

TENMAK

Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü (TEMEN)

TENMAK TEMEN, temiz enerji alanında Türkiye'nin rekabet gücünü artırmak, inovasyon ihtiyacını karşılamak, yeni ürünlerin üretimini ve geliştirilmesini sağlamak, yenilikçi temiz enerji teknolojilerinin yaygın ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için ulusal politika ve stratejilere uygun olarak gerekli bilimsel ortamı oluşturmak amacıyla kurulmuştur.



Araştırma-Geliştirme
Ürün-Geliştirme
Ticarileştirme
Yerlileştirme
İnovasyon
Tasarım
Üretim
Eğitim
Test

İLETİŞİM

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK)

Adres: Mustafa Kemal Mahallesi,
Dumlupınar Blv. No:192
06510, Çankaya/ANKARA

Telefon: +90 312 295 8700 (Santral) - 444 8235

E- Posta: tenmak@tenmak.gov.tr
<https://www.tenmak.gov.tr/>

Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü (TEMEN)

Adres: Mustafa Kemal Mahallesi,
Dumlupınar Bulvarı, No:166
06530 Çankaya/ANKARA

Telefon: +90 (312) 201 36 00
E- Posta: temen@tenmak.gov.tr
<https://temen.tenmak.gov.tr/tr/>

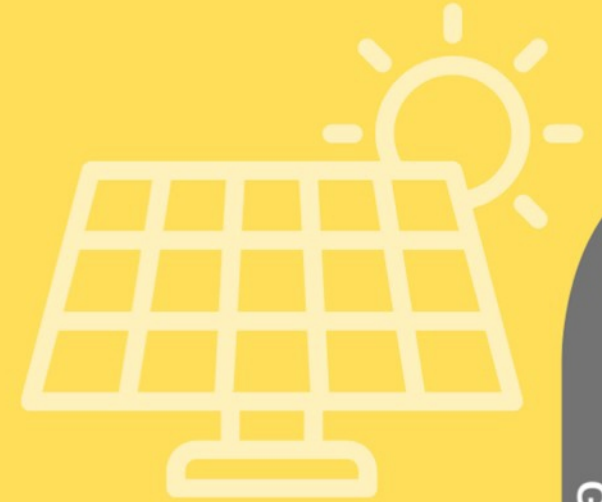


T.C. ENERJİ VE TABİİ
KAYNAKLAR BAKANLIĞI



TENMAK
TÜRKİYE ENERJİ, NÜKLEER VE
MADEN ARAŞTIRMA KURUMU

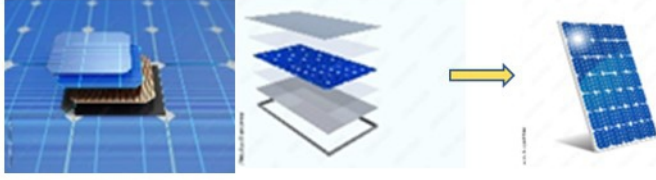
GÜNEŞ PANELİ GERİ DÖNÜŞÜMÜ



2025

Enerji Teknolojilerinde
Geri Dönüşüm

Fotovoltaik (FV) paneller, yarı iletken malzemelerden üretilmiş, hücrelerin güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürdüğü yapılardır.



FV endüstrisi pazarının yaklaşık **%95'i**, yaygın ve köklü bir teknoloji olan **kristal silikon (c-Si)** tabanlı hücrelerden oluşmaktadır.

2030 yılında **küresel** güneş enerji gücünün **1630 GW** olacağı ve **2-8 milyon ton** PV panelin hurdaya ayrılacağı öngörülmektedir.



Türkiye'nin güneş enerji kurulu gücü 2025 Temmuz itibariyle 23.292 MW'tır.

2030 yılında 12.500 ton olarak öngörülen FV atığın 2050'de **600.000 tona** ulaşması beklenmektedir.

Literatürde alüminyum çerçeve, temperlenmiş cam, etinil vinil asetat (EVA), güneş hücresi, arka yüzey folyosu gibi bileşen içeren panellerin geri kazanımı için başlıca 5 yöntem vardır:



1. Termal İşlem Yöntemi

Piroliz, ve radyo-frekanslı ısıtma yöntemiyle yüksek sıcaklıklarla EVA gibi bağlayıcıların modülден ayrıştırılması sağlanır.

2. Mekanik İşlem Yöntemi

Mekanik kırma, yüksek voltaj darbesi ve lazer ve sıcak bıçak gibi yöntemlerle paneller fiziksel olarak parçalanır.



3. Kimyasal İşlem Yöntemi

Organik veya inorganik çözeltilerle bağlayıcı polimerin çözülerek tabakaların birbirinden ayrılması ile yüksek saflıkta malzeme eldesi için kullanılır.

4. Hibrit Yöntemler

Elde edilen ürünün saflığını artırmak için mekanik, termal ve kimyasal yöntemler birlikte kullanılır.



5. Yenilikçi Yöntemler

Lazer ışınlama, mikrodalga, oksidatif sıvılaştırma ve yüksek voltajlı parçalama ile yeni nesil yöntemlerden olan **Süperkritik akışkanlar yöntemi** ile hızlı difüzyon ve çevre dostu bir şekilde FV panellerin katmanlarının ayrılması sağlanır.



Geri Kazanılan Ürünler

Fotovoltaik panellerin geri kazanımı ile FV üretilebileceği gibi aşağıdaki bileşenlerde elde edilebilir.

- ☀ Ferrosilikon
- ☀ Jeopolimer Beton Katkısı
- ☀ Silika Türevleri
- ☀ Batarya Anotları
- ☀ Hidrojen Üretim Malzemeleri
- ☀ İletken Mürekkep
- ☀ Silisyum Karbür (SiC)
- ☀ Silika Jel
- ☀ Silika Aerojel
- ☀ Nano-Gümüş

c-Si Panelin Oransal Malzeme Değeri (%)

