



## FERAGATNAME

İşbu Ön Fizibilite Raporu sadece bilgilendirme amacıyla hazırlanmış olup, herhangi ticari bir ürün veya kişi ile ilgili bir onay vermemektedir. Ön Fizibilite Raporunun hazırlanmasında yer alan kişiler, kurum ve kurum temsilcileri bu raporun içerisinde yer alan bilgi, veri, kapasite, üretim miktarı, tablolar ve analizler iş sahibine tavsiye niteliğinde olup tüm bunlarla ilgili karşı tarafa herhangi bir taahhüt altına girmediği gibi herhangi bir garanti de vermemektedir ve işbu Ön Fizibilite Raporundan kaynaklanan herhangi bir yükümlülük için sorumluluk da kabul etmemektedir.

COHYBRID  
ENERGY

## YÖNETİCİ ÖZETİ

Bu Ön Fizibilite Raporu: "Avrupa Birliği Avrupa Yeşil Mutabakatı" ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı "Enerji Dönüşümü Yenilenebilir Enerji 2035" hedefi kapsamında sera gazı emisyonlarını 2030'a kadar asgaride %55 oranında azaltmayı ve 2050'ye kadar da net olarak sıfırlayarak iklim-nötr hedefine uyumlu ülkemiz tarafından 2021'de "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" "2021/15 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi" ile 10/05/2005 tarihli 5346 Sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu"nun 6/ A maddesi ile 14/03/2013 tarihli Elektrik Piyasası Kanununa dayanılarak hazırlanan 02/11/2013 tarihli 28809 Sayılı "Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği" dikkat alınarak Lisanslı Güneş Enerji Santrali optimum kurulum kapasitesi hesaplamasında Yıldız Teknik Üniversitesi Yıldız TEKNOPARK bünyesinde faaliyet gösteren "CO HYBRID ENERGY YAZILIM VE DANIŞMANLIK İTH. İHR. SAN. TİC. LTD. ŞTİ." ünvanlı şirketimize ait "CO SYSTEM SOLAR DESIGN - FIXED(CSSD-F)" yazılım programı olan ürünümüz ile hazırlanmıştır.

## TEMEL BULGULAR

- Kapasite Faktörü: %16.3
- Simülasyon Sistem Verimi: %19.4
- Panel Alanı: 22825.3 m<sup>2</sup>
- Geri Ödeme Süresi: 4.0 yıl
- İç Getiri Oranı: %26.9
- Proje teknik ve ekonomik açıdan fizibil görünmektedir*

## SONUÇ VE TAVSİYELER

*Analiz sonuçları, projenin teknik ve ekonomik açıdan fizibil olduğunu göstermektedir. %16.3 kapasite faktörü ile Türkiye için Türkiye ortalamasının üzerinde performans beklenmektedir.*

# PV SANTRAL PERFORMANS KRİTERLERİ

## Türkiye'de PV Santraller İçin Bölgesel Kapasite Faktörü (CF) Aralıkları

(Sabit Tilt Sistemler, tipik yıllık değerler)

### 1. GÜNEYDOĞU ANADOLU & AKDENİZ BÖLGESİ

(Adana, Adıyaman, Antalya, Burdur, Gaziantep, Hatay, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis, Mardin, Mersin, Osmaniye, Şanlıurfa, Diyarbakır, Batman, Siirt, Şırnak, Karaman)

PERFORMANS	ARALIK	AÇIKLAMA
Çok Yüksek	$\geq \%20$	Mükemmel performans, yüksek verimlilik
Yüksek	$\%18 - \%20$	İyi performans, önerilen seviye
Orta	$\%16 - \%18$	Kabul edilebilir performans
Düşük	$\%14 - \%16$	Sınırlı performans, dikkatli değerlendirme
Çok Düşük	$< \%14$	Zayıf performans, önerilmez

Not: Türkiye'nin en yüksek güneşlenme bölgesi. Karaman'da tipik CF  $\sim\%19-21$

### 2. İÇ ANADOLU BÖLGESİ

(Ankara, Eskişehir, Konya, Kayseri, Kırşehir, Kırıkkale, Niğde, Nevşehir, Aksaray, Çankırı, Yozgat, Sivas)

PERFORMANS	ARALIK	AÇIKLAMA
Çok Yüksek	$\geq \%19$	Mükemmel performans
Yüksek	$\%17 - \%19$	İyi performans
Orta	$\%15 - \%17$	Kabul edilebilir performans
Düşük	$\%13 - \%15$	Sınırlı performans
Çok Düşük	$< \%13$	Zayıf performans

## 3. EGE &amp; MARMARA BÖLGESİ

(İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Uşak, Kütahya, Afyonkarahisar, Muğla, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Tekirdağ, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, İstanbul, Yalova, Bilecik)

PERFORMANS	ARALIK	AÇIKLAMA
Çok Yüksek	$\geq \%18$	Mükemmel performans
Yüksek	$\%16 - \%18$	İyi performans
Orta	$\%14 - \%16$	Kabul edilebilir performans
Düşük	$\%12 - \%14$	Sınırlı performans
Çok Düşük	$< \%12$	Zayıf performans

## 4. DOĞU ANADOLU BÖLGESİ

(Erzurum, Erzincan, Malatya, Elazığ, Van, Bitlis, Muş, Ağrı, Kars, Iğdır, Hakkari, Tunceli, Bingöl, Ardahan)

PERFORMANS	ARALIK	AÇIKLAMA
Çok Yüksek	$\geq \%17$	Mükemmel performans
Yüksek	$\%15.5 - \%17$	İyi performans
Orta	$\%14 - \%15.5$	Kabul edilebilir performans
Düşük	$\%12.5 - \%14$	Sınırlı performans
Çok Düşük	$< \%12.5$	Zayıf performans

Not: Yüksek rakım sayesinde verim artışı, ancak uzun kar örtüsü üretimi sınırlıyor

## 5. KARADENİZ BÖLGESİ

(Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Sinop, Kastamonu, Bartın, Zonguldak, Karabük, Düzce, Bolu, Gümüşhane, Bayburt, Tokat, Çorum, Amasya)

PERFORMANS	ARALIK	AÇIKLAMA
Çok Yüksek	$\geq \%16$	Mükemmel performans
Yüksek	$\%14 - \%16$	İyi performans
Orta	$\%13 - \%14$	Kabul edilebilir performans
Düşük	$\%11.5 - \%13$	Sınırlı performans
Çok Düşük	$< \%11.5$	Zayıf performans

Not: En düşük güneşlenme bölgesi; yüksek nem ve bulutluluk üretimi sınırlıyor

# İÇİNDEKİLER

1. FERAGATNAME	2
2. YÖNETİCİ ÖZETİ	3
3. İÇİNDEKİLER	4
4. PROJE ÖZETİ	5
5. TEKNİK ÖZELLİKLER	6
6. PERFORMANS ANALİZİ	7
7. EKONOMİK DEĞERLENDİRME	8
8. ANALİZ GRAFİKLERİ	9
9. SANTRAL SAHA DİZİLİM ÇİZİMLERİ	10
10. AYLIK ÜRETİM DETAY ANALİZİ	13
11. TEKNİK TAVSİYELER VE SONUÇ	14

# PROJE ÖZETİ

\*\*\*\*\*, \*\*\*\*\* konumunda kurulması planlanan 5.04 MW güçteki güneş enerji santrali için gerçekleştirilen ön fizibilite analizi sonucunda, yıllık 7187 MWh enerji üretimi öngörülmektedir. Sistem 8688 adet 580Wp gücünde monokristal silikon panel ile tasarlanmıştır.

Gerçekleştirilen Ön Fizibilite Analizi sonucunda, 5.04 MW kurulu güçteki Grid-Tied Güneş Enerji Santrali için optimum panel açıları 32° eğim ve 0° azimut olarak belirlenmiştir.

Bu analizde yer alan kilit bulgular ve öneriler aşağıda sunulmaktadır:

- Toplam Kurulu Güç: 5.04 MW
- Yıllık Enerji Üretimi: 7187 MWh
- Kapasite Faktörü: %16.3
- Simülasyon Işınım Verimi Oranı: %60.0
- Panel Sayısı: 8688 adet
- Seri İnverter Sayısı: 16 adet
- Panel Alanı: 22825.3 m<sup>2</sup>
- Optimum Eğim Açısı: 32°
- Optimum Azimut Açısı: 0°
- Simülasyon DC/AC Oranı: 0.97
- Sistem Verimi: %19.4
- Yazılım: CO SYSTEM SOLAR DESIGN - FIXED (CSSD-F)
- Proje Ön Fizibilitesi: teknik açıdan uygulanabilir
- Çevresel Uyum: Yeşil Mutabakat hedefleri ile uyumlu

# TEKNİK ÖZELLİKLER

PARAMETRE	DEĞER
Lokasyon	***** , *****
Koordinat	**.*°N, **.*°E
Sistem Tipi	Grid-Tied PV Sistemi
Panel Modeli	HT-SAAE HT72-18X (580Wp)
Panel Verimi	%22.5
Panel Sayısı	8688 adet
Toplam Sistem Gücü	5.04 MW
İnverter Modeli	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
Seri İnverter Sayısı	17 adet (330kW)
Simülasyon DC/AC Oranı	1.02
Panel Alanı	22441 m <sup>2</sup> (2.2 ha)
Optimum Eğim Açısı	32°
Optimum Azimut Açısı	0°
Simülasyon Performans Oranı	%60.0
Simülasyon Sistem Verimi	%19.4
Rapor Tarihi	11.11.2025

## PERFORMANS ANALİZİ

PERFORMANS PARAMETRESİ	HESAPLANAN DEĞER	DEĞERLENDİRME
Yıllık Enerji Üretimi	7.19 MWh	Hesaplandı
Kapasite Faktörü	%16.3	Yüksek
Simülasyon Sistem Verimi	%19.4	Çok Yüksek

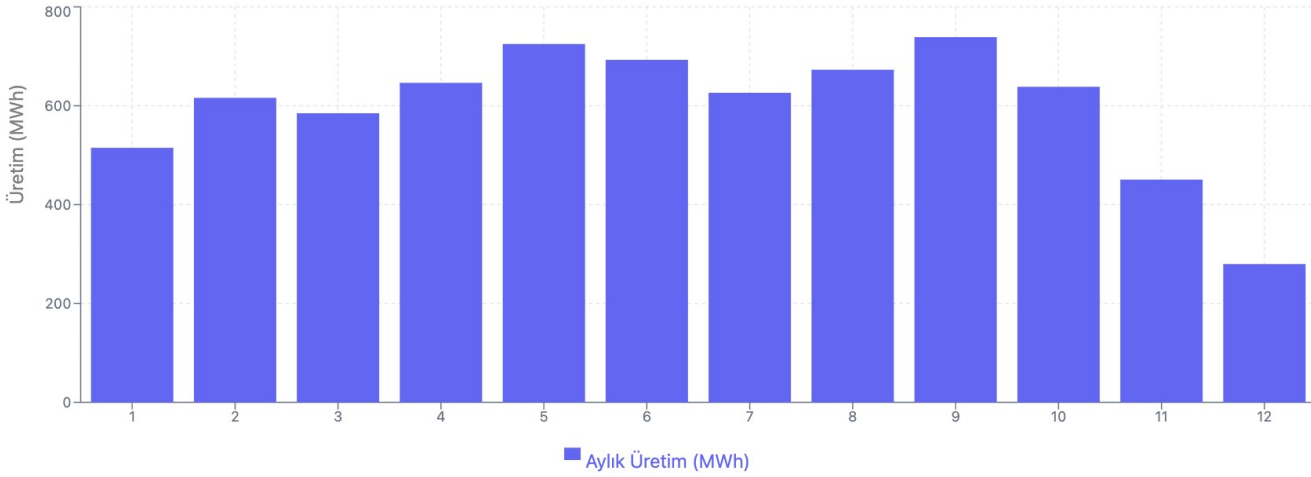
## EKONOMİK DEĞERLENDİRME

EKONOMİK PARAMETRE	HESAPLANAN DEĞER
Toplam Sistem Maliyeti	\$2,772,000
Birim Maliyet	\$550/kWp
Elektrik Satış Fiyatı	\$0.100/kWh
Yıllık İşletme Maliyeti	\$41,580
Geri Ödeme Süresi	4.0 yıl
İç Getiri Oranı (IRR)	%26.93
Net Bugünkü Değer (NPV)	\$6,300,553.697

# ANALİZ GRAFİKLERİ

## Aylık Enerji Üretimi Analizi

Aylık Enerji Üretimi



Bu grafik, proje lokasyonundaki aylık güneş ışınımı değişimi ile beklenen enerji üretimi arasındaki korelasyonu göstermektedir.

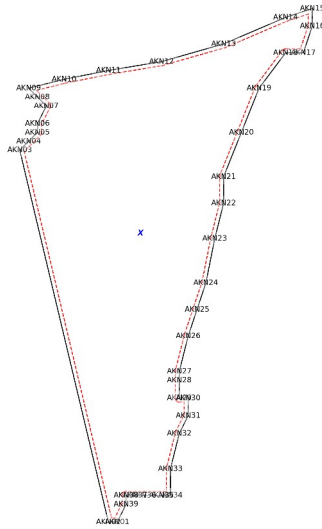
# SANTRAL SAHA DİZİLİM ÇİZİMLERİ

## Görsel 1 – Santral Saha Çizim 1

\*\*\*\*\* / \*\*\*\*\* Güneş Enerji Santrali – Saha Sınırları ve Koordinat Noktaları

Güneş Enerji Santrali Ünitesi  
SANTRAL SAHASI ÖN TASARIMI

Santral  
Saha Çizim 1



İl: \*\*\*\*\*  
İlçe: \*\*\*\*\*  
Adı: \*\*\*\*\*  
Parsel: \*\*\*\*\*  
Alan Adı: Güneş Enerji Santrali  
Arsa Alanı: 83,158.01 m<sup>2</sup>  
Santral Saha Alanı: 76,579.85 m<sup>2</sup>

X : Ağırlık Merkezi  
Arsa Köşe Noktası (AKN)  
Sayısı: 39  
Santral sahası için ortalama 5.03 m  
Güvenlik Mesafesi Bırakılmıştır  
Saha Köşe Noktası (SKN)  
Sayısı: 39

Bu çizim, \*\*\*\*\* ilinin \*\*\*\*\* ilçesinde planlanan güneş enerji santralinin parsel sınırlarını ve köşe koordinatlarını göstermektedir. AKN (Arsa Köşe Noktası) ve SKN (Saha Köşe Noktası) numaraları ile alan çevresi tanımlanmıştır. Saha için ortalama 5.03 metre güvenlik mesafesi bırakılmıştır. Mavi 'X' işareti, santral sahasının ağırlık merkezini temsil eder.

Tüm köşe noktalarının matematik koordinatları teknik detay fizibilitede listelenmiştir.

## Görsel 2 – Santral Saha Çizim 2

### Santral Saha İç Yerleşim Planı ve Panel Dizilimi

**Trafo Tahsis Kapasitesi:**

15.30 MWe - 18.50 MWp

**Trafo için Maksimum Panel Sayısı (N<sub>I</sub>\_limit):**

26380 panel

**N<sub>I</sub>\_limit için Kurulabilecek Minimum İnverter Sayısı (N<sub>i</sub>\_limit):**

53 inverter

**PV Santral İnverter Tipi:**

String (Seri/Dizi)

**PV Panel Optimum Yüzey Eğim Açısı:**

32.0 °

**PV Panel Optimum Yüzey Azimut Açısı:**

Güney → 0.0 °

**Sıra Gölgeleme Mesafesi:**

6.00 m

**Alanın alabileceği PV Panel Sehpa Sayısı:**

181 sehpa

**Alanın alabileceği PV Panel Sayısı:**

8688 panel

**PV Panel Sehpa Sayısı:**

181 sehpa (1 sehpa = 2 × 24 = 48 panel)

**PV Panel Sayısı:**

8688 panel

**Kurulabilecek Maksimum Panel Sayısı (N<sub>I</sub>):**

8688 panel

**N<sub>I</sub> için Kurulabilecek Minimum İnverter Sayısı (N<sub>i</sub>):**

17 inverter

**Santral Sahası Maksimum Güç Potansiyeli:**

5.04 MW

**Dizilim Sonucu Maksimum Güç Potansiyeli:**

5.04 MW

Bu çizim, santral sahası içerisinde PV panel dizilim planını sunmaktadır. Her bir kırmızı şerit, panel sıralarını temsil ederken, toplam 181 sehpa üzerine 8688 panel yerleştirilmesi öngörülmüştür. Aynı zamanda, AKN koordinatları ve santral çevre sınırları gösterilmiştir. Detaylı matematiksel koordinatlar teknik ek dosyada sunulmuştur.

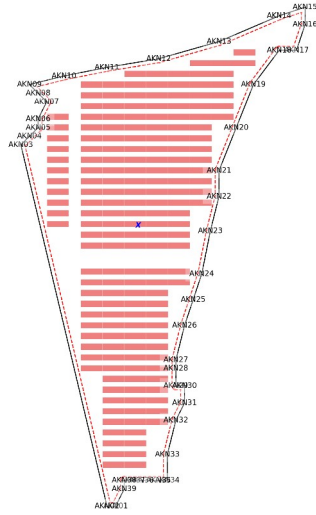
Tüm köşe noktaları ile panel sehpa ve saha içi yollarının matematik koordinatları teknik detay fizibilitede listelenmiştir.

## Görsel 3 – Teknik Özellikler ve Potansiyel Kapasite

### Güneş Enerji Santrali Teknik Parametreler ve Potansiyel

Güneş Enerji Santrali Ünitesi  
SANTRAL SAHASI ÖN TASARIMI

#### Santral Saha Çizim 2



**Not:** Detaylı bilgiler bir arka sayfada verilmiştir.

**Not:** Gerekli matematik koordinatlar listelenmiştir.

**İl:** ██████████

**İlçe:** ██████████

**Ada:** ██████████

**Parsel:** ██████████

**Alan Adı:** Güneş Enerji Santrali

**Arsa Yüzölçümü:** 83,158.01 m<sup>2</sup>

**Santral Saha Yüzölçümü:** 76,579.85 m<sup>2</sup>

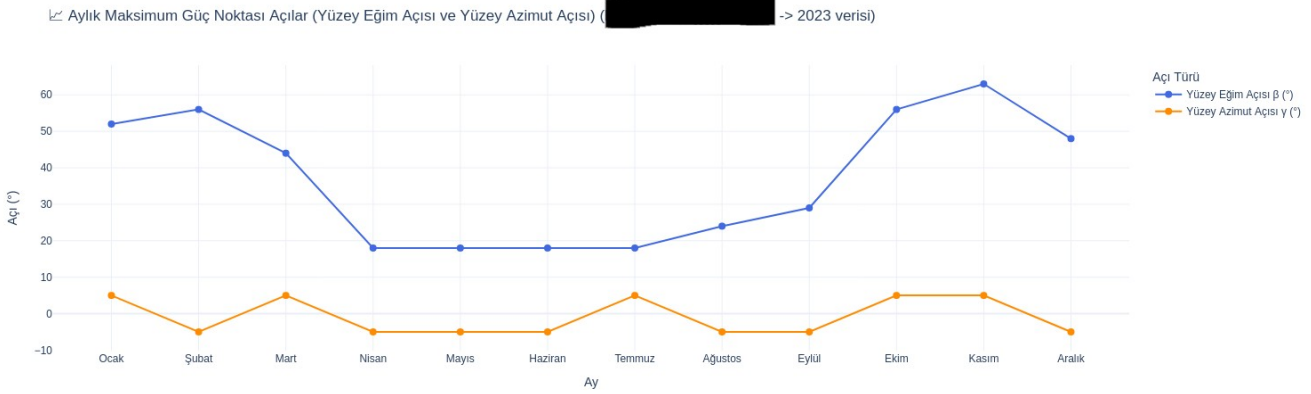
Bu görsel, santralin teknik kapasitelerini ve tasarım parametrelerini özetlemektedir:

- Trafo tahsis kapasitesi (girilen limit): 5.1 MWe - 5.1 MWp
- PV Panel eğim açısı: 32°, Azimut açısı: 0°
- Panel sehpa sayısı: 181, toplam panel sayısı: 8688
- Diziler arası Gölgeleme mesafesi: 6.00 metre
- Santral saha maksimum güç potansiyeli: 5.04 MW

Ayrıca, inverter limitleri ve maksimum kurulabilir panel sayılarına ilişkin hesaplamalar belirtilmiştir.

## Görsel 4 – Aylık Ortalama Optimum PV Panel Açılımları

## PV Panel Aylık Ortalama Optimum PV Panel Açılımları



Yukarıda sunulan grafik, [REDACTED], [REDACTED] konumundaki proje sahası için, 2023 yılına ait aylık bazda hesaplanan optimum PV panel eğim ( $\beta$ ) ve azimut ( $\gamma$ ) açılarını göstermektedir. Bu değerler, her ay için maksimum radyasyon kazanımı ve panel yüzeyine en dik ışınım hedeflenerek belirlenmiştir.

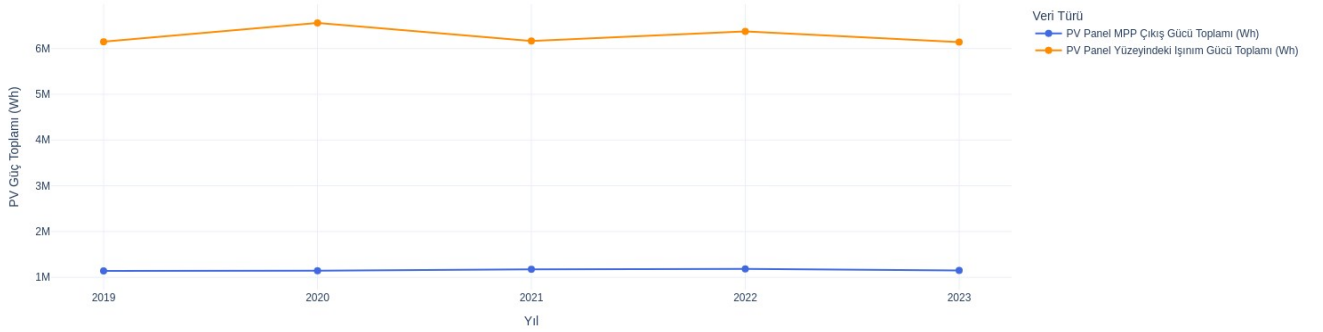
Yüzey eğim açısı ( $\beta$ ), yıl içinde mevsimsel farklılık göstermektedir. Kış aylarında  $56^\circ$  civarında daha dik, yaz aylarında ise  $18^\circ$  civarında daha yatık konumlanmaktadır. Bu değişim, güneşin gökyüzündeki yüksekliğinin yıl boyunca değişmesine bağlı olarak ışınımın panel yüzeyine optimum açıyla ulaşmasını sağlar.

Yüzey azimut açısı ( $\gamma$ ) ise yıl boyunca genellikle  $0^\circ$  civarında sabit kalmakta olup, bu durum panellerin Kuzey yarımküresine özgü olarak güney yönlü konumlandırıldığını göstermektedir.

Bu analiz, sabit sistemli kurulumlar için yıllık eğim açısının  $32^\circ$  gibi en yüksek üretim sağlayan değerde seçilmesinin sistem performansını artıracığına işaret etmektedir.

## Görsel 5-6 – Optimum Panel Yönelimi Analizi (Yıllık ve Aylık)

Yıllık Işınım Gücü ve Maksimum Güç Noktası Çıkış Gücü Toplamları (Yüzey Eğim Açısı 32.0) (Yüzey Azimut Açısı 0.0) ( [REDACTED] verisi)

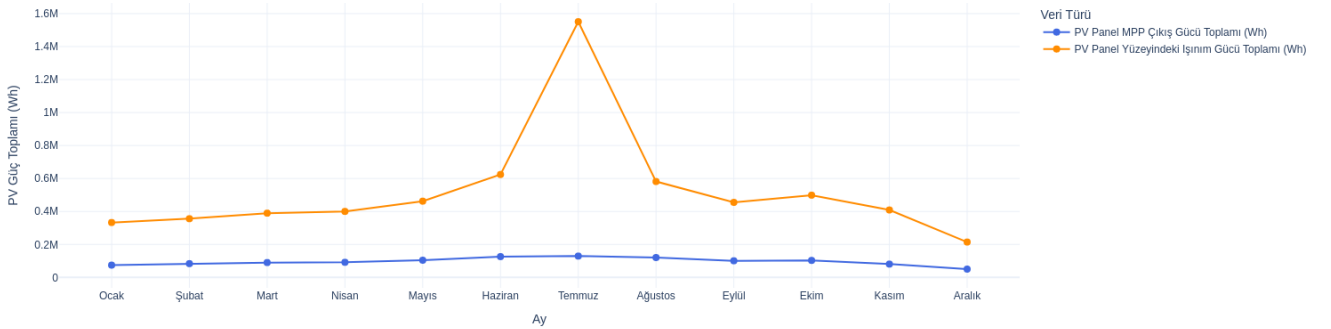


Yukarıdaki grafik, [REDACTED], [REDACTED] sahası için 2019–2023 yılları arasında analiz edilen yıllık toplam panel yüzeyi ışınımı (Wh) ve maksimum güç noktası (MPP) çıkış gücünü göstermektedir.

Yıllar arasında gözlemlenen dalgalanmalar, güneşlenme süresindeki ve atmosfer koşullarındaki değişimlere bağlanabilir. 2022 yılında en yüksek ışınım ve üretim değeri, 2019 yılında ise minimum değer tespit edilmiştir.

Üretim değerlerinin ışınım verisiyle paralel seyretmesi, sistemin verimlilik açısından tutarlı çalıştığını göstermektedir. Bu durum, PR oranının stabil olduğu anlamına gelir ve sistem güvenilirliğini destekler.

Aylık Ortalama Işınım Gücü ve Maksimum Güç Noktası Çıkış Gücü Toplamları (Yüzey Eğim Açısı 32.0) (Yüzey Azimut Açısı 0.0) ( [REDACTED] verisi)



Bu grafik, [REDACTED], [REDACTED] sahasında aylık bazda gözlemlenen ortalama toplam ışınım (Wh) ile PV panel MPP çıkış gücü (Wh) verilerini karşılaştırmaktadır.

Gözlemlenen verilere göre Temmuz ayında maksimum ışınım ve üretim, Aralık ayında ise minimum değerler elde edilmiştir. Bahar ve yaz aylarında artan güneşlenme süresi üretimi artırırken, kış aylarında bulutluluk ve kar örtüsü gibi iklimsel etkiler üretimi düşürmüştür.

Genel olarak, üretim eğrisinin ışınım ile paralel hareket etmesi sistemin mevsimsel verimliliğinin stabil olduğunu ortaya koymaktadır.

## AYLIK ENERJİ ÜRETİM DETAY ANALİZİ

AY	ÜRETİM (MWh)	KAPASİTE FAKTÖRÜ
Ocak	515.0	13.7
Şubat	616.0	18.2
Mart	584.9	15.6
Nisan	646.3	17.8
Mayıs	724.9	19.3
Haziran	692.9	19.1
Temmuz	626.2	16.7
Ağustos	672.8	17.9
Eylül	738.8	20.4
Ekim	638.4	17.0
Kasım	450.6	12.4
Aralık	279.8	7.5

## TEKNİK TAVSİYELER VE SONUÇ

- Panel yerleşiminde gölgeleme etkisi ve optimum açılar dikkate alınması gereklidir.
- İnverter kapasitesi ve DC/AC oranı optimizasyonu yapılmalıdır.
- Grid bağlantısı ve elektrik şebeke analizi detaylandırılmalıdır.
- Çevresel etki değerlendirmesi ve yasal izinler tamamlanmalıdır.
- O&M (İşletme ve Bakım) planı ve izleme sistemi kurulmalıdır.

## GENEL DEĞERLENDİRME

*Bu ön fizibilite analizi sonucunda, 5.04 MW (8688 panel) güçteki güneş enerji santrali teknik parametreler açısından uygulanabilir olduğu değerlendirilmektedir. %16.3 kapasite faktörü ile ekonomik ön fizibiliteye sahip olduğu öngörülmektedir. 4.0 yıllık geri ödeme süresi ile yatırım açısından uygun görülmektedir.*

COHYBRID  
ENERGY