

# Hibrit santraller ile güneş kapasitesi rüzgarı geride bıraktı

510 MW kapasiteye ulaşan hibrit santraller, Türkiye'nin güneş hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir rol oynayacak.

Yayınlanma tarihi: 22 Şubat 2024

Yazar: Azem Yıldırım

## Hakkında

Bu analiz, 2023 yılının sonunda Türkiye'deki hibrit güneş santrali kurulu gücünü, proje stokunu ve tahsis edilen şebeke kapasitesini incelemektedir.

Ember'in derlediği verileri içeren, ana kaynak kırılımı ile hibrit kapasitesini aylık takip eden [veri aracına buradan ulaşabilirsiniz](#).

## Güneş potansiyelinin değerlendirilmesi için bir fırsat olarak hibrit santraller

Hibrit enerji santralleri, elektrik şebekesine aynı noktadan bağlı ana ve yardımcı kaynak olmak üzere birden fazla kaynaktan üretim yapan tesislerdir. Türkiye’de [2020 yılında yapılan mevzuat değişikliği ile](#) birlikte hibrit santral kurulabilmekte ve mevcut santraller hibrite dönüştürülebilmektedir. 2023 yılı sonu itibarıyla, Türkiye’de üretim yapan ve planlama aşamasında olan 240 hibrit santralin tümünün yardımcı kaynağı güneştir.

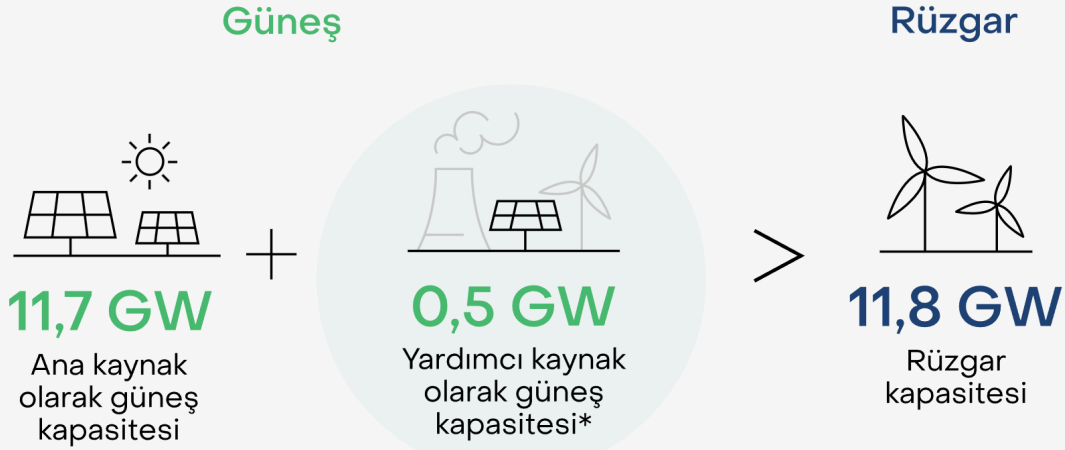
Hibrit santralin parçası olarak güneş, santralde daha fazla üretim yapılmasına olanak sağlamakta ve ana kaynak ile aynı bağlantı noktasını kullandığından altyapı maliyetlerini azaltmaktadır. Diğer yenilenebilir kaynaklar ile güneş enerjisi potansiyelinin beraber değerlendirilmesine olanak sağlayan hibrit güneş santralleri, Türkiye’nin temiz enerji hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilir.

## Hibrit santraller ile birlikte güneş kapasitesi rüzgarı geride bıraktı

[Resmi kurulu güç istatistiklerine göre](#) 2023 yılının sonunda güneş 11,7 GW, rüzgar ise 11,8 GW kapasiteye ulaşmıştır. Ancak bu verilerde hibrit santrallerde yardımcı kaynak olarak kurulu kapasitelere yer verilmemektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun (EPDK) [elektrik üretim lisansı veritabanına göre](#) Türkiye’de 2024 itibarıyla hibrit santrallerde 510 MW güneş kapasitesi mevcuttur. Dolayısıyla, toplam güneş kapasitesi 12,2 GW ile rüzgarı geçmiştir.

Resmi istatistiklerde hibrit kapasitesine yer verilmemesi, bu veriler üzerinden yapılan analiz ve planlamaların isabetliliğine zarar vermektedir. Toplam güneş kurulu gücünün %4,2’sini oluşturan hibrit güneş kapasitesi, kapasiteye göre kaynak sıralamasını dahi değiştirecek boyuta ulaştığından resmi istatistiklere dahil edilmesi gerekmektedir.

## Hibrit kurulumlar ile birlikte 2023 yılında güneş kapasitesi rüzgarı geride bıraktı



Kaynak: EPDK, TEİAŞ, Ember

\*Hibrit enerji santralleri, elektrik şebekesine aynı noktadan bağlı ana ve yardımcı kaynak olmak üzere birden fazla kaynaktan üretim yapan tesislerdir.

EMBER

### Hibrit güneş kapasitesi rüzgar santrallerinde yoğunlaşıyor

Hibrit santrallere ana kaynak türüne göre bakıldığında, kapasitenin rüzgar santrallerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yardımcı kaynak olarak güneş kapasitesinin %63'ü ana kaynağı rüzgar olan 14 santralde kuruludur.

Güneş ve rüzgar, [saatlik üretimleri](#) arasındaki ters ilişki sebebiyle birbirlerini tamamlayıcı özelliğe sahip kaynaklardır. 2021 ile 2023 yılları arasında Türkiye'de rüzgar ve güneşin saatlik elektrik üretimleri arasındaki korelasyon -0,08 ile -0,14 arasında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla rüzgar-güneş hibrit santrallerinde bir kaynaktan üretimin düşük olduğu zamanlarda diğer kaynaktan görece daha yüksek üretim yapılarak daha istikrarlı bir üretim profili sağlanmaktadır.

Hidroelektrik, 80 MW'lık yardımcı kaynak güneş enerjisi santrali (GES) ile rüzgarın ardından ikinci sırada gelmesine karşın, bu kapasitenin tamamı ülkedeki tek hidroelektrik-güneş hibrit santrali olan Aşağı Kaleköy Hidroelektrik Santrali (HES)'nde kuruludur. Geriye kalan 110 MW'lık hibrit güneş kapasitesi ise diğer ana kaynaklara sahip santrallerde bulunmaktadır.

## Mevcut ve planlanan hibrit güneş kapasitesi rüzgar santrallerinde yoğunlaşıyor

Hibrit santrallerde ana kaynak türüne göre güneş kapasitesi (MWm, 2023)



Kaynak: EPDK - Diğer fosil fuel-oil ve motorini içerir.  
Hibrit enerji santralleri, elektrik şebekesine aynı noktadan bağlı ana ve yardımcı kaynak olmak üzere birden fazla kaynaktan üretim yapan tesislerdir.

EMBER

28 ilde hibrit santral bulunmak ile beraber, kapasite dağılımı belirli illerde yoğunlaşmıştır. En yüksek hibrit GES kapasitesine ev sahipliği yapan iller, her birinde birer hibrit santral bulunan Uşak (82 MW), Bingöl (80 MW) ve Sivas (50 MW)'tır. Bu üç il birlikte toplam hibrit GES kurulu gücünün %42'sini barındırmaktadır. Kapasitenin %15'lik bir kısmı ise hem rüzgar üretimi bulunan, hem de [güneş potansiyelinin yüksek olduğu](#) Konya (36 MW) ve Karaman (40 MW) illerinde yer almaktadır.

### Hibrit güneşten elektrik üretimi 800 GWh'e yaklaştı

Hibrit santral kurulu güç verileri ve buldukları illerin [güneş potansiyeli](#) kullanılarak üretim tahmini yapıldığında, yıllık 798 GWh üretim miktarı hesaplanmıştır. Bu miktar Türkiye'nin 2023 yılı toplam güneş enerjisi üretiminin %4,2'lik bir kısmına denk gelmektedir.

Ekim ayında yapılan [yeni düzenlemeye göre](#), yardımcı kaynak elektrik üretiminin yıllık olarak her Ocak ayınının 10'una kadar bildirilmesi gerekmektedir. Hibrit santrallerde yardımcı kaynağın saatlik elektrik üretimi 1 Kasım 2023 tarihinden itibaren [yayınlanmaya başlamıştır](#). Kasım 2023 öncesi elektrik üretim verilerinde ise hibrit GES üretimi ana kaynak üretimine dahil edilmektedir.

Yıllık olarak TWh seviyesine yaklaşmış hibrit GES üretiminin geçmiş ayların istatistiklerinde başka kaynakların üretimi olarak görünmesi, her geçen gün artan hibrit kapasitesi nedeniyle elektrik üretim verilerinin güvenilirliğine zarar vermektedir.

### Toplam güneş kapasitesinin %16'sına ulaşan proje stoku

Mevcut hibrit GES kurulu gücünün yaklaşık dört katına denk gelen kapasite için izin süreçleri tamamlanmıştır. 2023 sonu itibarıyla üretim lisansı yürürlükte olan ancak kurulumu henüz gerçekleştirilmemiş 1,9 GW hibrit GES kapasitesi mevcuttur. Başka bir deyişle, toplam GES kurulu gücünün %16'sına denk bir proje stoku bulunmaktadır. Bu kapasitenin %62'si rüzgar santrallerine, %13'ü ise hidroelektrik santrallerine tahsis edilmiştir.

Kurulu güç ile benzer şekilde, GES kurulumu henüz gerçekleştirilmemiş hibrit santrallerin %60'ı, rüzgardan üretimde ve güneş potansiyelinde öne çıkan on ilde bulunmaktadır. Proje stoku açısından ilk beş il arasında olan Çanakkale (178 MW), Manisa (138 MW) ve Balıkesir (122 MW), aynı zamanda [rüzgar enerjisi üretiminde lider illerdir](#). 212 MW ile en büyük proje stokuna sahip Konya ve 82 MW ile sekizinci sıradaki Kahramanmaraş ise güneş potansiyeli yüksek şehirler arasındadır.

### Yüzer güneş santralleri hibrit kapasitesinin itici gücü olabilir

Türkiye'nin [80 GW'lık yüzer GES potansiyeli](#) olsa da, henüz hibrit santralin bir parçası olarak herhangi bir yüzer GES devreye alınmamıştır. Mevcut tek hibrit hidroelektrik santral olan Aşağı Kaleköy HES'te güneş panelleri [arazi üzerine](#) kurulmuştur.

Hidroelektrik santrallerde GES kurulumunun birçok avantajı bulunmaktadır. Tesiste halihazırda şebeke altyapısının bulunması ve barajlı santrallerde uygun arazi gereksinimi olmaksızın rezervuar üzerine yüzer GES kurulabilmesi bunlardan bazılarıdır. Buna ek olarak yüzer GES ve hidroelektrik, elektrik üretimi açısından da birbirlerini desteklemektedir. Su yüzeyine kurulan paneller [buharlaşmayı azalttığından](#), depolanan su hidroelektrik üretimi için daha verimli kullanılabilir. Suyun soğutucu etkisi ise panellerin [üretim verimliliğini artırmaktadır](#).

Ocak ayında sunulan ve baraj gölleri üzerinde GES uygulamalarına izin veren [kanun teklifi](#) ile yüzer GES potansiyelinin değerlendirilmesi yönünde ilk adım atılmıştır. Teklif kapsamında, santral rezervuarlarının [Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı](#) (YEKA) olarak belirlenerek yüzer GES ihaleleri düzenlenmesinin ve hibrit santraller için tahsis edilen yardımcı kaynak güneş kapasitesinin su yüzeyine de kurulabilmesinin önü açılmıştır.

Devlete ait, geniş baraj göllerine sahip hidroelektrik santrallerde YEKA ihaleleri aracılığıyla yüzer GES kurulumu gerçekleştirilebilir. Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) tarafından işletilen ve Türkiye'nin en büyük on hidroelektrik santrali arasında olan Atatürk, Karakaya, Keban, Ilısu ve Birecik HES'te su yüzeyinin %10'luk bir kısmına panel kurulduğu varsayılırsa [17 GW yüzer GES potansiyeli](#) ortaya çıkmaktadır. Bu potansiyelin 7,7 GW'lık kısmı yalnızca Atatürk Barajı'ndan kaynaklanmaktadır.

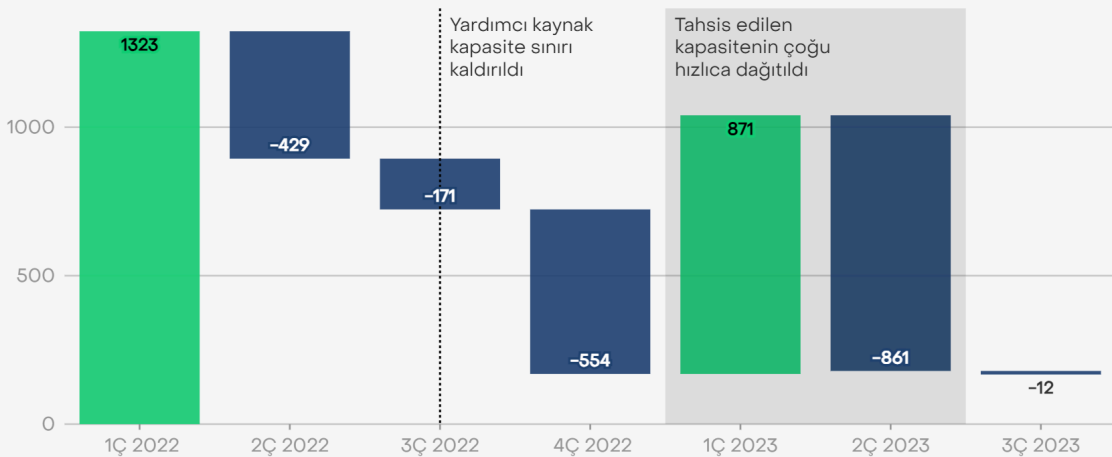
Bu beş santral, aynı zamanda güneş enerjisi üretimi için avantajlı bir bölgede konumlanmıştır. Toplam 2146 kilometrekarelik baraj gölü alanına sahip santrallerin buldukları iller (Şanlıurfa, Diyarbakır, Elazığ ve Mardin) [en yüksek güneş potansiyeline](#) sahip iller arasında yer almaktadır.

### Üç yılda 2,4 GW hibrit kapasitesi tahsis edildi

Hibrit santral kurulumuna izin veren düzenleme Mart 2020'de yayınlanmış olmasına karşın 2022 yılının Nisan ayına kadar yalnızca [100 MW hibrit GES devreye alınmıştır](#). 2022 yılından itibaren ise senede yalnızca bir defa yeni kapasite ilan edilmeye başlanmış ve açıklanan kapasiteler hızlı bir şekilde dağıtılmıştır.

### Yardımcı kaynak kapasite sınırının kaldırılmasının ardından tahsis edilen hibrit kapasiteleri hızlı bir şekilde tükenmeye başladı

Tahsis edilen ve dağıtılan hibrit güneş kapasitesi (MW)



Kaynak: TEİAŞ  
2023 yılının dördüncü çeyreği, kapasite duyurulmadığından dahil edilmemiştir. Yardımcı kaynak kapasite sınırı, Eylül 2022'ye kadar yardımcı kaynak kapasitesini ana kaynak kurulu gücünün %15'i ile sınırlayan düzenlemeyi belirtmektedir.

Mart 2022'de ana kaynak kurulu gücünün %15'inin aşılmaması kaydıyla, hibrit santraller için [1.3 GW kapasite tahsis edileceği](#) açıklanmıştır. Bu kapasitenin üçte biri (429 MW), yalnızca üç ay içerisinde dağıtılmıştır. Yılın üçüncü çeyreğinde ise kapasite dağıtımı yavaşlayarak 171 MW seviyesine gerilemiştir. Eylül ayında [%15 sınırının kaldırılması](#) sonucu kapasite dağıtımı hızlanmış ve son çeyrekte santraller tarafından 554 MW kapasite kullanılmıştır.

Yardımcı kaynak kurulu güç sınırının kaldırılmasının ardından kapasite başvurularında görülen artış, bu uygulamanın hibrit santraller için bir engel teşkil etmiş olduğunu göstermektedir. Nitekim, 2023 yılı sonu itibarıyla kapasite tahsisi tamamlanmış hibrit santrallerde, yardımcı kaynak kapasitesinin ana kaynağa oranı ortalama %30'dur.

Hibrit santraller için 2022 yılından geriye kalan 161 MW kapasite, Mart 2023'te [1 GW'a yükseltilmiştir](#). 2023 yılının ikinci çeyreğinde toplam kapasitenin %83'ü dağıtılmak ile birlikte, 12 kapasite tahsis bölgesinden sekizinde tahsis edilen toplam 720 MW'ın tamamı yalnızca bir ay içerisinde tükenmiştir. Bu bölgelerde daha fazla kapasite tahsisi yapılması, yeni hibrit santrallerin hayata geçmesini hızlandırabilir.

### **Kapasite planlamasına açıklık getirilmesi hibrit santrallerin önünü açabilir**

Hibrit kapasitesinin resmi kurulu güç istatistiklerinde yer almamasının yanında, [Ulusal Enerji Planı](#) ve iletim sistem işletmecisi TEİAŞ'ın [kapasite projeksiyonlarında](#), planlanan güneş kapasitelerinde hibrit santrallerin rolüne değinilmemektedir. Zira, 2021 yılında hibrit santraller önceliklendirilerek tahsis edileceği duyurulan [1 GW kapasitenin](#) miktarı, güneş kapasitesi planlamalarına dayanarak değil, iptal olan rüzgar projelerinden kalan kapasite baz alınarak belirlenmiştir. Kapasite tahsis sürecinin daha şeffaf bir şekilde yürütülmesi ve yüzer GES'lerin de dahil edildiği, hibrit santral kurulumları hakkında öngörüler içeren bir planlama yapılması gerekmektedir.

Ekim 2023'te yapılan [yönetmelik değişikliği](#) ile Nisan 2024'ten itibaren kapasite projeksiyonlarında bölgesel seviyede güneş ve rüzgar kapasitelerinin ayrıca belirtilecek olması, yenilenebilir enerji hedeflerinin somutlaştırılması doğrultusunda olumlu bir gelişmedir. Hibrit santralleri de göz önüne alan bir enerji stratejisi, Türkiye'nin [2035 yılına kadar 53 GW](#) güneş kapasitesi hedefine ulaşmayı kolaylaştıracaktır.

## Ekler

# Metodoloji

### Hibrit GES kapasitesi

Hibrit GES kapasitesi, EPDK [Elektrik Piyasası Üretim Lisansları](#) veritabanından alınmıştır. Tesis bilgileri altında yayınlanan 'İşletmedeki Kapasite' verileri kurulu güç, 'İşletmedeki Kapasite' ve 'Kurulu Güç' verilerinin farkı ise proje stoku analizi için kullanılmıştır. Analizde referans verilen hibrit santral kapasite verileri, MWm cinsindedir.

### Hibrit GES üretim potansiyeli tahmini

Üretim potansiyeline ulaşmak için illere göre hibrit GES kurulu gücü hesaplanmış ve Ember'in [Solargis](#) verilerini derleyerek oluşturduğu [il seviyesinde güneş potansiyeli](#) verileri ile çarpılmıştır.

### Atatürk, Karakaya, Keban, Ilısu ve Birecik HES yüzer GES kapasite potansiyeli

"[A sound potential against energy dependency and climate change challenges: Floating photovoltaics on water reservoirs of Turkey](#)" adlı makalenin yazarı, Muhammed İmran Kulat (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü) tarafından sağlanan veriler esas alınmıştır. Rezervuar alanının %10'unun kaplandığı senaryoya göre, santraller için bildirilen yüzer GES kapasite potansiyeli; Atatürk (7,7 GW), Karakaya (2,2 GW), Keban (4,4 GW), Ilısu (2,7 GW), Birecik (400 MW) şeklindedir.

# Teşekkür

### Teşekkürler

Metnin içeriğine katkıda bulunan Ufuk Alparıslan, yüzer GES kapasite potansiyeli verilerini sağlayan Muhammed İmran Kulat (DSİ), veri görselleştirmelerini gözden geçiren Reynaldo Dizon'a ve metnin İngilizce çevirisini gözden geçiren Eva Mbengue ile Rosamond Hutt'a teşekkür ederiz.



**Görsel telif bilgisi**

Roy Conchie / Alamy Stock Photo

**Bağlantılar**

Metin içerisindeki bağlantılar ile kamu kurumlarının internet sayfalarına erişim, Türkiye dışından mümkün olmayabilmektedir.

© Ember, 2024

Creative Commons ShareAlike Attribution Lisansı (CC BY-SA 4.0) altında yayınlanmıştır. Raporu serbestçe paylaşabilir ve uyarlayabilirsiniz, ancak yazarlara ve başlığa atıfta bulunmanız ve oluşturduğunuz herhangi bir materyali aynı lisans altında paylaşmanız gerekmektedir.