

KÖMÜR SAHALARININ GÜNEŞ POTANSİYELİ



KÖMÜR SAHALARININ GÜNEŞ POTANSİYELİ

Bu rapor Kömürün Ötesinde Avrupa (Europe Beyond Coal), Avrupa İklim Eylem Ağı (CAN Europe), Ekosfer, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), Greenpeace Akdeniz, 350.org, İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği ve Yuva Derneği için Solar3GW tarafından hazırlanmıştır.

Tarih: Mart 2022

Fotoğraflar: Barbaros Kayan - Kömürün Ötesinde Avrupa (Europe Beyond Coal)



EKOSFER



GREENPEACE

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
POLİTİKA VE ARAŞTIRMA DERNEĞİ

350





İÇİNDEKİLER

Önsöz	7
Metodoloji	9
Sonuç ve öneriler	10
Dönüşüm etki analizi	14
Kutu: Dünyadan örnekler	18
Ekler	20
Saha bazında hesaplamalar	22
PVsyst hesaplamalarının rapor çıktılarına dair örnekler	38



ÖNSÖZ

Türkiye, Paris İklim Anlaşması'nı onaylayarak küresel sıcaklık artışını 1,5 derecede tutmak için çalışma taahhüdü veren ülkeler arasına katıldı. Anlaşmayı onayladığı aynı dönemde Türkiye, 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefini de açıkladı.

Bu bağlamda, 2053 yılına kadar Türkiye ekonomisinin karbondan arınması için gerekli planların acilen hazırlanması gerekiyor. Kömürün emisyon yoğunluğu en yüksek fosil yakıt olduğu düşünüldüğünde, Türkiye'nin iklim hedeflerine ulaşması için kömürden çıkışı planlamaya başlaması hayati önem taşıyor. Kömür, sadece sera gazı emisyonlarının artmasına neden olmuyor; hava, su ve toprak kirliliği yaratarak hem çevre hem de kamu sağlığını tehdit ediyor. Hızla ucuzlayan yenilenebilir enerji teknolojileri karşısında üretimde kalmaları için kömüre ayrılan teşviklerle kamu kaynakları israf ediliyor. Kömürün aksine, Türkiye'nin güneş gibi zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmesi istihdam, teknolojik ilerleme ve enerji bağımsızlığı kapsamında faydalar barındırıyor.

Türkiye'nin karbonsuzlaşma hedefi kapsamında, önümüzdeki yıllarda güneş enerjisinin payının hızla artırması gerekiyor. Kömür termik santrallere bağlı sahalar, özellikle bu santrallere kömür sağlayan açık maden sahaları hem kapladıkları alan itibarıyla güneş santrali kurulumuna elverişli, hem de trafo merkezleri ve iletim hatlarına halihazırda bağlantılı olduklarından güneş enerjisi dönüşümünde maliyet avantajına sahip. Bu alanlara güneş santralleri kurulması, kömür madenlerinin kapanmasıyla yaşanacak bölgesel ekonomik kaybı en aza indirmek için yeni yatırımcı ile imalat sanayi çekme ve istihdam yaratma olanakları sağlayabilir.

Bu çalışmayla hedeflenen, söz konusu olanakları değerlendirmek üzere Türkiye'de kömür sahalarında hayata geçirilebilecek güneş enerjisi kurulu gücüne ve elektrik üretim potansiyeline dair bir ön analiz yapmak. Bu çalışma, bir düşünce egzersizi olarak kabul edilerek öncelikle işletmeye kapatılacak kömür madeni sahalarındaki yasal olarak orman statüsündeki alanlar ile tarım ve mera alanları tespit edilmeli. Madencilik faaliyetleri ile bozulan arazilerin doğaya yeniden kazandırılması mevzuata uygun biçimde değerlendirilerek, rehabilitasyonun bir seçenek olmadığı alanlar yetkili kamu kurumlarınca belirlenmeli. Bu sahaların mülkiyet durumu, madencilik faaliyeti öncesi kamulaştırmaya konu olup olmadığı ve kamulaştırma öncesi arazilerde sahipliği olan yöre insanının mülkiyet hakkı önceliklendirilerek planlama yapılmalı. Güneş enerjisi kurulumlarının yaban hayatı koridorları, tarım ve meracılık gibi aktivitelerle birlikte yer alması mümkün olduğu durumlar da tespit edilerek değerlendirilmeli.

Böylece, yerel halk ve ekosistemlerin ihtiyaçları önceliklendirilerek, uygun kömür sahalarında güneş enerjisi teknolojilerinin yarattığı fırsatlardan yararlanmak üzere, güneş enerjisi tesis, imalat, kurulum ve yatırımları hayata geçirilmeli.



METODOLOJİ

Çalışmada kullanılan metodolojide, sahalara ilişkin koordinatlar Enerji Piyasası Denetleme Kurulu'ndan (EPDK) alındı, Google Earth vasıtasıyla sağlaması yapılarak, kömür sahalarına ilişkin poligonlar belirlendi. Bazı kömür sahaları çok yakın ya da iç içe olabildiğinden hesaplamalarda birlikte ele alındı ve ayrıca belirtildi. Güneş enerjisine yönelik dönüşüme tabi olacak alanlar belirlenirken, güneye bakan %20'den fazla eğimi olan, kuzeye bakan %5'ten fazla eğimi olan alanlar ve su birikintili alanlar hesaplamasının dışında bırakıldı. Bu yolla maden sahası olarak belirlenen toplamda 249,5 milyon m²'lik yüzölçüme sahip sahaların yaklaşık yarısı hesaplamaya dahil edilmedi. Kullanılan Fotovoltaik Modül verimliliği %22'dir. 1 MWp kurulum için yaklaşık 10 dönüm alan alındı. Saha sınırlarına ilişkin poligon ve kurulu güç bu şekilde belirlendikten sonra, poligonun coğrafi konumuna göre PVSyst simülasyonu yapılarak, toplam üretim potansiyeli hesaplandı.

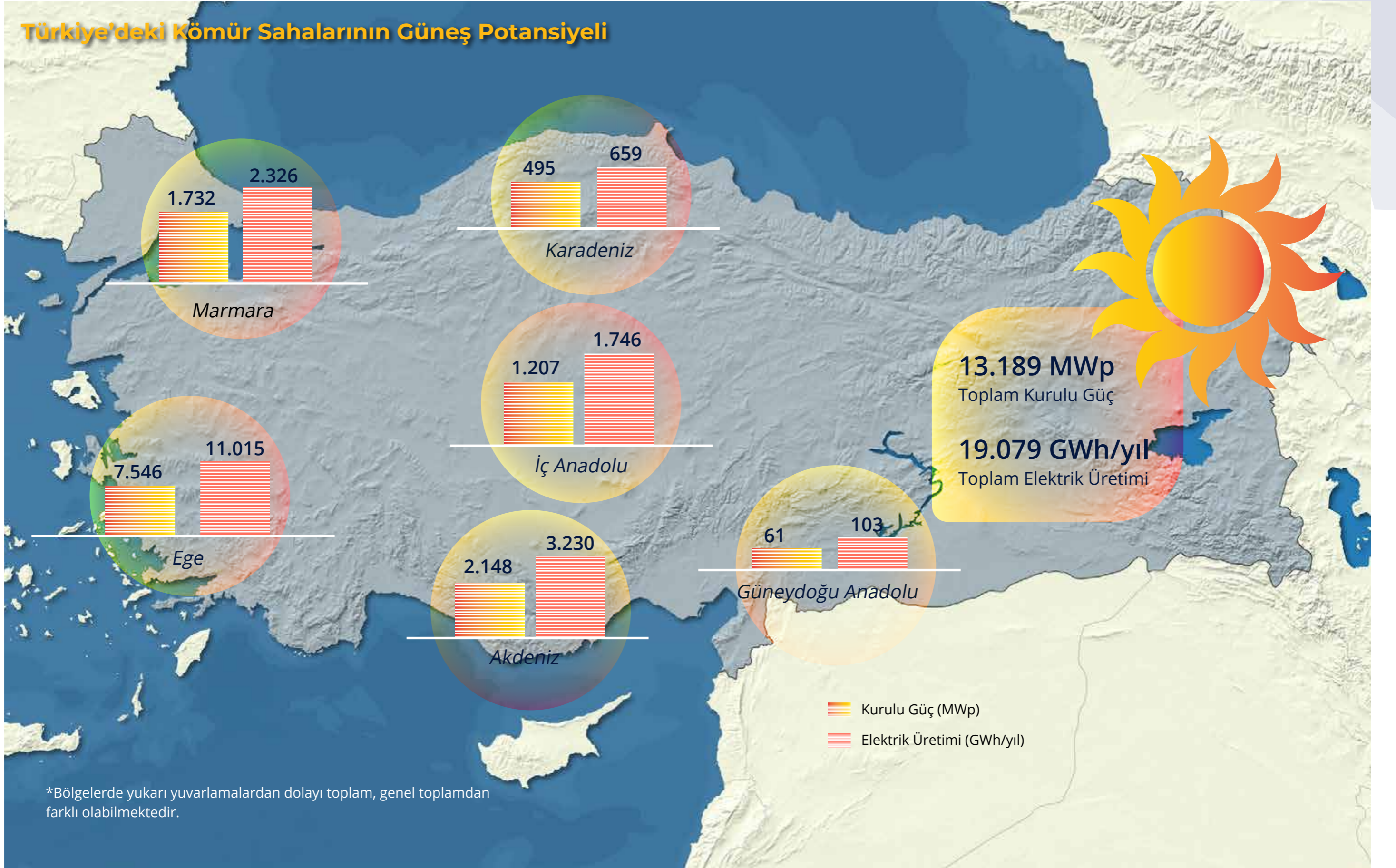
Çalışmada, kömür santrallerine bağlı sahalara kurulacak güneş enerji santrallerinin yanında, nispeten bu santralleri ikame etmesine yönelik 4 saat ve 16 saat entegre batarya depolama tesisleri düşünüldü. X MW'lık bir sistem için 4 saat depolama

4X MWh, 16 saat depolama ise 16X MWh batarya kapasitesine denk geliyor. 4 saat depolama sistemi, güneş enerji santralleri üretimlerinde, ani bulut gelmesi nedeniyle hızlı gerilim düşüşü ve çıkışlarını yumuşatacak yani şebekede tansiyon yaratmadan nispeten güvenilir bir güç sağlayacak bir sistem olması nedeniyle dünyada sıklıkla kullanılıyor. 16 saatlik depolama sistemi ise 4 saat depolamalı sisteminin getirdiği avantajlarla beraber, güneş olmayan saatlerde de şebekeye güç sağlayabiliyor. Depolamalı santraller için, depolama limiti PVSyst'te 20 MW olduğundan, simülasyon bu güçteki bir tesis için PVSyst'te hesaplandı ve her bir kömür sahası poligonuna kurulabilecek panel miktarına göre, elektrik üretim verileri bu değer ile ölçeklenerek hesaplandı. Depolamalı santrallerde, depolamasız santrallere göre üretimin düşük çıkmasının nedeni bataryanın dolumu ve boşaltılmasında yaşanan verim kaybıdır.

Çalışmaya dahil olan kömür sahaları: Çan, Çan 2, Bolu-Göynük, Kangal, Seyitömer, Çayırhan, Orhaneli, Çatalağzı, Soma-B, Soma, Soma-Kolin, Polat1, Tufanbeyli, Tunçbilek, Yatağan, Yeniköy, Yeniköy-Kemerköy, Çumra Termik, Çumra, Afşin-Elbistan A, Afşin Elbistan B, Silopi



Türkiye'deki Kömür Sahalarının Güneş Potansiyeli



SONUÇ VE ÖNERİLER

Kömür sahalarının güneş potansiyeli

Hesaplamaya Dahil Santral Adedi	22
Sahalarda Bulunan Kömürlü Termik Santrallerin Toplam Kurulu Gücü	10.495 MW
GES'e Dönüşüm Halinde Toplam Kurulu Güç	13.189 MWp
GES'e Dönüşüm Halinde Toplam Elektrik Üretimi	19.079 GWh/yıl
Yapılması Tahmin Edilen Yatırım Tutarı	
Depolamasız	5,9 Milyar USD
4 Saat Depolamalı	8,8 Milyar USD
16 Saat Depolamalı	13,6 Milyar USD

Mesken bazında değerler

Kapsam altındaki sahalarda elde edilebilecek güneş enerjisinden elektrik üretimi	19.079 GWh/yıl
Elektrik ihtiyacını karşılayabileceği hane sayısı	6,9 milyon hane/yıl
Önlenecek karbon emisyonu	12,4 milyon ton CO2/yıl

Hane başına senelik elektrik ihtiyacı: 2760 kWh¹
Engellenen CO2 miktarı: 0,6482 tCO2/MWh²

Çalışma kapsamında, toplam kurulu gücü 10.495 MW olan 22 kömürlü termik santrale bağlı sahalardan hesaplamaya dahil edildi. Bu sahalardan güneş santrallerine dönüşmeye olanaklı alanlarda toplam 13.189 MW kurulu güce sahip güneş santrali kurulabilir. (Santral kırımlarını Ekler'de bulabilirsiniz.) Bu santrallerden yılda toplam 19.079 GWh/yıl elektrik üretilerek 6,9 milyon hane için, yıllık elektrik ihtiyacı karşılanabilir. Kömür sahaları güneş santralleri ile donatılırsa yılda 12,4 milyon ton CO2 emisyonunun da önüne geçilebilir.

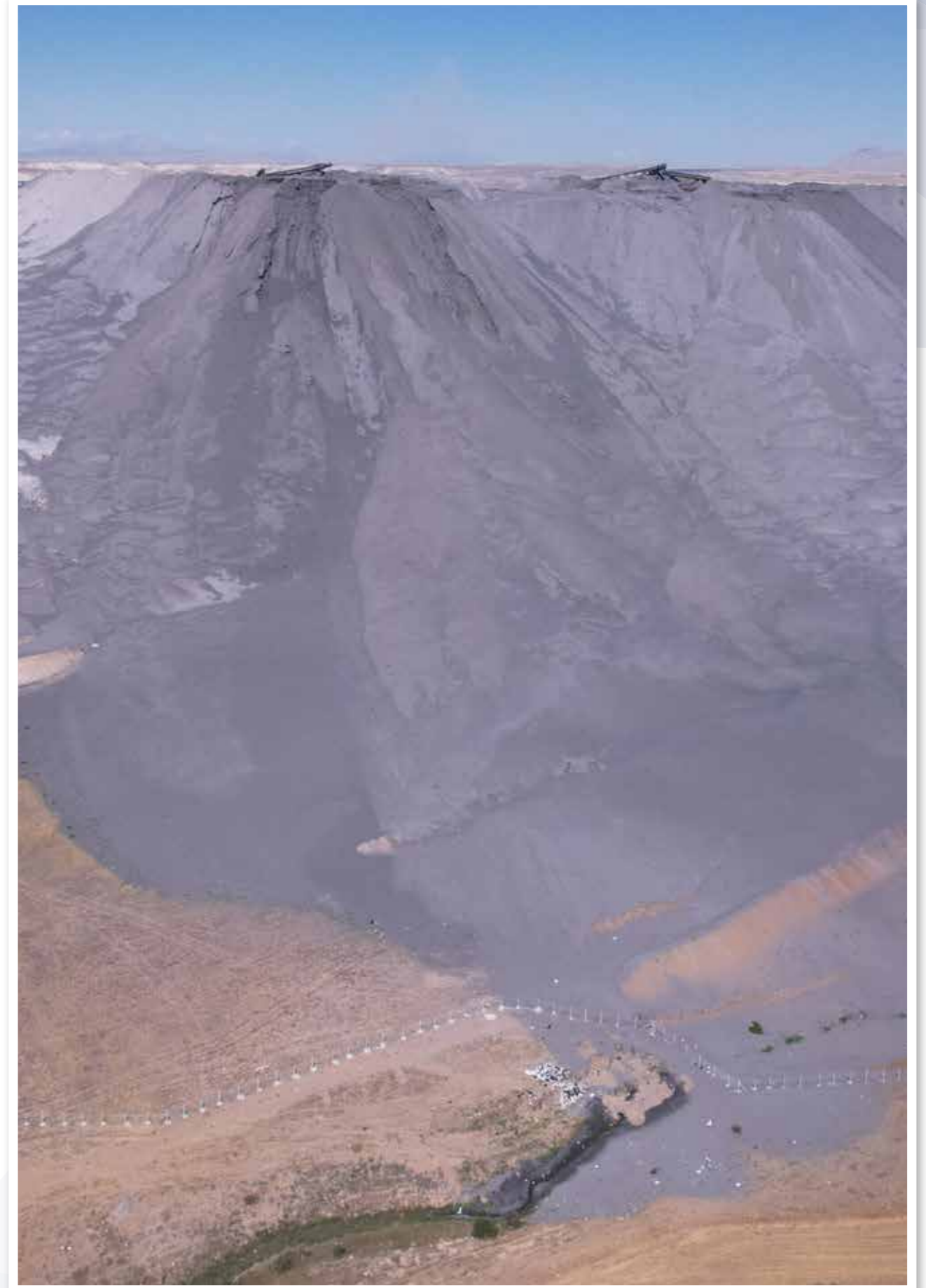
Raporun sonuçları, Türkiye'de açık madencilik yapılan sahalarda başta olmak üzere, kömür sahalarının güneş enerjisiyle elektrik üretimi için yüksek bir potansiyel barındırdığını gösteriyor. Söz konusu bölgelerde yaşayan halkın karar mekanizmalarına katılımı ve ekosistemlerin korunması önceliklendirilerek bu potansiyelin değerlendirilmesi Türkiye'nin karbon nötr hedefine ulaşması için kolaylık sağlayacak. Bu potansiyelin değerlendirilmesi için

atılması gereken adımlara dair öneriler:

- Türkiye taraf olduğu Paris Anlaşması'nın küresel sıcaklık artışlarını 1,5 derece ile sınırlama hedefine uygun olarak kömürden çıkış stratejisi oluşturmalı, mevcut kömürlü termik santraller için kapanma programı belirlemeli.
- Şebeke dengesi açısından kritik olduğu düşünülen lokasyonlarda depolamalı güneş santralleri düşünülmeli, bölgesel bazda şebekeye yatırım planları gözden geçirilmeli.
- Kömürlü termik santrallerin yerine geçebilecek batarya depolamalı güneş enerjisi santrallerine satın alım garantisi yerine yatırım teşvik belgesi aracılığıyla KDV muafiyeti gibi destekler önceliklendirilmeli.
- Yerel halk ve ekosistemlerin ihtiyaçları önceliklendirilerek, uygun kömür bölgelerinde güneş enerjisi teknolojilerinin yarattığı fırsatlardan yararlanmak üzere, güneş enerjisi tesis, imalat, kurulum ve yatırımları desteklenmeli.

¹ https://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=135116&tipi=2&sube=

² Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hesaplama sistemi kullanılmıştır. <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-turkiye-ulusal-elektrik-sebekesi-emisyon-faktoru>





DÖNÜŞÜM ETKİ ANALİZİ



Kaynak: TEİAŞ

Petrol, gaz gibi fosil yakıt rezervlerine sahip olmaması Türkiye'yi yıllarca enerjide dışa bağımlı kıldı. Son 10 yılda ortalama 40 milyar dolar enerji ithalatına harcandı.³ Elektrik üretiminde 2019 itibarıyla %40'a varan dışa bağımlılık enerji arz güvenliği konusunda bir kırılma noktasına neden oluyor. Ayrıca büyük miktarlarda kamu kaynağı doğrudan transfer, vergi harcaması veya iktisadi devlet teşekkülleri vasıtasıyla fosil yakıtları desteklemek için harcanıyor.⁴

Son 10 yılda "yerli ve yenilenebilir enerji" politikası uyarınca hem yenilenebilir enerji kaynakları hem de kömür, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması bağlamında destekleniyor. Ancak Türkiye 2012'de "yerli kömüre hücum" politikasıyla çıktığı yolda, yerli kömürün iki katı büyüklüğünde ithal kömürlü elektrik kapasitesi kurdu.

Yenilenebilir enerjiye eğilim ise aynı dönemde dikkate değer bir artış gösterdi. Mart 2020'de yapılan Mini YEKA kapsamındaki 1.000 MW kapasiteli Güneş Enerjisi Santrali ihalesi için 700'ün üzerinde ve toplam 9.440 MW kapasiteye denk gelen başvuru yapıldı. 2020'ye kadar olan geçmiş beş yıllık süreçte Türkiye'nin güneşe dayalı kurulu gücü %2580, linyite dayalı kurulu gücü %15 artış göster-

di. Güneş enerjisine dair kurulu gücün bu dikkat çeken artışında en önemli nedenler, düşen kaynak maliyetleriyle, yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen tarife desteğidir.

Sanayi devriminin baş aktörü olan kömürün artık kullanımının sonlanması, küresel ortalama sıcaklık artışının 1,5 derecenin altında tutulması için alınan önlemler içinde birincil öneme sahip. 2021 yılının Aralık ayında Glasgow'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği 26. Taraflar Toplantısı'nda (COP26) kurulan ittifaklar, kömürün geleceği olmadığına önemli bir göstergesi. Ülkelerin net sıfır emisyon hedeflerindeki en önemli kilometre taşı olarak enerji üretiminde kömür kullanımından çıkış konusunda belirledikleri hedef ve yol haritaları, diğer ülkeler üzerindeki baskıyı giderek artırıyor. Avrupa'da bugüne kadar 23 ülke, elektrik sisteminden kömürü çıkardı ya da çıkaracağını açıkladı.⁵

Türkiye Paris Anlaşması'nın onaylamasıyla birlikte net sıfır emisyon hedef yılını 2053 olarak açıkladı. Net sıfır hedefi koyan ülkeler, bu hedefe ulaşmak için şart olan kömürden çıkma konusunda net hedef belirtiyor. Dolayısıyla Türkiye'nin net sıfır hedefi koymasıyla kömür konusunda net bir çıkış stratejisi belirlemesi bekleniyor.

³ <https://www.indyurk.com/node/231301/ekonomi%CC%87/albayrak-enerji-ithalat%C4%B1m%C4%B1z-ortalama-40-milyar-dolar-karadeniz%E2%80%99deki-do%C4%9Falgaz>

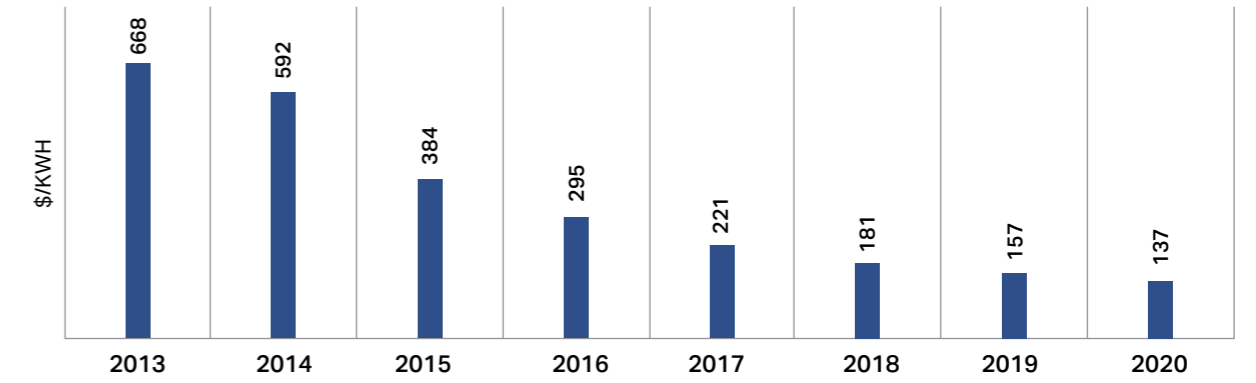
⁴ <https://www.iisd.org/system/files/2020-11/g20-scorecard-turkey.pdf>

⁵ <https://beyond-coal.eu/2022/01/13/overview-of-national-coal-phase-out-commitments/>

Dönüşümü teşvik eden etkenler	Dönüşümün önündeki engeller
Net sıfır hedefleri çerçevesinde AB başta olmak üzere pek çok ülkede kömürden çıkma planları	Kömürü merkeze alan ve yerli kömürü önceliklendiren enerji politikaları
İklim değişikliğine bağlı küresel sıcaklık artışını 1,5 derecede tutmak için kömür kullanımının sonlanması gerektiğinin COP26'da resmi müzakerelerle teyit edilmesi	Kömür yatırımları için verilen teşvikler
Kömürün insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi	Kömür sektöründe var olan istihdamın bölgesel bağlayıcı etkisi
Güneş enerjisi santrallerinin (GES) seviyelendirilmiş elektrik maliyetinin fosil yakıtların altına düşmesi	Kömürün arz güvenliği konusunda daha güvenilir bir kaynak olduğuna dair inanış
Depolama maliyetlerinin ucuzlamasıyla GES'lerin bir baz yük santrali olarak çalışabilme olanağı	Yenilenebilir enerji kaynaklarına dair bilgi ve farkındalığın düşük olması
Kamuoyundaki olumsuz kömür algısı	Güneş kurulumunun yaygınlaşmasını sağlayacak mevzuatın eksikliği



Lityum-İyon Batarya Fiyatları, 2013-2020



Kaynak: BloombergNEF

Avrupa'da Kömürden Çıkış Hedefleri

Kömürden çıkan Avrupa ülkeleri

Belçika (2016)
Avusturya (2020)
İsveç (2020)
Portekiz (2021)

2025 yılına kadar kömürden çıkacak Avrupa ülkeleri:

Fransa (2022)
Birleşik Krallık (2024)
Macaristan (2025)
İtalya (2025)
İrlanda (2025)
Yunanistan (2025)

2030 yılına kadar aşamalı olarak kömürden çıkacak Avrupa ülkeleri:

Kuzey Makedonya (2027)
Danimarka (2028)
Finlandiya (2029 ortası)
Hollanda (2029 sonu)
Slovakya (2030)
İspanya (2030)

2030'dan sonra kömürden çıkacak Avrupa ülkeleri

Karadağ (2035)
Romanya (2032)
Hırvatistan (2033)
Bulgaristan (2038-2040)
Almanya (2030 hedefli-2038)
Slovenya (2033)
Çekya (2033)

Gelişmiş ülkelerin kömürden çıkışı hızlandırması elbetteki sadece iklim kaygıları nedeniyle değil. Kömürün enerji santrallerinde kullanımıyla ortaya çıkan CO_x, SO_x, NO_x ve ağır metaller, havada ve suda birikerek sızıntı, buharlaşma, erime, dekompozisyon, oksidasyon sonucu insan ve çevre sağlığı üzerinde çok çeşitli zararlara neden oluyor ve

kamuoyunda kömürlü termik santrallere karşı bir tutum oluşturuyor.

Son yıllarda hızla gelişen teknolojisi ve düşen ekipman maliyetleriyle, güneş enerjisinden elektrik üretim maliyetleri son 10 yılda %80'in üzerinde düştü ve düşmeye devam ediyor.⁶ Türkiye'de beş

6 <https://www.weforum.org/agenda/2021/11/renewable-energy-cost-fallen/>

yıl öncesine kıyasla, yeni güneş enerjisi santrali kurulumu maliyeti %50 azaldı.⁷

Ayrıca son yıllarda hızla düşen depolama maliyetleriyle birlikte güneş enerjisinin kesintili elektrik üreten bir kaynak olması dolayısıyla güvenilir olmaması argümanı zayıfladı, depolamayla kurulan güneş enerji santrallerinin de bir baz yük kaynağı gibi işletilebildiği ortaya çıktı. Lityum-iyon batarya fiyatları, 2010'da \$1.100/kWh iken %89 düşerek 2020'de \$137/kWh oldu. 2023 itibarıyla bu fiyatların \$100/kWh seviyesine düşmesi bekleniyor. Düşen bu fiyatlarla dünyada bataryalı güneş enerjisi santralleri örnekleri görülmeye başlandı. Hem dengesizlikleri dengeleyici hem de baz yük santrali gibi kullanılabilen bu santrallerle, kesintili bir kaynak olması argümanı ortadan kalkıyor.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) verilerine göre Türkiye'de 35 bin kadar kişi kömür ve linyit madencilik sektöründe kayıtlı olarak istihdam ediliyor ve

7 <https://ember-climate.org/commentary/2021/09/28/turkiyedeki-yeni-ruzgar-gunesi-mevcut-ithal-komur-tesislerinden-ucuz/>
8 https://caneurope.org/content/uploads/2021/06/Komure-Dayali-Istihdam-ve-Ekonomi_CAN-Europe.pdf
9 <https://www.irena.org/publications/2021/Oct/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2021>

TÜİK Hanehalkı İşgücü Anketi verilerine göre ise sektördeki kayıtlı ve kayıtsız istihdam toplam istihdamın binde 2'sinden daha az.⁸

Kömür üretilen bölgelerde yerel ekonomilerde kömüre bağımlılık yüksek olduğundan, kömür sektöründen çıkışın yerel ekonomiye ek olarak istihdam talebinde de bir daraltma yaratabileceği, sektörde mevcut çalışanların ise beceri düzeyleri itibarı ile diğer sektörlerde çalışmalarının güç olabileceği argümanı dile getiriliyor. Öte yandan, Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) verilerine göre en yüksek istihdam olanağı sağlayan yenilenebilir enerji teknolojisi olan güneş her 1 GW kurulum için 3.500 tam zamanlı istihdam olanağı sağlayabilir.⁹ Güneş enerjisine dayalı istihdam olanaklarından faydalanmak için kömür bölgelerinde düşük karbonlu ekonomiye geçişi destekleyecek yerel kalkınma politikalarının ve bu politikaları tamamlayacak işgücü arz ve talep önlemlerinin hayata geçirilmesi gerekiyor.

Dünyadan örnekler



Kanada: Kanada'nın en büyük kömürlü termik santrali artık bir güneş enerjisi santrali. Bir zamanlar Kuzey Amerika'nın da en büyüğü olan Nanticoke Kömürlü Termik Santrali'nin yerinde şimdi 192 bin güneş paneli var. Bölgedeki güneşli gün sayısı ortalama 103 gün olmasına rağmen 44 MW kurulu güce sahip santral, 7.200 hanenin elektrik ihtiyacını karşılayacak kadar güç üretiyor.¹⁴

¹⁴ <https://e360.yale.edu/digest/canadian-nanticoke-coal-fired-power-plant-transformed-in-solar-farm>



Birleşik Krallık: İngiltere South Yorkshire'da bulunan 95 hektarlık eski Askern kömür maden sahasının 14 hektarlık alanı güneş enerjisi santraline çevrildi. 5 MW kurulu güce sahip santralde toplamda 18.768 güneş paneli mevcut.¹³

¹³ <https://www.pveurope.eu/solar-modules/transfer-former-coal-mines-solar-farms>



Almanya: 2012 yılında Saarland'daki Grube Warndt kömür maden sahasının üzerine BayWa r.e. tarafından 4 MW gücünde güneş enerjisi santrali kuruldu.¹¹

¹¹ <https://www.pveurope.eu/solar-modules/transfer-former-coal-mines-solar-farms>



Almanya: Espenhain köyünde linyit santralinin kül deposu olarak kullanılan ve başka bir işleve dönüştürülemeyen alan da artık bir güneş santrali. 33 bin panelle 5 MW kurulu güce sahip güneş enerjisi santrali, 1800 hanenin elektrik ihtiyacını karşılıyor.¹⁵

¹⁵ <https://www.dw.com/en/germany-opens-worlds-biggest-solar-plant/a-1321857>



Polonya: Polonya'nın en büyük güneş enerjisi santrali 2021 yılında elektrik üretimine başladı. Eski Adamów linyit madeninin yerine kurulan 70 MW gücündeki güneş santrali 100 hektar alanda 155.554 panelle üretim yapıyor. Maden ve madeni kullanan termik santral işletmecisi Polonyalı elektrik şirketi Ze Pak 2030 yılına kadar sahibi olduğu tüm termik santralleri kapatarak %100 yenilenebilir enerji portföyüne ulaşmayı hedefliyor.¹⁰

¹⁰ <https://ri.zepak.com.pl/en/news/1633-the-largest-solar-power-plant-in-poland-is-already-operating-and-producing-electricity.html>



ABD: Massachusetts eyaletine bağlı Holyoke şehrindeki 50 yıllık Mount Tom kömürlü termik santrali, yerel halkın uzun mücadelesi sonucu güneş enerjisi santraline çevrildi. 2014 yılında kapatılan kömürlü termik santral, 17 bin güneş paneliyle şu anda Massachusetts'in en büyük güneş enerjisi santrali.¹⁶

¹⁶ <https://www.smartcitiesdive.com/news/holyoke-coal-fired-power-plant/546447/>



Macaristan: 2015 yılında Macar enerji santrali şirketi Matrai Eromu, Macaristan'ın Visonta kentinde bir linyit maden sahasının üzerine 16 MW kurulu güce sahip güneş enerjisi santrali açtı. 2025 yılında kömürden çıkmayı hedefleyen Macaristan'da tek açık kalan termik santral olan Matra'ya kömür sağlayan Visonta bölgesi üretimin kademeli olarak düşürülmesiyle yerini alternatif kullanım alanlarına bırakıyor.¹²

¹² <https://www.pveurope.eu/solar-modules/transfer-former-coal-mines-solar-farms>



ÇİN: Doğu Çin'in Anhui eyaletindeki Huainan kentinde bulunan eski kömür maden sahası 2017 yılında o döneme kadar kurulmuş dünyanın en büyük yüzer güneş enerji santraline çevrildi. 86 hektarlık su yüzeyine yerleştirilen 120.000'den fazla güneş paneli 40 MW'lık kurulu gücüyle yılda yaklaşık 15.000 eve elektrik sağlıyor.¹⁷

ÇİN: Dünyanın günümüzde en büyük yüzer santrali de yine Çin'in 2022 yılının Ocak ayında Shandong eyaletinin Dezhou kentinde devreye aldığı 320 MW kurulu gücündeki santral. Bu santral da eski bir kömür sahasında bulunuyor.¹⁸

¹⁷ http://www.chinadaily.com.cn/china/2017-08/15/content_30631248.htm

¹⁸ <https://electrek.co/2022/01/07/worlds-largest-floating-solar-farm-comes-online-with-wind-and-storage/>

EKLER

SAHA BAZINDA HESAPLAMALAR



Afşin Elbistan A Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 17.929 Dönüm
GES Potansiyeli : 979,5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 1.316.539 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 465,5 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	414	276
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	1.442.681	1.461.256
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	692,3	1.070,2

Bolu Göynük Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 7.392 Dönüm
GES Potansiyeli : 385,5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 519.098 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 173,5 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	154	103
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	483,799	490,029
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	258,0	398,8

Afşin Elbistan B Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 19.543 Dönüm
GES Potansiyeli : 936 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 1.420.596 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 421,2 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	374	250
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	1.323.995	1.341.042
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	626,4	968,3

Çan Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 18.625 Dönüm
GES Potansiyeli : 979,5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 1.316.539 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 440,8 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	392	261
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	1.227.014	1.242.813
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	655,5	1.013,3

Çan-2 Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 998 Dönüm
GES Potansiyeli : 52.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 70.933 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 23,6 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	21	14
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	66.110	66.961
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	35,1	54,3

Çayırhan Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 2.392 Dönüm
GES Potansiyeli : 126 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 169.614 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 56,7 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	50	34
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	158.080	160.116
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	84,3	130,4



Çatalağzı Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 2.059 Dönüm
GES Potansiyeli : 109 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 139.565 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 49,1 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	44	29
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	130.074	131.749
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	72,9	112,8



Çumra Termik ve Çumra Santrali

Açılmış Saha Alanı : 2.465 Dönüm
GES Potansiyeli : 129 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 206.338 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 58,1 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	52	34
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	192.307	194.783
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	86,3	133,5

Kangal Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 16.380 ve 1.788
 GES Potansiyeli : 951.5 MWp
 GES Üretim Potansiyeli : 1.369.306 MWh/yıl
 GES kurulum Maliyeti : 428,2 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	381	254
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	1.276.193	1.292.624
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	636,7	984,4

Bilgi: Santral bölünmüş 7 parça olarak hesaplanmıştır. Birinci, ikinci ve dördüncü görsellerde iki parça alan birarada, üçüncü görselde tek parça alan olarak gösterilmiştir.

Seyitömer Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 314 ve 3.344
 GES Potansiyeli : 193.5 MWp
 GES Üretim Potansiyeli : 272.392 MWh/yıl
 GES kurulum Maliyeti : 87,1 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	77	52
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	253,869	257,138
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	129,5	200,2



Orhaneli Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 13.380 Dönüm
 GES Potansiyeli : 700 MWp
 GES Üretim Potansiyeli : 938.710 MWh/yıl
 GES kurulum Maliyeti : 315,0 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	280	187
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	874.877	886.142
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	468,4	724,2



Seyitömer Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 3.353 ve 579
 GES Potansiyeli : 206.5 MWp
 GES Üretim Potansiyeli : 292.360 MWh/yıl
 GES kurulum Maliyeti : 92,9 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	83	55
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	272,480	275,988
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	138,2	213,6

Seyitömer Termik Santrali-3

Açılmış Saha Alanı : 632 Dönüm
GES Potansiyeli : 33 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 47.065 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 14,9 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	13	9
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	43.864	44.429
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	22,1	34,1

Bilgi: Santral bölünmüş 3 parça olarak hesaplanmıştır.

Soma B Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 6.358 Dönüm
GES Potansiyeli : 334,5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 502.708 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 150,5 Milyon USD



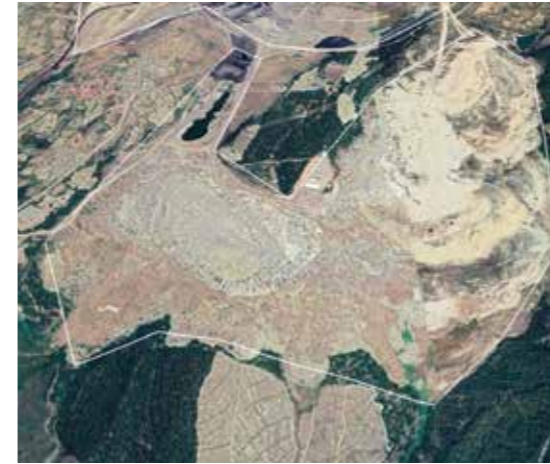
	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	134	89
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	468.523	474.556
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	223,8	346,1



Seyitömer Termik Santrali-4

Açılmış Saha Alanı : 382 ve 534 Dönüm
GES Potansiyeli : 47,5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 68.047 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 21,4 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	19	12
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	63.420	64.236
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	31,8	49,1



Soma B Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 2.776 Dönüm
GES Potansiyeli : 146 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 219.045 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 65,7 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	58	39
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	204.149	206.778
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	97,7	151,0

Soma B Termik Santrali-3

Açılmış Saha Alanı : 1.140 Dönüm
GES Potansiyeli : 60.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 87.909 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 27,2 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	24	16
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	81.931	82.986
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	40,5	62,6

Soma Kolin Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 867 Dönüm
GES Potansiyeli : 45.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 66.942 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 20,5 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	18	12
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	62.389	63.193
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	30,5	47,1

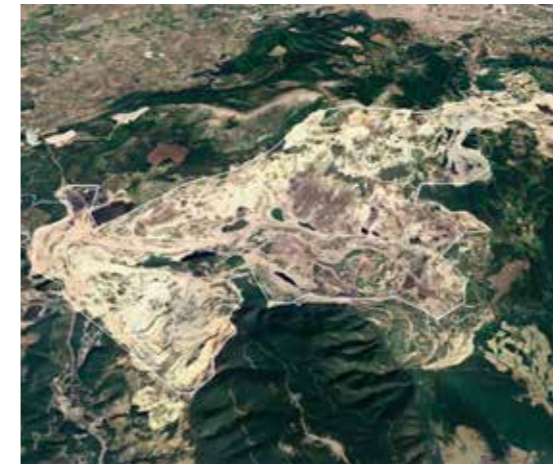


Bilgi: Santral bölünmüş 3 parça olarak hesaplanmıştır

Soma Kolin Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 4.439 Dönüm
GES Potansiyeli : 236 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 350.915 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 106,2 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	94	63
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	327.053	331.264
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	157,9	244,2



* Soma termik santrali kömür sahası Soma Kolin ve Soma B Termik santrallerinin kömür sahalarıyla içiçe olduğu için, burada verilen 36.300 dönüm bahsi geçen bu santrallerin alanlarını da kapsamaktadır. Dolayısıyla sadece Soma termik santrali hesaplaması olarak düşünülmemelidir.

Soma Termik Santrali (Soma Kolin ve Soma B ile birlikte)

Açılmış Saha Alanı : 36.300 Dönüm*
GES Potansiyeli : 1.925 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 2.791.142 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 866,3 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	770	513
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	2.601.344	2.634.838
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	1.288,2	1.991,5

Bilgi: Santral bölünmüş 3 parça olarak hesaplanmıştır.

Tufanbeyli Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 2.372 Dönüm
GES Potansiyeli : 124 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 182.216 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 55,8 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	50	33
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	169.825	172.012
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	83,0	128,3

Tufanbeyli Termik Santrali-3

Açılmış Saha Alanı : 906 Dönüm
GES Potansiyeli : 47 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 69.309 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 21,2 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	19	13
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	64.596	65.427
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	31,5	48,6

Tufanbeyli Termik Santrali-2

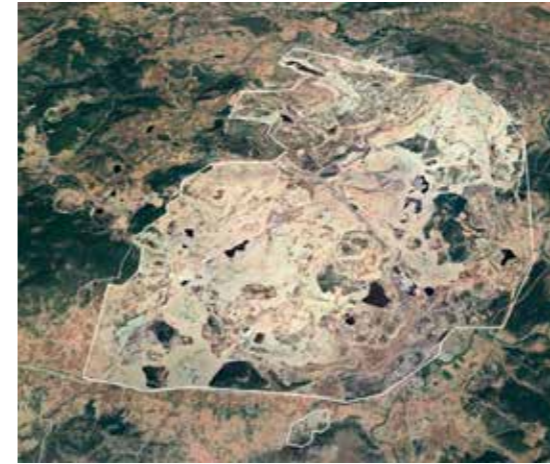
Açılmış Saha Alanı : 128 Dönüm
GES Potansiyeli : 6.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 9.962 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 2,9 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	3	2
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	9.285	9.404
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	4,4	6,7

Tunçbilek Termik Santrali

Açılmış Saha Alanı : 57.624 Dönüm
GES Potansiyeli : 3027.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 4.268.351 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 1.362,4 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	1.211	807
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	3.978.103	4.029.323
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	2.026,0	3.132,1

* Tavşanlı termik santrali kömür sahası Tunçbilek Termik santrali kömür sahası ile yanyana olduğu için, bir kısmı burada verilen 250 dönüm haricinde Tunçbilek hesaplamasına dahil edilmiştir.

Tavşanlı Termik Santrali (Tunçbilek ile birlikte)

Açılmış Saha Alanı : 250 Dönüm
GES Potansiyeli : 13 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 18.466 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 5,9 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	5	3
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	17.210	17.432
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	8,7	13,5

Yatağan Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 8.608 Dönüm
GES Potansiyeli : 455 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 708.794 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 204,8 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	182	121
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	660.596	669.102
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	304,9	470,7



Bilgi: Santral bölünmüş 2 parça olarak hesaplanmıştır

Yatağan Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 1.103 Dönüm
GES Potansiyeli : 58 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 92.654 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 26,1 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	23	15
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	86.354	87.465
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	38,8	60,0



Bilgi: Santral bölünmüş 2 parça olarak hesaplanmıştır

Yeniköy Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 3.204 Dönüm
GES Potansiyeli : 169 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 274.055 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 76,1 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	68	45
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	255.419	258.708
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	113,1	174,8

Yeniköy Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 170 Dönüm
GES Potansiyeli : 9 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 14.646 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 4,1 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	4	2
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	13.650	13.825
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	6,0	9,3

Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali-2

Açılmış Saha Alanı : 1.043 Dönüm
GES Potansiyeli : 55 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 89.156 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 24,8 Milyon USD



	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	22	15
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	83.093	84.163
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	36,8	56,9



Bilgi: Santral bölünmüş 2 parça olarak hesaplanmıştır.

Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali-1

Açılmış Saha Alanı : 10.090 Dönüm
GES Potansiyeli : 531.5 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 850.288 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 239,2 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	213	142
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	792.468	802.672
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	355,7	549,9



Silopi Termik

Açılmış Saha Alanı : 1.160 Dönüm
GES Potansiyeli : 61 MWp
GES Üretim Potansiyeli : 103.500 MWh/yıl
GES kurulum Maliyeti : 27,5 Milyon USD

	4 Saat Depolamalı	16 Saat Depolamalı
Bağlantı Gücü (MWe)	24	16
Depolamalı Üretim (MWh/yıl)	96.462	97.704
Depolamalı Kurulum Maliyeti (Milyon USD)	40,8	63,1



Version 7.2.8

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Yenikoy-2

Variant: New simulation variant
 No 3D scene defined, no shadings
 System power: 18.00 MWp
 Türkevleri - Turkey

Project: Yenikoy-2
Variant: New simulation variant
Solaran Energy (Turkey)

Project summary

Geographical site	Situation	Project settings
Latitude: Turkey	Latitude: 37.03 °N Longitude: 27.90 °E Altitude: 24 m Time zone: UTC+3	As-built: 0.20
Weather data	Measurement: 4.0 (2004-2015), Sanliurfa, Turkey	

System summary

Grid-Connected System: No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Front plane: 20.10 °
Tilt azimuth: 0.00 °

Near Shadings: No shading

User's needs: Unlimited load grid

System information

PV Array	Inverter
Nb. of modules: 40000 units Power size: 18.00 MWp	Nb. of units: 35 units Power size: 18.16 MWp Power rate: 0.560

Results summary

Produced Energy: 28271 MWh/year	Specific production: 1600 kWh/kWp/year	Part Rate PV: 60.22 %
---------------------------------	--	-----------------------

Table of contents

- Project and results summary
- General parameters, PV Array Characteristics, System losses
- Horizon definition
- Wire results
- Loss diagram
- Optical profile
- PSI - PSI evaluator

Project: Yenikoy-2
Variant: New simulation variant
Solaran Energy (Turkey)

General parameters

Grid-Connected System: No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Orientation: 20.10 °
Front plane: 20.10 °
Tilt azimuth: 0.00 °

Near Shadings: No shading

User's needs: Unlimited load grid

PV Array Characteristics

PV module	inverter
Manufacturer: Jinko Solar Model: JSM75 210-400-WH Original Project database: JSM75 210-400-WH List Nom. Power: 400 Wp Number of PV modules: 40000 units Nominal (STC): 16.00 MWp Modules: 2000 strings x 16 in series Operating voltage (MPP): 600 V Power: 18.40 MWp V max: 600 V I max: 30000 A	Manufacturer: FIMER Model: FIM3000-FL Original Project database: FIM3000-FL List Nom. Power: 500 kWp Number of inverters: 35 units Total power: 17.50 MWp Operating voltage: 440-600 V Power rate (DC/AC): 0.560

Total PV power

Normal (STC): 18.00 MWp	Total inverter power: 17.50 MWp
Type: 40000 modules	Nb. of inverters: 35 units
Module size: 2000.0 m²	Power rate: 0.560

Project: Yenikoy-2
Variant: New simulation variant
Solaran Energy (Turkey)

System losses

Unavailability of the system

Time fraction: 1.0 %
3.7 days
3 periods

AC wiring losses

Inverter output line up to MV busbar

Inverter voltage: 500 V ac
Loss Fraction: 1.30 % at STC
Inverter: FIM3000-FL
Wire section (DC In.): Copper 30 x 1 + 400 mm²
Average wire length: 80 m

MV line up to Inverter

DC voltage: 500 V
Wire: Copper 1 + 400 mm²
Length: 150 m
Loss Fraction: 0.01 % at STC

AC losses in transformers

MV busbar: Grid voltage: 33 kV
Operating losses at STC: 17001 kWh
Nominal power at STC: 17.50 MW
Loss Fraction: 0.10 % at STC
On-site equivalent resistance: 9 x 0.08 mΩ
Loss Fraction: 1.80 % at STC

Project: Yenikoy-2
Variant: New simulation variant
Solaran Energy (Turkey)

Horizon definition

Horizon from PVGIS website API, Lon:27°27'E, Lat:37°04'N, Alt:34m

Average Height: 0.0 m	Altitude Factor: 0.01
Diffuse Factor: 1.00	Altitude Fraction: 100 %

Horizon profile

Height [°]	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Height [°]	14.9	14.8	8.0	10.7	9.9	11.1	8.8	9.1	3.1	2.4	2.4	1.1	2.4	3.4	4.0	5.8	6.2	6.2	5.8	4.0	2.4
Height [°]	-6.0	-4.0	-0.8	-0.0	-6	6	6	10	23	30	38	40	38	40	38	40	38	40	38	40	38
Height [°]	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Height [°]	8.0	8.8	1.8	8.0	8.0	8.8	10.8	10.8	11.0	12.0	12.8	12.8	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Height [°]	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	11.0	12.8	13.8	13.8	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

KÖMÜR SAHALARININ GÜNEŞ POTANSİYELİ

