BEYKENT ÜNİVERSİTESİ ALGIÇ GELİŞTİRME FAALİYETLERİ

B. Bilki[1], F. Boran[1,2], F. Dölek[1,2], Y. Güler[1], K. K. Şahbaz[1,3], M. Tosun[1,3]

[1] Beykent Üniversitesi, İstanbul
[2] Çukurova Üniversitesi, Adana
[3] Ankara Üniversitesi, Ankara

Parçacık Hızlandırıcıları ve Algıçları Yerel Altyapı ve Ar-Ge Çalıştayı

29 Kasım 2020

Faaliyetler ve ekip, 118C224 proje numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

BEYKENT ÜNİVERSİTESİ BİLKİ ARAŞTIRMA EKİBİ

- Burak Bilki
- Fatma Boran (DUNE/ProtoDUNE veri analizi, ProtoDUNE algıç operasyonları, DUNE algıç ArGe)
- Furkan Dölek (DUNE/ProtoDUNE veri analizi, ProtoDUNE algıç operasyonları, DUNE algıç ArGe)
- Kutlu Kağan Şahbaz (Algıç ArGe, veri analizi)
- Mehmet Tosun (Algıç ArGe, veri analizi)
- Yalçın Güler (ILC algıçları veri analizi)

Çalışmalar ve ekip, 118C224 proje numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

BEYKENT ÜNİVERSİTESİ BİLKİ ARAŞTIRMA LABORATUVARI

Ekip, çalışmalarını TARLA bünyesindeki ArGe laboratuvarında gerçekleştirmektedir.

TARLA ekibi Dünya standartlarında altyapı desteğini hızlı ve etkili bir şekilde sağlamaktadır.

TARLA ekibi:

Avni Aksoy, Hatice Yılmaz Alan, Ali Can Canbay, Haris Đapo, Can Dokuyucu, Ömer Faruk Elçim, Özlem Karslı, Çağlar Kaya, Melike Kaya, Süleyman Selim Kısırkaya, Burak Koç, İbrahim Şara, Harun Uçar, Barış Yıldırımdemir, Hatice DuranYıldız, Hüseyin Yıldız

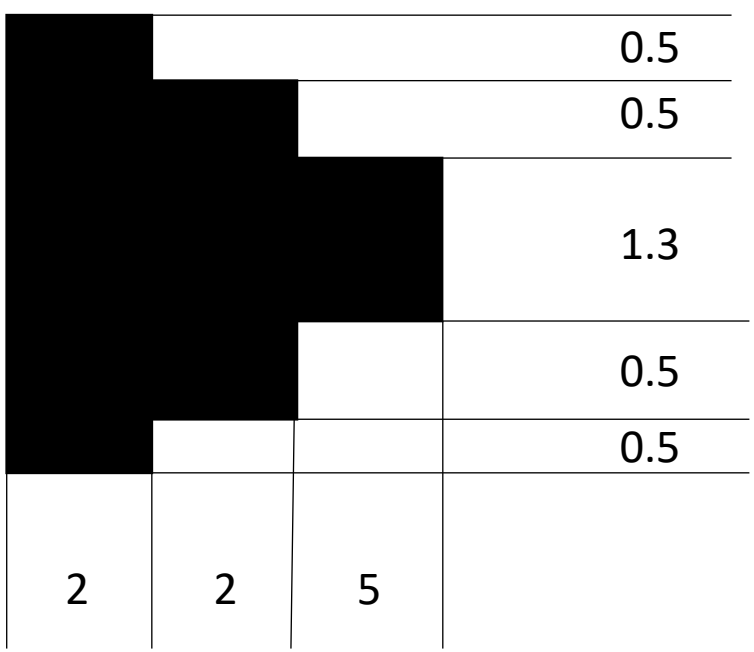
ARAŞTIRMA PROGRAMI

- Hibrit gazlı algıçlar (elektron çoklaması: gaz → ikincil elektron çoklayıcı)
- Alfa ve termal nötron algıçları (özel camlar/kristaller + yüzey kaplamaları → optik algıçlar)
- Cerenkov algıçları
- Kryojenik algıçlar

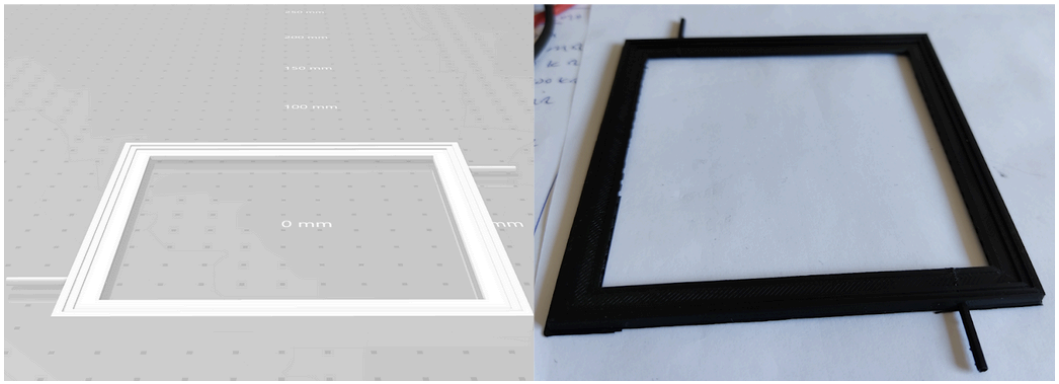
Her aşamada ileri seviye donanım testleri, veri analizi, simülasyonlar, büyük sistem öngörüleri, performans ve üretim kolaylığını artırıcı ArGe çalışmaları yapılmaktadır.

TARLA tesisinde kullanılabilecek algıçlar (ışın kaybı denetleyicisi, iyon odası, ışın pozisyonu ölçümleyicisi, …)

DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) - Çerçeve



10 cm x 10 cm



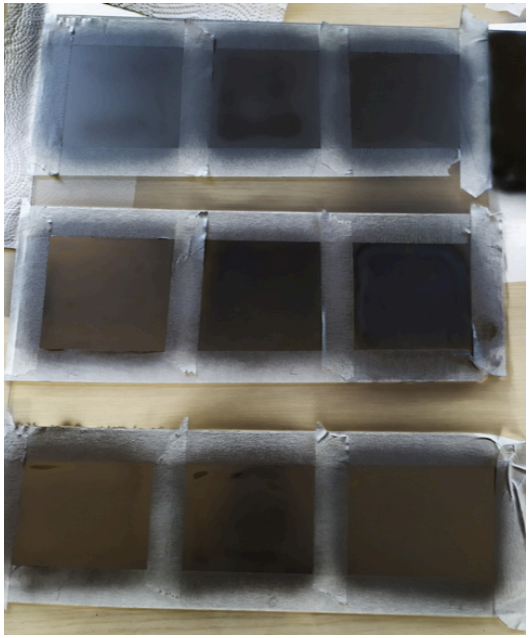
Kontrol algıçları

- Tek camlı
- Çift camlı

Gaz:

- Ar/CO_2 90/10
- P10

DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) - Camlar

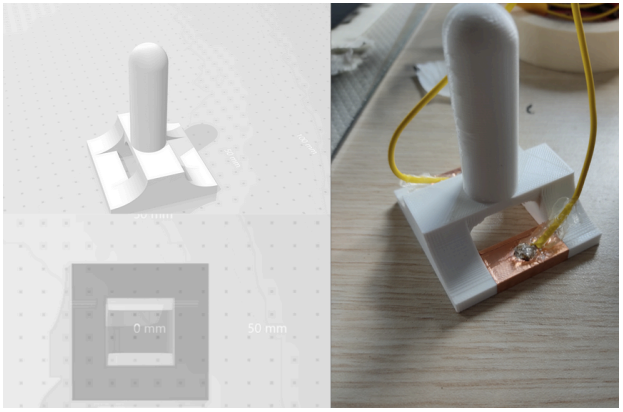


Cam elektrotların hedef yüzey direnci 1-5 MΩ/□ su bazlı boya karışımlarının havalı boya tabancası ile cam yüzeye püskürtülmesi ile elde ediliyor.

Yüzey direnci hava şartlarına bağlı olarak değişiyor.

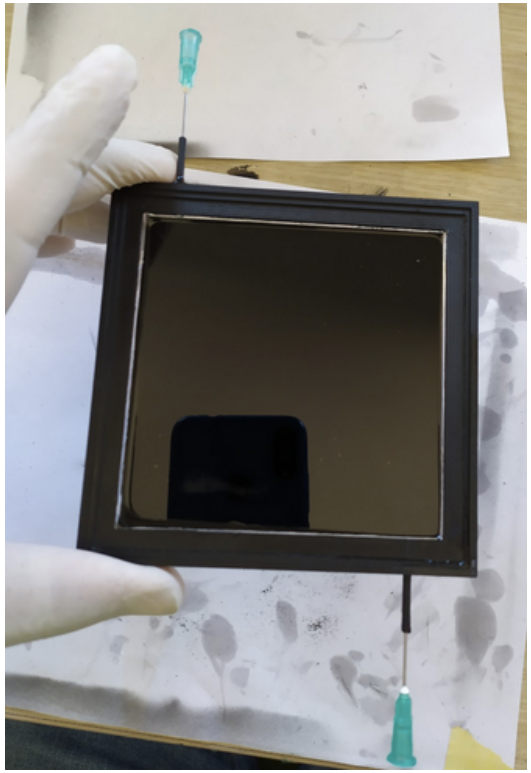
En etkin yüzey direncini elde etmek için pek çok karışımı uzun süre ölçümledik.

Yüzey direnci ölçüm aleti

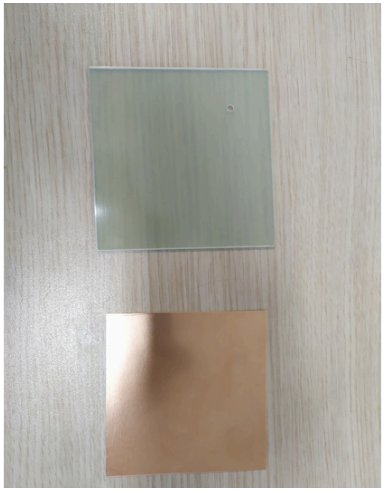


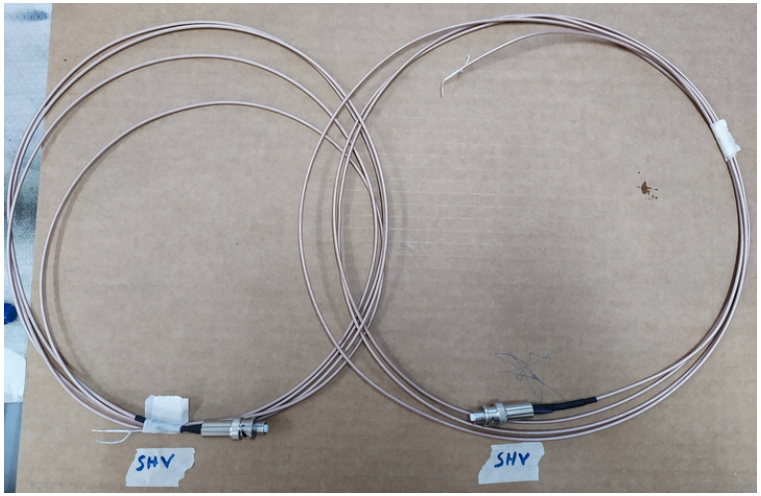
Sample	Composition	07.08.2020	10.08.2020	11.08.2020	12.08.2020	13.08.2020	10.09.2020	16.09.2020	21.10.2020
		Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)	Fluke Multimetre (MΩ)
A1	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	5. 7	3.7	4.4	3.5	3	1.6	1.2	2
A2	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	12	9.1	12	7.7	5	3.8-5	2.6	4.1
A3	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	0.13	0.12	0.14	0.125	0.135			----------
A4	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	2.8	1.6	2	1.3	1-1.6	0.6	0.43	0.75
A5	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	1.7	1.37	1.3	1.1	1	0.6	0.49	0.7-0.9
A6	Eko (2 gr) +Çin (4 gr)	8.3	4.4	5	3.5	3-3.5	2	1.37	2-2.25
B1	Eko (3 gr) +Çin (4 gr)	8	4.4	6.5	4.2	3.5-4	2.2	1.5	3.26
B2	Eko (3 gr) +Çin (4 gr)	3.9	2.6	4	2.5	2-4	1.5	1.2	1.95
B3	Eko (3 gr) +Çin (4 gr)	0.8	0.6	1	1.25	0.7-1	0.47	0.5	0.65
B4	Eko (3 gr) +Çin (4 gr)	6.5	2.9	4	4.9	2-4.6	2	1.2	1.7
C1	Yeşil (1 gr) +Çin (4 gr)	27	11.2	10	8	5-8	2.7	1.86	3.2
C2	Yeşil (1 gr) +Çin (4 gr)	----------	24	23	18	13-14	6	4.1	6.8
C3	Yeşil (1 gr) +Çin (4 gr)	10.8	6.7	7	5	4-5.5	2	1.45	1.9
C4	Yeşil (1 gr) +Çin (4 gr)	----------	26	21-50	16-29	14-20	6-13	4.8-11	7-17
D1	Yeşil (2 gr) +Çin (5gr)	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------
D2	Yeşil (2 gr) +Çin (5gr)	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------
D3	Yeşil (2 gr) +Çin (5gr)	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------
D4	Yeşil (2 gr) +Çin (5gr)	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------
E1	Yeşil (1 gr) +Çin (6 gr)	----------	23.8	28	19	15-16	7-10	5-7	8.56
E2	Yeşil (1 gr) +Çin (6 gr)	----------	18	20	13.6	12-15	4-5	4-5	5.5
E3	Yeşil (1 gr) +Çin (6 gr)	25-30	8.5	11	7.5	5-8	2-3	1.8-3.5	3

DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) – Okuma kartı



Okuma kartlarını üretebilecek firma bulamadık ve kendimiz üretmeye karar verdik.

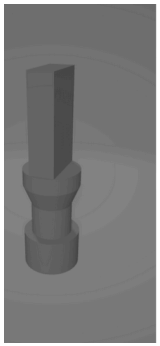




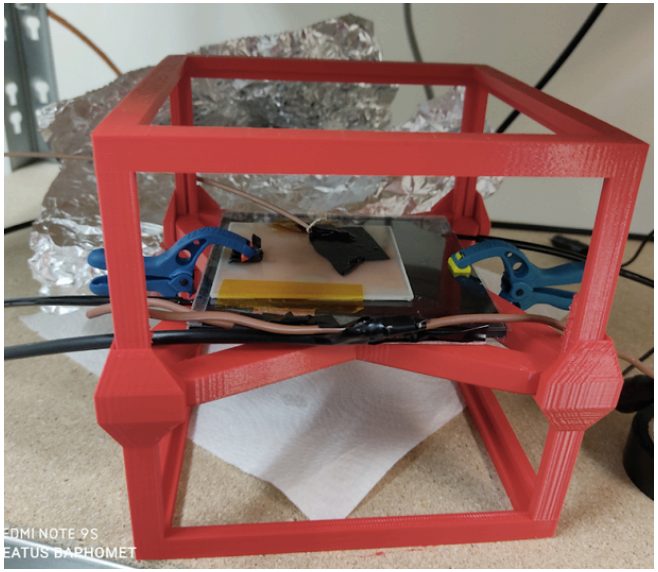
DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) – Veri alımı

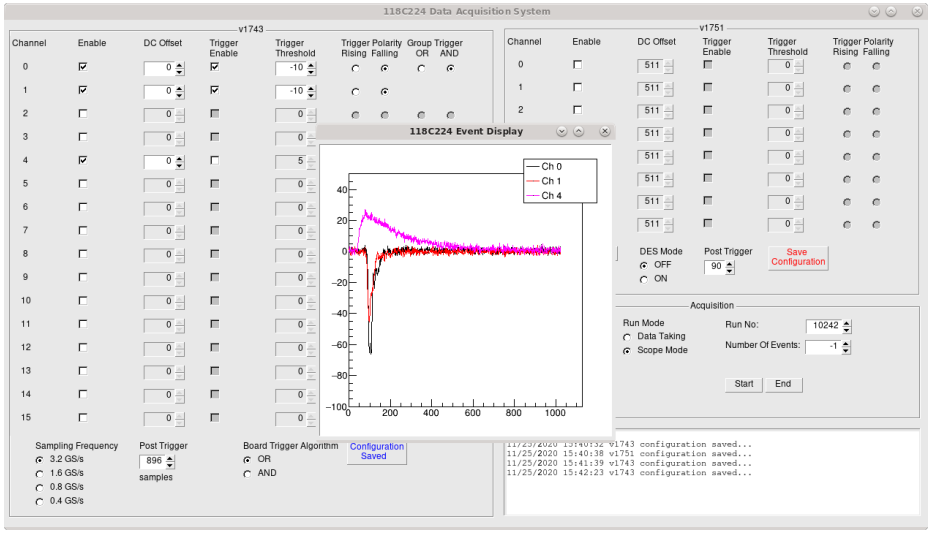
CAEN v1743 sayısallaştırıcı
CAEN v1751 sayısallaştırıcı
CAEN R1470ETD güç kaynağı

Tetikleme sayaçları



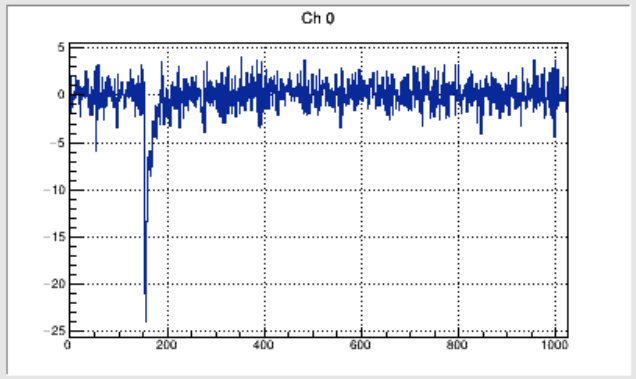
Test standı

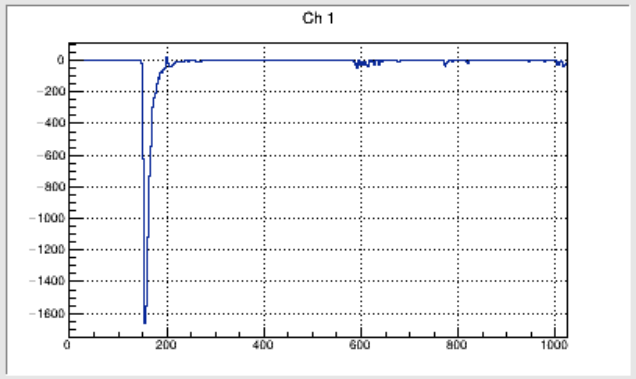


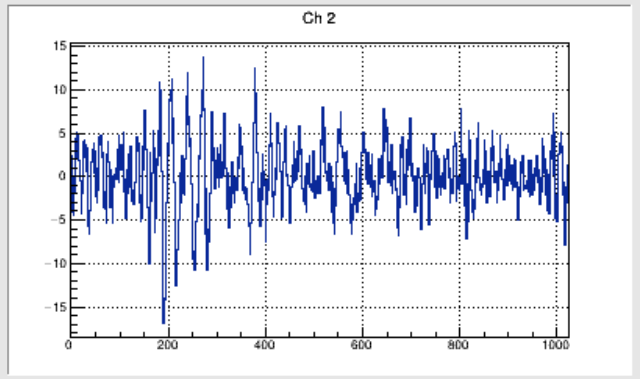


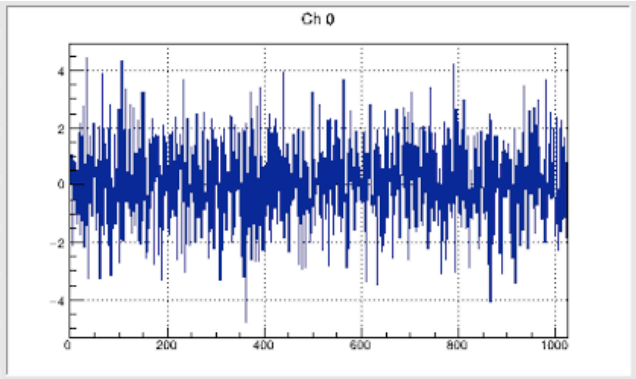
DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) – Durum

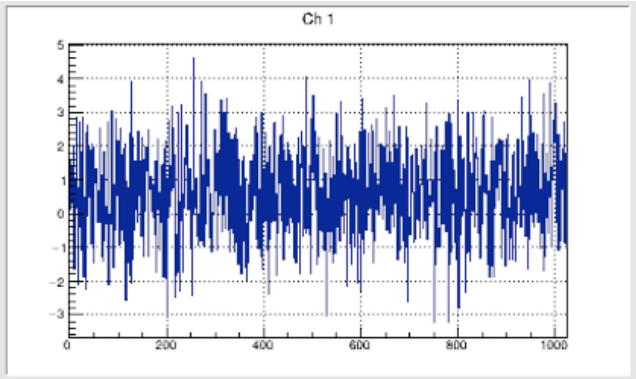
Tetikleme 1 | Tetikleme 2 | RPC

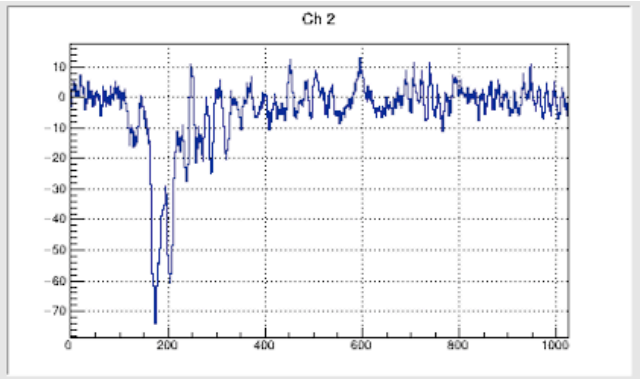










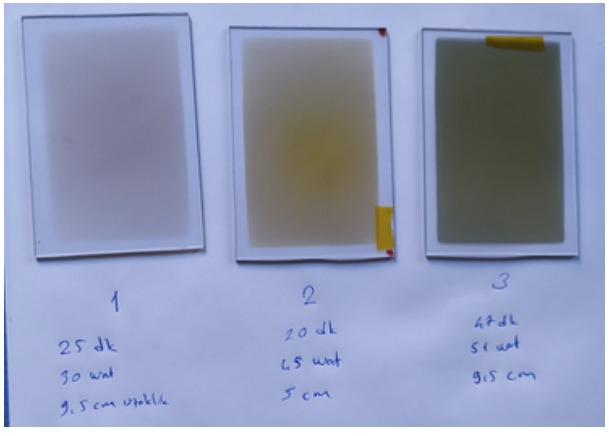


Alınan veri, epoksi ile camların yapıştırılması aşamasında, RPC içerisine düzensiz bir şekilde yapıştırıcı sızdığına işaret ediyor. İlk RPC mekanik ve elektronik olarak uzun süreli testlere tabi tutuldu (uzun süreli yüzey direnci testlerine ek olarak). Çerçeve kalitesi ve üretim aşamaları iyileştirildi. Yeni RPC'ler üretildi, gaz sızdırmazlık ve elektronik testleri sürüyor.

İlk RPC sinyali güçlü fakat gürültülüydü. Gürültü daha sonra kontrol altına alındı.

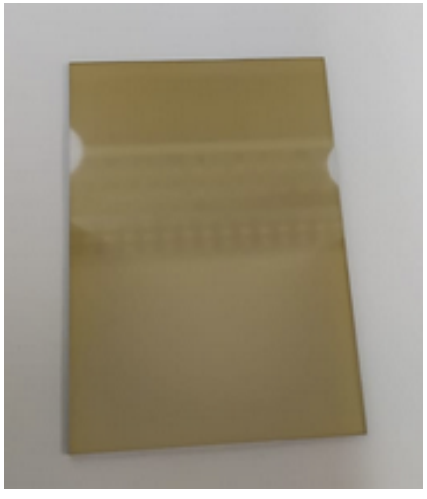
DİRENÇLİ LEVHA ODALARI (RESISTIVE PLATE CHAMBERS - RPCs) – Planlar

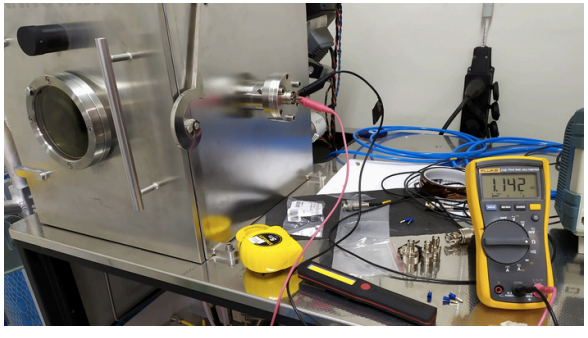
Hibrit algıçları oluşturmak için anot üzerinde yüzey kaplamaları yapacağız. Bu işlemler için laboratuvarda saçtırma (sputtering) sistemimiz mevcut. Performansları doğrulanmış RPC'ler üretilinceye kadar saçtırma sistemi üzerinde denemeler ve TARLA uzmanlığı ile iyileştirmeler gerçekleştirdik.

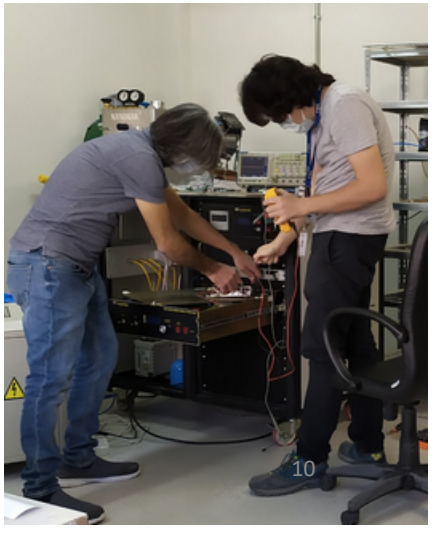


V (V)	I (A)	R
100	3.75E-06	2.67E+07
200	7.90E-06	2.53E+07
300	1.21E-05	2.48E+07
400	1.72E-05	2.33E+07
500	2.25E-05	2.23E+07

Bakır kaplama:
Başlangıç yüzey direnci ~80 GΩ
Saçtırma neticesinde ~25 MΩ



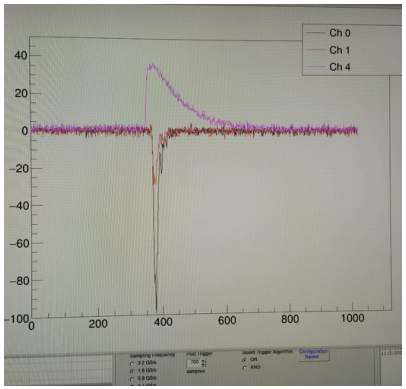


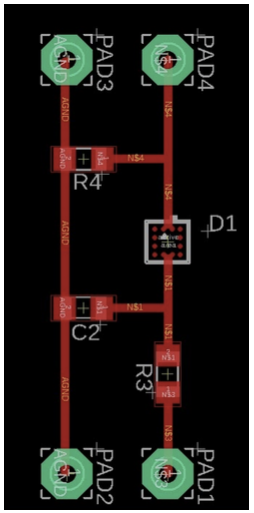


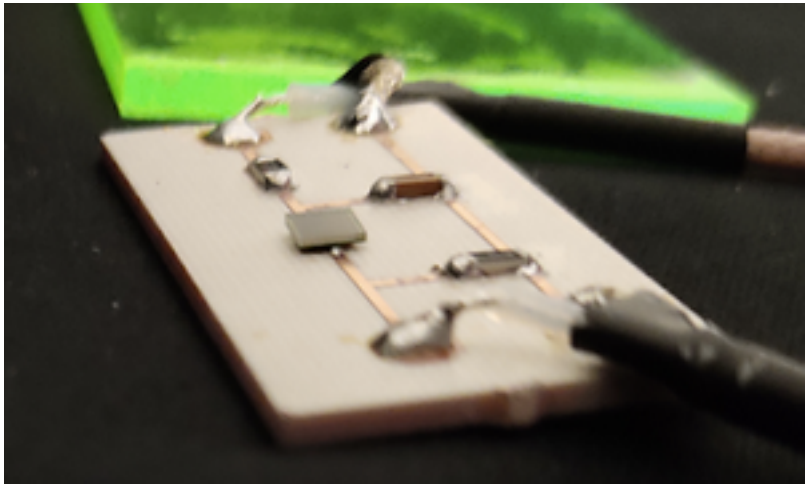
OPTİK ALGIÇLAR - Durum

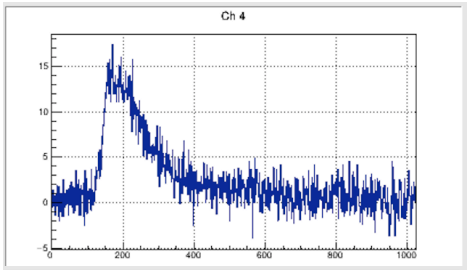
Öncelikle Silikon fotoçoklayıcılarla (SiPM'ler) kalibrasyon ölçümleri ve sintilatörlü ölçümler gerçekleştirdik. KETEK PM3325-WB (https://www.ketek.net/store/products/pm3325-wb/)

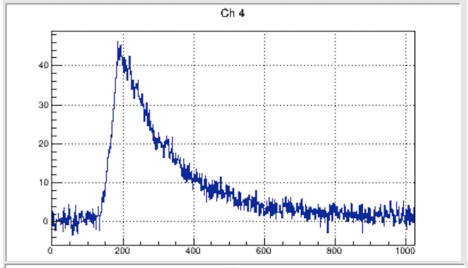
SiPM'lerin yüzey montajını yapabilecek bir firma bulamadık. Sıcaklık eğrisine uygun olarak laboratuvarda biz montajlıyoruz.

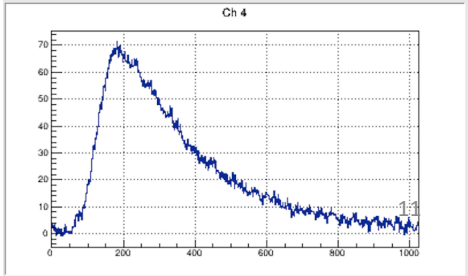


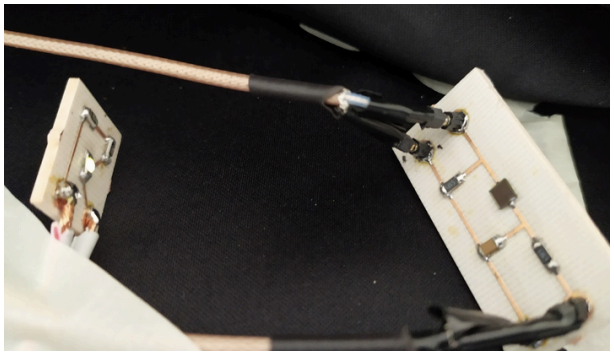






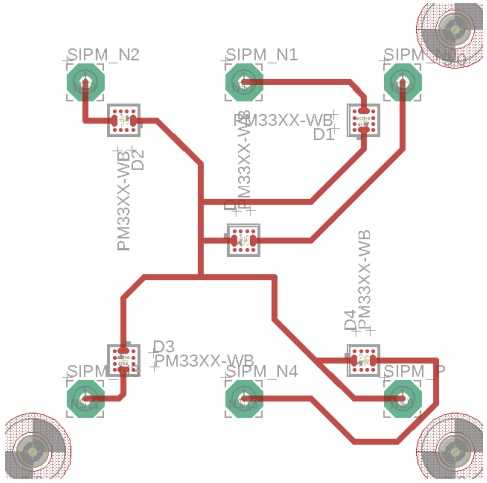


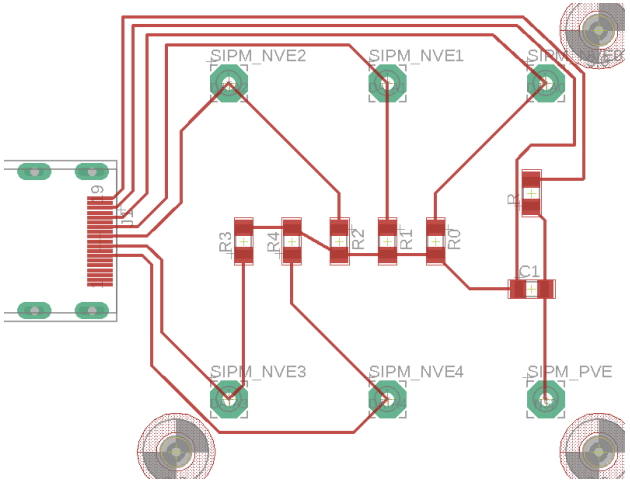


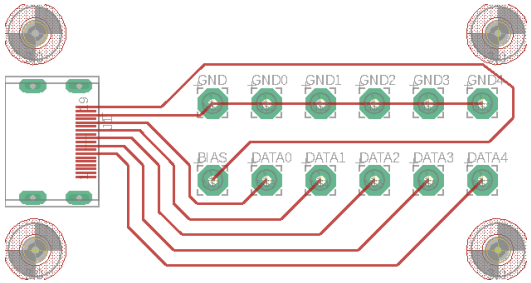


OPTİK ALGIÇLAR - Planlar

Özel optik ve yüzey işlemli camların/kristallerin okunması için 5'li ve 3 x 3 SiPM dizileri içeren devre kartı tasarımları hazır. Kartların basımı ve montajından sonra algıçları üretip testlerini gerçekleştireceğiz.





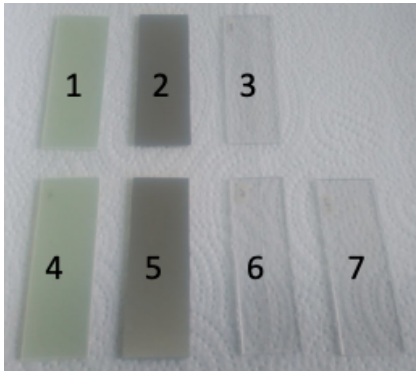


KRYOJENİK ALGIÇLAR

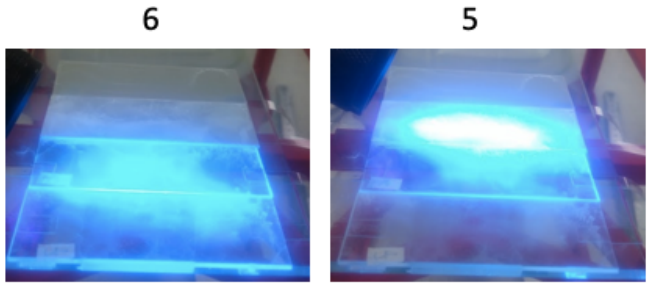
- Kryojenik ortamda çalışacak optik algıçlarla ilgili ArGe yapabilmek için öncelikle 127 nm sıvı argon sintilasyon ışığını fotodedektörler tarafından algılanabilir dalga boyuna kaydırmak gerekir. Bu konuda en iyi bilinen dalga boyu kaydırıcı TPB'dir (tetraphenyl butadiene).
- En yaygın TPB yüzey kaplama yöntemi evaporasyondur. Bilkent UNAM pandemi nedeniyle harici kullanıcı kabul etmediği için ve elimizdeki vakum sistemini evaporatöre dönüştürmek zaman alacağından alternatif yüzey kaplama uygulamaları denedik.
- TPB'nin toluende çözündüğü de bilinen bir özelliktir.

0.2 mg/cm^2 TPB hedefiyle 1 mg TPB'ye 0.5 ml toluen oranı uygun. Bu çözelti yüzeye basınçlı hava tabancasıyla uygulanabiliyor. Ancak yüzeye eş oranda sorunsuzca uygulamak için birkaç deneme daha yapmamız gerekiyor.

Kaplamanın ve ProtoDUNE-DP Faz 2 ve DUNE-DP deneylerinde kullanılması planlanan reflektörün etkinliğini test etmek için 7 adet numune hazırladık ve bunlardan dördünü TPB ile kapladık.



Sample ID	Detail
1	FR4
2	FR4+reflector
3	Acrylic
4	FR4+TPB
5	FR4+reflector+TPB
6	Acrylic+TPB
7	Acrylic+TPB

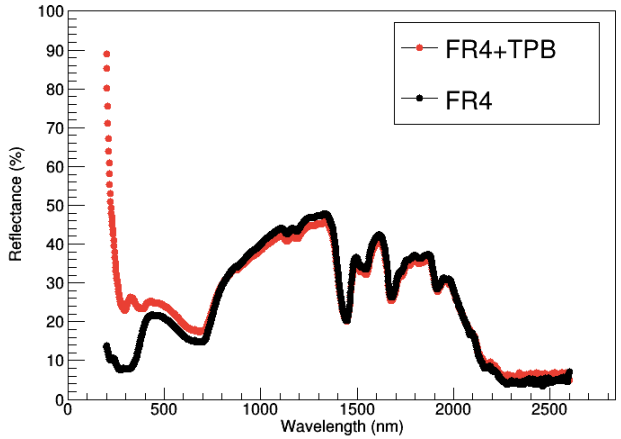


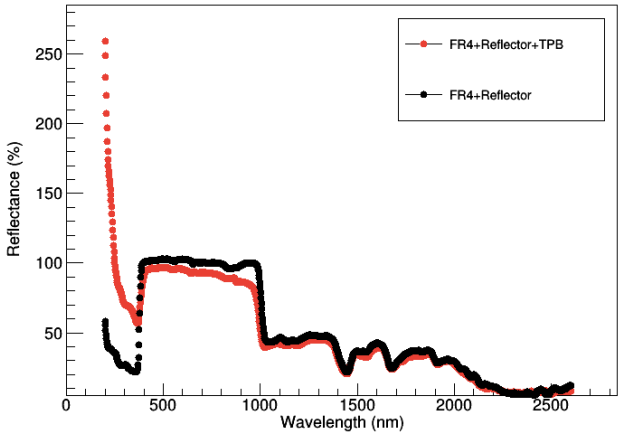
KRYOJENİK ALGIÇLAR

TARLA'daki Shimadzu UV-3600 Plus UV-VIS-NIR Spectrophotometer ile ilk numunelerin transmitans ve reflektans ölçümlerini gerçekleştirdik (Melike Kaya, TARLA).

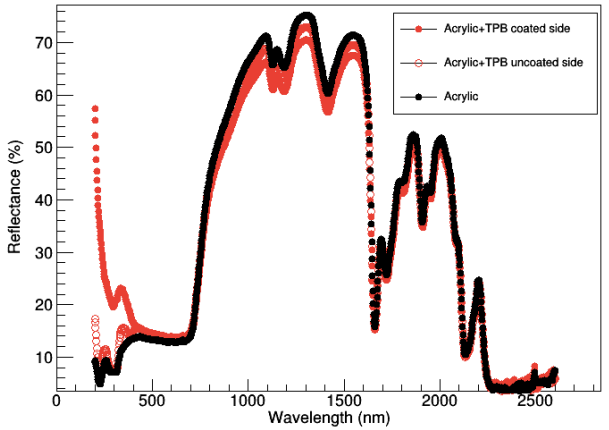
Reflektörün ve TPB'nin etkisi açıkça görülmektedir. TPB'nin dalga boyu kaydırma mekanizmasının daha hassas ölçümleri için bir süre sonra vakum spektrometresi yapacağız.

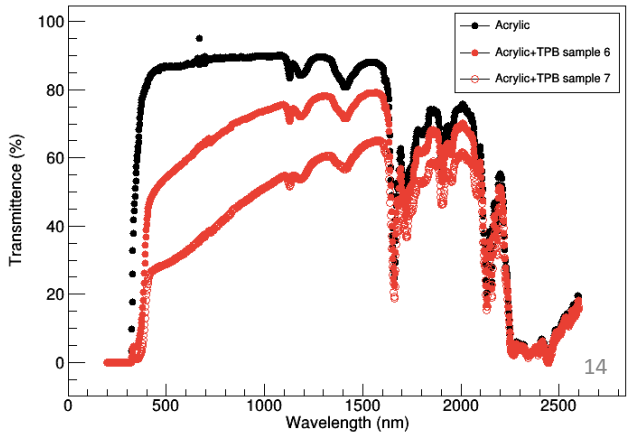
Transmitans ölçümleri yüzey kaplamalarının daha kaliteli olması gerektiğini açıkça göstermektedir.





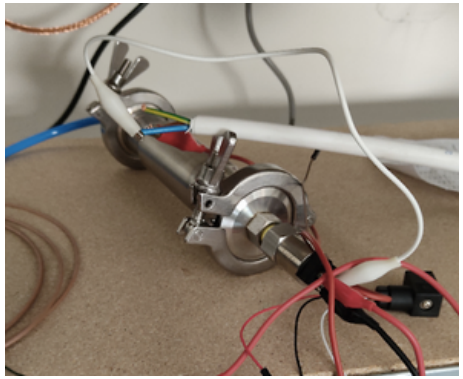
Sample ID	Detail
1	FR4
2	FR4+reflector
3	Acrylic
4	FR4+TPB
5	FR4+reflector+TPB
6	Acrylic+TPB
7	Acrylic+TPB

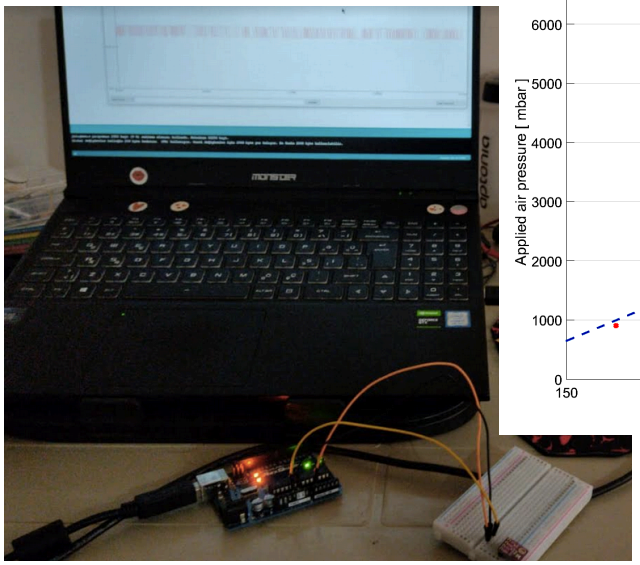


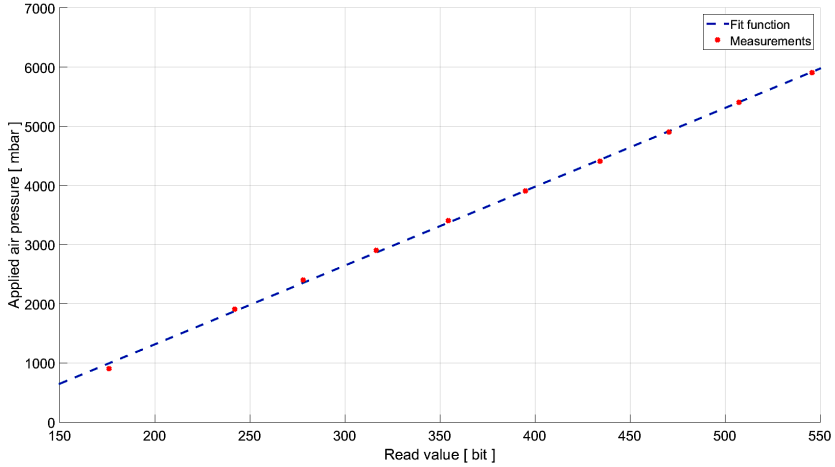


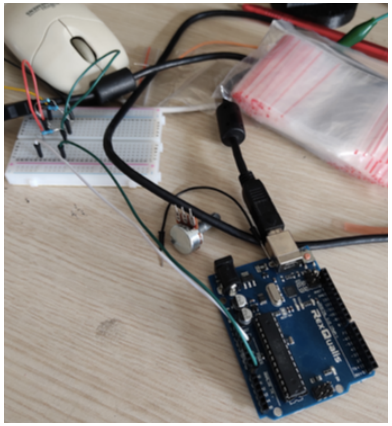
ÇEVRESEL SİSTEMLER

Kapalı sistem basıncı ile ortam basıncını, sıcaklığını ve nemini ölçen sensor sistemlerini, okuma ve veri tabanına kaydetme fonksiyonlarıyla birlikte tasarladık.

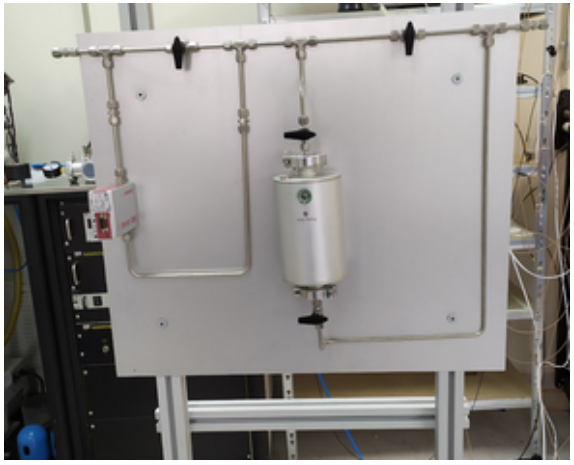




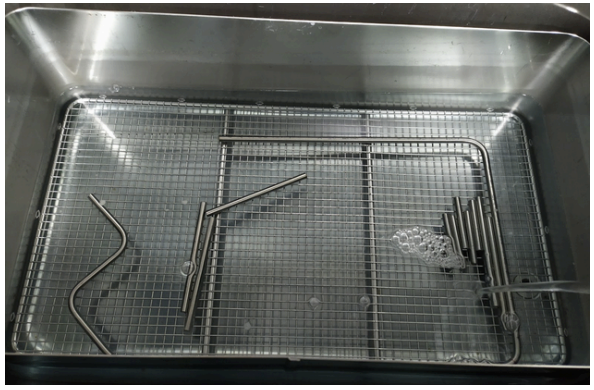




Argon saflaştırıcı sistemi tasarlayıp inşa ettik.

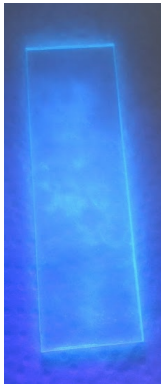


TARLA ultrasonik banyo

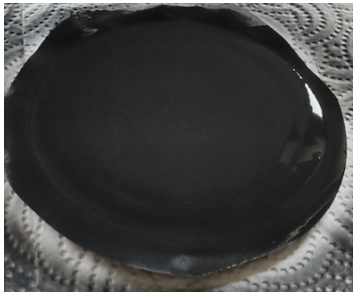


TARLA ALGIÇLARI

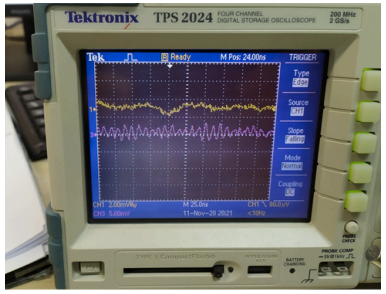
TARLA tesisinde kullanılabilecek algıçlar tasarladık ve bir kısmını ürettik:



TPB kaplı kuvarz levha ile ışın pozisyonu ölçümleyicisi yapıyoruz. Radyasyona dayanıklı olan kuvarzın içerisinde oluşan Cerenkov ışımasını TPB ile görünür ışığa çevirip kameralarla izleyerek ışın büyüklüğü ve pozisyonu tespit edilebilir. → TPB yüzey uygulamasının optimizasyonunu bekliyor



Medikal linakta kullanılan hasar görmüş iyon odası için pratik ve çok daha ekonomik bir alternatif üretiyoruz. İnce film üzerine hassas iletken yollar uygulamamızı gerektiriyor. → iletken yüzeyi oluşturabiliyoruz, yolların hassasiyetini iyileştirmemiz gerekiyor.



Işın kaybı denetleyicisi olarak kullanılabilecek bir gazlı algıç tasarladık ve ürettik. Sinyal seviyesi çok düşük. Gaz kazancını artırmak amacıyla voltaj yükseltmek, tasarımın yüksek kapasitansından dolayı problemli. → yükselteç kullanabiliriz (tercih etmiyoruz) ya da tasarımı güncelleyebiliriz.

ÖZET

- Beykent Üniversitesi Bilki araştırma ekibi, TARLA altyapısı içerisindeki laboratuvarında, alandaki güncel ve gelecek ihtiyaçları karşılayacak algıçların tasarım, üretim ve testlerini yüksek standartlarda gerçekleştirmektedir.

- TARLA tesisi yüksek enerji fiziği faaliyetleri için üst seviye altyapı sağlamaktadır (vakum bileşenleri, kryojenler, elektronik atölye, mekanik atölye, uzman mühendislik ve teknik destek, …). Üyesi olduğumuz DUNE ve CALICE gruplarına mensup binlerce bilim insanı ekibimizce TARLA ve Bilki araştırma ekibinin işbirliği hakkında bilgilendirilmiştir ve konu her iki grubun yöneticileri tarafından ilgi odağı olmuştur.

- Ekip, diğer araştırma kuruluşlarıyla işbirliği için olağanüstü çaba sarfetmektedir (Ankara Teknokent, Bilkent UNAM, SANAEM, …).

- Yerel endüstriyel kuruluşlardaki birikim ve kabiliyet seviyesi zaman zaman problem olmaktadır. İleri elektronik ve bilimsel bilişim konularında araştırma ekibiyle iletişim kurabilecek firmalar bulmak zor olmaktadır. Mekanik sistemler konusunda benzer bir problem yaşanmamıştır.

- Tüm bu çalışmalar (ve çok daha fazlası) pandemi sürecinde gerçekleşmiştir.