Sondası: Sentinel lenf düğümlerinin lokalizasyonunda kullanılan sayıcı dedektör.
- ❑ Sintilasyon tabanlı gama sondaları, çeşitli sintilatör tipleri ile yüksek algılama verimliliği sağlar: NaI(Tl), CsI(Tl), BGO, LYSO, GAGG(Ce),...
- ❑ Sintilasyon tabanlı gama sondaları temel olarak sintilasyon kristali, foto çoğaltıcı tüp (PMT) veya silikon foto çoğaltıcı (SiPM), pasif zırhlama (Pb, W) ve okuma elektroniklerinden oluşur.



Aktif zırlımalı gama sondası

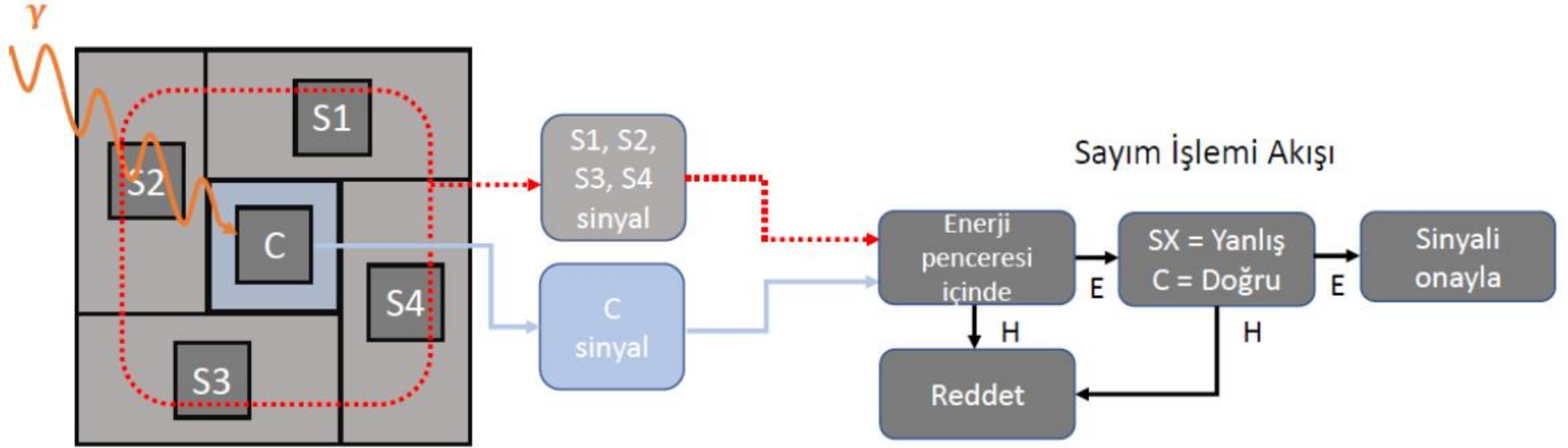


S13361-3050AE-04

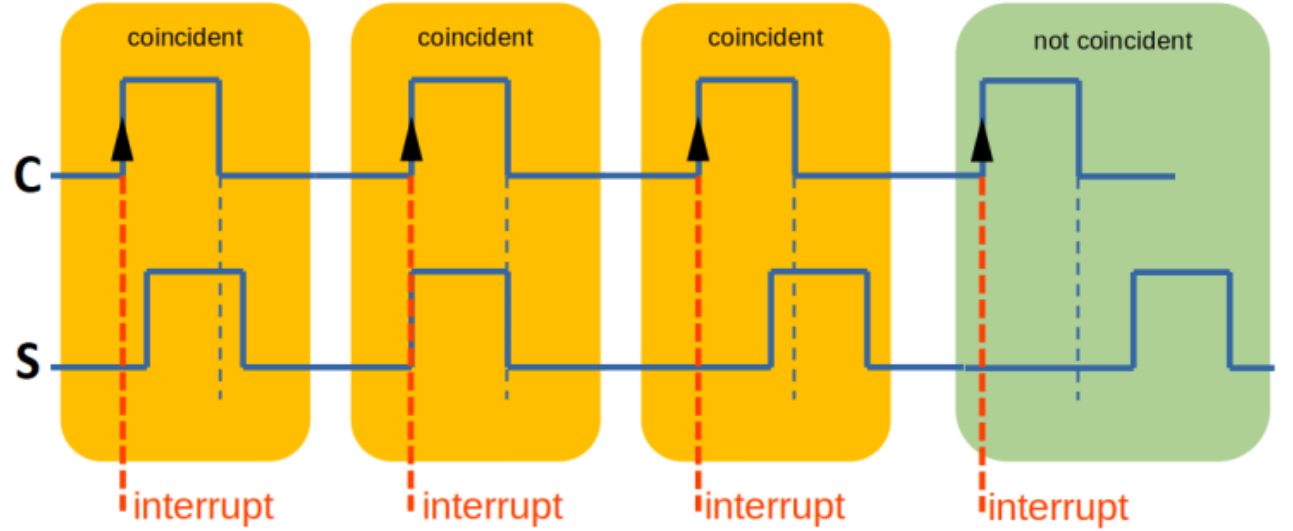
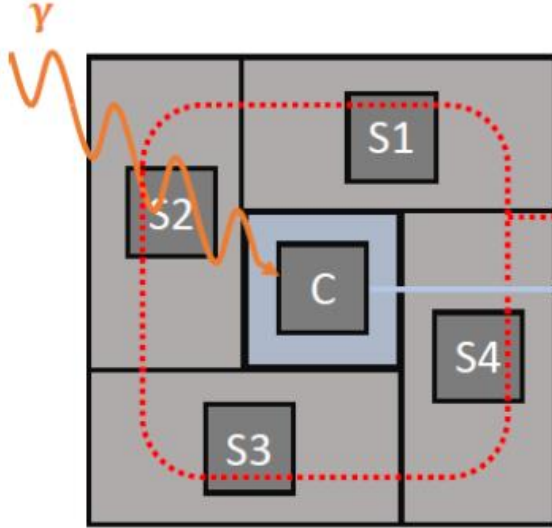
Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik Aktif Zırlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

Aktif zırhlımalı gama sondası

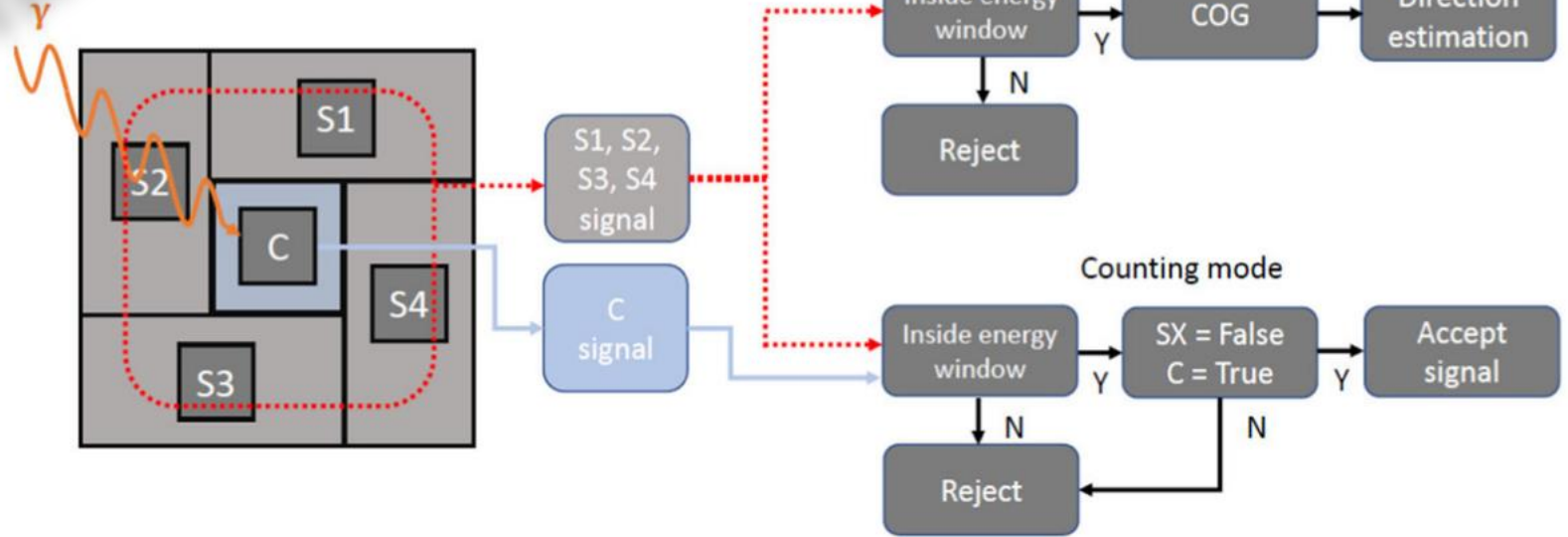


Aktif zırhlımalı gama sondası



Aktif zırhlımalı gama sondası

Olası
bir alternatif



Aktif zırhlı malı gama sondası

Eur. Phys. J. Plus (2023) 138:169
https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-023-03792-x

THE EUROPEAN
PHYSICAL JOURNAL PLUS

Regular Article



Development of active shielding gamma probe: a simulation study

O. B. Kolcu^{1,a}, T. Yetkin^{2,3,b}, E. Iren^{2,c}

¹ Istinye University, TR-34010 Istanbul, Turkey

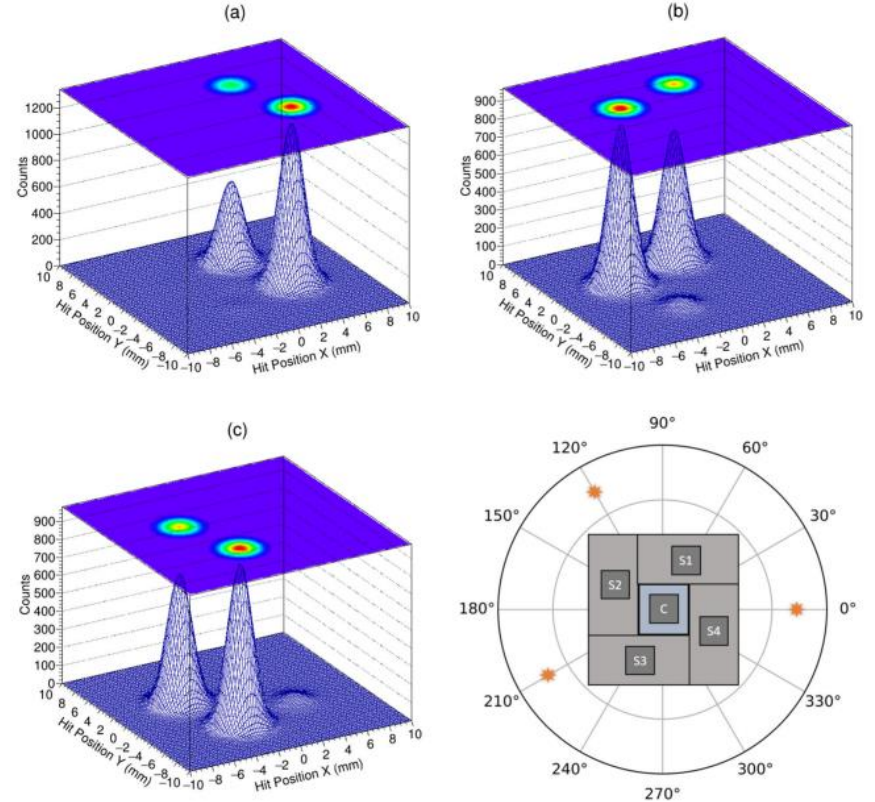
² Mimar Sinan Fine Arts University, TR-34380 Istanbul, Turkey

³ Yıldız Technical University, TR-34220 Istanbul, Turkey

Received: 12 July 2022 / Accepted: 10 February 2023

© The Author(s), under exclusive licence to Società Italiana di Fisica and Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023

Abstract The aim of the present study is to evaluate a gamma probe with active shielding by using GEANT4 simulation framework. We used BGO scintillators both for gamma detection and active shielding from a point radioactive source, namely 140 keV gammas from ^{99m}Tc. All scintillators were coupled to the silicon photomultipliers with an active area of 3 × 3 mm². The response of the gamma probe to radiation was simulated using the optical photon transportation available in the GEANT4 package. We used the simulation results to determine the sensitivity, spatial and angular resolution, and shielding efficiencies in the air and scattering medium for the proposed gamma probe model according to NEMA NU 3-2004 standards. The ability of the probe to find the direction of emission was also evaluated. The sensitivity of the probe was found between 1262 - 42284 cps/MBq in the scattering medium based on two scenarios based on active shielding use. In terms of FWHM, the spatial resolution in scattering medium at 30 mm source-to-probe distance was 31 mm and the angular resolution at the same distance was 59°. The shielding effectiveness of the probe was in the range of 89.90 ± 0.65% and 97.20 ± 0.19%. The emission directions of gammas were found with an error of less than 8°.

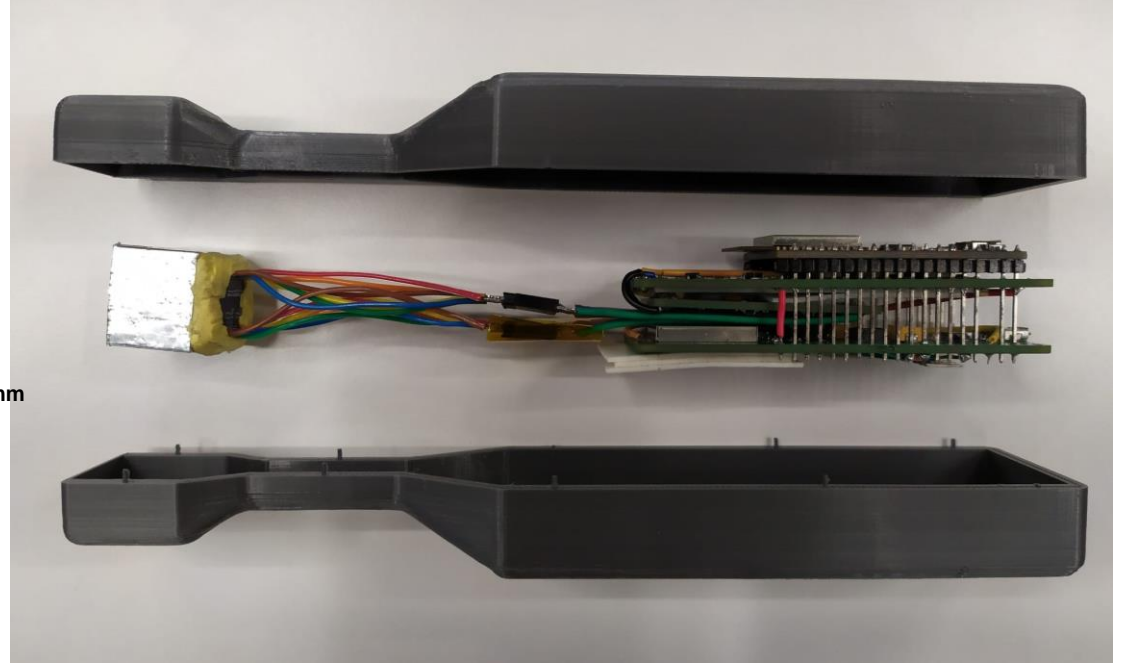
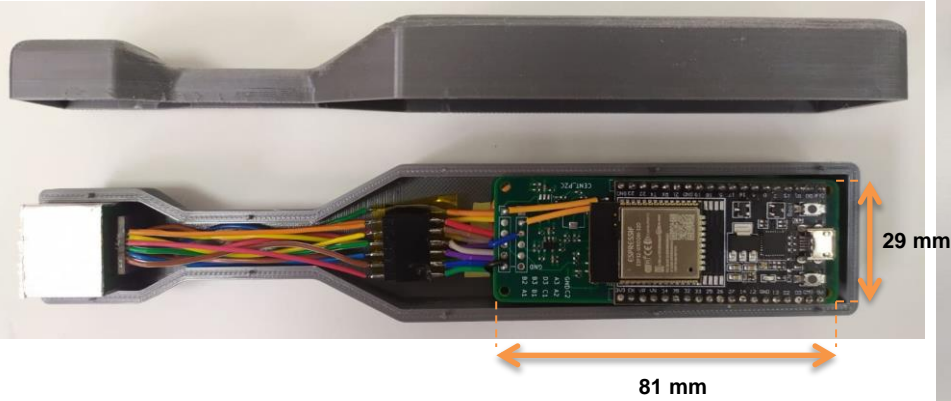


Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

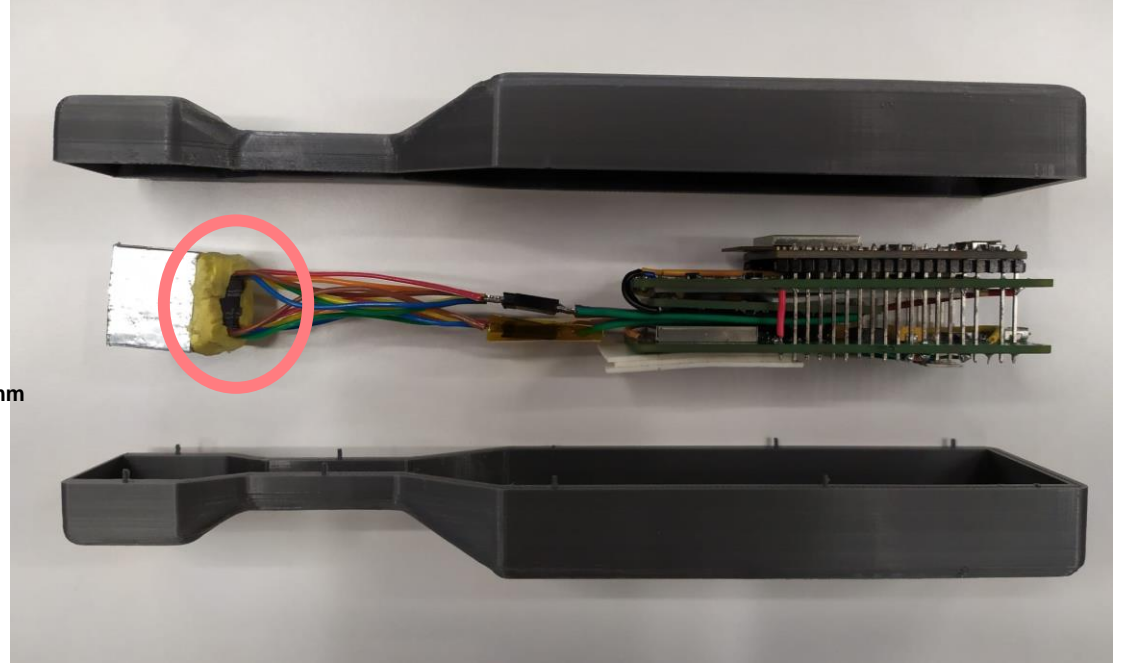
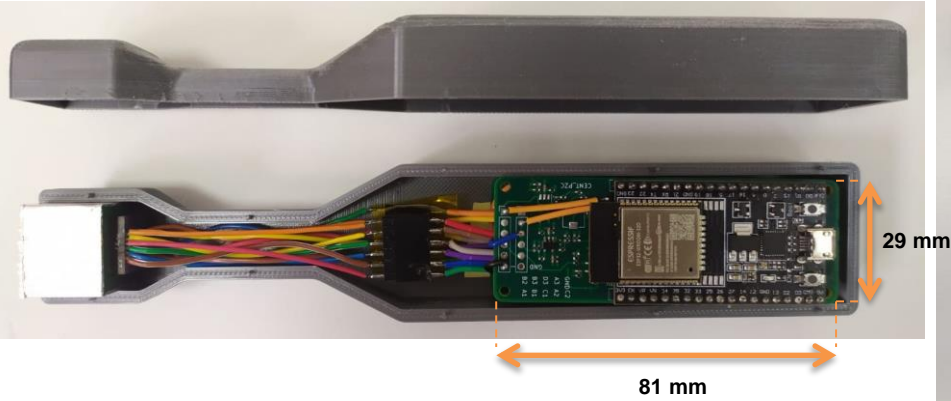
Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlı Malı Gama Sondası Geliştirilmesi



Aktif zırhlımalı gama sondası



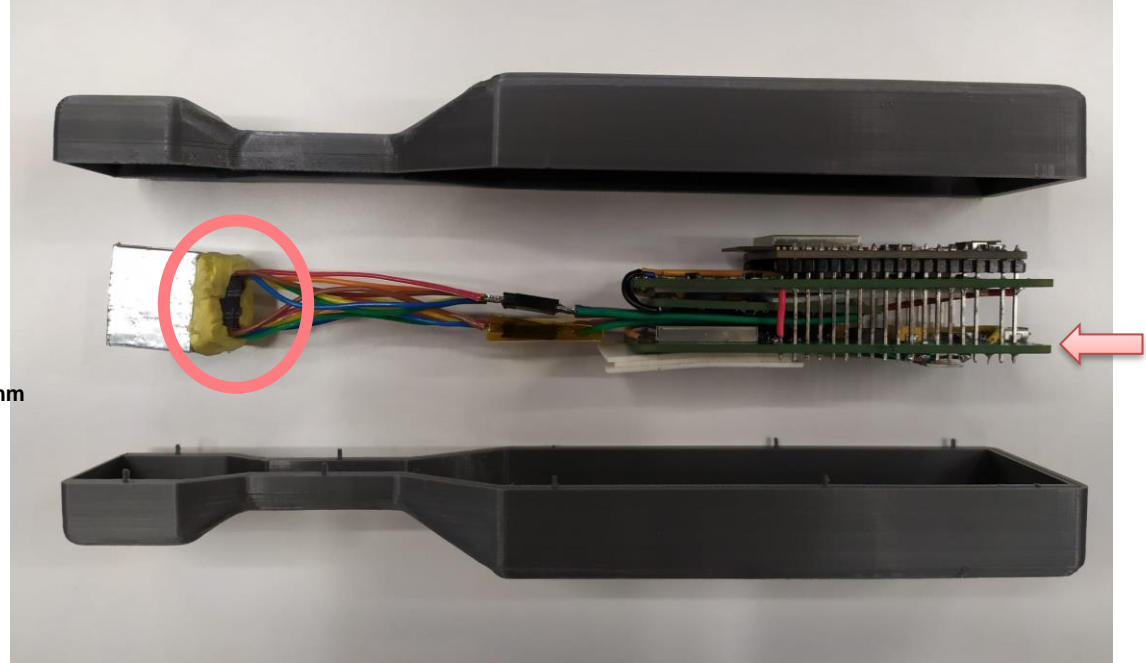
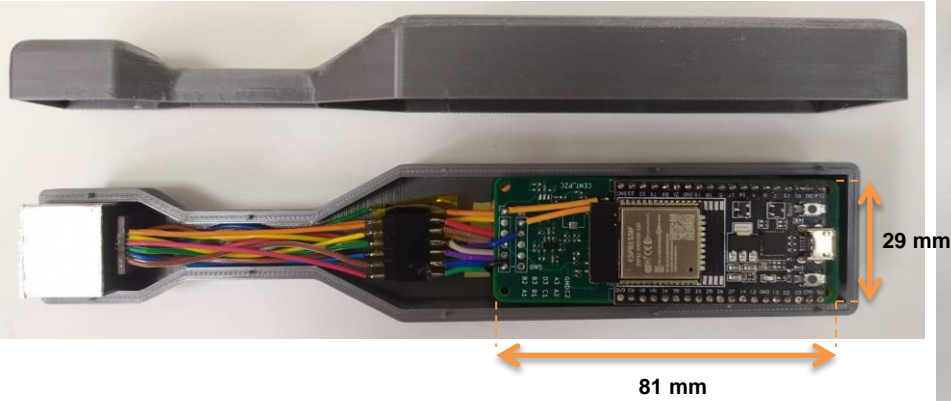
Aktif zırhlı malı gama sondası



Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlı malı Gama Sondası Geliştirilmesi

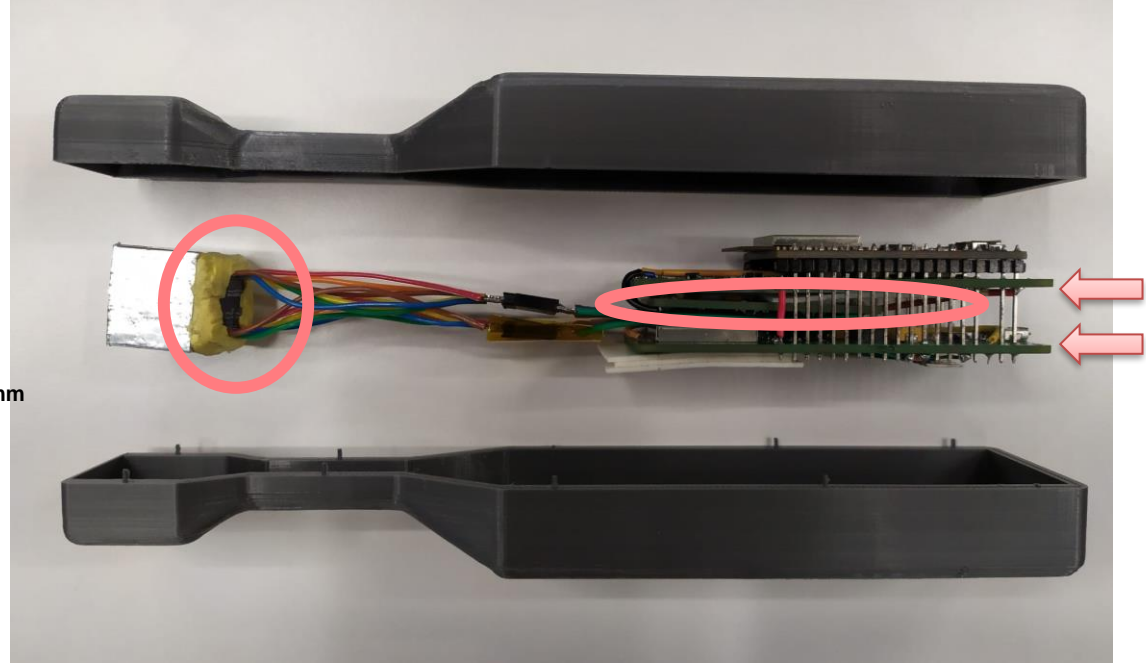
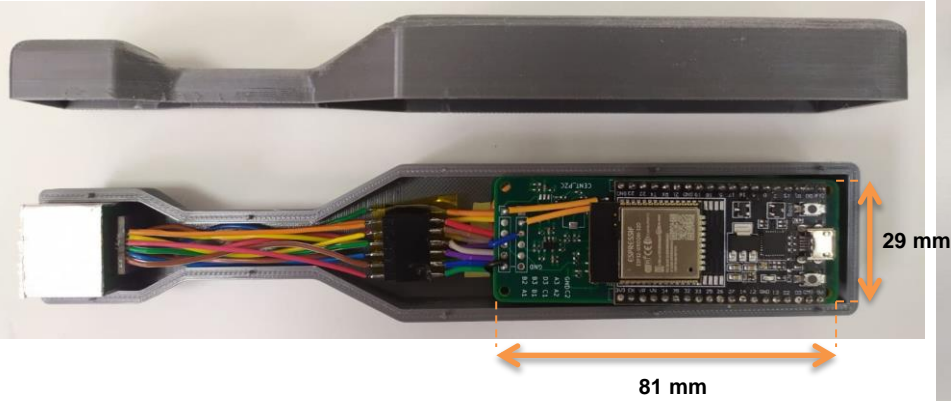
Aktif zırhlımalı gama sondası



Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

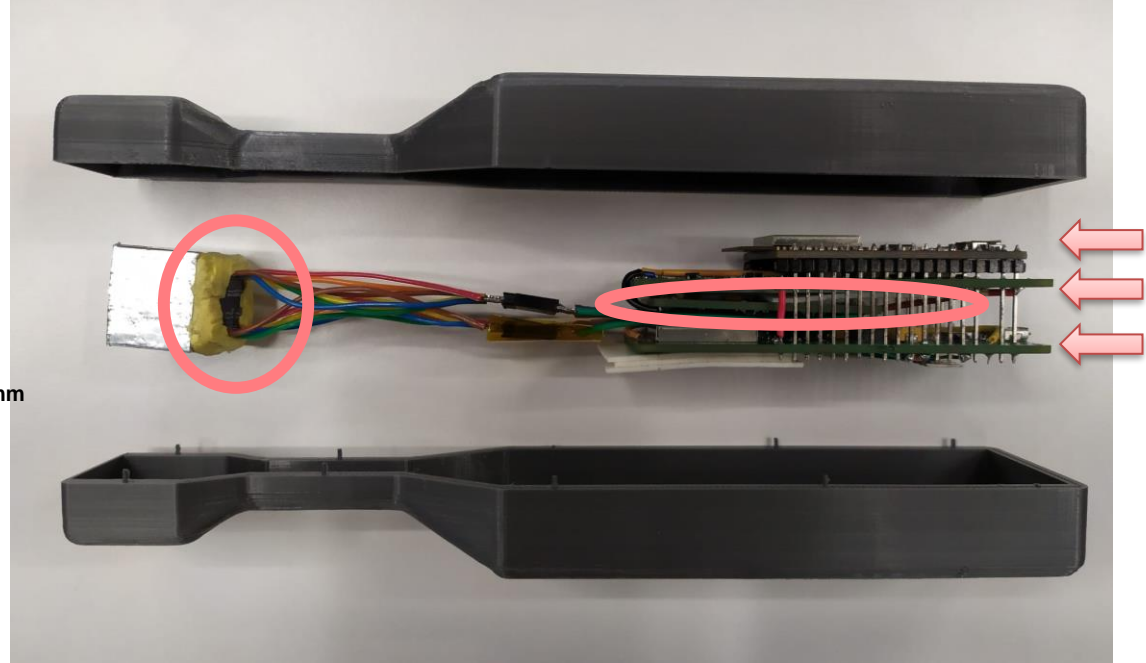
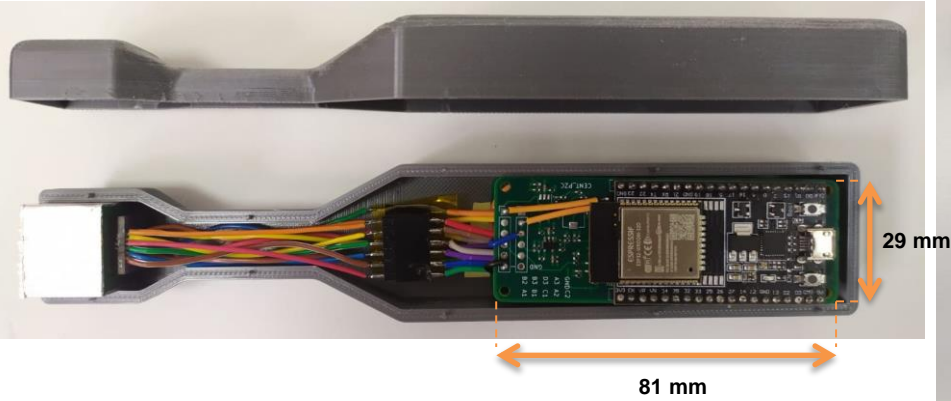
Aktif zırhlımalı gama sondası



Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

Aktif zırhlı malı gama sondası



Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlı malı Gama Sondası Geliştirilmesi

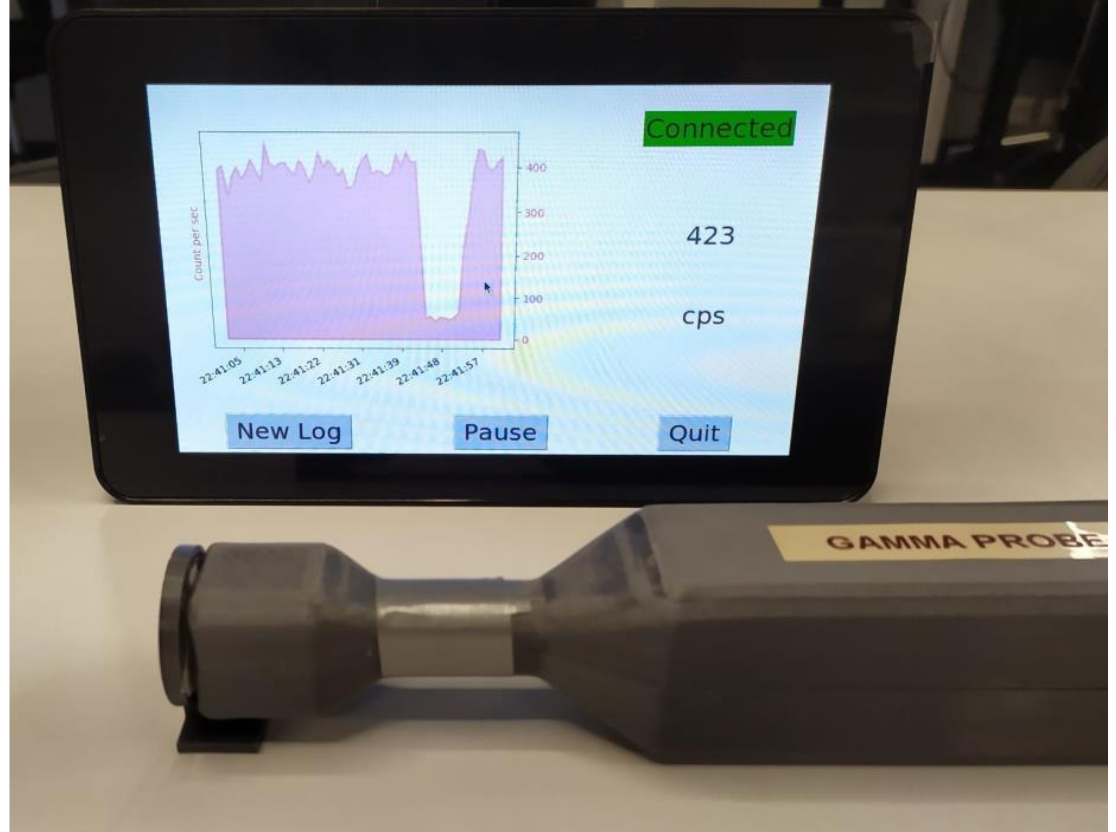
Aktif zırhlımalı gama sondası

☐ Haberleşme:

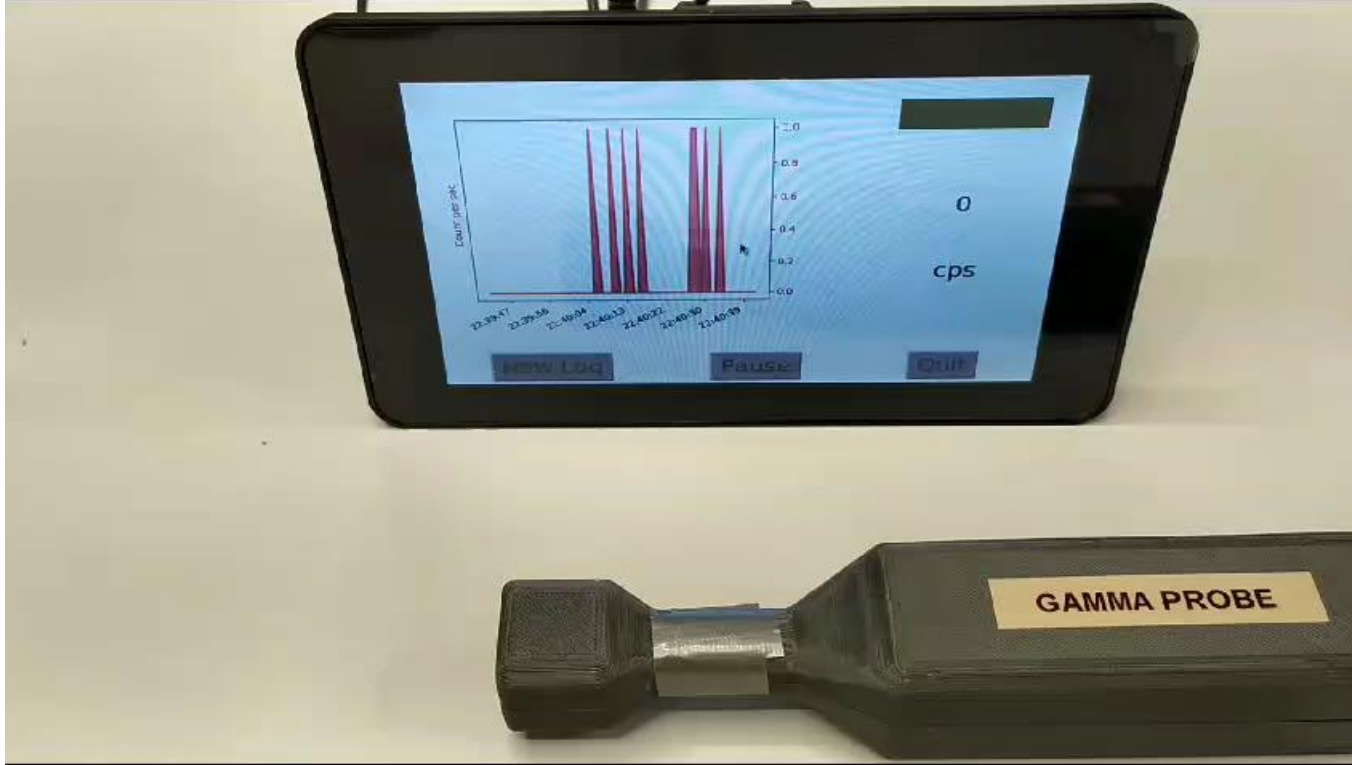
Raspberry Pi 4

+

ESP32 geliştirme kartı



Aktif zırhlımalı gama sondası



Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

Sentinel Lenf Düğümlerinin Lokalizasyonuna Yönelik
Aktif Zırhlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

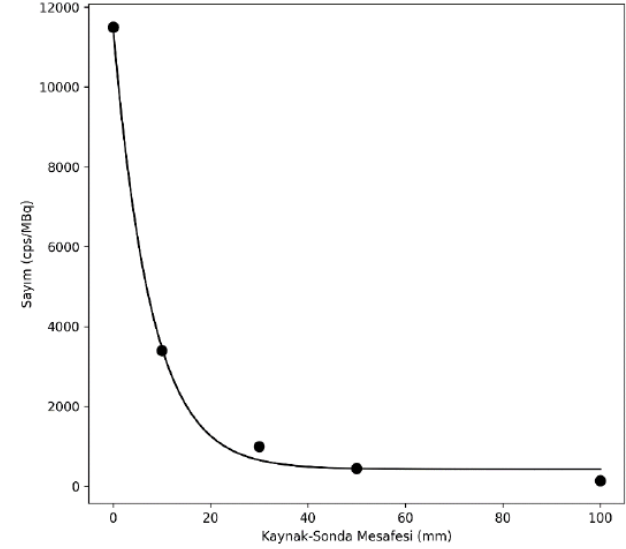
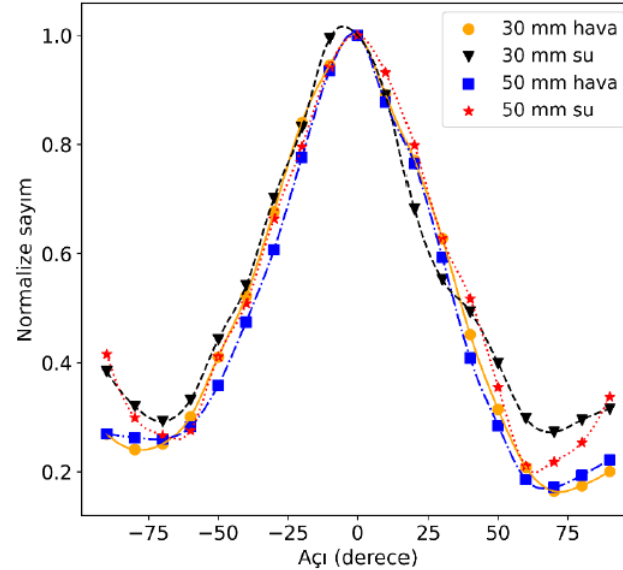
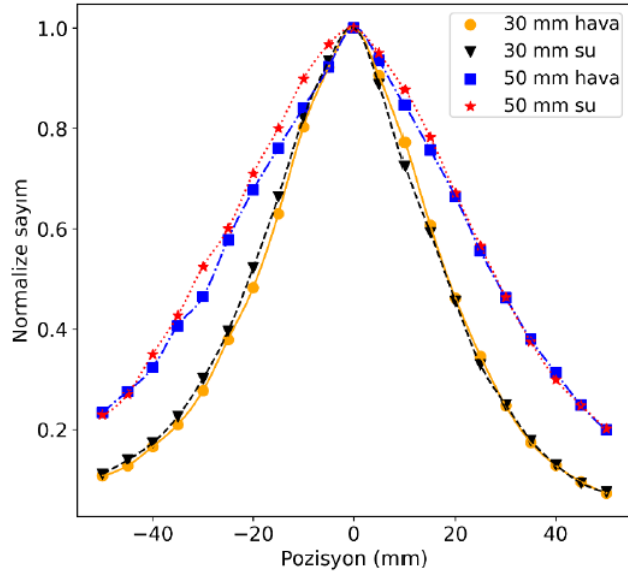
İlk Sonuçlar

- ❑ NEMA NU3-2004 standartları:
 - ❑ Uzaysal çözünürlük
 - ❑ Açısal çözünürlük
 - ❑ Dedektör duyarlılığı
 - ❑ Zırhlama etkinliği

İlk Sonuçlar

[4 - 7]

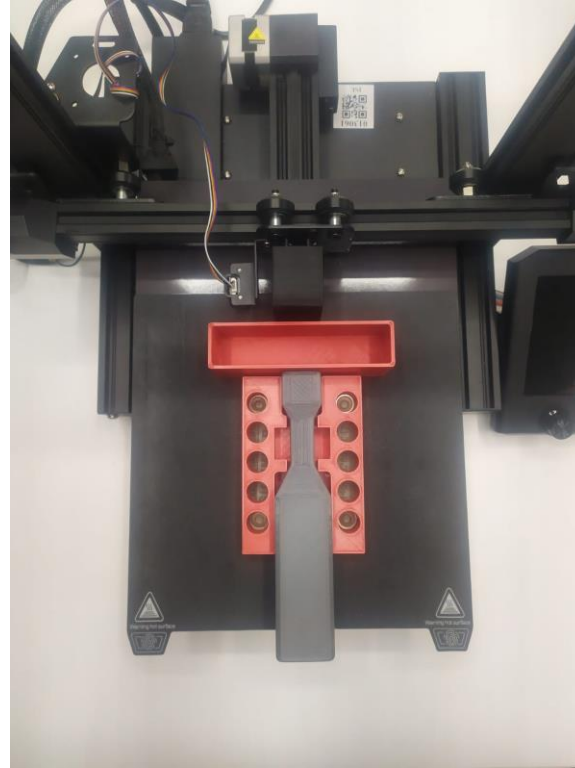
Sonda İsmi	Uzaysal Çözünürlük FWHM (mm)	Açısal Çözünürlük FWHM (derece)	Zırlama (%)
C-Trak	28	61	99.98
Europrobe3	43	102	99.83
Crystal Photonics "HiSense"	24-47**	20-60**	99.97
GammaPen	47	87	99.91
Önerimiz (GEANT4 benzetimi)	30	60	97.2
Önerimiz (Prototip ön sonuçlar)	39	71	95



Sentinel Lenf Düğümünün Lokalizasyonuna Yönelik Aktif Zırlımalı Gama Sondası Geliştirilmesi

Ölçümlerin geliştirilmesi

- ❑ NEMA NU3-2004 standartları:
 - ❑ Uzaysal çözünürlük
 - ❑ Açısal çözünürlük
 - ❑ Dedektör duyarlılığı
 - ❑ Zırhlama etkinliği

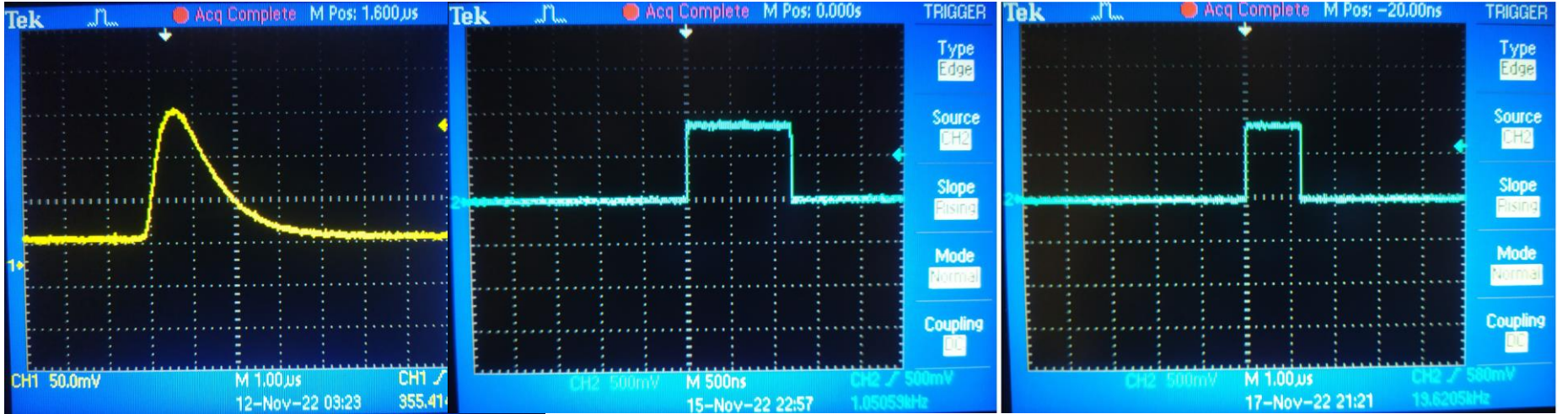


Kaynakça

- [1] H. Sung, J. Ferlay, R.L. Siegel, M. Laversanne, I. Soerjomataram, A. Jemal, F. Bray, Global cancer statistics 2020: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer J. Clin.* 71(3), 209–249 (2021). <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- [2] R.K. Halkar, J.N. Aarsvold. Intraoperative probes. *J. of Nucl. Med. Technol.* 27(3), 188–193 (1999). <https://tech.snmjournals.org/content/jnmt/27/3/188.full.pdf>
- [3] Kolcu, O.B., Yetkin, T. & Iren, E. Development of active shielding gamma probe: a simulation study. *Eur. Phys. J. Plus* 138, 169 (2023). <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-023-03792-x>
- [4] S. Kaviani, N. Zeraatkar, S. Sajedi, N. Gorjizadeh, M. Farahani, P. Ghafarian, G. El Fakhri, H. Sabet, M. Ay, Development and characterization of a compact hand-held gamma probe system, SURGEOGUIDE, based on NEMA NU3-2004 standards. *J. Instrum.* 11(12), 12004 (2016). <https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/T12004>
- [5] A. Radnia, H. Abdollahzadeh, B. Teimourian, M.H. Farahani, M.E. Akbari, H. Zaidi, M.R. Ay, Development and characterization of an all-in-one gamma probe with auto-peak detection for sentinel lymph node biopsy based on NEMA NU3-2004 standard. *Ann. Nucl. Med.* 35(4), 438–446 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12149-021-01581-z>
- [6] M. Zamburlini, K. Keymeulen, M. Bemelmans, B. Brans, G.J. Kemerink, Comparison of sentinel gamma probes for Tc-99m breast cancer surgery based on NEMA NU3-2004 standard. *Nucl. Med. Commun.* 30(11), 854–861 (2009). <https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e32832f34e7>
- [7] Crystal Photonics: Straight Gamma Probe HiSens. <https://crystal-photonics.com/enu/products/probe-straight-enu.htm>. Accessed 21.08.2023

Ekler

Rastgele seçilmiş analog ve dijital sinyal örnekleri



Ekler

