



TFTP

Türkiye Fotovoltaik Teknolojiler Platformu

Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu (TFTP) TÜBİTAK 1004 Mükemmeliyet Merkezi Destek Programı, "Yüksek Teknoloji Platformları Çağrısı" kapsamında ODTÜ-GÜNAM liderliğinde yürütülen araştırma programı ile kurulmuştur. Türkiye'de yüksek verimli güneş hücresi türlerinin, FV sistemlerde kullanılan gelişmiş malzemelerin, FV panel ve güç sistemleri teknolojilerinin, teknoloji hazırlık seviyelerinin yükseltilmesi ve sanayiye aktarılması amacıyla yola çıkan TFTP, ülkemizde aktif olarak üretim yapan büyük şirketleri, öncü Ar-Ge kuruluşlarını ve KOBİ'leri bir araya getirerek bir sinerji yaratmıştır.



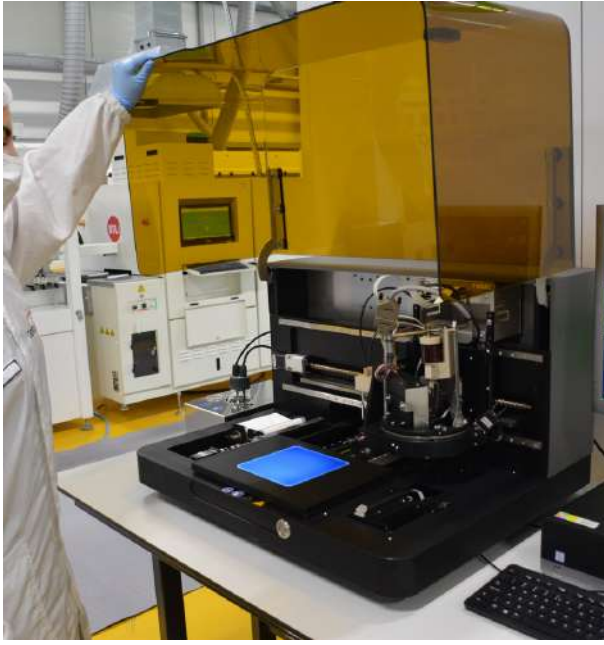
ODTÜ GÜNAM
CENTER FOR SOLAR ENERGY RESEARCH AND APPLICATIONS

Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu

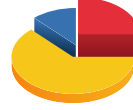
**TÜBİTAK 1004 Mükemmeliyet Merkezi
Destek Programı**

İÇİNDEKİLER

➤ TFTP Hakkında / Önsöz	i
➤ Teknoloji Yol Haritası	ii
➤ Odak Teknolojiler	iii
➤ Alt Proje-1: ÇİTAİ	1
➤ Alt Proje-2: PerovSTAR	3
➤ Alt Proje-3: ÇİTAH	5
➤ Alt Proje-4: ÇİTAP+	7
➤ Alt Proje-5: SOLARPASTA	11
➤ Alt Proje-6: PANELCAM	13
➤ Alt Proje-7: SHINGLED	15
➤ Alt Proje-8: YENESTEK	17
➤ Alt Proje-9: DİZİ EVİRİCİ	19
➤ Alt Proje-10: HİBRİT EVİRİCİ	21
➤ Alt Proje-11: SOLARTEST	23
➤ Alt Proje-12: SOLARSOS	25



Sayılarla TFTP



40 Araştırmacı/Uzman



26 Bursiyer



26 Makale



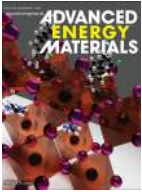
32 Bildiri



5 Uluslararası Etkinlik
(bkz. "Etkinlik Künyesi")



Önemli Yayın Başarıları



ODTÜ-GÜNAM Gelişen Fotovoltaik Teknolojileri Birimi araştırmacılarının "Tuning 2D Perovskite Passivation: Impact of Electronic and Steric Effects on the Performance of 3D/2D Perovskite Solar Cells" başlıklı makalesi, **Advanced Energy Materials (2022 yılı etki faktörü 27,8)** dergisinde yayınlandı ve derginin kapak görseli oldu.

ODTÜ-GÜNAM Silisyum Fotovoltaik Teknolojileri Birimi araştırmacılarının yayınları, çeşitli prestijli dergilerde yer aldı.



Etkinlik Künyesi

SiliconPV
12th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics 2022



SOLAREX
ISTANBUL

PVCON 2022
PHOTOVOLTAIC CONFERENCE



NANOTR-16



ODTÜ-GÜNAM liderliğinde yürütülen Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu (TFTP) Program Çıktıları

01.02.2021 tarihinde başlayan ve TÜBİTAK 1004 programı kapsamında desteklenen Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu-TFTP 6.dönemini tamamlamıştır. Program dahilinde gerçekleştirilmekte olan 11 farklı proje ile 3 yıl içinde fotovoltaik teknolojilerinde (hücre, panel ve evirici) yüksek yerlilik oranına ulaşmış, maliyet/performans olarak ulusal ve küresel piyasalarda rekabet edebilecek yenilikçi ürünlerin yerli prototiplerinin geliştirilmesine ve seri üretimi için yetkinliklerinin kazanılmasına yönelik Ar-Ge çalışmalarımız devam etmektedir.



TFTP'nin misyonu, Türkiye'de yüksek verimli Si tabanlı güneş hücresi türleri, fotovoltaik sistemlerde kullanılan ileri malzemeler, fotovoltaik panel teknolojileri ve fotovoltaik güç sistemleri teknolojilerinin teknoloji hazırlık düzeylerinin yükseltilmesi ve sanayiye aktarılmasıdır.

Güneş enerjisi teknolojileri alanında Türkiye'yi dünyada ileri ve öncü bir ülke haline getirmeyi amaçlayan TFTP girişiminde; iklim değişikliğine neden olan fosil yakıtların kullanımını azaltmak ve ülkemiz ekonomisi için önemli bir cari açığa neden olan enerji ithalatının azaltılmasını sağlamak, ana hedefimiz ve motivasyonumuzdur.

11 adet alt proje kapsamında fotovoltaik teknoloji bileşenlerinin yerileştirilmesi ve üretim yetkinliklerinin kazanılarak ülkemize katma değer sağlanması amaçlanmıştır. Platform kapsamında 4 ana başlıkta gruplanan;

1. Panel camı ve metal pasta geliştirme projeleri
2. Yeni nesil hücre geliştirme projeleri
3. Yeni nesil panel geliştirme projeleri
4. Güç elektroniği geliştirme projeleri

yurtiçinden 9, yurtdışından 4 kuruluş ile birlikte yürütülmektedir.

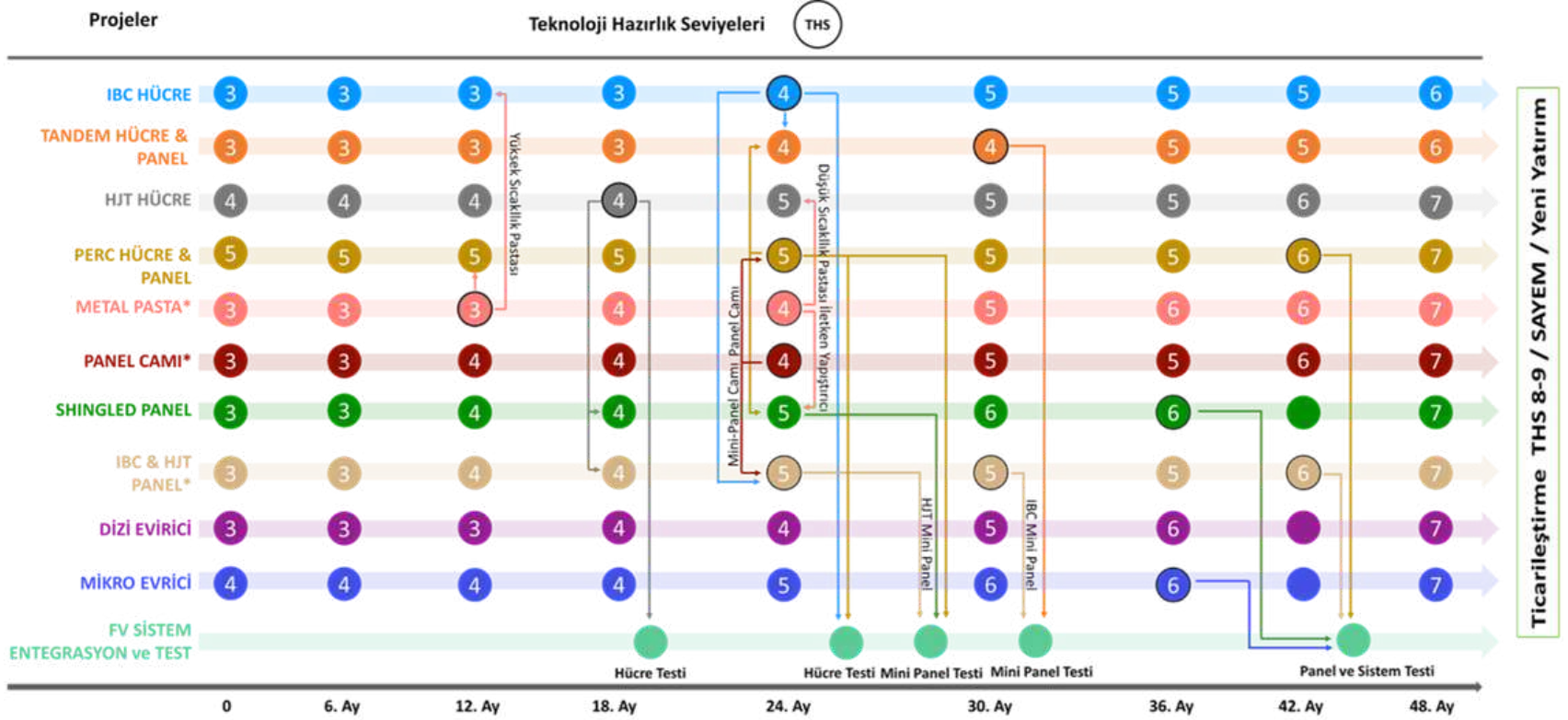
Kapsamlı ve iddialı programını hayata geçirmeyi hedefleyen TFTP'nin, ODTÜ-GÜNAM dışında, kamu kurumlarından TÜBİTAK MAM, NÖHÜNAM; özel sektörden ŞİŞECAM, ASELSAN, KALYON PV, TESCOM, NANOVAİF ve İTECHSOLAR paydaşlarıdır. Programda güneş enerjisi teknolojileri alanında dünyada öncü kurumlar olan Almanya'dan Fraunhofer ISE, İsviçre'den EPFL, Hollanda'dan TNO ve Belçika'dan IMEC proje ortağı kuruluş olarak yer almaktadır.

Geçtiğimiz 3 yıl içerisinde yaşanan çeşitli sorunlara rağmen platform çalışmaları düzenli olarak devam etmiş ve hedeflere doğru önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Gelişen ve değişen hücre ve panel teknolojilerinin bir çoğu Türkiye'de ilk defa olarak TFTP paydaşları tarafından bu program kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bazıları patentlenecek olan bu çıktıların ülkemizin sanayisine katkı sağlaması en büyük beklentimizdir. Bu yönde olmak üzere, TÜBİTAK tarafından çizilen yol haritasına uygun olarak, TFTP paydaşlarının bir kısmı, bazı yeni paydaşlarla birlikte SAYEM programına hazırlık yapmaktadır. Böylece ürünlerimizin THS düzeylerini 7-8 mertebesine çıkması sağlanacak ve üretim hatlarına aktarılacaktır.

Prof. Dr. Raşit TURAN

TFTP Program Yöneticisi
ODTÜ-GÜNAM Yönetim Kurulu Başkanı

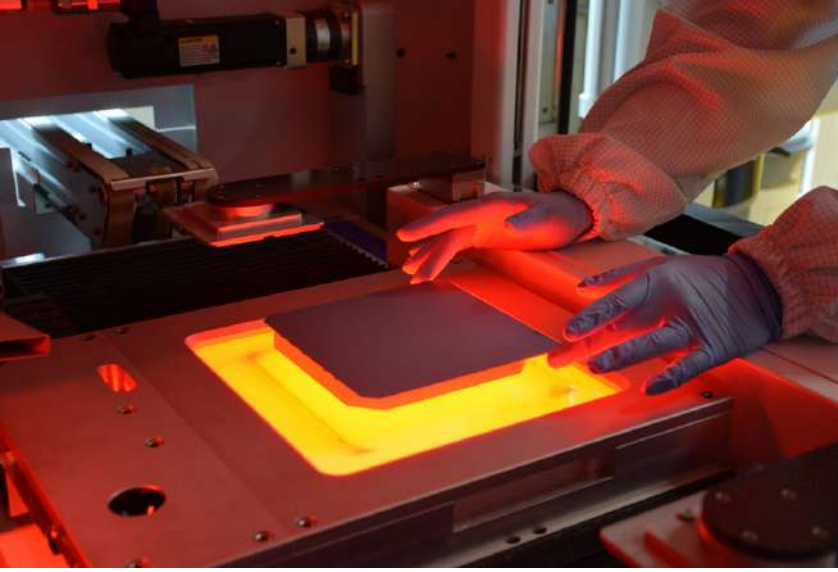
TFTP Teknoloji Yol Haritası



Odak Teknolojiler



Alt Proje-1: ÇİTAİ



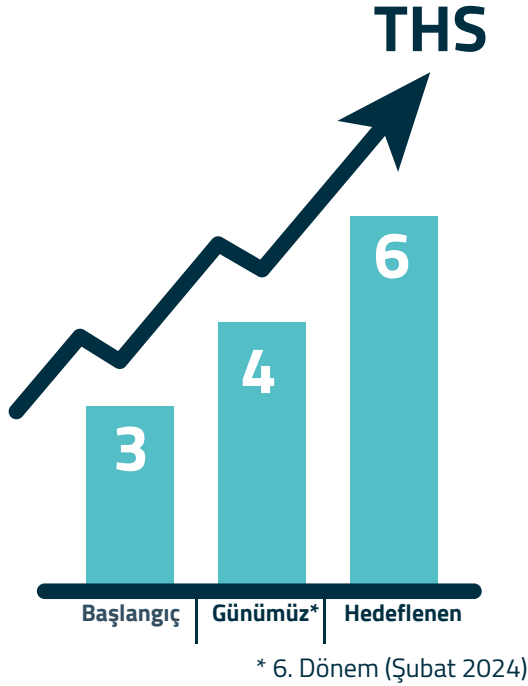
Dünyada IBC üretimi, yüksek maliyet nedeni ile sınırlı kalmıştır. Bu proje çalışmasında, IBC hücreler çift taraflı olarak geliştirilecek ve böylece etkin verim değeri %26'nın üzerine çıkartılacaktır. Ayrıca tamamen GÜNAM tarafından geliştirilecek yeni proses teknikleri ile üretim maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir.

IBC (Interdigitated Back Contact) hücre tipi, hem n-tipi hem de p-tipi katkılanmış eklem bölgelerinin arka yüzeye taşındığı, arkadan bağlantılı (Back Contact 'BC') hücre yapılarından bir tanesidir. IBC tipi hücrelerde ön yüzeydeki optik kayıp sıfıra indiği için kristal silisyum (c-Si) tabanlı hücre yapıları arasındaki en yüksek verim potansiyeli bu hücre grubuna aittir.

Teknik Özellikler

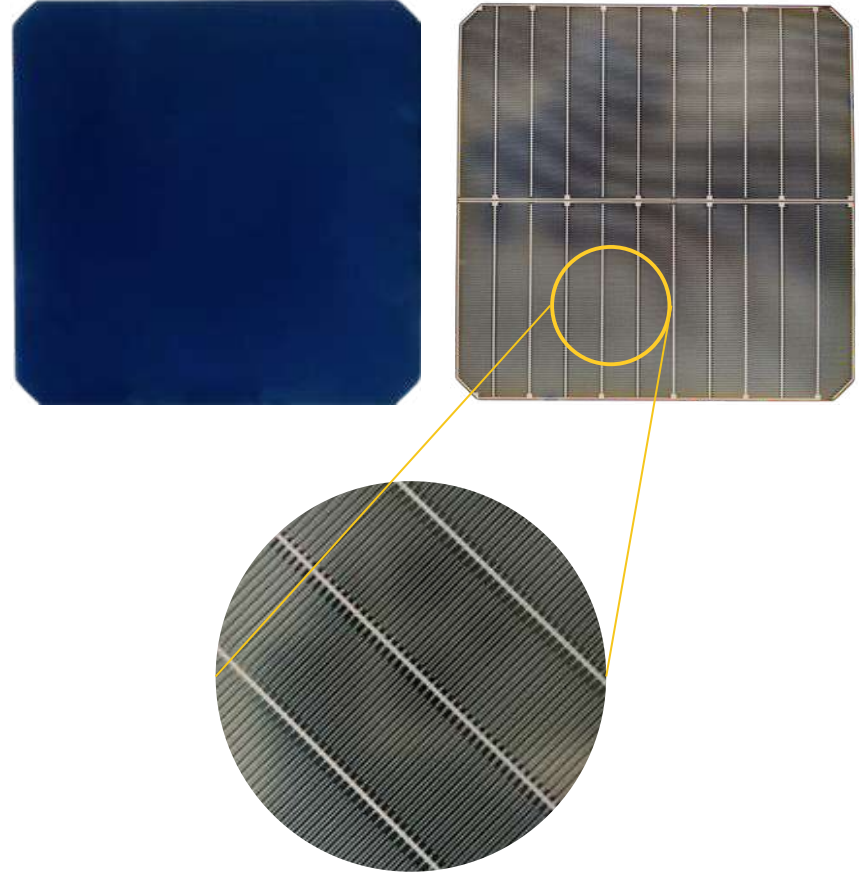
- Çift taraflı IBC tipi hücre üretimi (4x4 cm²)
- Endüstriyel boyutta çift taraflı IBC hücre verim değeri (2023 yılı sonu) > %19,0
- Rekabetçi üretim proseslerinin geliştirilmesi
- Optimize edilmiş hücre üretim basamakları
- Yerli üretim

► Ürün: **IBC tipi Hücre**



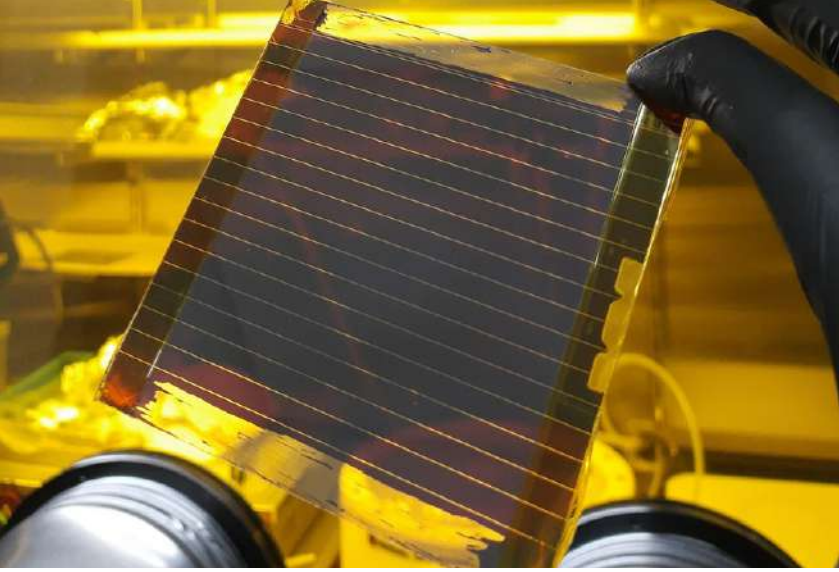
Patent

1 Adet Başvuru Hazırlığında



Endüstriyel boyutta üretilen ilk IBC hücrelerin ön (solda), arka (sağda) ve arka yakın (alt ortada) yüzeylerinin görünümü

Alt Proje-2: PerovSTAR



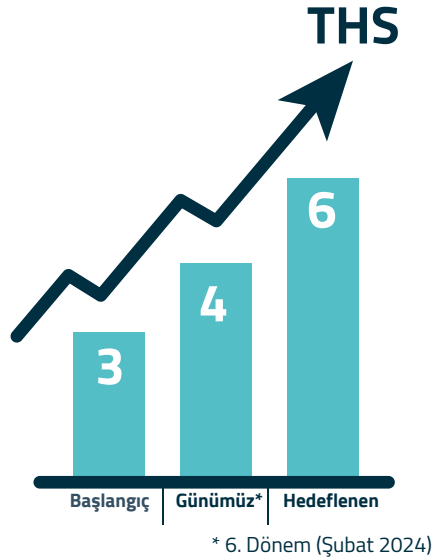
Bu projenin ana hedefi, 156 mm x 156 mm alana ve 30 mW/cm güce sahip ve de önemli stres testlerini (85 °C sıcaklık ve 85% nem, 3000 saat ışık altında performans, ve -40 °C ile 85 °C arasında 200 ısı devri testlerinden sonra panel gücünün başlangıçtaki değerinin en az %90'ı kadar olması) geçecek kararlılığa sahip perovskit/Si tandem panel teknolojinin geliştirilmesidir.

Güneş enerjisinde rekabeti belirleyen en uygun birim olan verim/maliyet oranını artırmanın (kWh/TL) yöntemlerinden bir tanesi, birden fazla hücrenin birbiri üzerine üretilerek, çok eklemli (tandem) olarak adlandırılan yapıların kullanılmasıdır. Perovskit, günümüzde Si tabanlı güneş hücreleri ile kullanılması amaçlı öngörülen en umut vadeden malzemedir.

Teknik Özellikler

- Perovskit/Si tandem hücre
- 30mW/cm² güce sahip
- 4T tandem güneş hücresi ile uyumlu
- En az 156 mm x 156 mm alan
- Hücre verimi (2023 sonu): %20,6
- Maliyet etkin elektron geçirgen tabaka
- Yerli üretim

► Ürün: Perovskit Hücree



3x3 cm Perovskit Hücree



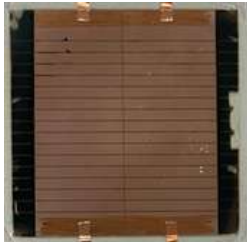
Esnek Perovskit Hücree



Patent

1 Adet Başvuru Hazırlığında

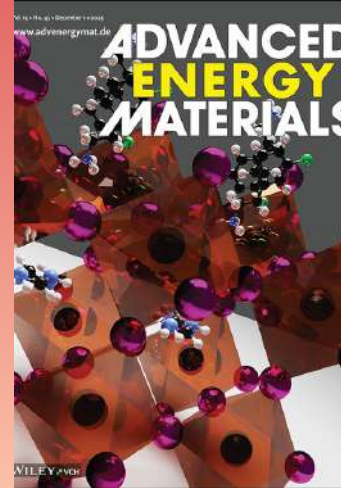
10x10 cm Perovskit Modül



Yurt Dışı İş Birliği

imec TNO
EPFL

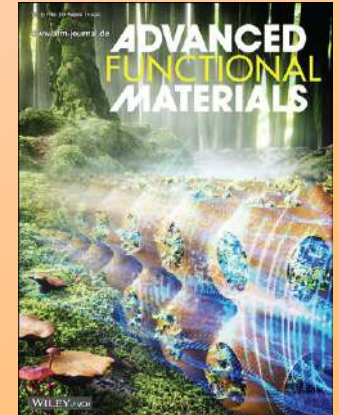
ÖNEMLİ YAYINLAR



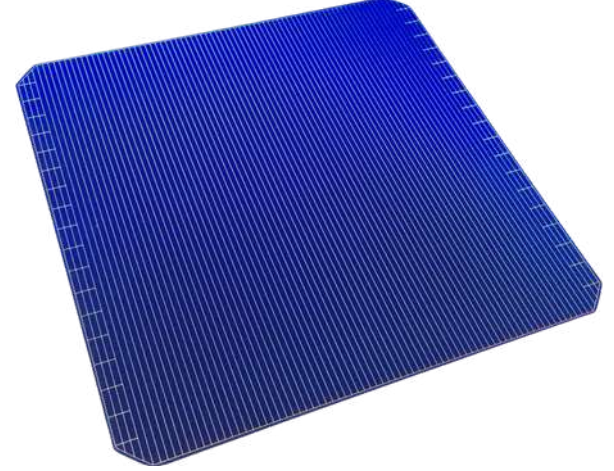
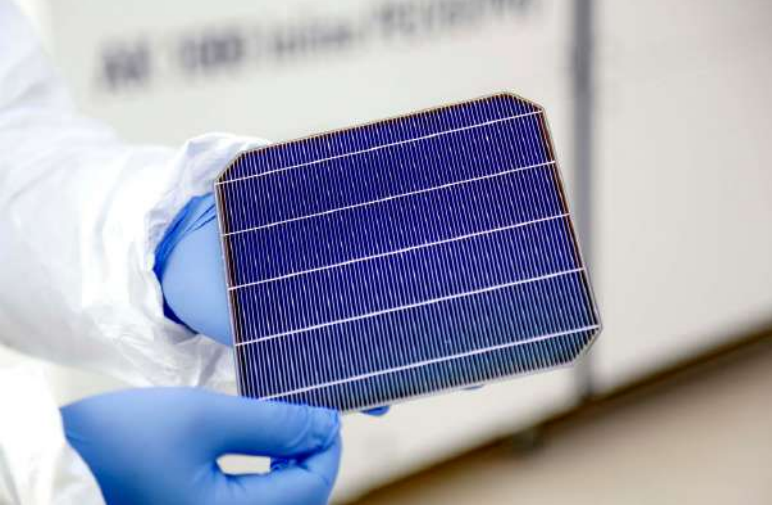
Gozukara Karabag, Z. et al.
(2023) 'Tuning 2D perovskite passivation: Impact of electronic and steric effects on the performance of 3D/2D perovskite solar cells', Advanced Energy Materials, 13(45).
doi:10.1002/aenm.202302038.

YAYIN DERGİ KAPAĞINDA
Etki Faktörü: 27,8

Afshord, A.Z. et al. (2023)
'Efficient and stable inverted wide-bandgap perovskite solar cells and modules enabled by hybrid evaporation-solution method', Advanced Functional Materials, 33(31).
doi:10.1002/adfm.202301695.



Alt Proje-3: ÇİTAH

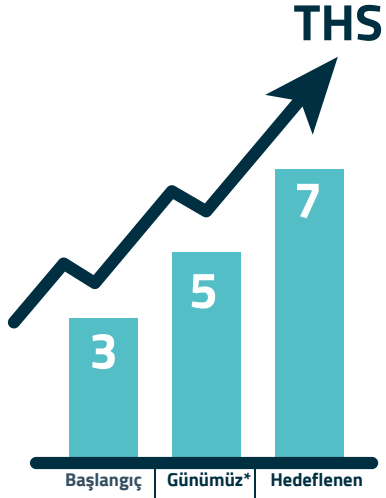


Proje, yerli ve milli, yüksek verimli, seri üretime uyumlu çiftyüzlü c-Si heteroklem (SHJ) güneş hücre ve panellerinin üretilmesini ve ülkemizde bu sektörün gelişmesini sağlayacaktır. Projede geliştirilecek hücrelerin ön taraftan verimi en az %24, çift yüzlü hücrelerin etkin verimi (ön yüz verimi + arka yüz verimi *0.2) %27, 8 nolu projede geliştirilecek çift yüzlü panelin etkin verimi ise %23 olacaktır.

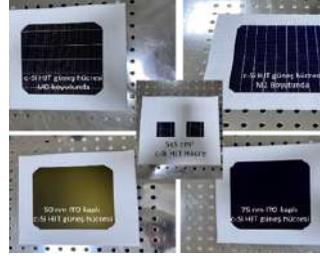
Teknik Özellikler

- SHJ hücre (Çift Taraflı Silisyum Heteroeklem hücre)
- Hücre verim değeri (2023 yılı sonu): %22,4
- Yenilikçi İletken Oksit Tabakalar
- Estetik görünüm
- 35 yıla varan uzun kullanım ömrü
- Yerli üretim

► Ürün: Çift Taraflı SHJ Hücre

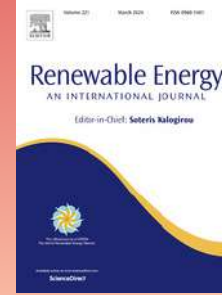


* 6. Dönem (Şubat 2024)



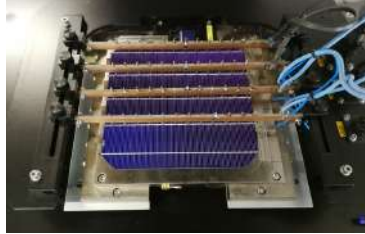
SHJ Hücre Türleri

ÖNEMLİ YAYINLAR



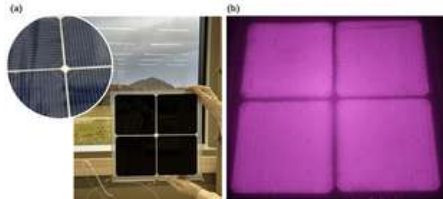
Donercark, E. et al. (2022) '**Interface and material properties of wide band gap A-sicx:H thin films for solar cell applications**', Renewable Energy, 183, pp. 781–790. doi:10.1016/j.renene.2021.11.065.

Mehmood, H. et al. (2022) '**Physical device simulation of Dopant-free asymmetric silicon heterojunction solar cell featuring tungsten oxide as a hole-selective layer with ultrathin silicon oxide passivation layer**', Renewable Energy, 183, pp. 188–201. doi:10.1016/j.renene.2021.10.073.



ODTÜ-GÜNAM Temiz Oda'da Üretilen SHJ Hücre

**Yurt Dışı
İş Birliği**
imec



imec'te Lamine Edilmiş SHJ Hücre



SHJ Hücre Örnekleri

Alt Proje-4: ÇİTAP+



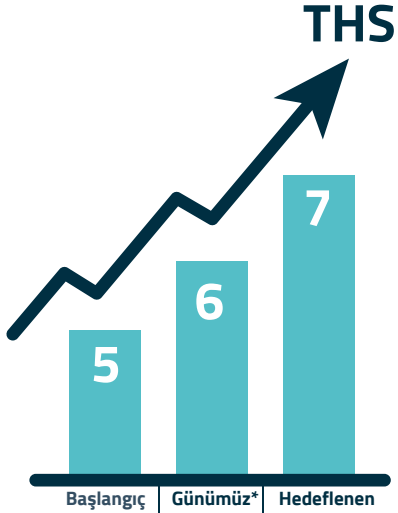
PERC hücre teknolojisi genel hatları ile kendisinden bir önceki teknoloji olan standart Al-BSF hücre teknolojisi üzerine kurgulanmış olup üretim sürecine özellikle yenilikçi pasivasyon yaklaşımlarının eklenmesi ile hücre verimlerinde dikkate değer artış sağlanmıştır. Endüstriyel üretime entegrasyonu sonrası kısa sürede fotovoltaik pazarı büyük ölçüde domine eden teknoloji olmuştur.

Bu projenin amacı, yüksek etkin verim değerli, kolay üretilebilir, çift taraflı, PERC+ tipi, güneş hücreleri geliştirilmesidir. “ÇİTAP+”, geliştirilecek olan çift taraflı PERC+ tipi güneş hücresine verilen ticari isimdir.

Teknik Özellikler

- Çift Taraflı PERC+ tipi güneş hücresi
- Yenilikçi yüzey yapılandırma ve pasivasyon yaklaşımlarının geliştirilmesi ve uygulanması
- Performans ve düşük maliyet odaklı metalizasyon yaklaşımları
- Yüksek verim
- Endüstriyel perspektif
- Rekabetçi teknoloji
- Yerli Üretim

► Ürün: **PERC tipi Hücre**



* 6. Dönem (Şubat 2024)



Patent

- 1 Adet Başvuru
- 2 Adet Başvuru Hazırlığında

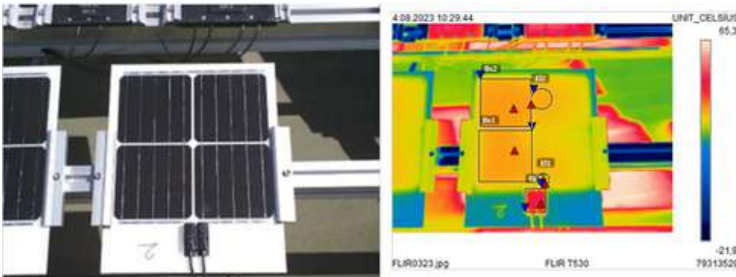


PERC Hücre

Yurt Dışı İş Birliği



PERC+ Hücre Üretim Akışı
ODTÜ-GÜNAM Fotovoltaik Pilot Üretim Hattı (GPVL)



PERC+ Hücrelerle Üretilen Mini Modüllerin Dış Ortam Testleri

Kalyon PV ve ODTÜ-GÜNAM araştırma altyapıları kullanarak yürütülen odaklı çalışmalar ile yenilikçi üretim yaklaşımlarının PERC+ güneş hücre üretimine entegrasyonun yanı sıra sistematik açık alan testleri ile üretilen hücrelerin zaman içerisindeki kararlılıkları sınanmaktadır.

Alt Proje-4: ÇİTAP+



Çift taraflı PERC tipi güneş hücrelerinin, farklı pasivasyon ve yük seçici katmanlar kullanılarak, maliyet/performans oranını düşürmektir. Bu katmanlar, esas olarak tünel oksit pasifleştirici kontak (TOPCon) hücre yapılarında kullanılan, polisilisyum ve metal-oksit yapılarıdır.

Fraunhofer ISE Enstitüsü'nün 2017 yılında, küçük hücre boyutlarında ulaşmış olduğu yaklaşık %26 verimli tünel oksit pasifleştirici kontak (TOPCon) yapısında poli-silisyum tabakalarının önemi büyüktür. Bu doğrultuda ODTÜ-GÜNAM'ın sektörel iş birliği ortağı olmuştur.

Teknik Özellikler

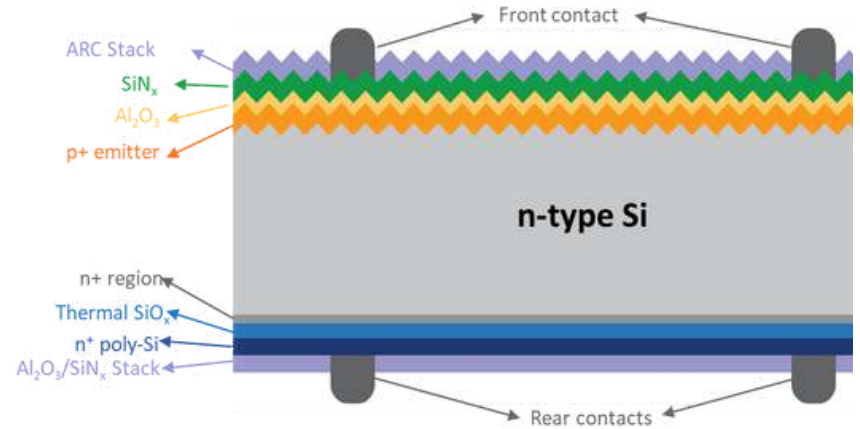
- n-tipi polikristal silisyumun mükemmel yüzey pasivasyonu ($J_0 < 3 \text{ fA/cm}^2$; $iV_{oc} \sim 740 \text{ mV}$)
- p-tipi polikristal silisyum üzerinde yakın seviyeye ulaşma ($J_0 < 30 \text{ fA/cm}^2$; $iV_{oc} > 710 \text{ mV}$)
- Yeni güneş hücre tasarımlarına olanak sağlayan lokal TOPCon yapısının geliştirilmesi
- Verimliliği %21 olan iTOPCon güneş hücresi geliştirilmesi

► Ürün: **TOPCon tipi Hücree**



TOPCon Hücree
(ODTÜ-GÜNAM'da geliştirilmiş)

Yurt Dışı İş Birliği
 **Fraunhofer**
ISE

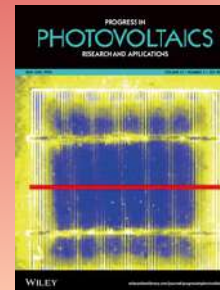


TOPCon Hücree - Şematik Görünüm



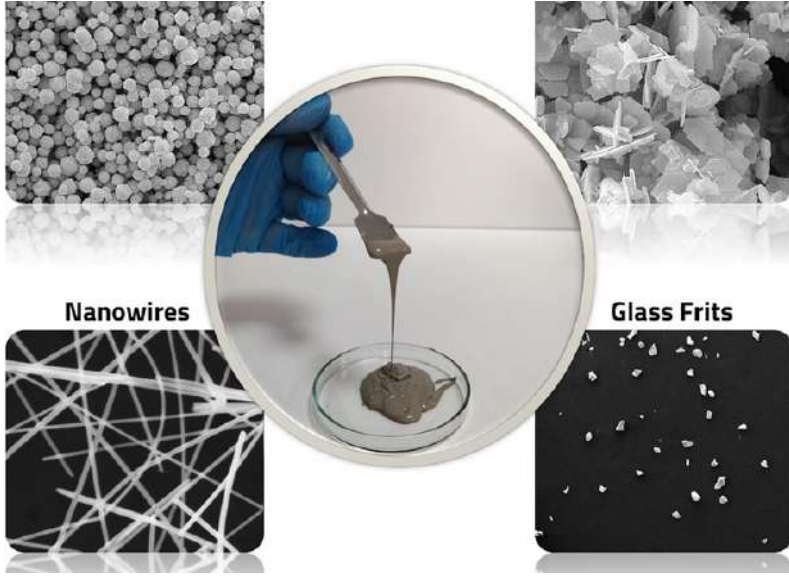
ODTÜ-GÜNAM Fotovoltaik Pilot Üretim Hattı (GPVL)

ÖNEMLİ YAYINLAR



Nasser, H. et al. (2021) **'Fourteen percent efficiency ultrathin silicon solar cells with improved infrared light management enabled by hole-selective transition metal oxide full-area rear passivating contacts'**, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 30(8), pp. 823–834.
doi:10.1002/pip.3510.

Alt Proje-5: SOLARPASTA



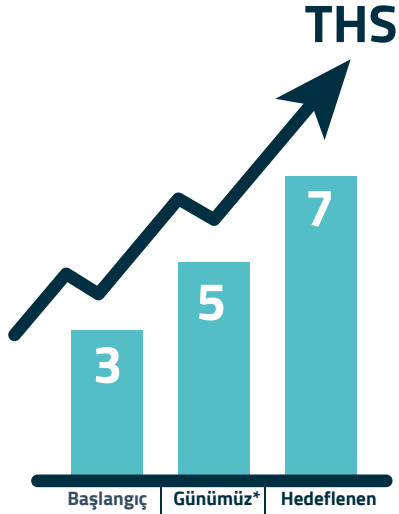
Projede NANOVATİF üç çeşit pasta üretecektir. Bunlar, iki yüzlü PERC ve IBC hücreler için yüksek sıcaklık pastası, SHJ hücreler için düşük sıcaklık pastası ve shingled paneller için iletken yapıştırıcı pastadır. En fazla 500 g'lık partiler şeklinde üretilecektir.

Gümüş pasta, FV sistemlerin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir. Gümüş pastalar ülkemizde üretilmemekte ve yurt dışından ithal edilmektedir. Projenin konusu PERC, IBC, SHJ hücreler için serigrafik baskı yapılabilecek gümüş pastanın ve yapışkan iletken pastanın üretilmesi üretim parametrelerinin belirlenmesi ve fotovoltaik hücreler ve paneller üzerinde performans parametrelerinin incelenmesidir.

Teknik Özellikler

- PERC ve IBC hücreler için $<10 \text{ mOhm.cm}^2$ ve HJT hücreler için $<3 \text{ mOhm.cm}^2$ kontak direnci
- Kurşun içeren ve içermeyen pastalar
- Mükemmel lehimlenebilirlik
- Serigrafi için uygun ve diğer baskı yöntemleri için modifiye edilebilir
- Yerli üretim
- Pasta bileşenlerinin özel tasarımı

► Ürün: **Gümüş/Metal/Solar Pasta**



* 6. Dönem (Şubat 2024)



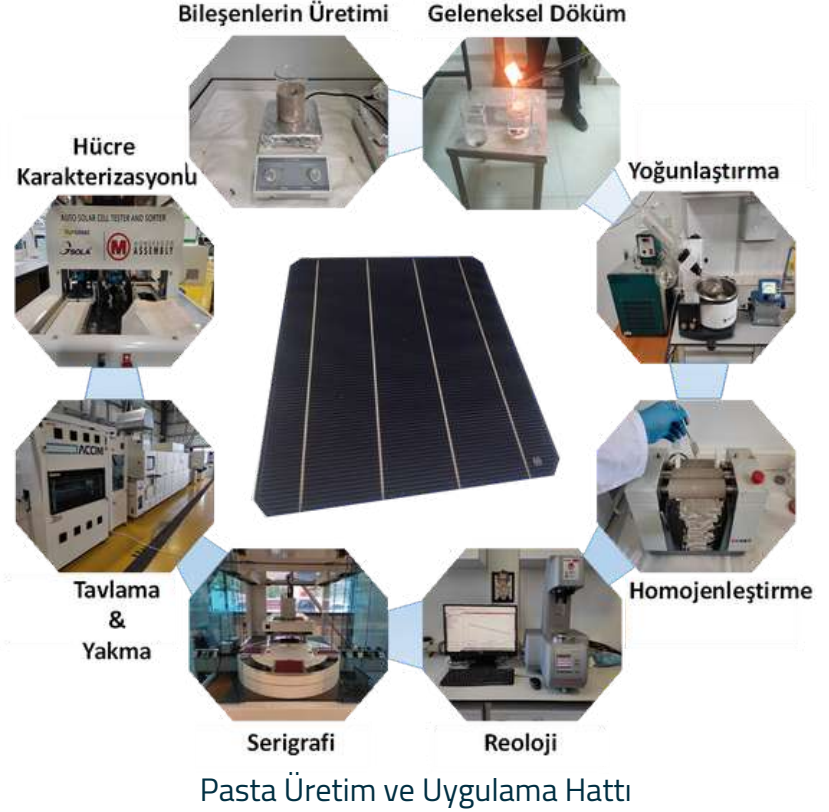
Yüksek Sıcaklık Pastası



İletken Yapıştırıcı



Yüksek Sıcaklık Pastası Uygulanmış Panel



Patent

1 Adet Başvuru Hazırlığında

Alt Proje-6: PANELCAM



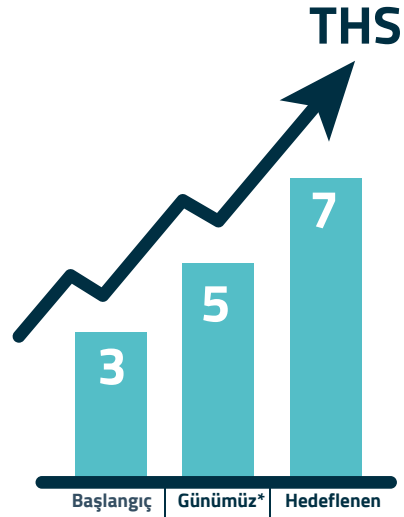
Fotovoltaik (FV) panellerin ürettiği kullanılabilir enerji miktarında, panel kapak camları da gözelerin etkinliğinin yanısıra belirleyici rol oynayan etmenlerdendir. Çok değişik çevre şartlarının olduğu ülkemizde ve güneş enerjisinin yoğun kullanımının beklendiği MENA ülkelerinde tozlanma, üretilecek enerjiyi önemli oranlarda etkilemekte ve bunun yanı sıra çok sık yapılması gereken temizleme masrafları da sistemlerin ekonomik fizibilitesini önemli ölçülerde etkilemektedir.

Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu (TFTP) bünyesinde belirlenen Teknoloji Kazanımı Yol Haritası (TKYH) kapsamındaki “ileri malzemeler” başlığı altında hedeflenen anti-PID, toz tutmayan, düşük yansıtıcılıkta yüzey yapısına sahip hafif panel camı geliştirilmesi, projemizin temel hedefidir.

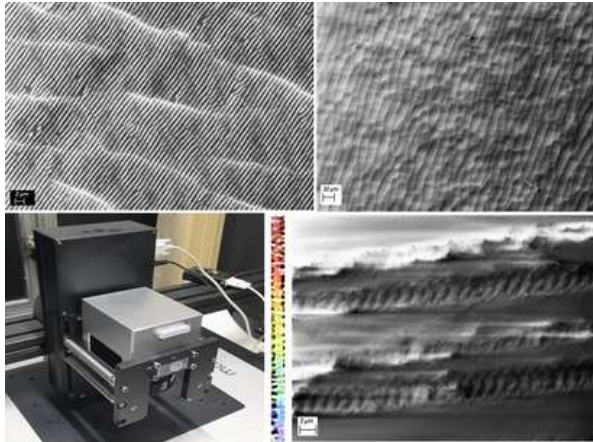
Teknik Özellikler

- Uzun ömürlü FV Cam
- %93 Geçirgenlik (2023 sonu)
- Anti PID özellik
- Toz tutmaz ve güneş yansıtmaz
- Rekabetçi teknoloji
- Yerli üretim

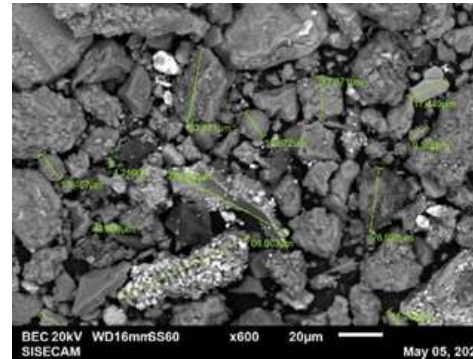
► Ürün: **Toz Tutmayan & Yansıma Yapmayan Panel Camı**



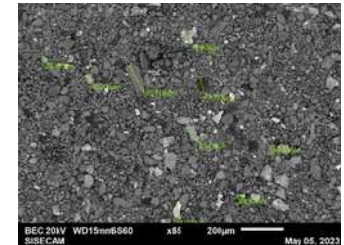
* 6. Dönem (Şubat 2024)



Yüzey İşleme için Özel Lazer Sistemi



Şişecam BTTM yerleşkesindeki PV panel ve toplanan tozlar



Alt Proje-7: SHINGLED



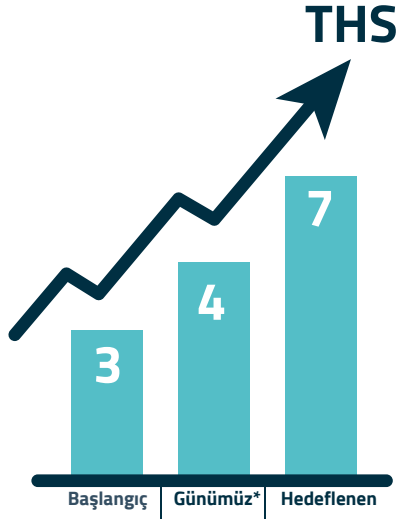
Projenin amacı, tam veya yarım hücreli aynı alana sahip FV modüllere kıyasla daha yüksek çıkış gücü ve daha yüksek verime sahip, düşük CTM'li Shingled FV modül üretmektir.

ASELSAN güneş hücrelerinin kesim tekniğinin geliştirilmesi, silisyum hücrelerin lazer ile kesilmesi süreçlerinde parametrelerin optimizasyonundan, dilimlenmiş hücrelerden prototip modül geliştirilmesi çalışmalarından, panel tasarımlarından, panel laminasyon ve paketleme teknolojisinin geliştirilmesinden sorumludur.

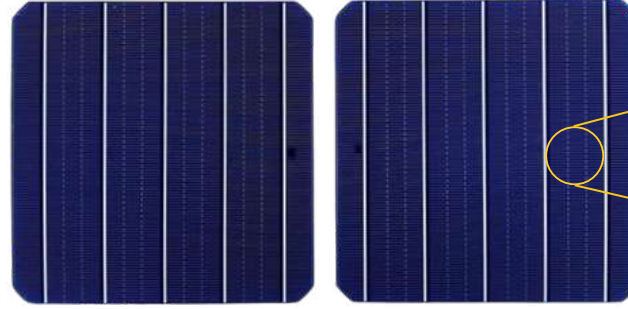
Teknik Özellikler

- CAM/CAM Shingled FV modül
- Çıkış gücü > 350 W (Ön Yüzde)
- Verimlilik > %23 (Hedeflenen)
- CTM kaybı < %3 (2023 sonu)
- Yeni hücre kesim teknikleri
- Yeni tip FV modül
- Yerli üretim

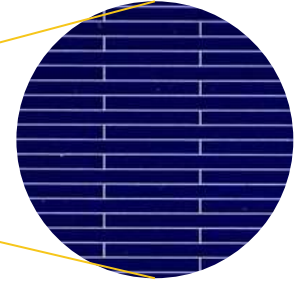
► Ürün: **Shingled Panel**



* 6. Dönem (Şubat 2024)



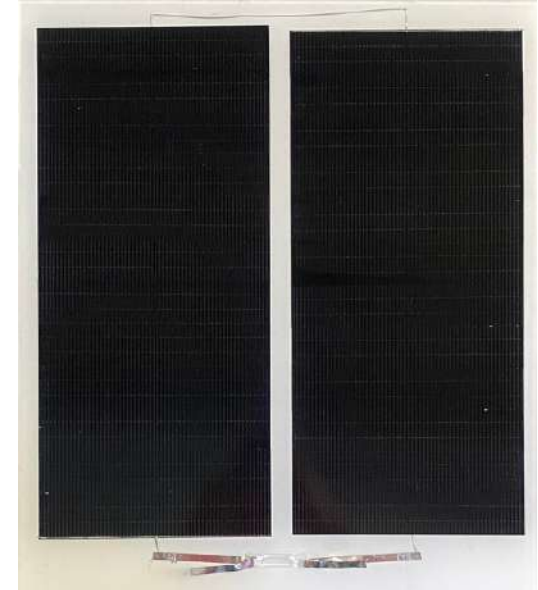
Shingled Hücre



Shingled Hücre Dilimi/Kesiti

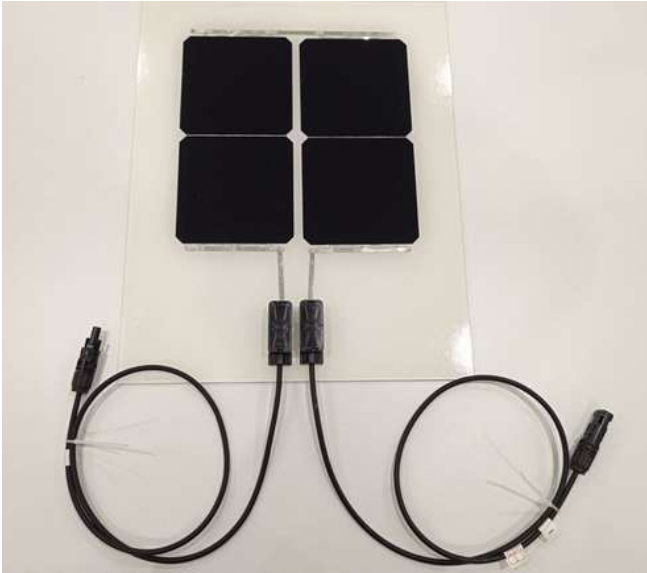


Shingled Hücre Dizgi Ünitesi



Shingled Modül

Alt Proje-8: YENESTEK



Projenin amacı, yakın gelecekte fotovoltaik piyasalarda önemli bir yer tutması beklenen yeni nesil güneş panellerinin prototiplerinin geliştirilmesidir. Bu panellerde kullanılacak olan güneş hücreleri, TFTP paydaşları tarafından diğer projelerde geliştirilecektir. Proje kapsamında geliştirilen tüm güneş hücrelerinin panel haline getirilmesi ve pazara sunuma hazır hale gelmesi YENESTEK programı yürütücüsü iTECHSOLAR tarafından yapılmaktadır.

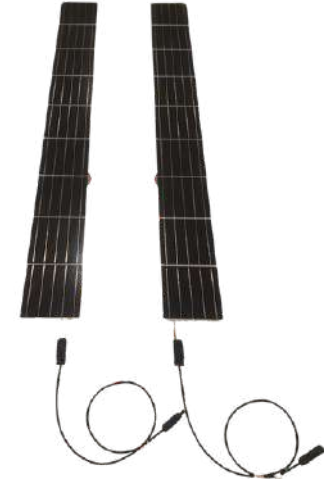
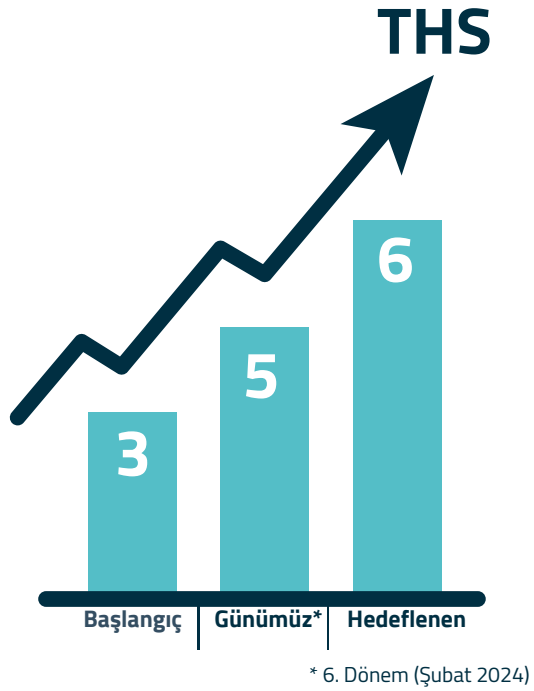
Güneş paneli üretimindeki bilgi ve tecrübesini, proje sayesinde daha da ileri taşıyan iTECHSOLAR bu proje kapsamında 2 ayrı panel teknolojisi üzerinde çalışmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

1. IBC türü hücreler için çift taraflı güneş panelleri (ODTÜ-GÜNAM ile birlikte)
2. SHJ türü hücrelerin kullanıldığı çift yüzslü güneş panelleri (NÖHÜNAM ile birlikte)

Teknik Özellikler

- Ön yüzden verim %22, Arka yüzden verim %19, Etkin saha verimi %24 olan 60 hücreli endüstriyel boyutta IBC güneş paneli
- Etkin saha verimi %23 üzerinde mini SHJ güneş paneli
- Yerli üretim

► Ürün: **FV Modül/Panel İmalatı**

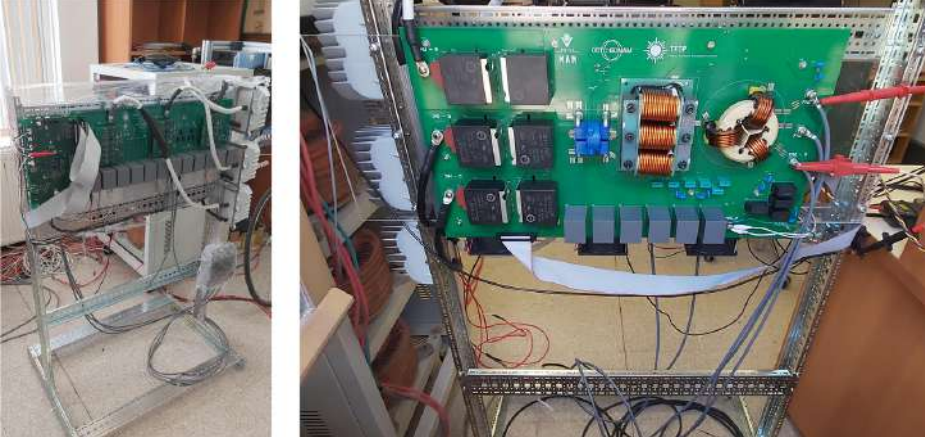


FV Panel (solda) ve Yarı Geçirgen Modül (sağda)



Yarı Geçirgen Modüller

Alt Proje-9: DİZİ EVİRİCİ



Bu projenin ana amacı, fotovoltaik (FV) konusunda Türkiye’deki mevcut bilgi birikimi ve deneyimlerin bir araya getirilerek, uluslararası pazarda giderek yaygınlaşmakta olan 1500V DC FV evirici teknolojisinin millileştirilmesi, THS-6 seviyesinde yenilikçi ve özgün bir evirici tasarlanarak yerli teknolojinin oluşturulmasıdır.

Proje çıktıları ile ülkemizin FV temelli güneş enerjisi santral (GES) ekipman ihtiyaçlarını kendi teknolojisi ile üreten ve dünyaya ihracat yapabilen hale gelmesi hedeflenmektedir. Güncel durumda, DA/DA tarafta nihai prototipe yönelik test doğrulama süreçleri tek dizi için doğrulanmıştır. DA/AA taraf için şebeke bağlantılı fonksiyonel testler ve alt bileşen iyileştirme çalışmaları devam etmektedir. Tüm dizi evirici için anma gücü testleri ve mekanik sistem entegrasyonuna yönelik çalışmalar devam etmektedir.

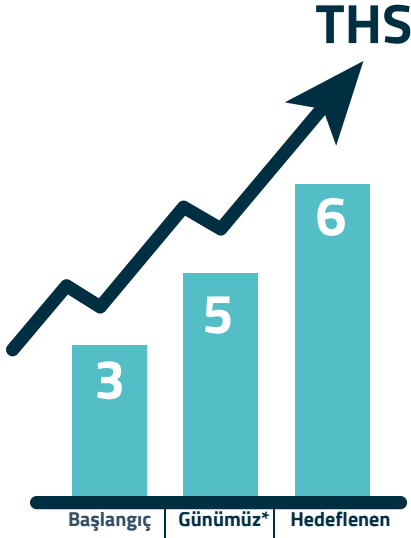
Teknik Özellikler

- 1500 VDC FV uygulamalar
- 125 kW güç seviyesi
- 8 MPPT
- THS-6 prototip hedefi
- $\geq 98,5$ verim hedefi (DA/DA taraf için ≥ 99 üzeri verim doğrulandı)
- Yenilikçi yarı iletken anahtar teknolojileri
- Çevre birimlerle iletişim ve izleme
- Yerli üretim

► Ürün: Dizi Evirici



DA-DA Çevirgeç Deney Düzeneği



* 6. Dönem (Şubat 2024)



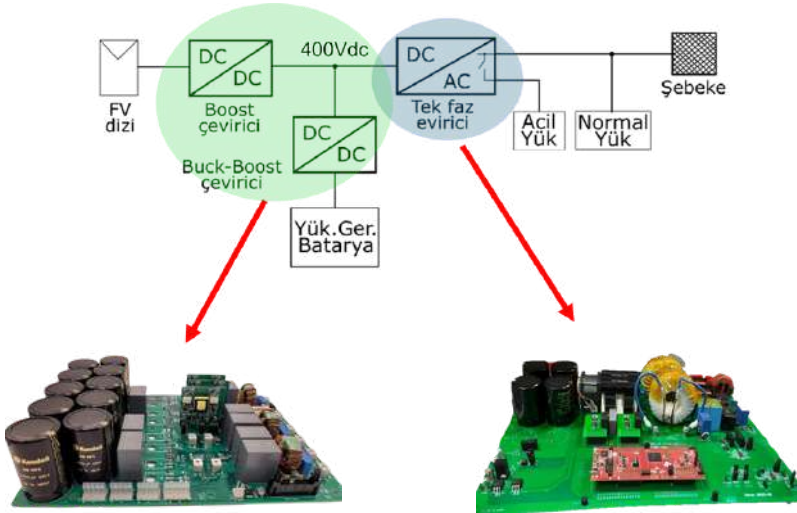
Dizi Evirici Soğutucu Sistem Prototipi



Dizi Evirici Prototip Cihaz Kutusu

DA/AA, İzleme Kartı (İK) ve Besleme Kartı (BK) yönelik alt bileşen prototip geliştirme ve fonksiyonel test çalışmaları devam etmektedir. 400V şebeke gerilimi için doğrulama sağlanmasına rağmen yapılan testlerde teknik arıza yaşanmıştır. Teknik arızanın çözümü için gerekli aksiyonlar alınmıştır. Aynı zamanda, güç çevrimi için temin edilen oto-trafonun içinde bulunduğu anma değerinde güç çevrimi için altyapı oluşturulmaktadır. Son olarak ürün için kart boyutları, soğutucu ve yerleşim için belirlenen tasarımlara bağlı olarak cihaz kutu tasarımı ve üretimi yapılmıştır.

Alt Proje-10: HİBRİT EVİRİCİ



Projenin Hedefleri:

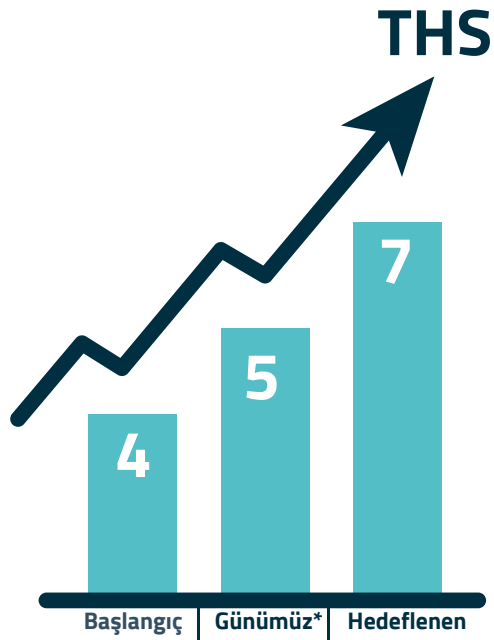
- Yenilikçi yarı iletken teknolojilerinin (SiC ve GaN) kullanılması
- Fotovoltaik girişteki MPPT yapısının PERC, IBC, çift taraflı IBC, SHJ ve perovskit-cSi tandem hücre teknolojileri ile uyumlu çalışabilmesi
- Geliştirilen yerli teknoloji ile yerli teknik uzmanlığın artırılması ve ülkemizin ekonomisine katma değer sağlaması

Ülkemizde giderek yaygınlaşan ve gelecekte de artması ve ciddi bir pazar oluşturması beklenen 10 kW altı fotovoltaik çatı uygulamalarına uygun bir çözüm olarak yüksek verimli, firma ve ulusal anlamda yenilikçi invertör geliştirilmesidir. Fotovoltaik paneller aracılığıyla güneş enerjisini elektriğe dönüştürerek, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı sağlamak esasımızdır. Elektrik kesintileri sırasında yedek güç kaynağı olarak kullanılarak günlük yaşamı etkileyen kesintilere destek sağlamak amaçlanmıştır.

Teknik Özellikler

- 10 kW altı FV çatı uygulamaları
- 48V DC giriş gerilimli
- Galvanik izolasyonlu
- Çift yönlü güç akışı
- Verimlilik > %97
- Yerli üretim

► Ürün: **Hibrit Evirici**



* 6. Dönem (Şubat 2024)



Batarya Şarjör Devre Prototipi
(6. Dönem)



MPPT ve Batarya Şarj/Deşarj için
İlk Prototip
(4. Dönem)



DC/AC Çevirici
(6. Dönem)

Alt Proje-11: SOLARTEST



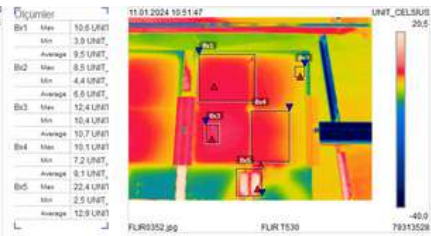
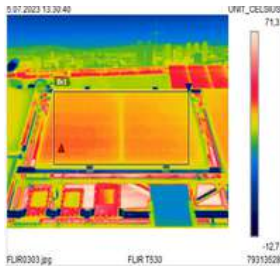
Bu proje halen piyasada satışa sunulan (PERC, IBC, SHJ, Shingled ve toz tutmayan ve yansıtmayan yüzeyli) veya prototip aşamasında olan farklı kurumların FV ürünlerini ve Türkiye Fotovoltaik Teknolojileri Platformu'nun Araştırma Projeleri Yürüten Kuruluşları tarafından yapılması planlanan 12 projeden 8 tanesinde geliştirilecek olan THS seviyesi 5 ve 6 aralığındaki ürünlerin, aynı ortamda, tek bir proje ekibi tarafından, laboratuvar ve açık alan koşullarında test edilmesini kapsamaktadır.

Yapılacak testler, prototiplerin THS seviyesini bazı projeler için 5'ten 6 seviyesine; diğerleri için ise de 6'dan 7 seviyesine getirecek ölçümleri içerecektir.

Teknik Özellikler

- Türkiye'nin en kapsamlı açık alan test istasyonu
- Fotovoltaik mini-panel testleri
- Fotovoltaik panellerin dayanım testleri
- Açık alanda performans ölçümü

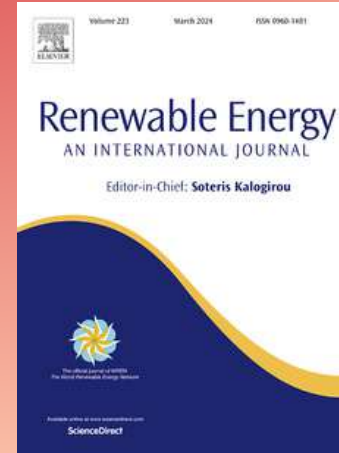
► Ürün: Açık Panel Test İstasyonu



Testin Adı	Standart No
Statik Mekanik Yük Testi	61215
PID testi	62804
Yaş Sıcaklık Deneyi (1000 s)	61215
Yalıtım Deneyi	61215
Toprak Sürekliliği Deneyi	61730-2
Yaş ve Kaçak Akım Deneyi	61215
Isıl Çevrim Deneyi	61215
LID Testi	60904-11

Açık Alan Panel Test İstasyonu

ÖNEMLİ YAYINLAR



Kutlu, E.C. et al. (2022)
'Technical potential of rooftop solar photovoltaic for Ankara',
Renewable Energy, 185, pp. 779–789.
doi:10.1016/j.renene.2021.12.079.

Ozden, T. (2022) **'A countrywide analysis of 27 solar power plants installed at different climates',**
Scientific Reports, 12(1).
doi:10.1038/s41598-021-04551-7.



➤ Alt Proje-12: SOLARSOS



Sosyal Etki Projesi kapsamında mikro, mezo ve makro düzeyde sosyal ve ekonomik etkinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Mikro düzeydeki amacı, platform kapsamındaki projelerin mevcut durumlarının ve performanslarının, hedef ve ihtiyaçlarının, öngörü ve bu öngörülerin sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Temel amacı, TFTP'nin temel misyonu çerçevesinde Türkiye'de yüksek verimli güneş hücresi türlerinin üretilmesi ve bu üretime katkı sağlayacak tüm kademedeki aramalı üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için gerçekleştirilecek faaliyetlerin çevre ile istihdam, büyüme ve ihracat gibi makro iktisadi ve sosyal etkilerini belirlemektir. Teknoloji Kazanım Yol Haritası kapsamındaki teknoloji temelli stratejik hedefler ile araştırma programı kapsamında gerçekleştirilen faaliyetlerin yaratacağı toplumsal etkinin sosyal, ekolojik, kültürel, ekonomik vb. alt boyutları da dahil olacak şekilde detaylı analizinin yapılmasıdır.

► Ürün: **Toplumsal Etki**

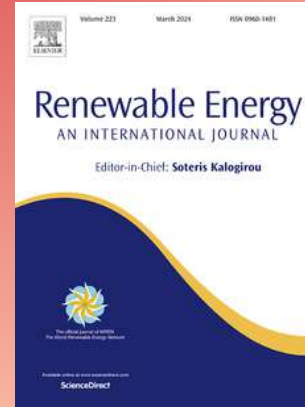
SOLARSOS ekibi, TFTP sonrası üç **AB Ufuk Avrupa Projesi**'ne (SolarHub, Geosmart, C-Sink) bir **Çoklu İş Birliği Projesi** (Transmit) ve iki **1004 Projesi**'ne (S-ATP, Maestro) katılarak sosyal ve iktisadi etki değerlendirmesinde destek vermiştir.



KATILIM SAĞLANAN ETKİNLİKLER



ÖNEMLİ YAYINLAR



Agir, S., Derin-Gure, P. and Senturk, B. (2023) **'Farmers' perspectives on challenges and opportunities of Agrivoltaics in Türkiye: An institutional perspective'**, Renewable Energy, 212, pp. 35–49. doi:10.1016/j.renene.2023.04.137.

Agir, S., Derin-Gure, P. and Senturk, B. (2023) **'Türkiye'de Tarım ve Enerjinin Kesişimi, TarımFV: Güncel Yazın Işığında Bir Ön Değerlendirme'**, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 41(Tarım Özel Sayısı), pp. 1–22. doi:10.17065/huniibf.1250434.



Platform Ortakları

İşbirliği Kurulan
Ulusal/Uluslararası Diğer
Platformlar/Kurumlar/ Yapılar





TFTP

Türkiye Fotovoltaik Teknolojiler Platformu

Bilgi ve Üyelik İçin

ODTÜ-GÜNAM
+90 312 76 77
info@tftp.org.tr
info@odtugunam.org
www.tftp.org.tr



ODTÜ GÜNAM
CENTER FOR SOLAR ENERGY RESEARCH AND APPLICATIONS

**TÜBİTAK 1004 Mükemmeliyet
Merkezi Destek Programı**