



**160 KWE GES TESİSİ İLE PVSOL PROGRAMI
TAHİMİNİ ÜRETİM VERİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Vildan BOZ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet YÖNETKEN

YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

ŞUBAT 2025

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

160 KWE GES TESİSİ İLE PVSOL PROGRAMI TAHMİNİ
ÜRETİM VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Fatma Vildan BOZ

Danışman

Doç. Dr. Ahmet YÖNETKEN

YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ

ŞUBAT 2025

TEZ ONAY SAYFASI

Fatma Vildan BOZ tarafından hazırlanan “160 KWE GES TESİSİ İLE PVSOL PROGRAMI TAHMİNİ ÜRETİM VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 06 /02/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Yenilenebilir Enerji Sistemleri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr Ahmet YÖNETKEN

Başkan : Doç. Dr. Güray SONUGÜR

Üye : Doç. Dr. Ahmet YÖNETKEN

Üye : Doç. Dr. Ahmet BİÇER

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Bekir YALÇIN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

06 / 02 / 2025

Fatma Vildan BOZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

160 KWE GES TESİSİ İLE PVSOL PROGRAMI TAHMİNİ ÜRETİM VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Fatma Vildan BOZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yenilenebilir Enerji Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet YÖNETKEN

Bu tez çalışmasında, Yozgat İli Yerköy ilçesi Yamuklar köyünde bulunan bir mandıranın 3 adet çatısına 455 Watt gücünde 432 adet panel kullanılarak kurulmuş olan 160 kWe AC güce ve 196,56 kWp DC güce sahip olan güneş enerji santrali PVSOL programında modellenmiştir. Modelleme aşamasında tesiste kullanılan tüm ürünlerin bire bir aynı kullanılmış olup, yerleşim planları da sahada ki mevcut durumun aynı olacak şekilde modellenmiştir. Aralık 2023 yılında kurulumu tamamlanıp enerji üretimine başlayan bu tesisin gerçek üretim değerleri, tesiste bulunan uzaktan veri takip sisteminin mobil uygulaması yardımıyla çalışmaya dahil edilmiştir. Alınan bu gerçek üretim değerleri ile PVSOL programında simülasyon sonucu elde edilen tahmini üretim değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 2024 yılı ilk on ay (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) için yapılmıştır. 2024 yılında ilk on aylık gerçek üretim değeri toplamı 240 930 kWh iken, PVSOL programında bu süreçteki tahmini üretim değeri 250 278 kWh olarak hesaplanmıştır. PVSOL programından elde edilen üretim değeri ile gerçek üretim değeri arasında %3,75 fark olduğu tespit edilmiştir. Oluşan bu farkın sebepleri irdelenmiş olup örneklemeler üzerinden bu farkların sebeplerine değinilmiştir.

2025, viii + 143 sayfa

Anahtar Kelimeler: PVSOL programı, GES , Yenilenebilir Enerji, Üretim verileri

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

COMPARISON OF 160 KWE SPP PLANT AND PVSOL PROGRAM ESTIMATED PRODUCTION DATA

Fatma Vildan BOZ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of renewable energy systems

Supervisor: Assoc. Prof. Ahmet YÖNETKEN

In this thesis study, a solar power plant with 160 kWe AC power and 196.56 kWp DC power, installed on 3 roofs of a dairy farm in Yamuklar village of Yozgat Province Yerköy district, using 432 panels with 455 Watt power, was modeled in the PVSOL program. During the modeling phase, all the products used in the facility were used exactly the same, and the layout plans were modeled to be the same as the current situation in the field. The actual production values of this facility, whose installation was completed and started producing energy in December 2023, were included in the study with the help of the mobile application of the remote data tracking system in the facility. These actual production values were compared with the estimated production values obtained as a result of the simulation in the PVSOL program. The comparison was made for the first ten months of 2024 (January, February, March, April, May, June, July, August, September, October). While the total real production value for the first ten months of 2024 is 240 930 kWh, the estimated production value in this period in the PVSOL program is calculated as 250 278 kWh. It was determined that there was a 3.75% difference between the production value obtained from the PVSOL program and the actual production value. The reasons for this difference have been examined and the reasons for these differences have been mentioned through examples.

2025, viii + 143 pages

Keywords: PVSOL program, SPP, Renewable Energy , Production data ,

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, çalışma konusu, uygulama çalışmalarının yönlendirilmesi, elde edilen sonuçların sentezinde ve yazımı sırasında yapmış olduğu katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr Ahmet YÖNETKEN'e teşekkürü borç bilirim. Sahasında çalışma yapmama fırsat sunduğu için sayın Hasan HAKANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırma ve yazım süresince destek ve yardımlarıyla hep yanımda olan sevgili eşim Tugay BOZ'a ve canım oğlum Barlas BOZ'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Araştırma boyunca desteklerinden dolayı babam Kazım İŞLER'e, annem Birgül İŞLER'e, canım kardeşlerim Şevval ARAZ'a, Nur Sultan İŞLER'e ve sevgili arkadaşlarım Mete YALÇINOĞLU'na, Derya ARZIK'a ve Sevgi SAMYELİ'ne teşekkür ederim.

Fatma Vildan BOZ
Afyonkarahisar 2025

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ.....	7
3.1 Güneş Enerjisi	7
3.2 Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli	9
3.3 Yozgat İlinin Güneş Enerji Potansiyeli	10
4. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER	11
4.1 Fotovoltaik Sistem Elemanları	15
4.1.1 FV Paneller	15
4.1.2 Evirici (İnvertör)	18
4.1.3 Akü.....	20
4.1.4.Solar Kablo	20
4.1.5.Konstrüksiyon Sistemi	20
5. METERYAL VE METOT	21
5.1 Santrale Ait Genel Bilgiler	21
5.2 PVSOL Programı.....	26
5.3 Huawei Smart Dongle	33
6. BULGULAR	41
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	43
8. KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	48
EKLER	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

kW	Kilowatt
kWp	Kilowatt peak
kWh	Kilowattsaat
MW	Megawatt
MWh	Megawattsaat
J	Joule

Kısaltmalar

AC	Alternatif akım
DC	Doğru akım
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FV	Fotovoltaik
GEPA	Güneş enerjisi potansiyel atlası
GES	Güneş enerji santrali
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Türkiye güneş enerji potansiyeli haritası	9
Şekil 3.2 Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretim gücünün yıllara göre	10
Şekil 3.3 Yozgat ili güneş enerji potansiyeli.....	10
Şekil 3.4 Yozgat Global Radyasyon Değeri.....	11
Şekil 4.1 Şebekeye bağlı FV sistem şeması	12
Şekil 4. 2 Şebekeden bağımsız FV sistem şeması.....	13
Şekil 4.3 Hibrit FV sistem şeması.....	13
Şekil 4.4 Binaya entegre FV sistem örneği	14
Şekil 4.5 Konsantre FV sistem örneği.....	14
Şekil 4.6 Yüzer FV sistem.....	15
Şekil 4.7 Monokristal güneş paneli	16
Şekil 4.8 Polikristal güneş paneli	17
Şekil 4 9 Çift yüzlü güneş paneli.....	18
Şekil 4.10 Çatı tipi GES için kullanılan eviriciler.....	19
Şekil 5.1 Çatı görüntüsü (Büyük çatı).....	21
Şekil 5.2 Çatı görüntüsü (Orta çatı)	22
Şekil 5.3 Çatı görüntüsü (Küçük çatı).....	22
Şekil 5.4 Pano odası	23
Şekil 5.5 Birinci ve ikinci invertör	23
Şekil 5.6 Üçüncü invertör.....	24

Şekil 5.7 İnvertör 1 tek hat şeması	25
Şekil 5.8 İnvertör 2 tek hat şeması	25
Şekil 5.9 İnvertör 3 tek hat şeması	26
Şekil 5.10 Sahaya ait yerleşim planı	27
Şekil 5.11 PVSOL arayüzü	28
Şekil 5.12 PVSOL sistem türü, iklim ve şebeke sayfası	28
Şekil 5.13 Sahaya ait Google Earth görüntüsü.....	29
Şekil 5.14 Sahanın üç boyutlu görüntüsü.....	29
Şekil 5.15 Büyük çatıya ait panel yerleşimi	30
Şekil 5.16 Orta çatıya ait panel yerleşimi	30
Şekil 5.17 Küçük çatıya ait panel yerleşimi	31
Şekil 5.18 Tüm sahaya ait panel yerleşmiş hali	31
Şekil 5.19 İnvertör eklenmiş hali	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 5.1 PVSOL'den alınan üretim verileri	32
Çizelge 5.2 Ocak ayına ait üretim verileri.....	33
Çizelge 5.3 Şubat ayına ait üretim verileri	34
Çizelge 5.4 Mart ayına ait üretim verileri	35
Çizelge 5.5 Nisan ayına ait üretim verileri.....	35
Çizelge 5.6 Mayıs ayına ait üretim verileri	36
Çizelge 5.7 Haziran ayına ait üretim verileri	37
Çizelge 5.8 Temmuz ayına ait üretim verileri.....	37
Çizelge 5.9 Ağustos ayına ait üretim verileri	38
Çizelge 5.10 Eylül ayına ait üretim verileri	39
Çizelge 5.11 Ekim ayına ait üretim verileri	39
Çizelge 5.12 Gerçek üretim verileri	40
Çizelge 6.1 Tüm üretim verileri	41
Çizelge 6.2 Haziran ayı gerçek üretim verileri.....	42

1. GİRİŞ

Enerji, günümüzde vazgeçilmez yaşam kaynaklarından bir tanesi konumundadır. Bununla birlikte enerji, ülkelerin gerek sosyal gerekse ekonomik kalkınması açısından önemli girdileri arasında yer almaktadır.

Güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan Türkiye için, fotovoltaik sistemler kritik öneme sahiptir. Güneş panellerinin monokristal, polikristal, ince film gibi çeşitleri mevcuttur. FV enerji sistemlerinin performansı üzerinde, coğrafi konum ve güneş alma miktarının yanı sıra güneş paneli özellikleri de etkilidir (Akcan, Kuncan ve Minaz, 2020).

Gelişen ve değişen teknolojiyle beraber hâlihazırda FV sistemlerinin tahmini performans uygulamaları hakkında veri elde edebilmek için gerekli analizler, dijital ortamda farklı benzetim programlarıyla oluşturulabilmektedir.

Bu programlar FV sistemlerin enerji üretim değerlerindeki verimliliğinin ne olacağını ve çalışma tutumunu araştırma konusunda önemli bir fayda sağlamaktadır. Güneş enerjisi benzetim programları ile birçok farklı sistem tasarımı geliştirilebilir. Benzetim programları vasıtasıyla yapılan üç boyutlu sistem tasarımı ile güneş panellerine düşen gölgelenmeler gerçek ortam ile aynı anda izlenebilir. Programların sağladığı imkânlarla FV sistem tasarımcıları, kurulumun gerçekleştirileceği coğrafi bölgeye, ihtiyaç olan enerji miktarına göre uygun seçimler yaparak en doğru sonuca ulaşabilir (Ceylan, 2017).

Elektrik üretimini sağlayacak sistemlere olan talep, her geçen gün çoğalmaktadır. Bu yükselişi karşılayabilmek için yenilenebilir enerji tabanlı FV sistemler öne çıkmaktadır. Bu nedenle FV sistemlere olan talep artmaktadır. (Akcan, Kuncan ve Minaz, 2020).

Kurulacak olan tesislere özel olarak maliyet analizinin yapılabilmesi, üretim değerlerinin tahmin edilebilmesinin yanı sıra tasarımcının, mühendisin veya yatırımcının profesyonel model oluşturmada benzetim programları kilit noktadadır.

Bu tez çalışması kapsamında, Yozgat ili Yerköy ilçesinde kurulu olan güneş enerji santrali (GES) üretim verileri ile benzetim programı olan PVSOL aracılığıyla elde edilen

verilerin karşılaştırılarak analizinin yapılması ve bunun sonucunda elde edilen verilerin doğruluk oranları değerlendirilmiş, sapmalara neden olan etmenler irdelenmiştir. Bu tez çalışması kapsamında gelecekte yapılması planlanan bilimsel çalışmalara ve uygulama çalışmalarına önemli bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

Barış ALAÇAM'ın 2022 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında, Amasya ili Gümüşhacıköy ilçesinde bulunan bir okul yemekhane çatısı üzerine kurulmuş olan 10 kWp kurulu güce sahip bir fotovoltaik sistem, PVsyst V7.1.0 DEMO yazılımı ve PVSOL Premium 2022 DEMO yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Sistemin gerçek elektrik üretim verileri ile kullanılan yazılımlardan hesaplanan üretim verileri karşılaştırılmıştır. 2021 yılı için bu fotovoltaik sistemin gerçek toplam elektrik üretim değeri 12 473 kWh olarak belirlenirken, bu değer PVsyst yazılımı kullanarak 12 912 kWh ve PVSOL yazılımı kullanarak 13 556 kWh olarak elde edilmiştir. PVsyst yazılımı ile tahmin edilen üretim değeri ile gerçek üretim değeri arasında % 3,40 fark oluşurken, PVSOL ile yapılan simülasyon sonucu tahmin edilen üretim değeri ile sistemin gerçek üretim değeri arasında %7,99 fark olduğu belirlenmiştir. Sistemin PVSOL Premium 2022 DEMO yazılımı kullanılarak yapılan analiz sonuçları ile PVsyst V7.1.0 DEMO yazılımından elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında iki farklı simülasyon yazılımı ile yapılan üretim tahminlerinden PVsyst yazılımının gerçek üretim değerine daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Her iki yazılımda da fotovoltaik sistemin 2021 yılında ürettiği gerçek elektrik değerinden daha fazla üretim değeri öngörülmüştür. Ayrıca bu çalışmada yazılımlardan elde edilen sonuçlar ile gerçek üretim verileri arasındaki farklılıkların nedenleri tartışılmıştır. (ALAÇAM,2022)

Teknolojik gelişmelerin ve endüstriyel ilerlemenin hız kazanmasıyla birlikte, fosil yakıttan sağlanan enerji kaynaklarının stoğu zamanla azalmaktadır. Fosil yakıtların tükenme noktasına gelmesi, çevresel zararları ve kullanımlarının küresel ısınmayı artırması, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talebi ve ihtiyacı hızlandırmıştır.

Gelişmekte olan ülkeler, fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını en aza indirmek için temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu bağlamda, ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, yaygın olarak uygulanabilir ve en uygun seçeneklerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Ülkemiz coğrafi konumu, yıl boyunca güneşlenme saati, güneşin geliş açısı vb. kriterlere bakıldığında yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Güneş enerjisi güneşten elde

edilen enerjinin, elektrik enerjisi veya ısı enerjisi olarak kullanılabilen, tükenmeyen temiz bir enerji kaynağıdır. Dünyada küresel ısınma probleminin ortaya çıkmasıyla da güneş enerjisinden elektrik üretimi yaygınlaşmış ve hızlanmıştır. Güneş enerjisi projesi, PVSOL ve PVsyst simülasyon programları ile modellenmiştir. Kurulum sonrası devreye alınan tesisin scada aracılığıyla bir yıllık gerçek üretim değerleri elde edilmiştir. Bu programlardan yararlanarak elektrik santralının bir yıllık tahmini üretim değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplar, gerçekleşen üretim değerleri ile bir arada incelenerek bu programlarının gerçek üretim değerlerine yakınlığı karşılaştırılmıştır. (ŞAHİN,2024)

Enerji Bakanlığı, yenilenebilir enerji kullanım oranını artırmayı hedeflemiş ve bu doğrultuda çeşitli mekanizmalarla yatırımların artırılmasını teşvik etmektedir. Enerji yatırımlarındaki bu artış, fizibilite çalışmalarının daha önemli hale gelmesine neden olmuştur. Yatırımcılar, bir bölgeye kurulum yapmadan önce sistem verimliliğinin yüksek olacağı yerleri, yıllık enerji üretimlerini, amortisman sürelerini, sistem kayıplarını ve nakit akışlarını detaylı bir şekilde incelemek istemektedir. Bu ihtiyaçlar, PVSyst, PVSol, PVGIS gibi simülasyon programları aracılığıyla karşılanabilmektedir. Murat ASLAN'ın 2022 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında, Uşak ve Kayseri'de bulunan ikisi çatı, biri arazi tipi olmak üzere üç farklı güneş enerjisi santralini ele almıştır. Bu santraller, PVSyst, PVSol ve PVGIS simülasyon programlarıyla simüle edilmiş ve elde edilen simülasyon verileri, santrallerin gerçek ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırılarak yazılımların doğruluk oranları analiz edilmiştir. Simülasyon sonuçları incelendiğinde, aynı programda farklı veritabanları kullanılarak yapılan simülasyonların birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Gerçekleşen ve simülasyon verilerinin karşılaştırılmasında, %3,83'lük hata payıyla en doğru sonuçlar, PVSyst programında Meteonorm veritabanı kullanılarak yapılan simülasyonda elde edilmiştir. Aynı veritabanı ile PVSol programında yapılan simülasyonlarda hata payı %4,84 olarak belirlenmiştir. Buna karşın, gerçek değerlere en uzak sonuçların PVGIS programı ile yapılan simülasyonlardan elde edildiği görülmüştür. (ASLAN,2022)

Dünyada her geçen gün artan enerji talebinin karşılanması noktasında, fosil yakıtlara ek olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının payı hızla artmaktadır. Fosil yakıtların çevreye olumsuz etkileri, yakın gelecekte azalacak ve tükenecek olması gibi sebeplerden dolayı

temiz elektrik üretim sistemlerinin kullanımına yönelik farkındalık artmıştır. Ülkemiz birçok ülkeye göre güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça iyi konumdadır. Bu konuda artan bilinç ve yenilenebilir enerji yatırımlarının devlet destekleri kapsamında olması bu alanda yapılan yatırımlar için avantaj sağlamıştır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi için çoğunlukla fotovoltaik (FV) sistemler kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemlerin çıktılarına yaklaşık olarak erişebilme noktasında benzetim programları sıklıkla kullanılmaktadır. Her geçen gün gelişen programlar ve içerikleri sayesinde tesislere ait fizibilite raporları alınabilmekte ve farklı sistem tasarımlarıyla birlikte nihai sonuca varılabilmektedir. Derya DİP'in 2023 yılında yapmış olduğu tez çalışmasında Amasya İli Çiğdemlik Köyündeki mevcut güneş enerjisi santrali üretim verileri ile PVSOL, PVSYST, PVGIS ve PVWATTS benzetim programlarında elde edilen verilerin karşılaştırılması yapılmış ve aynı zamanda program sonuçları da kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Gerçek üretim değerine en yakın sonuç PVSOL programı ile elde edilmiştir. En uzak sonuç ise PVSYST programı ile elde edilmiştir. Fotovoltaik benzetim programlarının, zamanla azalan hata oranlarıyla birlikte sonraki çalışmalar için altyapı olacağı düşünülmektedir. (DİP,2023)

Türkiye, Avrupa ülkelerine kıyasla güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda daha avantajlı bir konuma sahip olmasına rağmen, bu avantajı etkili bir şekilde değerlendirme konusunda istenilen seviyeye ulaşamamıştır. 2011 yılında 600 MW'lık (600.000kW) bir Lisans Yarışması düzenleneceği açıklanmış ve bu yarışma 2015 yılında sonuçlanmıştır. Ardından, 2013 yılında yayınlanan lisanssız elektrik üretimine yönelik yönetmelikle, 1 MW altındaki kurulu güçler için güneş enerjisi projeleri daha fazla önem kazanmıştır. Bu yönetmelik sonrasında, güneş enerjisinden elektrik üretimi için kurulum çalışmaları hız kazanmıştır. Enerji Bakanlığı'nın yayınladığı strateji belgelerinde, 2023 yılına kadar yenilenebilir enerji kullanım oranını %30'a çıkarma hedefi yer almakta ve bu doğrultuda yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik edecek çeşitli mekanizmalar uygulanmaktadır. Bu yatırımlarla birlikte, yatırım fizibilitesinin önemi de artmıştır. Yatırımcılar, projelerini hayata geçirmeden önce simülasyon/benzetim programları aracılığıyla yıllık tahmini enerji üretimini, sistem kayıplarını ve mali akışlarını görme ihtiyacı duymaktadır. Bu çalışma, yatırımcıların Karaman ve Konya illerindeki güneş enerjisi projeleri için gerçekleştirdiği simülasyonların doğruluğunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. Üç farklı

tesis üzerinden yapılan toplam yirmi yedi simülasyonla, bu doğruluk değerlendirilmiştir. Mevlana Kalkınma Ajansı'nın desteklediği enerji santrallerinin tasarım modelleri ve üretim değerleri, sektörde yaygın olarak kullanılan PVGIS, PVSyst ve PVSOL simülasyon programlarıyla karşılaştırılmıştır. Karaman ve Konya'daki 0,25 MW ile 1 MW arasında değişen güçlere sahip arazi tipi enerji santralinde gerçekleşen üretim değerleriyle simülasyon sonuçları kıyaslanmış ve IEC 61724 standardına göre performans analizi yapılmıştır. (KINALI,2019)

Yenilenebilir enerji kaynaklarına artan ihtiyaç göz önüne alındığında, güneş PV kurulumlarının optimize edilmesi çok önemlidir. Bu faktörler coğrafi konumu, gölgeleme ve modül konfigürasyonlarını içerir. PVSOL, sistemin verimliliği ve ürettiği enerji miktarı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla bu unsurların kapsamlı bir analizini yapmak için kullanılır. Çalışma, tasarım sürecine önemli bilgiler sunmak için hem teorik analizleri hem de pratik simülasyonları içermektedir. Sonuçlar, enerji üretiminin ve sistem performansının optimize edilmesinde tasarım hususlarının önemini vurgulamaktadır. Bu araştırma, optimal sistemleri tasarlayanın en etkili yolları hakkında bilgiler sağlayarak güneş PV teknolojisinin gelişimini artırmaktadır.

Bu çalışma, PVSOL kullanan PV sistem tasarımının nüanslarına ışık tutarak, sürdürülebilir bir geleceğe geçişte verimli güneş enerjisi çözümlerinin anlaşılmasının ve uygulanmasının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak bu proje PVSOL'un güneş enerjisi senaryolarını simüle etmek, PV sistem konfigürasyonlarının hassas analizini ve optimizasyonunu sağlamak için güçlü bir araç olarak öneminin altını çiziyor. (BAVISKAR, PATIL, SOLANKİ, USHKEWAR, 2024)

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ

Mevcut kaynakların etkin kullanımı, nüfus artışı ve sanayileşme ülkelerde enerji talebini arttırmıştır. Tüketim hızıyla oluşum hızı birbirinden çok uzak olan yenilenemez enerji kaynakları, ihtiyacı karşılayamaz duruma gelmiştir. Enerji ihtiyacının devamlılığını sağlamak amacıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelim mecburi hale gelmiştir. Fosil yakıtların azalması ve enerji ihtiyacının artması noktasında oluşan dengesizliği yenilenebilir enerji kaynakları ile dengelemek gerekmektedir. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları şunlardır:

- Hidrolik Enerjisi
- Biyokütle Enerjisi
- Jeotermal Enerjisi
- Rüzgar Enerjisi
- Güneş Enerjisi

2023 yılında elektrik üretimi, en yüksek veri ile %36,2'si kömürden, %21'si doğalgazdan, %10,3'i rüzgardan , %19,3'u hidrolik enerjiden, %3,4'ü jeotermal enerjiden, %4,7'si güneşten ve %3,7'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir (ETKB, 2024).

Ülkemizde elektrik üretim santrali adedi, 31.10.2024 itibarıyla 32.003 adete yükselmiştir. Mevcut santrallerin 765 tanesi hidroelektrik, 365 tanesi rüzgâr, 69 tanesi termik, 339 tanesi doğal gaz, 63 adedi jeotermal, 29.929 adedi güneş, 473 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir (ETKB, 2024).

3.1 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde gerçekleşen füzyon süreci sonucunda (hidrojen atomlarının helyuma dönüşmesi) ortaya çıkan ışıma enerjisidir. Güneş, yaklaşık olarak $3,9 \times 10^{26}$ W gücünde enerji sağlayan, temiz ve tükenmez bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneşten yayılan bu enerjinin yalnızca küçük bir kısmı Dünya'ya ulaşmaktadır. Atmosferin dış yüzeyine, her metrekareye yaklaşık 1.367 W güç

düşmektedir. Atmosfere ulaşan bu enerjinin bir bölümü, X ışınları ve ultraviyole ışınlar gibi bileşenleri emilirken, bir kısmı ise yansıtılmaktadır. (ETKB, 2022).

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, bu kadar büyük ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin değerlendirilmesi adına çalışmalarını son dönemde hızlandırmıştır. Ülkeler, fosil yakıtların çevreye verdiği zararlardan kaçınmak için yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırmıştır. Bu doğrultuda, güneş enerjisinden ısı ve elektrik üretimi konusunda birçok araştırma yapılmakta ve kullanım oranı yıllar geçtikçe artmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi için farklı yöntemler bulunmasına rağmen, genel eğilim, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren fotovoltaik sistemlere yönelmektedir. Güneş enerjisinden yararlanma çalışmaları özellikle 1970'lerden sonra ivme kazanmış, bu sistemler teknolojik olarak ilerlemiş, maliyetleri düşmüş ve çevre dostu bir enerji kaynağı olarak kendini kanıtlamıştır. Temiz bir enerji kaynağı olması ve kurulum sonrası düşük maliyetle çalışması, güneş enerjisinin önemini daha da artırmaktadır. (ETKB, 2022).

Güneş enerjisi kullanmanın çeşitli avantajları vardır; temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır, sera gazı emisyonları üretmez veya iklim değişikliğine sebep olmaz, güneş panelleri, çatılar ve bina cepheleri dâhil olmak üzere çeşitli yapılara kurulabilir ve bu da onu esnek bir enerji kaynağı haline getirir. Son yıllarda FV panellerinin maliyetinin önemli ölçüde düşmesiyle birlikte güneş enerjisinden elektrik üretimi giderek yaygın hale gelmektedir. Bununla birlikte, güneş enerjisi ile ilgili bazı zorluklar da vardır. Ana zorluklardan biri, kesintili bir enerji kaynağı olmasıdır, yani yalnızca güneş parlarken kullanılabilmesidir. Bu noktada da tutarlı bir elektrik kaynağı sağlamak için piller gibi enerji depolama çözümlerinin kullanılmasını gerektirir. Diğer bir zorluk olarak ise, FV panel üretiminin, üretim sürecinde toksik malzemelerin kullanılması gibi çevresel etkileri olabilmesidir. Bu zorluklara rağmen, güneş enerjisi gelecek için sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak büyük bir potansiyele sahiptir ve teknoloji geliştikçe ve maliyetler düştükçe benimsenmesinin artmaya devam etmesi beklenmektedir.

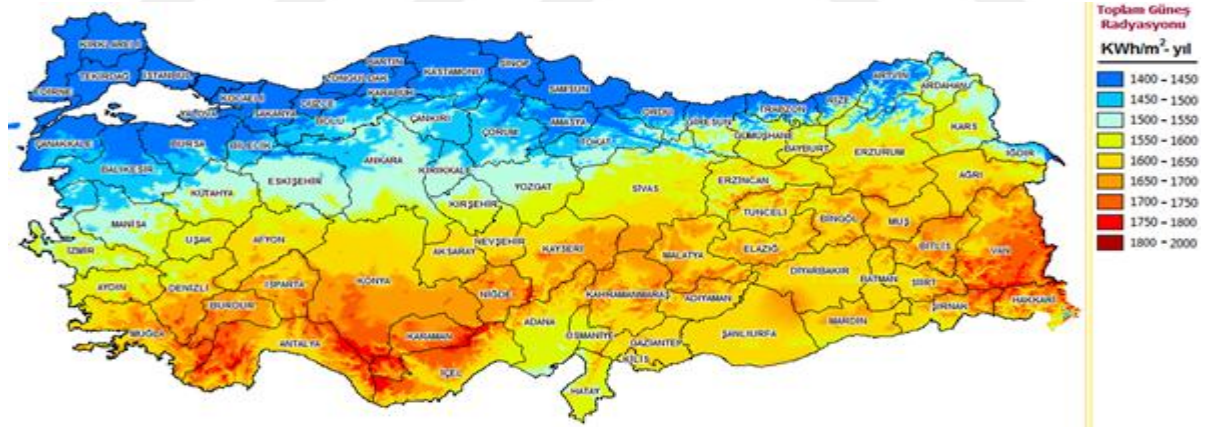
3.2 Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli

Türkiye coğrafi konumu gereği diğer ülkelere göre güneşlenme süresi bakımından avantajlıdır. Türkiye'nin güneşlenme süreleri, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel ortalama verileri şu şekildedir:

- Yıllık güneşlenme süresi: 2741,07 saat
- Günlük güneşlenme süresi: 7,50 saat
- Yıllık ışıınım şiddeti: 1527,46 kWh/m²
- Günlük ışıınım şiddeti: 4,18 kWh/m²

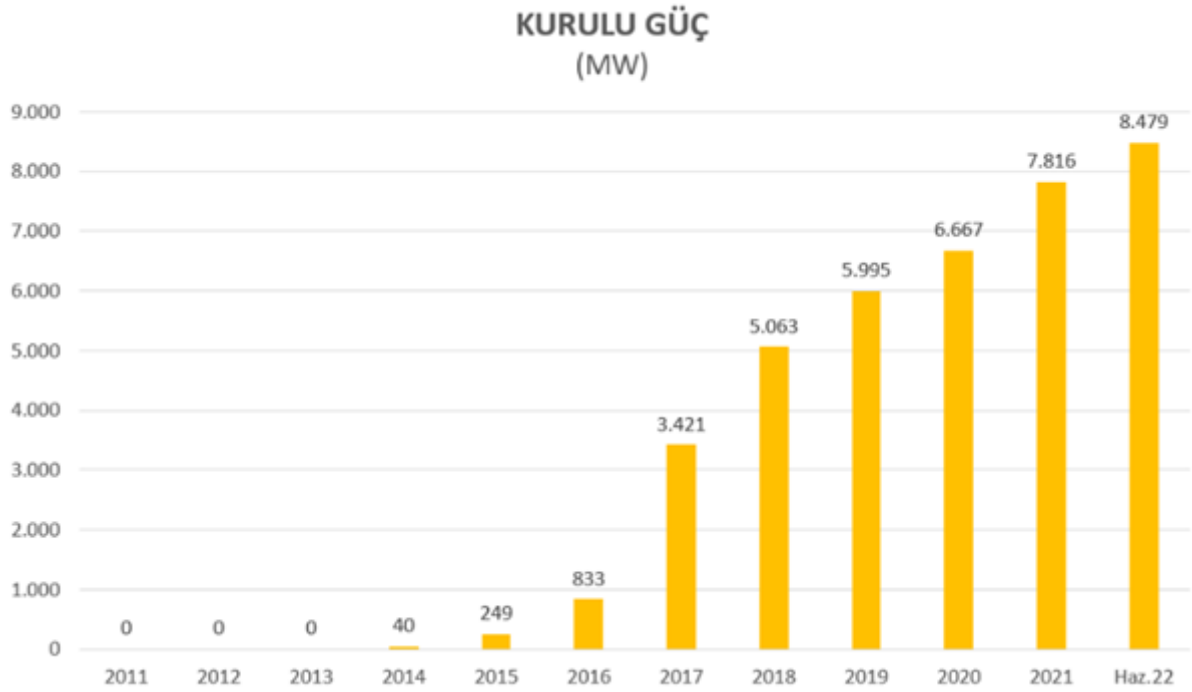
Bu veriler, yenilenebilir enerji yatırımları için uygun bir ülke olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.1 incelendiğinde Türkiye' de güneş radyasyonu oranının güneye doğru arttığı, güney ve doğu illerinde güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğu ve özellikle Antalya, Konya, Karaman, Muğla illerinin güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. (YEGM, 2023)



Şekil 3.1 Türkiye güneş enerji potansiyeli haritası (GEPA, 2023)

Şekil 3.2' de T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre Haziran 2022 sonu itibariyle güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu gücünün 8479 MW olduğu görülmektedir. Güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu gücü bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %7,82 artmıştır.



Şekil 3.2 Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretim gücünün yıllara göre (ETKB, 2023)

3.3 Yozgat İlinin Güneş Enerji Potansiyeli

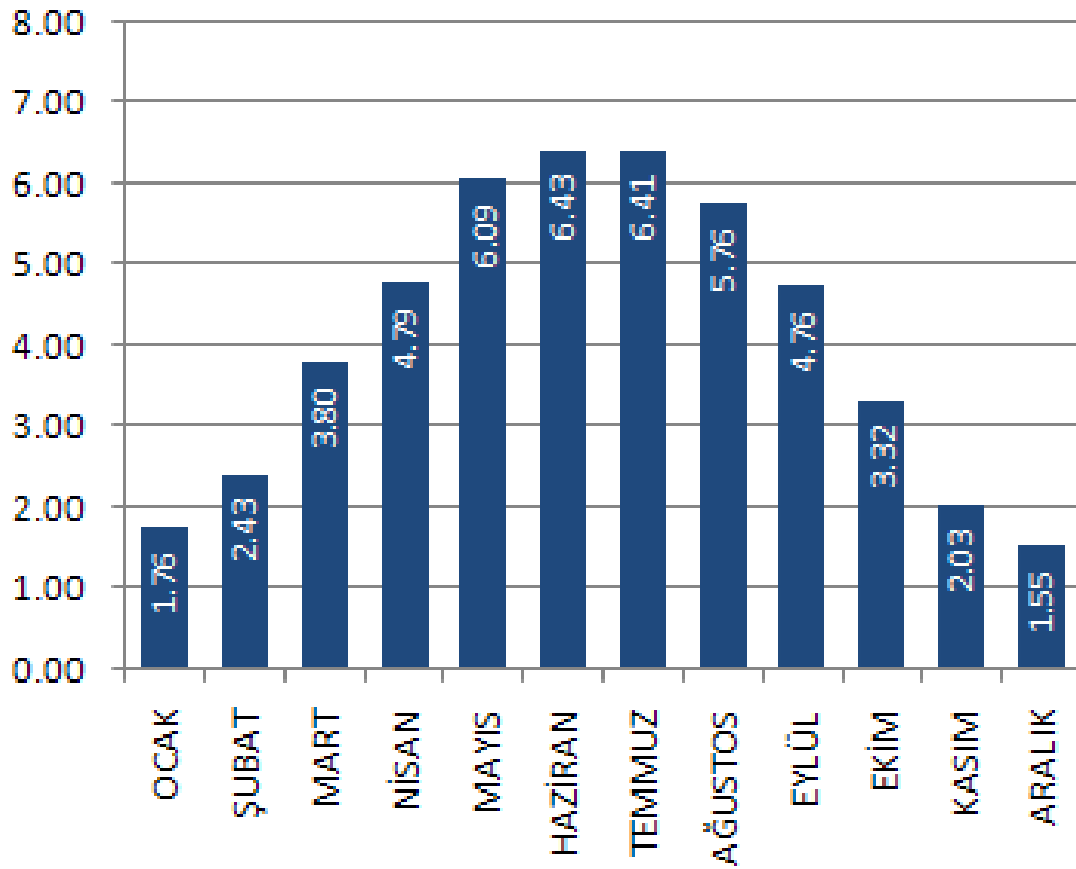
Yozgat ili; İç Anadolu Bölgesinde bir ilimizdir. (Yozgat Belediyesi.) Meteoroloji Genel Müdürlüğünün verilerine göre Yozgat ili güneş enerji potansiyeli Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3 Yozgat ili güneş enerji potansiyeli (GEPA,2023)

Şekil 3.4 'e bakıldığında yaz aylarında güneşin gelme açısı daha fazla olduğu için, bu dönemde güneş radyasyonu daha fazla almaktadır.

YOZGAT Global Radyasyon Değerleri (KVh/m²-gün)



Şekil 3.4 Yozgat Global Radyasyon Değeri (GEPA, 2023)

4. FOTOVOLTAİK SİSTEMLER

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinden elektrik üretimi için fotovoltaik güneş hücrelerine başvurulmaktadır. Hücreler, üzerine düşen fotonları doğru akım (DC) elektrik enerjisine dönüştürerek güneş enerjisinden faydalanırlar. Bu dönüşüm işleminin gerçekleştirilmesinde yarı iletken materyaller kullanılmaktadır.

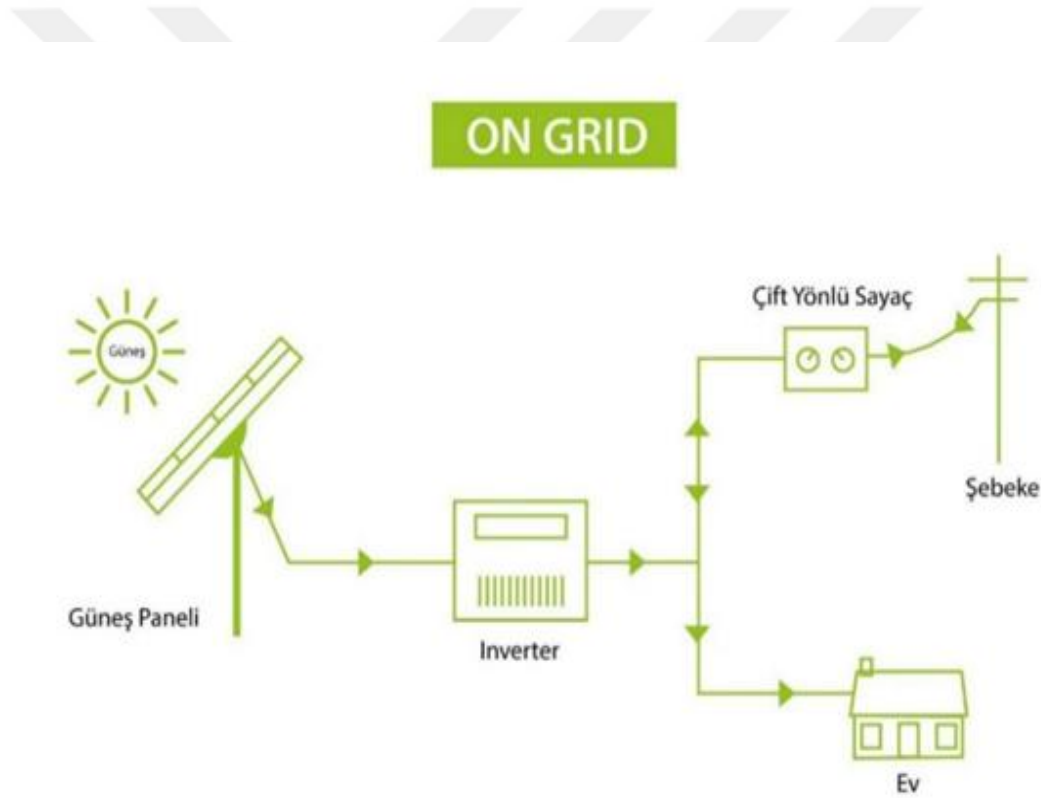
FV paneller, bir evin, işyerinin ve hatta tüm bir topluluğun ihtiyaçlarını karşılamaya yetecek kadar elektrik üretebilen bir güneş enerjisi dizisi oluşturmak için birbirine bağlanacak şekilde tasarlanmıştır.

Bir FV panelinin boyutu ve çıktısı, güneş pillerinin verimliliği, aldıkları güneş ışığı miktarı ve ortamın sıcaklığı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Yapılacak yatırım için en iyi

verimi sağlayacak seçenekler üzerine yoğunlaşılmalıdır.

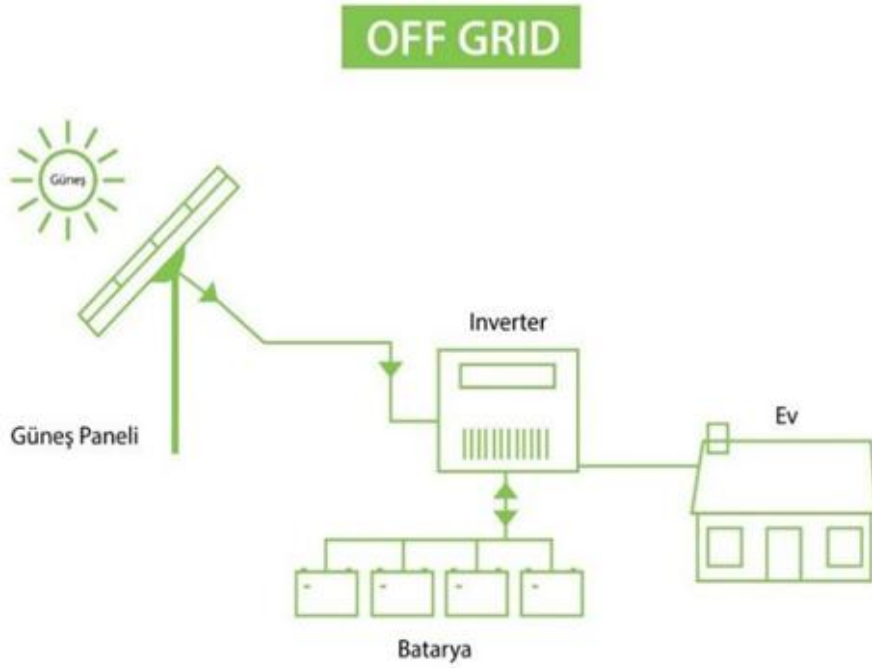
Birkaç tür FV sistem vardır. En yaygın olanlardan bazıları sırasıyla aşağıda verilmektedir.

Şebekeye bağlı FV sistem (On-Grid): Şebekeyle doğrudan bağlantılı sistemlerdir. Bu sistemlerde güneş panellerinden üretilen elektrik enerjisi, depolama yapılmadan anında tüketilip ve üretim fazlasının direkt şebekeye verilmesine dayalı olarak çalışması için kurulan sistemlerdir. Böylelikle de enerji depolama ihtiyacını azaltmaktadır. Şekil 4.1’de şebekeye bağlı bir sistem görülmektedir. Sistem güneş paneli, evirici (inverter) ve çift yönlü sayaçtan oluşmaktadır.



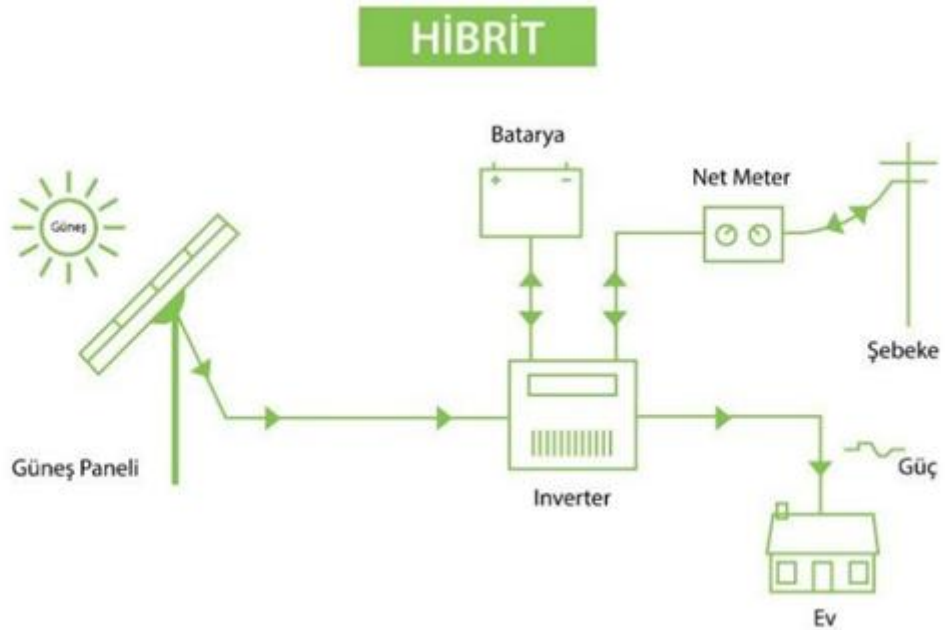
Şekil 4.1 Şebekeye bağlı FV sistem şeması (Türkyılmaz, 2023)

Şebekeden bağımsız FV sistem (Off-Grid): Şebekeden doğrudan ve ya dolaylı olarak tamamen bağımsız sistemlerdir. Elektrik şebekenin bulunmadığı yerlerde akü ve şarj kontrol sistemlerini entegre eden şebeke bağımsız bir sistemdir. Şekil 4.2’de şebekeden bağımsız bir FV sistemin yapısı görülmektedir. Bu tür sistemlerde panel ve eviriciye ek olarak depolama işlevini gerçekleştirmek üzere akü veya bataryalar kullanılır.



Şekil 4. 2 Şebekeden bağımsız FV sistem şeması (Türkyılmaz, 2023)

Hibrit FV sistem: On grid sistem ve off grid sistemin aslında birleşiminden oluşmaktadır. Güneş enerjisinin varlığına ve elektrik ihtiyacına bağlı olarak on-grid veya off-grid çalışabilir. Şekil 4.3'te görüldüğü üzere hibrit sistemlerde, şebekeye bağlı ve şebekeden bağımsız sistemlerde kullanılan elemanlar bir arada kullanılmaktadır.



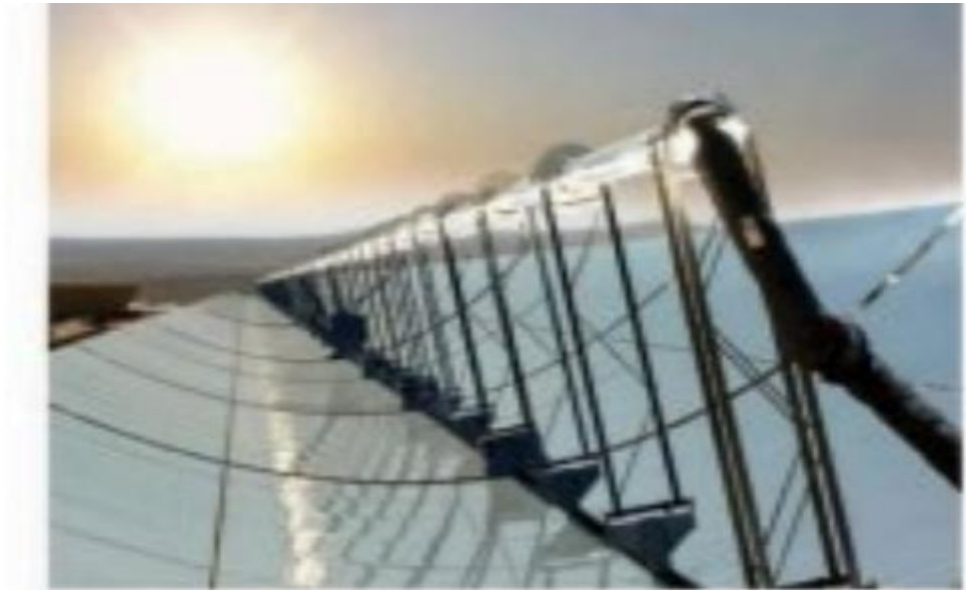
Şekil 4.3 Hibrit FV sistem şeması (Türkyılmaz, 2023)

Binaya entegre FV sistem: Bu tip sistem, çatı kiremitleri, cepheler veya pencereler gibi bina yapısına entegre edilir. Şekil 4.4'te binaya entegre bir FV sistem görülmektedir. Bu sistemlerde panel ve evirici bina çatısının uygun bölümüne kurularak ihtiyaç olan elektrik enerjisi bu sistemden karşılanır.



Şekil 4.4 Binaya entegre FV sistem örneği (Eko Yapı Dergisi, 2013)

Konsantre FV sistem: Bu sistem, güneş ışığını küçük bir FV hücre alanına odaklamak için mercekler veya aynalar kullanır ve verimliliklerini artırır. Şekil 4.5'de konsantre FV sisteme ait bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Konsantre FV sistem örneği (Demirtaş, 2020)

Yüzer FV sistem: Bu tip sistem, geniş yüzey alanından yararlanmak ve arazi kullanımını azaltmak için rezervuarlar veya göller gibi su kütlelerinin üzerine kurulur. Şekil 4.6'da yüzer bir fotovoltaik sistem görülmektedir. Bu projede trafo ve evirci gibi diğer ekipmanlar özel tasarım ile su üzerinde tutulmuştur.



Şekil 4.6 Yüzer FV sistem (İnvento Enerji, 2020)

4.1 Fotovoltaik Sistem Elemanları

Fotovoltaik sistemlerde elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan ana eleman güneş panelleridir. Güneş panellerinin yanı sıra, eviriciler, akü, solar kablolar, sayaç, pano ve konstrüksiyon sistemler system elemanları arasında yer almaktadır. Sistem boyutu ve kullanım amacına bağlı olarak, daha fazla bileşen veya eleman eklenebilir.

4.1.1 FV Paneller

Fotovoltaik paneller, güneş ışınımını emerek elektrik enerjisine dönüştüren ürünlerdir. Paneller küçük hücrelerden oluşurlar. Bu hücreler yarı iletken malzemeden yapılırlar. Yapımlarında ağırlıklı olarak silikon tercih edildiği söylenebilir. Güneş ışığı bu hücrelere çarptığında, elektronların hareket etmesine neden olarak bir elektrik akımı oluşturur. Sistemin çalışmasını belirleyen en önemli özellik panellerin karakteristiğidir.

Ayrıca tesis maliyetinin çoğunluğunu panel fiyatı oluşturmaktadır. Santrale göre en uygun panel seçiminin yapılması bir tesis kurulumunun ilk basamağıdır.

Bir güneş panelinin verimliliği, kullanılan malzemelerin kalitesi, aldığı güneş ışığı miktarı ve panelin sıcaklığı gibi birçok faktör tarafından belirlenir. Teknolojideki gelişmeler, verimliliğin artmasına ve maliyetlerin düşmesine yol açarak güneş enerjisini giderek daha popüler bir yenilenebilir enerji kaynağı haline getirmiştir.

Monokristal güneş panelleri: En eski ve en bilinen güneş panellerinden biri mono kristal güneş panelidir. Bu paneller, tek bir silisyum kristalinden yapılır ve tipik olarak %15 ile %20 arasında yüksek bir verimlilik oranına sahiptir. Şekil 4.7’de 72 hücreli güneş paneli görülmektedir.



Şekil 4.7 Monokristal güneş paneli

Polikristal güneş panelleri: Polikristal güneş panellerinde kullanılan silikonu üretmek daha kolay ve üretim maliyeti azdır. Bu paneller, çok sayıda silisyum kristalinden yapılır ve tipikolarak %13 ile %16 arasında daha düşük bir verimlilik oranına sahiptir. Monokristal güneş panelleri, tek bir saf silisyum kristalinden yapılır, polikristal güneş panelleri ise çoklu silisyum kristallerinden yapılır. Şekil 4.8’de polikristal güneş paneli örneği görülmektedir.



Şekil 4.8 Polikristal güneş paneli

İnce film güneş panelleri: : Bu paneller, ince yarı iletken malzeme katmanlarından yapılırve tipik olarak %7 ile %13 arasında daha düşük bir verimlilik oranına sahiptir. Bununla birlikte, diğer güneş paneli türlerinden daha ucuz ve daha esnek olmaları, onları belirli uygulamalar için iyi bir seçim haline getirmektedir. Çok kullanışlı değildir. Uygun fiyat performansı vardır ancak öte yandan çok fazla alana ihtiyaç duyar. Şekil 4.9’da ince film güneş paneli örneği verilmiştir.



Şekil 4.9 İnce film güneş paneli (Alibaba,2024)

Çift yüzölü güneş panelleri: Hem ön yüzeyini hem de arka yüzeyini olmak üzere, panellerde çift taraflı olarak gelen güneş ışığından faydalanan hücreleri bulunur. Böylelikle verimliliklerini artırır. Çift yüzölü güneş paneline ait bir örnek Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4 9 Çift yüzölü güneş paneli (Entegro Enerji,2021)

Her güneş paneli tipinin kendi avantajları ve dezavantajları vardır, bu nedenle bir güneş paneli seçerken özel ihtiyaçların ve bütçenin göz önünde bulundurulması önemlidir.

4.1.2 Evirici (İnvertör)

Evirici basit bir tabirle doğru akımı (DC), genliği ve yönü periyodik olarak değişen alternatif akıma (AC) çeviren cihazdır. Bu cihazlar, güneş paneli sisteminin önemli bir bileşenidir çünkü çoğu ev ve işyeri cihazlarını, elektronik aksamalarını ve aydınlatmayı çalıştırmak için AC elektriği kullanır.

Diğer sistem elemanları gibi evirici seçimi yapılırken de sisteme uygun olacak şekilde eviricinin sahip olduğu sertifika, teknik özellikleri, teknik destek ve servis ağı faktörleri değerlendirilerek seçim yapılmalıdır. İki ana evirici tipi vardır:

Dizi eviriciler: Bu eviriciler en yaygın tiptir ve tipik olarak konut ve ticari güneş paneli sistemlerinde kullanılır. Bir dizi güneş paneline bağlanırlar ve panellerden gelen DC

elektriği, eve veya işyerine güç sağlamak için kullanılabilecek AC elektriğine dönüştürürler.

Merkezi eviriciler: Arızalandıkları zaman tüm sistemin devre dışı kalması sistem açısından dezavantajdır. Fakat bu eviricilerin verimleri yüksek ve maliyetleri düşüktür.

Bu iki ana türe ek olarak, hem güneş panellerinden gelen DC elektriği hem de şebekeden veya bir yedek jeneratörden gelen AC elektriği dönüştürebilen hibrit eviriciler de vardır. Bu eviriciler, hem şebekeye hem de yedek aküye bağlı hibrit güneş sistemlerinde kullanılır. (Çınaroğlu ve Nalbantođlu, 2021).

Ayrıca eviriciler, bir güneş paneli sisteminin performansının izlenmesinde önemli bir rol oynar. Panellerin ürettiği elektrik miktarını takip edebilir, her bir panelin verimini izleyebilir ve sistemde herhangi bir sorun olduğuunda sistem sahibini uyarabilirler. Şekil 4.11’de çatı tipi GES için kullanılan eviriciler gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Çatı tipi GES için kullanılan eviriciler

4.1.3 Akü

Güneş panelleri, yalnızca gündüz saatlerinde enerji üretir. Güneş ışığının olmadığı gece veya bulutlu günlerde, sistemin enerjisi tükenebilir. Akü, bu durumda enerjiyi depolayarak, geceleri veya güneş ışığının yetersiz olduğu dönemlerde kullanılır. Akülerde istenmeyen durumların önüne geçebilmek için şarj kontrol cihazı da kullanılmalıdır.

4.1.4.Solar Kablo

Solar kablo, fotovoltaik sistemleri bağlamak için kullanılan özel olarak tasarlanmış bir kablodur. Sert hava koşullarına ve aşırı sıcaklıklara dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Kablolar genellikle güneş ışığına ve ısıya dayanıklı özel bir yalıtım malzemesi ile kalaylı bakır veya alüminyumdan yapılır. Bu kablolar, güneş panellerini bir güneş enerjisi sisteminin eviricilerine ve diğer elektrikli bileşenlerine bağlamak için kullanılır. Kablonun boyutu, akım taşıma kapasitesi ve güneş panelleri ile evirici arasındaki mesafe ile belirlenir. (Dip,2023)

4.1.5.Konstrüksiyon Sistemi

Güneş enerji santralleri için en önemli elemanlardan bir tanesi de konstrüksiyon sistemleridir. Çatı ve panel tipine göre yapılacak seçim sistem altyapısını oluşturmaktadır. Konstrüksiyon sistemi fotovoltaik panelleri taşıyan, güvenli bir şekilde idame eden ve güneş enerji sisteminin uzun yıllar kullanılabilmesini sağlayan alt yapı sistemleridir. Kurulum yapılacak çatı sistemlerinde mutlaka doğru konstrüksiyon tercih edilmeli, doğru hesaplamalar yapılmalı ve buna yönelik kurulum gerçekleştirilmelidir. Kurulacak konstrüksiyon yapısı uzun yıllar dayanıklılık gösterecek, çevre koşullarına karşı yüksek mukavemet değerine sahip biçimde imal edilmelidir. Güneş enerjisi sistemlerinin projelendirme aşamasında statik projelerde yapılmaktadır. Bu statik projeler sistem için uygulanması gereken konstrüksiyon sistemlerinin hesaplamalarını içermektedir. Sağlıklı bir sistem kurmak isteniyorsa konstrüksiyon sistemi hazırlanan statik projelere uyularak kurulmalıdır.

5. METERYAL VE METOT

Bu bölümde tez çalışması kapsamında kullanılan güneş enerjisi santraline ait bilgiler verilmiş ve PVSOL programı tanıtılarak programdan elde edilen çıktılar verilmiştir.

5.1 Santrale Ait Genel Bilgiler

Çalışma yapılan Ges, Yozgat ili Yerköy ilçesinde bulunan bir güneş enerji santralidir. Santralde 455 W gücünde olan toplam 432 adet fotovoltaiik panel kullanılmış olup DC gücü 196,56 kWp'dir.

Santralde Plurawatt marka paneller kullanılmıştır. Panele ait datasheet Ek 1'de verilmiştir.

Projede büyük çatıda 12 dizi, orta çatıda 8 dizi ve küçük çatıda 4 dizi bulunmaktadır. Her dizi de ise 18 adet panel bulunmaktadır. Böylelikle büyük çatıda 216 adet panel, orta çatıda 144 adet panel ve küçük çatıda 72 adet panel vardır.

Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te çatıdan çekilmiş santrale ait birkaç fotoğraf verilmiştir.



Şekil 5.1 Çatı görüntüsü (Büyük çatı)



Şekil 5.2 Çatı görüntüsü (Orta çatı)



Şekil 5.3 Çatı görüntüsü (Küçük çatı)

Şekil 5.4’te santrale ait pano odası gösterilmiştir. Görüldüğü gibi ADP ile GES panosu burada bulunmaktadır.



Şekil 5.4 Pano odası

Toplamda 24 dizi ve her bir dizi de 18 adet panel vardır. 3 adet 50 kWe gücünde invertör kullanılmıştır. İnvörtör limitlemeleri aşağıdaki gibidir:

2 adet 50 kW invertör 53 kW ile limitlendirilmiştir.

1 adet 50 kW invertör 54 kW ile limitlendirilmiştir.

Şekil 5.5'te de birinci ve ikinci invertör görülmektedir.



Şekil 5.5 Birinci ve ikinci invertör

Şekil 5.6' da ise üçüncü invertör verilmiştir.

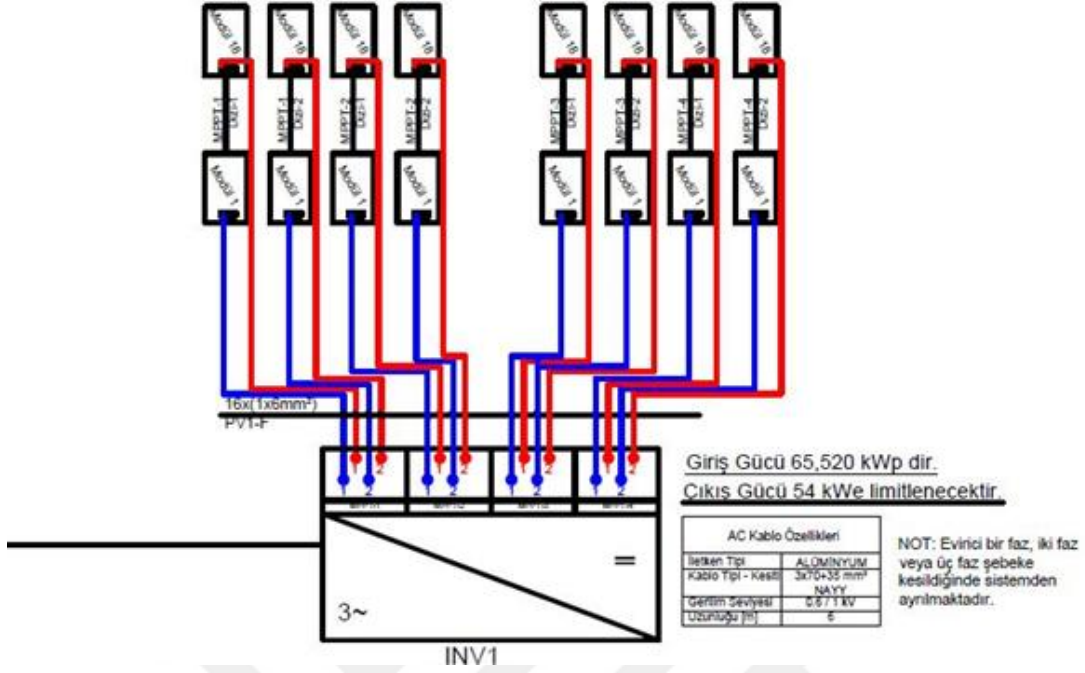


Şekil 5.6 Üçüncü invertör

Sahada Huawei marka invertörler kullanılmıştır ve invertörlere ait datasheet Ek 2'de verilmiştir.

Şekil 5.7'de invertör 1' e ait tek hat şeması verilmiştir. Görüldüğü gibi her MPPT girişine 18'lik dizi girişi yapılmıştır. İnvertör 1'de giriş gücü 65,520 kWp olup çıkış gücü 54 kWe olarak limitlenmiştir.

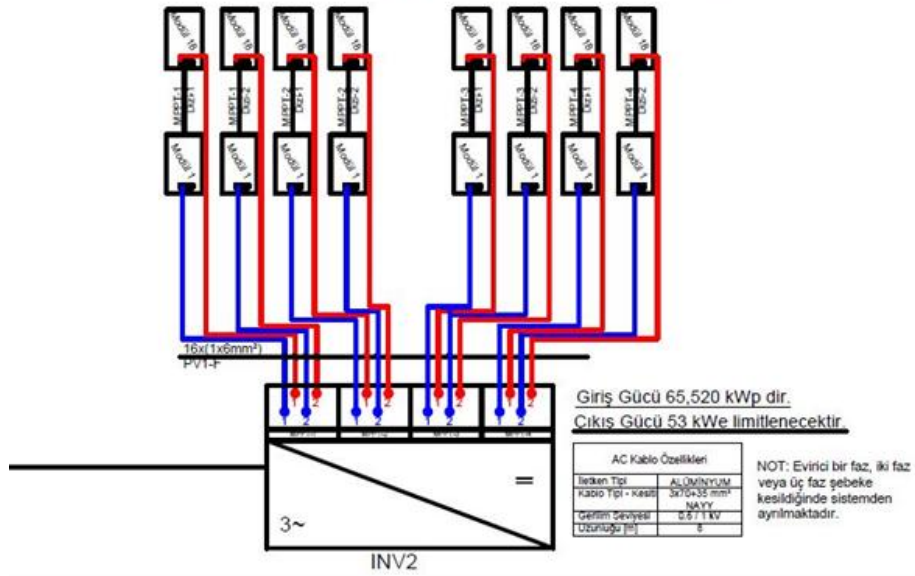
NOT: EVİRİCİ MAX'DA GİRİŞ GÜCÜ AŞILMIŞTIR SORUMLULUK PROJE MÜELLEFINE AİTTİR.



Şekil 5.7 İnvörtör 1 tek hat şeması

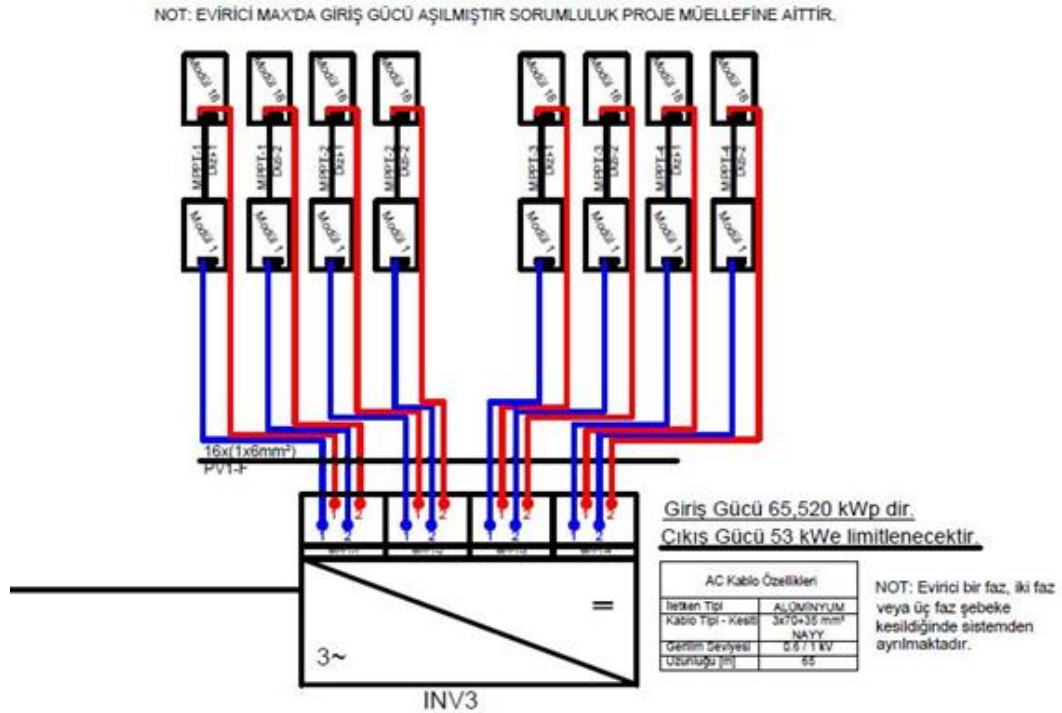
Şekil 5.8'de invertör 2' ye ait tek hat şeması verilmiştir. Görüldüğü gibi her MPPT girişine 18'lik dizi girişi yapılmıştır. İnvörtör 2'de giriş gücü 65,520 kWp olup çıkış gücü 53 kWe olarak limitlenmiştir.

NOT: EVİRİCİ MAX'DA GİRİŞ GÜCÜ AŞILMIŞTIR SORUMLULUK PROJE MÜELLEFINE AİTTİR.



Şekil 5.8 İnvörtör 2 tek hat şeması

Şekil 5.9’da invertör 3’ e ait tek hat şeması verilmiştir. Görüldüğü gibi her MPPT girişine 18’lik dizi girişi yapılmıştır. İnvertör 3’de giriş gücü 65,520 kWp olup çıkış gücü 53 kWe olarak limitlenmiştir.



Şekil 5.9 İnvertör 3 tek hat şeması

Burada bahsedilen MPPT; maksimum güç noktasıdır.

Tüm sahaya ait santral yerleşim planı Ek 3’te verilmiştir.

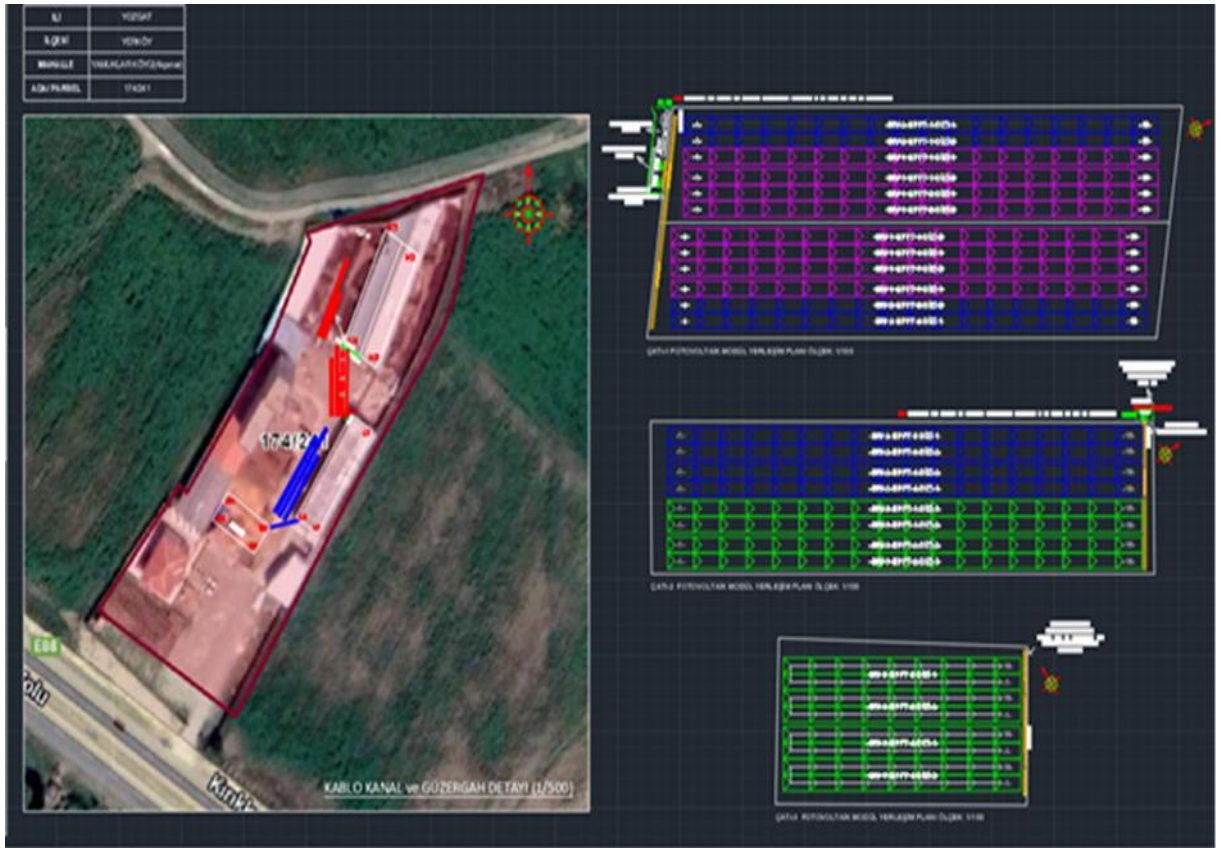
5.2 PVSOL Programı

PVSOL, FV sistemler üzerinde üç boyutlu tasarım yapılmasını sağlayan bir yazılım programıdır. Gölge benzetimleriyle beraber, halihazırda var olan çatı üzerine veya arazi üzerine kurulum yapmamızı sağlar ve farklı tasarım seçenekleriyle (yatay yerleşim, dikey yerleşim, gölgeleme vs.) kıyaslama imkanı sunar. Birkaç modüllü küçük çatı sistemlerinden ticari çatılar, orta ölçekli sistemlerden büyük güneş santrallerine kadar tüm FV tasarımlarında kullanılır.

Pvsol'ün avantajları;

- Güneş enerjisi sistemlerinin optimize edilmesine yardımcı olur.
- Kurulum maliyetlerini minimize edilmesini sağlar.
- Yazılım, farklı senaryoları simüle ederek en verimli ve tasarruflu çözümü sunar.
- Kullanıcıya detaylı bir rapor sunarak projenin performansını değerlendirmesini sağlar.

Şekil 5.10'da Yerköy'deki sahaya ait yerleşim planı görülmektedir.



Şekil 5.10 Sahaya ait yerleşim planı

Aynı projenin PVSOL' de tasarlanması adım adım yapılmıştır. Şekil 5.11'de PVSOL arayüzü görülmektedir. Burada projeye ait bilgiler, yatırımcıya ait bilgiler ve tasarımcıya ait bilgilerin girişi yapılmaktadır.

PV*SOL premium 2022 (R4) Test sürümü - [TEZ ÇALIŞMA.pvprj]

Dosya Veritabanları Seçenekler Dil Yardım

← → ↺ ↻ 📄 📁 🌐 🔄 💰 📊 📄

Proje Verileri

Teklif no.

Devreye Alma

Proje Tasarımısı

Proje Başlığı

Müşteri Detayları

Müşteri numarası

İlgili Kişi

Şirket

Telefon

Faks

E-Posta

Adres

Proje Resmi



Proje Tanımı

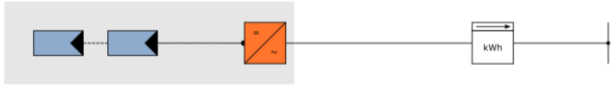
Kurulum adresi

Şekil 5.11 PVSOL arayüzü

Bir sonraki sayfa sistem türü, iklim ve şebeke bilgileri sayfasıdır. Sistemin ana teması bu sayfada belirlenmektedir. Şekil 5.12’de PVSOL sistem türü, iklim ve şebeke sayfası verilmiş ve gerekli bilgiler girilmiştir.

Sistem Türü, İklim ve Şebeke

Ek türü



Tasarım Türü

☒ 3D Tasarım kullan

İklim verileri

Ülke Kurum

Enlem	39° 40' 20" (39.67°)	Küresel ışınlamanın yıllık toplamı	1648 kWh/m ²
Boylam	34° 28' 43" (34.48°)	Yıllık Ortalama Sıcaklık	12 °C
Saat Dilimi	UTC+3		
Zaman dilimi	1991 - 2010		
Kaynak	Meteoroloji 7.30		

[Simülasyon parametreleri](#)

Simülasyon zaman adımı

☒ 1 Saat (daha hızlı simülasyon)

☐ 1 Dakika (daha hassas simülasyon)

AC Şebeke

Gerilim (V-L)	230 V
Faz Adet	3-fazlı
cos φ	1
Maksimum Güç Sınırlaması	Hayır

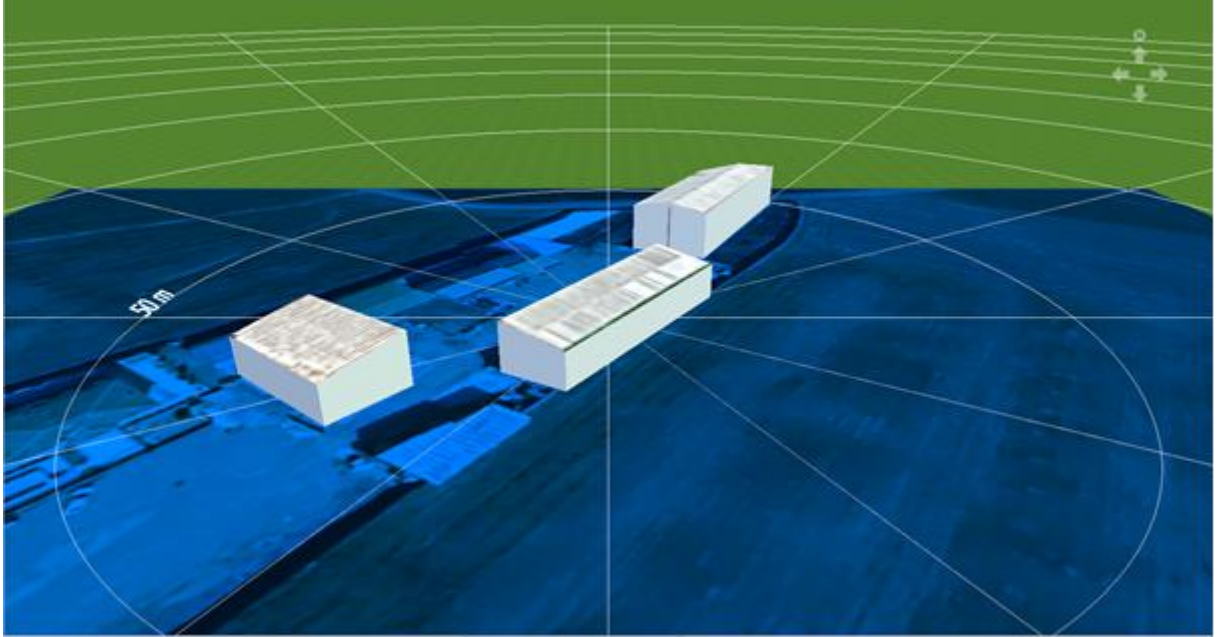
Şekil 5.12 PVSOL sistem türü, iklim ve şebeke sayfası

Daha sonra öncelikle sahanın Google Earth’den görüntüsü alınmıştır. Şekil 5.13’te sahaya ait Google Earth görüntüsü görülmektedir.



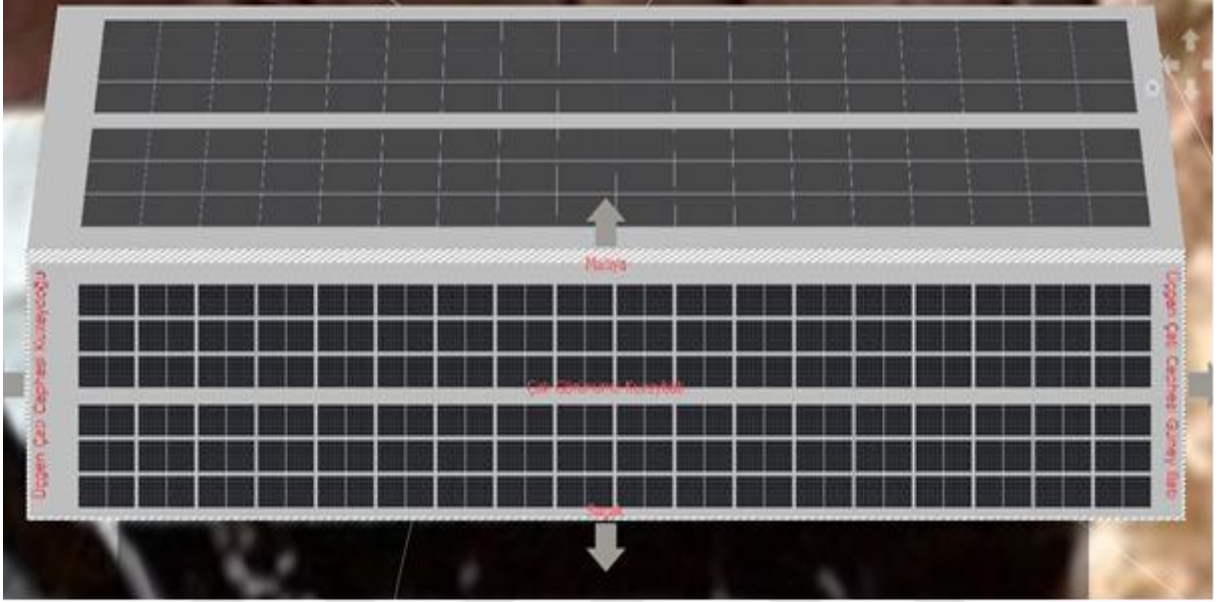
Şekil 5.13 Sahaya ait Google Earth görüntüsü

Bu görüntüden yararlanılarak PVSOL’de binaların üç boyutlu görüntüsü oluşturuldu. Şekil 5.14’te sahanın üç boyutlu görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.14 Sahanın üç boyutlu görüntüsü

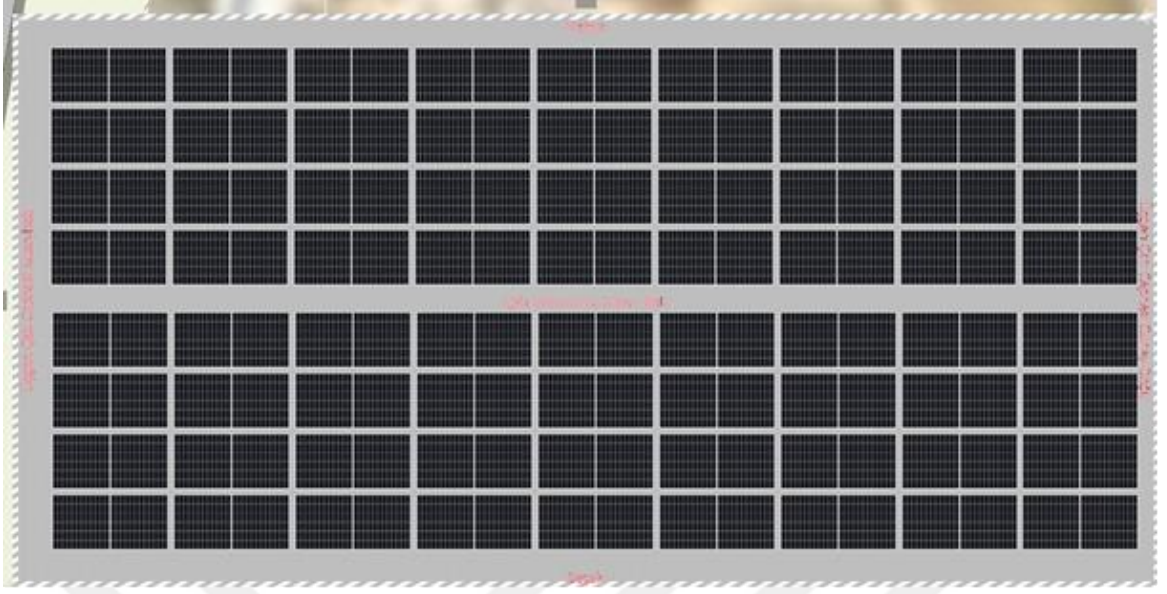
Üç boyutlu görüntü elde edildikten sonra bir sonraki aşama olan panel yerleşimi yapıldı. Öncelikle Plurawatt marka panel bilgileri programa girildi. Daha sonra tüm çatılara panel yerleşimi yapıldı. Şekil 5.15’de büyük çatıya ait panel yerleşimi, Şekil 5.16’da orta çatıya ait panel yerleşimi ve Şekil 5.17’de küçük çatıya ait panel yerleşimi verilmiştir.



Şekil 5.15 Büyük çatıya ait panel yerleşimi



Şekil 5.16 Orta çatıya ait panel yerleşimi



Şekil 5.17 Küçük çatıya ait panel yerleşimi

Şekil 5.18’de tüm sahaya ait panel yerleşmiş hali görülmektedir.



Şekil 5.18 Tüm sahaya ait panel yerleşmiş hali

Panel yerleşimleri bittikten sonra invertör eklemesi yapıldı. Projede Huawei marka 50 kw’lık invertörler kullanıldığı için burada yine aynı invertörelere seçildi. Şekil 5.19’da invertör eklenmiş hali verilmiştir.



Şekil 5.19 İnvörtör eklenmiş hali

İnvörtör ekleme yaparken Şekil 5.10 ‘da bulunan sahaya ait yerleşim planının aynısı yapılmıştır.

Bütün malzemeler PVSOL programında girildikten sonra program iki adet rapor sunmuştur. Bunlardan biri müşteri sunumudur ve Ek 4’te verilmiştir. Diğer ise belgelendirme sunumudur ve Ek 5 ‘ te verilmiştir. Burada tez konusu için önemli olan üretim verileridir. PVSOL’den alınan üretim verileri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 PVSOL’den alınan üretim verileri

Ay	PVSOL Tahmin Değerleri (MWh)
Ocak	9,99 MWh
Şubat	14,161 MWh
Mart	20,419 MWh
Nisan	25,447 MWh
Mayıs	31,758 MWh
Haziran	34,368 MWh
Temmuz	35,265 MWh
Ağustos	33,227 MWh
Eylül	26,802 MWh
Ekim	18,841 MWh

5.3 Huawei Smart Dongle

Huawei Smart Dongle, Huawei tarafından üretilen bir cihazdır. Smart dongle güneş enerjisi sisteminizin performansını izlemek için invertörden alınan verileri aktarır. Bu veriler, Huawei'nin izleme platformlarına (örneğin, Fusion Solar uygulaması) gönderilir. Kullanıcılar bu sayede enerji üretimini, tüketimini ve sistemin gerçek zamanlı olarak izleyebilir. Dongle, Wi-Fi, 4G ya da Ethernet bağlantısı ile invertörünüzü internete bağlayabilir. Smart Dongle sayesinde invertörün yazılım bağlantıları uzaktan yapılabilir ve sistemin genel durumu kontrol edilebilir. Bu, sistem bakımı ve bakımı için önemlidir.

Kurulmuş olan güneş enerji santralinde 3 adet invertör kullanılmıştır. Bunun için invertörler haberleşme kablosu ile birbirlerine bağlanıp tek bir smart dongle cihazı ile veriler alınmıştır.

Ayrıca telefona kurulan Fusion Solar adlı uygulama ile uzaktan izlenimi yapılmıştır. Güneş enerji santraline ait gerçek üretim verileri dongle aracılığıyla alınıp EK 6'da verilmiştir. Detaylı değerler için ise tablolama yapılmıştır. Çizelge 5.2'de ocak ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.3'te şubat ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.4'te mart ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.5'te nisan ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.6'da mayıs ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.7'de haziran ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.8'de temmuz ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.9'da ağustos ayına ait üretim verileri, Çizelge 5.10'da eylül ayına ait üretim verileri ve Çizelge 5.11'de ekim ayına ait üretim verileri verilmiştir.

Çizelge 5.2 Ocak ayına ait üretim verileri

Ocak Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
1/1/2024	324,25 kWh	1/16/2024	33,79 kWh
1/2/2024	75,57 kWh	1/17/2024	330,70 kWh
1/3/2024	319,56 kWh	1/18/2024	413,17 kWh
1/4/2024	154,15 kWh	1/19/2024	188,05 kWh
1/5/2024	400,89 kWh	1/20/2024	352,78 kWh
1/6/2024	492,36 kWh	1/21/2024	90,75 kWh

Çizelge 5.2 (Devamı) Ocak ayına ait üretim verileri

1/7/2024	189,19 kWh	1/22/2024	326,12 kWh
1/8/2024	160,47 kWh	1/23/2024	535,78 kWh
1/9/2024	246,47 kWh	1/24/2024	590,08 kWh
1/10/2024	120,31 kWh	1/25/2024	357,21 kWh
1/11/2024	135,34 kWh	1/26/2024	214,35 kWh
1/12/2024	109,27 kWh	1/27/2024	556,01 kWh
1/13/2024	425,61 kWh	1/28/2024	175,60 kWh
1/14/2024	490,19 kWh	1/29/2024	358,60 kWh
1/15/2024	63,77 kWh	1/30/2024	597,69 kWh
		1/31/2024	612,87 kWh
Ocak Ayı Toplam Üretim			9,44 MWh

Çizelge 5.3 Şubat ayına ait üretim verileri

Şubat Ayı Günlük Üretim Verileri

Gün	Üretim	Gün	Üretim
2/1/2024	593,22 kWh	2/16/2024	651,46 kWh
2/2/2024	601,39 kWh	2/17/2024	331,39 kWh
2/3/2024	567,31 kWh	2/18/2024	327,14 kWh
2/4/2024	505,57 kWh	2/19/2024	453,83 kWh
2/5/2024	295,45 kWh	2/20/2024	620,93 kWh
2/6/2024	536,28 kWh	2/21/2024	680,28 kWh
2/7/2024	635,11 kWh	2/22/2024	333,82 kWh
2/8/2024	443,54 kWh	2/23/2024	724,28 kWh
2/9/2024	495,39 kWh	2/24/2024	761,22 kWh
2/10/2024	611,09 kWh	2/25/2024	764,34 kWh
2/11/2024	571,91 kWh	2/26/2024	572,68 kWh
2/12/2024	543,43 kWh	2/27/2024	757,12 kWh
2/13/2024	383,52 kWh	2/28/2024	784,82 kWh
2/14/2024	425,05 kWh	2/29/2024	768,06 kWh
2/15/2024	547,78 kWh		
Şubat Ayı Toplam Üretim			16,29 MWh

Çizelge 5.4 Mart ayına ait üretim verileri

Mart Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
3/1/2024	466,34 kWh	3/16/2024	651,07 kWh
3/2/2024	586,49 kWh	3/17/2024	696,18 kWh
3/3/2024	335,00 kWh	3/18/2024	949,23 kWh
3/4/2024	583,74 kWh	3/19/2024	972,24 kWh
3/5/2024	732,92 kWh	3/20/2024	810,75 kWh
3/6/2024	472,71 kWh	3/21/2024	239,83 kWh
3/7/2024	518,46 kWh	3/22/2024	781,49 kWh
3/8/2024	690,76 kWh	3/23/2024	694,48 kWh
3/9/2024	257,93 kWh	3/24/2024	934,64 kWh
3/10/2024	464,78 kWh	3/25/2024	889,56 kWh
3/11/2024	905,53 kWh	3/26/2024	867,39 kWh
3/12/2024	895,24 kWh	3/27/2024	513,42 kWh
3/13/2024	330,14 kWh	3/28/2024	985,90 kWh
3/14/2024	703,17 kWh	3/29/2024	600,08 kWh
3/15/2024	700,55 kWh	3/30/2024	995,78 kWh
		3/31/2024	1,02 MWh
Mart Ayı Toplam Üretim			21,25 MWh

Çizelge 5.5 Nisan ayına ait üretim verileri

Nisan Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
4/1/2024	1,02 MWh	4/16/2024	1,15 MWh
4/2/2024	1,01 MWh	4/17/2024	1,02 MWh
4/3/2024	907,54 kWh	4/18/2024	1,09 MWh
4/4/2024	1,00 MWh	4/19/2024	950,70 kWh
4/5/2024	791,79 kWh	4/20/2024	631,17 kWh
4/6/2024	1,09 MWh	4/21/2024	901,37 kWh
4/7/2024	1,01 MWh	4/22/2024	1,06 MWh
4/8/2024	604,04 kWh	4/23/2024	871,48 kWh

Çizelge 5.5 (Devamı) Nisan ayına ait üretim verileri

4/9/2024	936,11 kWh	4/24/2024	771,72 kWh
4/10/2024	834,34 kWh	4/25/2024	433,52 kWh
4/11/2024	831,99 kWh	4/26/2024	644,46 kWh
4/12/2024	335,91 kWh	4/27/2024	421,74 kWh
4/13/2024	789,02 kWh	4/28/2024	701,46 kWh
4/14/2024	779,28 kWh	4/29/2024	473,88 kWh
4/15/2024	1,17 MWh	4/30/2024	1,05 MWh
Nisan Ayı Toplam Üretim			25,27 MWh

Çizelge 5.6 Mayıs ayına ait üretim verileri

Mayıs Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
5/1/2024	831,23 kWh	5/16/2024	979,87 kWh
5/2/2024	868,16 kWh	5/17/2024	788,71 kWh
5/3/2024	286,02 kWh	5/18/2024	1,21 MWh
5/4/2024	880,06 kWh	5/19/2024	1,19 MWh
5/5/2024	641,31 kWh	5/20/2024	995,04 kWh
5/6/2024	1,33 MWh	5/21/2024	1,22 MWh
5/7/2024	1,31 MWh	5/22/2024	1,20 MWh
5/8/2024	338,86 kWh	5/23/2024	820,01 kWh
5/9/2024	5,98 kWh	5/24/2024	499,62 kWh
5/10/2024	1,09 MWh	5/25/2024	703,53 kWh
5/11/2024	994,90 kWh	5/26/2024	1,17 MWh
5/12/2024	436,42 kWh	5/27/2024	617,10 kWh
5/13/2024	790,03 kWh	5/28/2024	966,49 kWh
5/14/2024	966,87 kWh	5/29/2024	1,30 MWh
5/15/2024	1,16 MWh	5/30/2024	1,13 MWh
		5/31/2024	693,68 kWh
Mayıs Ayı Toplam Üretim			27,40 MWh

Çizelge 5.7 Haziran ayına ait üretim verileri

Haziran Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
6/1/2024	1,22 MWh	6/16/2024	1,34 MWh
6/2/2024	1,31 MWh	6/17/2024	1,30 MWh
6/3/2024	369,78 kWh	6/18/2024	1,26 MWh
6/4/2024	1,21 MWh	6/19/2024	1,31 MWh
6/5/2024	1,10 MWh	6/20/2024	1,29 MWh
6/6/2024	1,19 MWh	6/21/2024	1,32 MWh
6/7/2024	870,36 kWh	6/22/2024	1,34 MWh
6/8/2024	1,02 MWh	6/23/2024	1,32 MWh
6/9/2024	1,19 MWh	6/24/2024	997,19 kWh
6/10/2024	663,01 kWh	6/25/2024	1,25 MWh
6/11/2024	1,29 MWh	6/26/2024	1,21 MWh
6/12/2024	1,24 MWh	6/27/2024	1,32 MWh
6/13/2024	1,03 MWh	6/28/2024	1,28 MWh
6/14/2024	954,33 kWh	6/29/2024	1,25 MWh
6/15/2024	1,33 MWh	6/30/2024	1,17 MWh
Haziran Ayı Toplam Üretim			34,96 MWh

Çizelge 5.8 Temmuz ayına ait üretim verileri

Temmuz Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
7/1/2024	797,22 kWh	7/16/2024	1,20 MWh
7/2/2024	1,17 MWh	7/17/2024	970,12 kWh
7/3/2024	1,18 MWh	7/18/2024	1,11 MWh
7/4/2024	1,24 MWh	7/19/2024	1,15 MWh
7/5/2024	1,08 MWh	7/20/2024	988,77 kWh
7/6/2024	908,32 kWh	7/21/2024	1,18 MWh
7/7/2024	1,09 MWh	7/22/2024	1,20 MWh
7/8/2024	1,13 MWh	7/23/2024	1,20 MWh

Çizelge 5.8 (Devamı) Temmuz ayına ait üretim verileri

7/9/2024	994,16 kWh	7/24/2024	1,17 MWh
7/10/2024	1,17 MWh	7/25/2024	1,18 MWh
7/11/2024	1,15 MWh	7/26/2024	878,51 kWh
7/12/2024	1,22 MWh	7/27/2024	1,15 MWh
7/13/2024	1,08 MWh	7/28/2024	1,11 MWh
7/14/2024	1,08 MWh	7/29/2024	1,29 MWh
7/15/2024	1,09 MWh	7/30/2024	1,26 MWh
		7/31/2024	1,23 MWh
Temmuz Ayı Toplam Üretim			34,64 MWh

Çizelge 5.9 Ağustos ayına ait üretim verileri

Ağustos Ayı Günlük Üretim Verileri

Gün	Üretim	Gün	Üretim
8/1/2024	1,18 MWh	8/16/2024	1,15 MWh
8/2/2024	1,24 MWh	8/17/2024	1,20 MWh
8/3/2024	23,77 kWh	8/18/2024	1,16 MWh
8/4/2024	0	8/19/2024	1,12 MWh
8/5/2024	0	8/20/2024	1,08 MWh
8/6/2024	0	8/21/2024	1,04 MWh
8/7/2024	41,46 kWh	8/22/2024	1,04 MWh
8/8/2024	1,21 MWh	8/23/2024	1,06 MWh
8/9/2024	1,15 MWh	8/24/2024	637,00 kWh
8/10/2024	1,10 MWh	8/25/2024	226,75 kWh
8/11/2024	1,16 MWh	8/26/2024	1,10 MWh
8/12/2024	1,22 MWh	8/27/2024	1,04 MWh
8/13/2024	1,20 MWh	8/28/2024	946,38 kWh
8/14/2024	1,21 MWh	8/29/2024	1,02 MWh
8/15/2024	339,68 kWh	8/30/2024	1,00 MWh
		8/31/2024	892,80 kWh
Ağustos Ayı Toplam Üretim			26,79 MWh

Çizelge 5.10 Eylül ayına ait üretim verileri

Eylül Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
9/1/2024	854,88 kWh	9/16/2024	846,28 kWh
9/2/2024	798,88 kWh	9/17/2024	678,38 kWh
9/3/2024	801,59 kWh	9/18/2024	711,70 kWh
9/4/2024	990,21 kWh	9/19/2024	702,44 kWh
9/5/2024	918,47 kWh	9/20/2024	997,06 kWh
9/6/2024	1,02 MWh	9/21/2024	908,72 kWh
9/7/2024	982,20 kWh	9/22/2024	216,50 kWh
9/8/2024	950,31 kWh	9/23/2024	414,54 kWh
9/9/2024	985,02 kWh	9/24/2024	888,51 kWh
9/10/2024	966,67 kWh	9/25/2024	905,26 kWh
9/11/2024	922,35 kWh	9/26/2024	897,32 kWh
9/12/2024	927,25 kWh	9/27/2024	890,22 kWh
9/13/2024	977,82 kWh	9/28/2024	907,72 kWh
9/14/2024	955,13 kWh	9/29/2024	888,78 kWh
9/15/2024	684,09 kWh	9/30/2024	684,21 kWh
Eylül Ayı Toplam Üretim			25,27 MWh

Çizelge 5.11 Ekim ayına ait üretim verileri

Ekim Ayı Günlük Üretim Verileri			
Gün	Üretim	Gün	Üretim
10/1/2024	561,11 kWh	10/16/2024	754,62 kWh
10/2/2024	632,05 kWh	10/17/2024	720,85 kWh
10/3/2024	860,81 kWh	10/18/2024	686,95 kWh
10/4/2024	851,29 kWh	10/19/2024	788,98 kWh
10/5/2024	840,45 kWh	10/20/2024	733,38 kWh
10/6/2024	71,24 kWh	10/21/2024	368,72 kWh
10/7/2024	767,79 kWh	10/22/2024	396,47 kWh
10/8/2024	768,90 kWh	10/23/2024	444,91 kWh

Çizelge 5.11 (Devamı) Ekim ayına ait üretim verileri

10/9/2024	791,19 kWh	10/24/2024	706,26 kWh
10/10/2024	670,52 kWh	10/25/2024	587,66 kWh
10/11/2024	719,49 kWh	10/26/2024	671,19 kWh
10/12/2024	64,23 kWh	10/27/2024	677,12 kWh
10/13/2024	683,21 kWh	10/28/2024	658,89 kWh
10/14/2024	701,66 kWh	10/29/2024	652,22 kWh
10/15/2024	727,08 kWh	10/30/2024	435,97 kWh
		10/31/2024	624,00 kWh
Ekim Ayı Toplam Üretim			19,62 MWh

Tüm bu üretim verileri bir arada görülebilmesi için bir excelde toparlandı. Çizelge 5.12’de sahaya ait üretim verilerinin gerçek değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.12 Gerçek üretim verileri

Aylık Üretim Verileri	
Ay	Üretim
Ocak	9,44 MWh
Şubat	16,29 MWh
Mart	21,25 MWh
Nisan	25,27 MWh
Mayıs	27,40 MWh
Haziran	34,96 MWh
Temmuz	34,64 MWh
Ağustos	26,79 MWh
Eylül	25,27 MWh
Ekim	19,62 MWh

6. BULGULAR

Elde edilen PVSOL tahmin değerleri Çizelge 5.1’de, gerçek zamanlı üretim değerleri de Çizelge 5.12’de verilmişti. İki çizelgeden alınan veriler daha rahat kıyaslama yapmak amacıyla tek bir çizelgede toplanmıştır ve Çizelge 6.1’de tüm üretim verileri verilmiştir.

Çizelge 6.1 Tüm üretim verileri

Ay	PVSOL Tahmin Değerleri (MWh)	Gerçek Zamanlı Değerler (MWh)
Ocak	9,99 MWh	9,44 MWh
Şubat	14,161 MWh	16,29 MWh
Mart	20,419 MWh	21,25 MWh
Nisan	25,447 MWh	25,27 MWh
Mayıs	31,758 MWh	27,40 MWh
Haziran	34,368 MWh	34,96 MWh
Temmuz	35,265 MWh	34,64 MWh
Ağustos	33,227 MWh	26,79 MWh
Eylül	26,802 MWh	25,27 MWh
Ekim	18,841 MWh	19,62 MWh
Toplam	250,278 MWh	240,93 MWh

On ayda PVSOL tahmini üretim toplamı 250 278 kWh iken gerçek üretim değerleri toplamı 240 930 kWh dir. Bu sonuçlara bakarak PVSOL programının gerçek üretim değerlerine benzerliği %96,25’dir. Burada %3,75’lik bir fark görülmektedir.

Çizelge 6.1’de dikkat çeken bir husus ise Ocak, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gerçek üretim değerlerinin PVSOL üretim değerlerinden düşük olduğu görülürken Şubat, Mart, Haziran ve Ekim aylarında gerçek üretim değerlerinin PVSOL üretim değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür.

En yüksek üretimin olduğu Haziran ayı detaylı incelendiğinde aynı ay içerisinde 7 Haziran ve 16 Haziran üretim verileri Çizelge 6.2’de gösterilmiştir. Aynı ay içerisinde üretim değerlerinin farklılık göstermesinin başlıca sebebi günlük bulutlanma ve güneşlenme miktarının değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6.2 Haziran ayı gerçek üretim verileri

16 Haziran 2024		7 Haziran 2024	
Saat	Üretim	Saat	Üretim
5:15	0,43 kW	5:15	0
6:00	10,79 kW	6:00	10,24 kW
7:00	39,24 kW	7:00	16,54 kW
8:00	74,64 kW	8:00	84,85 kW
9:00	106,36 kW	9:00	106,47 kW
10:00	130,91 kW	10:00	78,28 kW
11:00	146,58 kW	11:00	71,29 kW
12:00	152,22 kW	12:00	66,80 kW
13:00	149,99 kW	13:00	128,53 kW
14:00	140,38 kW	14:00	119,06 kW
15:00	126,62 kW	15:00	129,98 kW
16:00	109,25 kW	16:00	74,99 kW
17:00	80,97 kW	17:00	10,37 kW
18:00	47,23 kW	18:00	0,33 kW
19:00	16,18 kW	19:00	0,44 kW
20:00	2,19 kW	20:00	0
20:10	0,52 kW	20:10	0

Çizelge 6.2 detaylı incelendiğinde 16 Haziran tarihinde bulutlanma yaşanmamıştır. Saat 12:00’a kadar güneş ışınlarının panel üzerine gelen açısındaki değişim ve şiddetindeki artmadan dolayı üretimde artma görülmüştür. Saat 12:00’da güneş ışınları panel üzerine dik açıyla geldiğinden en yüksek üretim değeri burada görülmüştür. Saat 12:00’dan itibaren güneş ışınımının panel üzerine gelen açısındaki değişim ve şiddetindeki azalmadan dolayı üretimde düşme görülmüştür. 7 Haziran tarihinde ise genel bir bulutlanma yaşandığından dolayı üretim değerlerinde dalgalanma görülmüştür.

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Güneş enerji santrallerinin üretim verilerinin hesaplanabilmesi verimlilik, yatırım maliyetlerinin geri dönüş sürelerinin hesaplanabilmesi gibi yatırım kararlarını doğrudan etkileyebilecek önemli bir husustur. Güneş enerji santralinin üretimini hesaplayabilmek için simülasyon programlarının, güneş enerji santrali tasarımı ve projelendirmesi yapan mühendislerin ve bu işi ticari amaçla yürüten şirketlerin basit olarak kullandığı formül şu şekildedir:

$$\text{Üretim Miktarı} = \text{Işınım Şiddeti}(\text{kwh/m}^2) * \text{Panel Alanı}(\text{m}^2) * \text{Panel Verimi} \quad (1)$$

Bu tez çalışmasında verileri kullanılan tesisin 10 aylık üretim miktarı eşitlik 1'e göre hesaplanır;

Yozgat Işınım Şiddeti: 1500-1550 (kwh/m²-yıl)

Kullandığımız Panelin Ölçüleri: 2095 mm*1038 mm*40 mm

Panel Alanı: 2,175 m²

Toplam Panel Alanı: 939,60 m²

Panel Verimliliği: %20,92

Üretim Miktarı= 299 760 kWh – yıl olarak hesaplanır.

10 aylık üretim miktarı ise 249 800 kWh olarak bu formül üzerinden hesaplanmaktadır. Basit formül ile hesaplanan bu üretim miktarı PVSOL gibi simülasyon programlarında ışınlam şiddeti, panel yerleşim açısı, çatı yönleri, meteorolojik bulgular ve sistem kayıpları gibi değerlerde dahil edilerek üretimle ilgili bir yaklaşım hesabı yapılmaktadır.

Bu tez çalışmamda ulaştığım bulgulara göre kullanmış olduğum simülasyon programı (PVSOL) değerleri ile gerçek üretim değerleri arasında birbirine yakın olmakla beraber %3.75'lik bir fark bulunmaktadır. Bu farkın sebepleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Şebeke kaynaklı arızalar: Kurulan sistem şebekeye bağlı (On Grid) olduğu için şebekede kaynaklanan arızalarda tesis üretim yapamamaktadır. PVSOL de ise şebeke arızalarının

hiç olmayacağı varsayılarak değerler hesaplanmaktadır. Çizelge 5.6'da 8 ve 9. günde görüldüğü gibi tesis trafosunda kaynaklanan bir arızadan dolayı bir buçuk gün üretim gerçekleşmemiştir.

Ayrıca dağıtım şirketinin yaptığı planlı bakım kesintilerinde şebeke kesildiği için tesis üretim yapamamaktadır.

Sistem kaynaklı arızalar: Üretim tesisinde bulunan ekipmanlar (inverter, pano vb.) malzemelerde yaşanan arızalar üretimin durmasına sebep vermektedir. PVSOL de ise sistemde yaşanacak arızaların olmayacağı varsayılarak değerler hesaplanmaktadır. Çizelge 5.9'da 3,4,5,6 ve 7. günlerde görüldüğü gibi üretim tesisi panosunun motorlu şalterinde gerçekleşen arızadan dolayı sistem beş gün üretim yapamamıştır.

Meteorolojik değerler: PVSOL programı tesisin bulunduğu konumun meteorolojik verilerinin ortalamasını alarak üretim simülasyonları gerçekleştirmektedir. Bu değerlerin güncel olarak değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Diğer Sebepler: Panellerdeki kirlenme gerçek üretim verilerini düşürecektir. Ancak PVSOL de panellerdeki kirlenme hesaba katılmadan tahmini üretim değerleri hesaplanmaktadır. Panel ve invertörün test koşullarındaki verimlilikleri ile gerçek ortam çalışmalarındaki verimliliklerinin farklı olması da değerlerimizde farklılığa neden olmaktadır. Yukarıda belirtilen sebeplere bakılırsa sistemde ve şebekede arızalar olmadığı zaman PVSOL programı gerçek üretim değerlerine çok yakın veriler sunmaktadır. Güneş Enerjisi Santrali kurulumu yapan birçok firma fizibilite ve fiyat verme konusunda PVSOL programından destek almaktadır. Bu fizibilite çalışmaları yapılırken ve müşteriye sunulurken bu arıza sebeplerinden bahsedilmeli ve müşteri bilgilendirilmelidir.

8. KAYNAKLAR

- Akcan, E., Kuncan, M. ve Minaz, M.R, 2020. PVsyst Yazılımı ile 30 kW Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistemin Modellenmesi ve Simülasyonu, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 248-261. Anonim, 2009, İstatistiklerle Türkiye 2009, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Yayın no: 3352, Ankara.
- Altaai, I.K, 2023, Güneş Takip Sistemi İle Güneş Panellerinin Çift Taraflı Ve Tek Taraflı Kullanımının Karşılaştırmalı Analizi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya..
- Arslan M, 2022, Güneş enerji santrallerinin simülasyon ile üretim verilerinin karşılaştırılması ve analizi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, 240s, Konya
- Alaçam B, 2022, 10 kw'lık çatı tipi fotovoltaik bir sistemin modellenmesi ve gerçek üretim verileri ile karşılaştırılması, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, 118s, Amasya
- Allaq S, 2024, Utilizing remote sensing and GIS solar power sources, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 136s, İstanbul.
- Baviskar S, Patil G B, Patil Y Solanki Y, Ushkewar S, 2024, An Evaluation of Solar Photovoltaic System Depreciation Using PVSOL, International Journal of Engineering and Management Research, 14, 15-18 .
- Bilen K., Işık B., Gezer S. ve Kıyık F, 2021, Hava soğutmalı fotovoltaik panellerde kanatçık tipinin soğutmaya etkisinin teorik olarak incelenmesi, Politeknik Dergisi.
- Çınaroğlu, H, 2023, Bağımsız bir fotovoltaik sistemin pvsyst yazılımı kullanılarak tasarımı ve simülasyonu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 99s, Bilecik.
- Dip D, 2023, Güneş enerji santrali üretim verileri ile benzetim programlarından elde edilen verilerin karşılaştırılması: İnceler GES örneği, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, Amasya

- Egemen, B, 2023, Fotovoltaik bir tesisin üretim değerlerinin benzetim yazılımları sonuçlarıyla karşılaştırılması: Erbaa Belediyesi güneş enerji santrali örneği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, 76s, Amasya.
- Jiryawee, H, 2023, Solar energy analysis by using different package programs, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 139s, İstanbul.
- Kınalı, M.Y, 2019, Güneş Enerjisi Simülasyon Programlarının Gerçek Verilerle Doğruluk Analizi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 216s, Konya Teknik Üniversitesi, Konya
- Öztürk, H, 2021, Bir güneş enerji santralinin üretim ile simülasyon değerlerinin karşılaştırılması ve kayıp analizi: Beştepe enerji örneği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 103s, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.
- Taşçıoğlu, A, 2015, Monokristal Ve Polikristal Güneş Panellerinin Bursa Koşullarındaki Güç Performansı Üzerine Bir Araştırma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tugal, N, 2014, Enerji Talebi ve Enerji Talebini Belirleyen Faktörler: Türkiye Uygulaması, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, , Afyonkarahisar.
- Türkyılmaz, A, 2023, Çatı uygulamalı bir güneş enerji santralinin farklı yazılımlarda optimizasyon çalışması; Bursa örneği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Yetgin, F, 2022, Binaya Entegre Fotovoltaik (FV) Sistemlerin Simülasyon Ve Gerçek Üretim Verilerinin Karşılaştırılması” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Yiğit, F , 2023, Şebekeye bağlı 1 MW güneş enerji santralinin PVsyst ile simülasyonu ve performans parametrelerinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans,75s, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

İnternet Kaynakları

- 1- <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>, 12.10.2024
- 2- <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>, 15.09.2024
- 3- <https://gepa.enerji.gov.tr/pages/66.aspx>, 24.09.2024
- 4- <https://www.aydemperakende.com.tr/blog/fotovoltaiik-sistem-nedir>, 10.09.2024
- 5- <https://www.elseroof.com/hizmetlerimiz/on-grid-sistemler/>, 05.10.2024
- 6- <https://www.incitas.com.tr/bilgi-merkezi/blog/off-grid-sistem-nedir-nasil-kurulur-ve-nerede>, 18.09.2024
- 7- <https://www.ekoyapidergisi.org/binaya-entegre-fotovoltaiik-sistemlerin-mimaride-kullanimleri>, 11.09.2024
- 8- <https://inventoenerji.com/solar-float-sistem/>, 15.10.2024
- 9- <https://pvpartner.com.tr/mppt-nedir-neden-kullanilir/>, 19.10.2024
- 10- <https://solar.huawei.com/en/>, 15.09.2024
- 11- <https://eu5.fusionsolar.huawei.com/>, 16.09.2024
- 12- <https://pvsol.software/en/>, 20.09.2024
- 13- <https://plurawatt.com/>, 12.10.2024



EKLER



DC MONOKRİSTALİN MODÜL **450 - 460 Watt**



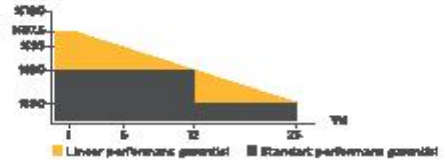
- Plurawatt modülleri ve montaj elemanları yüksek tasarım özellikleri ile hızlı, kolay ve güvenilir sistem çözümleri sunar.
- Plurawatt modülleri yüksek verimlilik ve pozitif güç toleransı ile sektörün en iyi normlarını sunar.
- Plurawatt DC M 72x2 modülleri 144 adet liye bölünmüş hücreden oluşur.
- Özel tasarımı alüminyum çerçevesi sayesinde çatı ve toprak üstü uygulamalarda rakiplerine göre kolay montaj imkanı sağlar.
- Üretim hattı kabiliyetleri sayesinde, Plurawatt M72x2 modülleri çerçeveli, cam/ cama, cam/cama çift yözlü hücre, cam/transparan arka folyo çift yözlü hücre üretilir. Plurawatt modülleri ile M8 (166 mm) - M12 (210mm) aralığında en yüksek verimli üretim yapılır.

IEC 61215 ve IEC 61730 (güvenlik ve yangın testi) standartlarına uygunluğu yetkili kuruluşlar tarafından sertifikalandırılmıştır.

KULLANIM ALANLARI

Şebake bağlantılı konutlar
Şebake bağlantılı ticari ve endüstriyel yapılar
Şebake bağlantılı tarımsal uygulamalar
Güneş santralleri

Standart güc performansı grafiği



PLURAWATT
Energy Systems

DC MONOKRİSTALİN MODÜL

450 - 460 Watt

PLURAWATT DC 166 M72x2 - MONOKRİSTALİN PANEL ELEKTRİK DEĞERLERİ

Panel Güç Sınıfı	450	455	460
Panel Hücre Tipi	PERC Monokristalin Hücre - Half Cut		
Panel Model Tipi	PW DC 450 M 72x2	PW DC 455 M 72x2	PW DC 460 M 72x2
Nominal Güç Aralığı	Artı yönlü güç sınıflandırması 0 ile +5Wp arasındadır.		
V _{mp}	41.480	41.724	41.994
I _{mp}	10.864	10.908	10.961
V _{oc}	48.860	48.988	49.118
I _{sc}	11.392	11.417	11.449
Panel Verimi	20,88%	20,92%	21,15%
Maksimum Güç Sıcaklık Katsayısı (TP _{max})	- 0,35 % / °C		
Kısa Devre Akımı Sıcaklık Katsayısı (T _{sc})	+ 0,053 % / °C		
Açık Devre Gerilimi Sıcaklık Katsayısı (TV _{oc})	- 0,28 % / °C		
Panel Çalışma Sıcaklığı Aralığı	- 40 °C + 85 °C		
Maksimum Sistem Gerilimi	IEC : 1500V		
Nominal Çalışan Hücre Sıcaklığı (NOCT)	45 ± 2 °C		

STC (Panel Isı 25°C, Işık 1.000 W/m², Hava Kütlesi Katsayısı 1,5)
 Tabloda verilen değerler panelin maksimum güç alınan noktalarında % ±3 ölçme toleransı ile hesaplanmıştır.
 Her bir Plurawatt panelinin STC'deki ölçüm sonucu, panel arkasındaki etikette yazılmaktadır.
 Suni ışık, hammaddeler farklılıklarından dolayı verilen değerlerin değiştiği haldeyi zekâ tutar.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Hücre Tipi	9BB PERC Monokristalin 166 x 166 mm Half Cut (166 x 83 mm)
Hücre Sayısı	72 x 2 (8 x 12 x 2)
Boyutlar	2095 x 1038 x 40 mm
Ağırlık	24,5 kg
Cam	3,2mm, Yüksek Geçirgenilimli, Dışık Demir Örneği Temparli Solar Cam
Çerçeve	Eloksel kaplamalı alüminyum
Bağlantı Kutusu	IP 68 - 3 bypass diyot (20A)
Bağlantı Kabloları	2 x (1 x 4 mm ²), 30cm / 100cm / 120cm
Maksimum Yük	2,4kPa rüzgar yükü, 5,4kPa kar yükü

EK 2. Invertör Datasheet

SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer



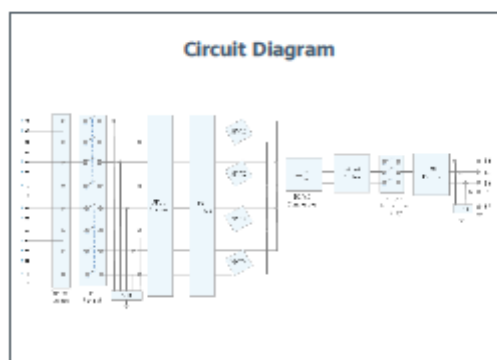
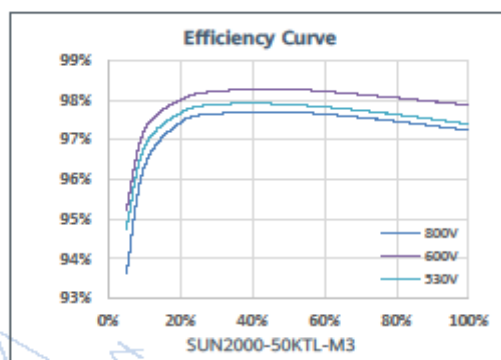
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



SOLAR.HUAWEI.COM/

EK 2.(devam) İnvertör Datasheet

SUN2000-50KTL-M3 Technical Specification

Technical Specification		SUN2000-50KTL-M3
Efficiency		
Max. Efficiency		98.5%
European Efficiency		98.0%
Input		
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Current per Input		20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage		600 V
Number of Inputs		8
Number of MPP Trackers		4
Output		
Rated AC Active Power		50,000 W
Max. AC Apparent Power		55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		55,000 W
Rated Output Voltage		400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current		72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current		79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion		<3%
Protection		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-Islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Arc Fault Protection		Yes
Ripple Receiver Control		Yes
Integrated PID Recovery ³		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485		Yes
Smart Dongle		WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (Isolation Transformer required)
General Data		
Dimensions (W x H x D)		640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 Inch)
Weight (with mounting plate)		49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0% RH ~ 100% RH
DC Connector		Amphenol HH4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP 66
Topology		Transformerless
Nighttime Power Consumption		≤ 5.5W
Standard Compliance (more available upon request)		
Safety		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50630, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards		IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3.RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

3. SUN2000-50KTL-M3 raises potential between PV+ and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include P-type (mono, poly), N-type (PERC, HIT).

Preliminary version. For reference only. Any datasheet issued previously becomes invalid when the official version is released.

The words and pictures in this release only reflect the preliminary status of the products and solutions. Because of the product development, the technical specifications from this version may change. We apologize and will provide you with the latest technical specifications for our products and solutions. For more information, please visit solar.huawei.com/.

SOLAR.HUAWEI.COM/

EK 3. Santral yerleşim planı



EK 4. Müşteri sunumu

HAKANOĞLU GES

11/16/2024

PV Sisteminiz

Kurulum adresi



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Projeye Genel Bakış



Resim: Genel Görüntü, 3D Tasarım

PV sistemi

3D, Şebekeye bağlı PV sistemi

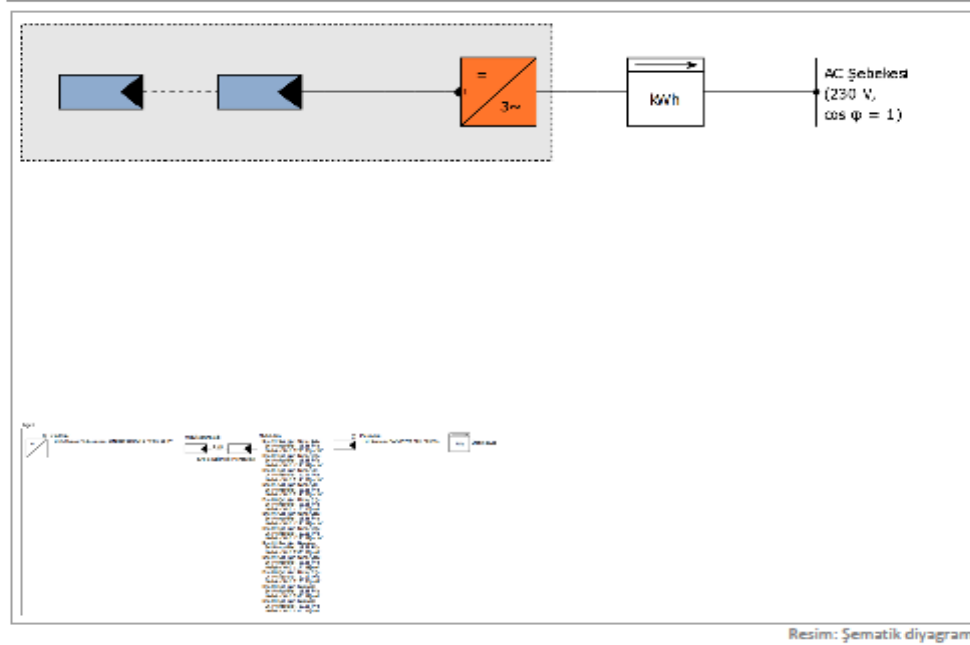
İklim verileri	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
PV jeneratör çıkışı	196.56 kWp
PV jeneratör yüzeyi	939.4 m ²
Sayı PV modülleri	432
Evirici Sayısı	3



Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (RB)
Valentin Software GmbH

Sayfa 2 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



Kazanç

Kazanç	
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	271,916 kWh
Şebeke beslemesi	271,916 kWh
Besleme noktasındaki düzenleme	0 kWh
Kişisel Güç Tüketimi	0.0 %
Güneş Enerjisi Oranı	0.0 %
Yıllık Özgül Kazanç	1,383.00 kWh/kwp
Sistem kullanım oranı (PR)	83.4 %
Gölgelemeden dolayı oluşan kazanç kaybı	1.3 %/Yıl
Önlenen CO ₂ emisyonu	127,766 kg/yıl

Finansal Analiz

Kazancınız	
Toplam yatırım maliyeti	294,840.00 \$
Varlıkların Getirisi	0.00 %
Amortisman süresi	20'dan fazla Yıllar
Elektrik üretim maliyeti	0.06 \$/kWh
Enerji Dengesi / Şebekeyi Besleme Kavramı	Tam besleme

Sonuçlar, Valentin Software GmbH (PV*SOL algoritmaları) tarafından bir matematiksel model hesaplaması ile hesaplanmıştır. Güneş enerjisi sisteminde elde edilen gerçek kazançlar, hava değişikliklerinin, modüllerin ve evirici verimliliğinin ve diğer faktörlerin bir sonucu olarak farklılık gösterebilir.



Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 3 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Sistemin kurulumu

Genel Bakış

Sistem bilgileri

Ek türü	3D, Şebekeye bağlı PV sistemi
Devreye Alma	11/13/2023

İklim verileri

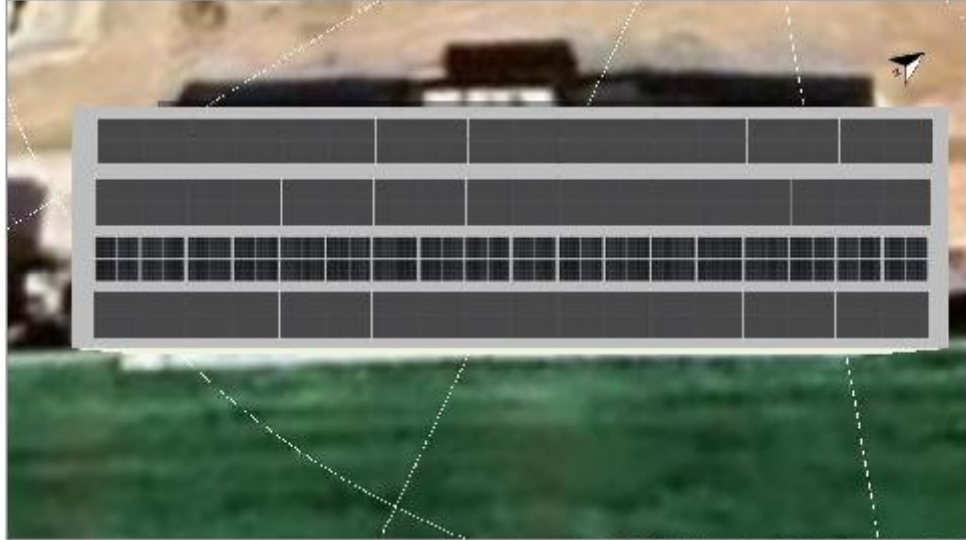
Konum	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
Verilerin çözünürlüğü	1 h
Kullanılan simülasyon modelleri:	
- Yatayda difüz radyasyon	Hofmann
- Eğimli yüzeye düşen ışınım	Hay & Davies

Modül Alanları

1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

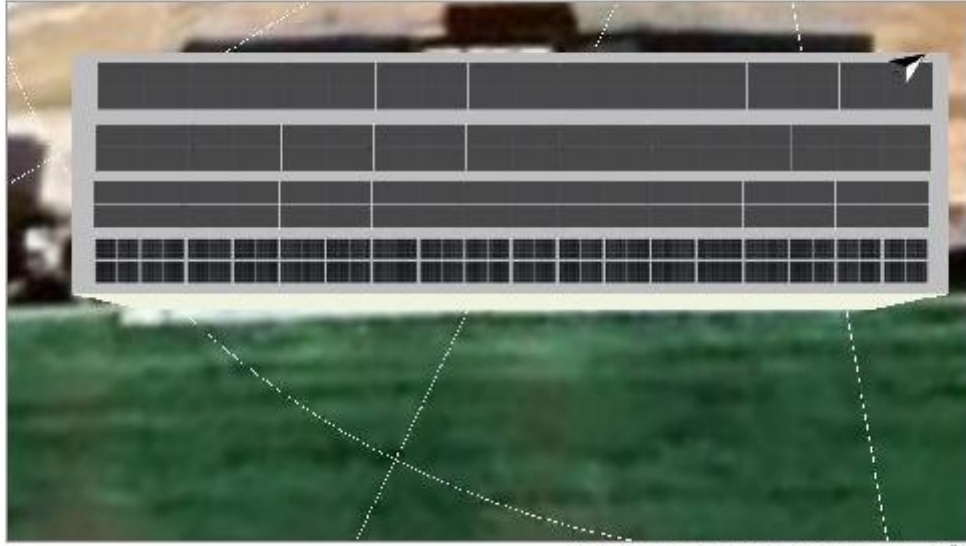
Sayfa 4 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



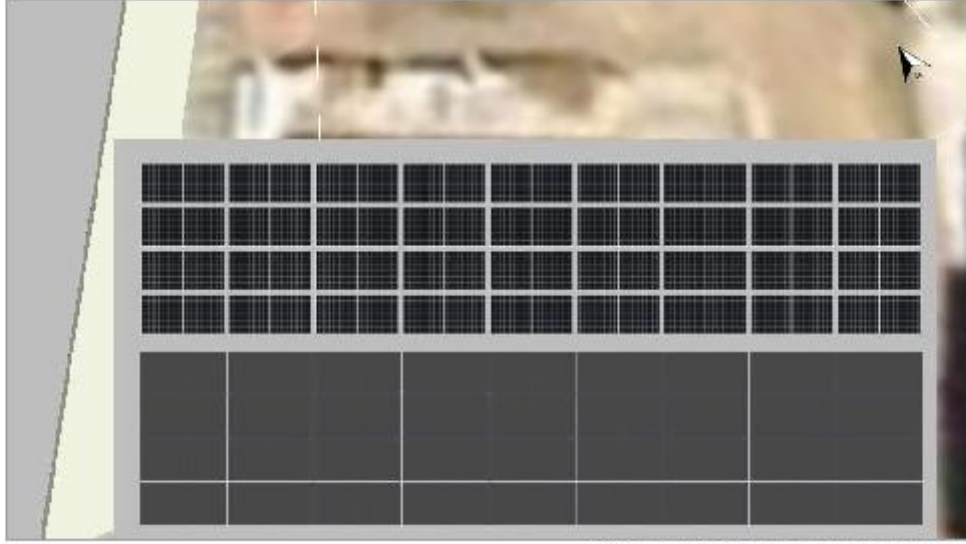
Resim: 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



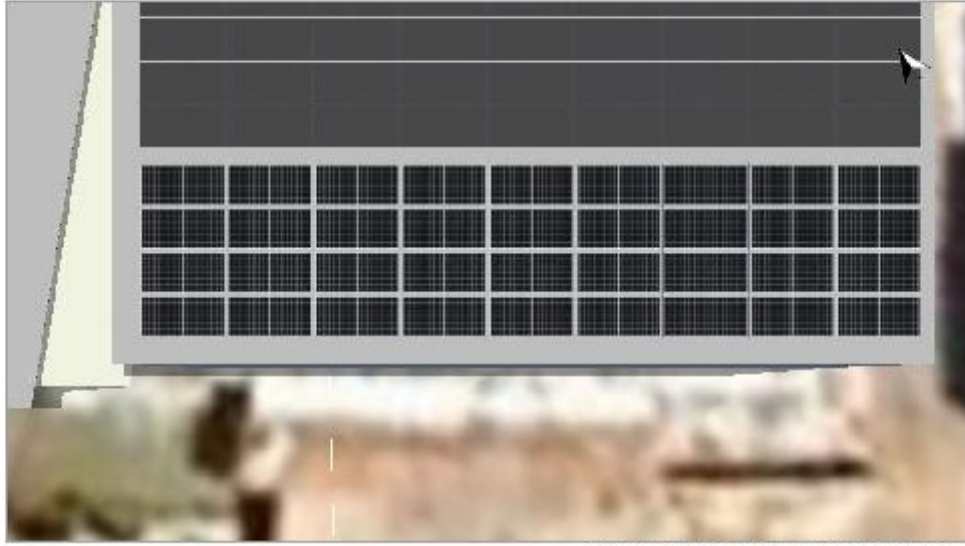
Resim: 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



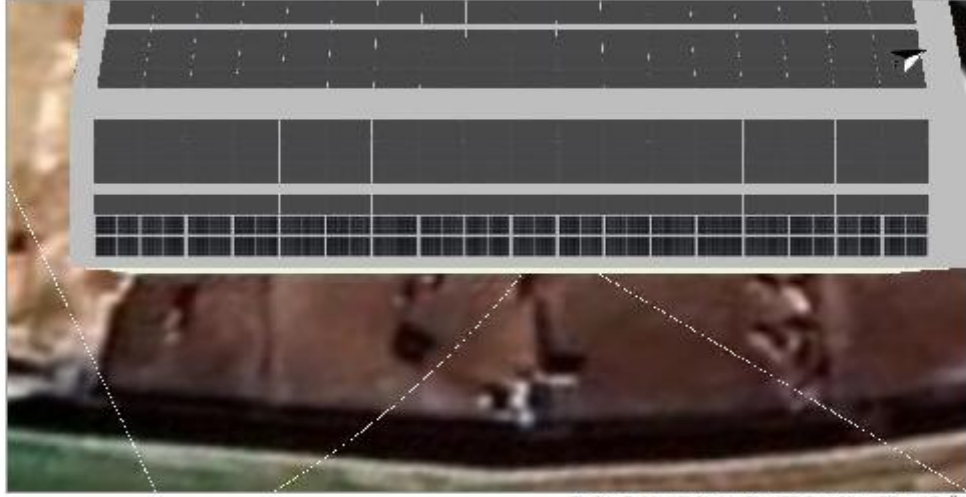
Resim: 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 117 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



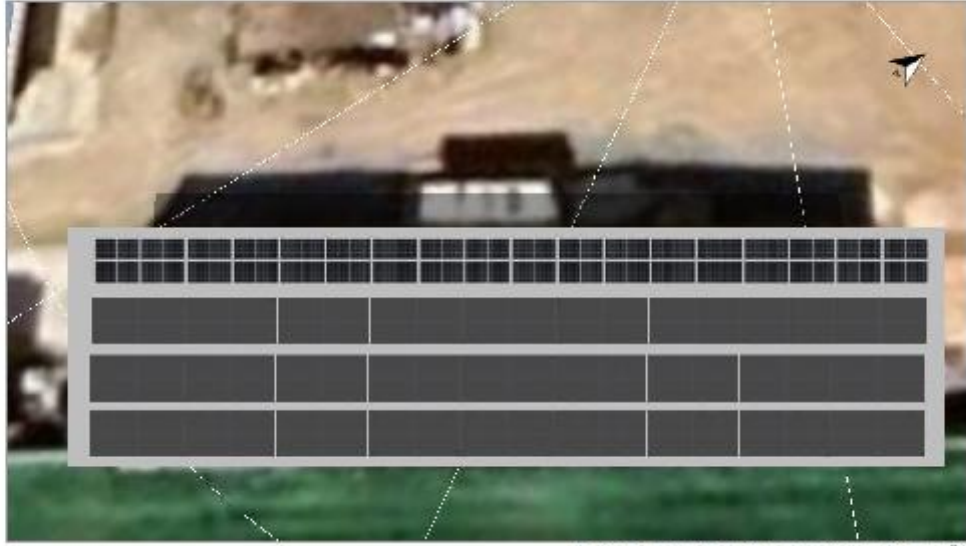
Resim: 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



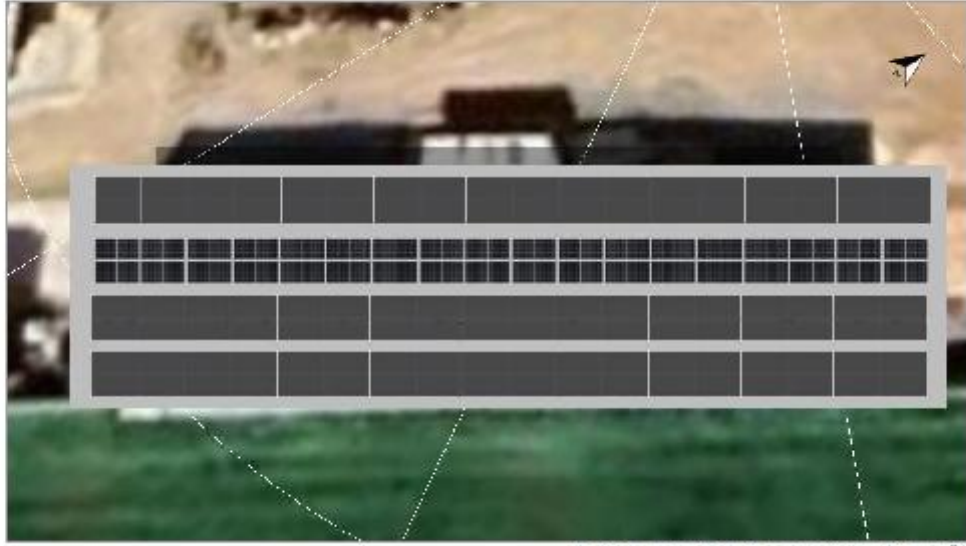
Resim: 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



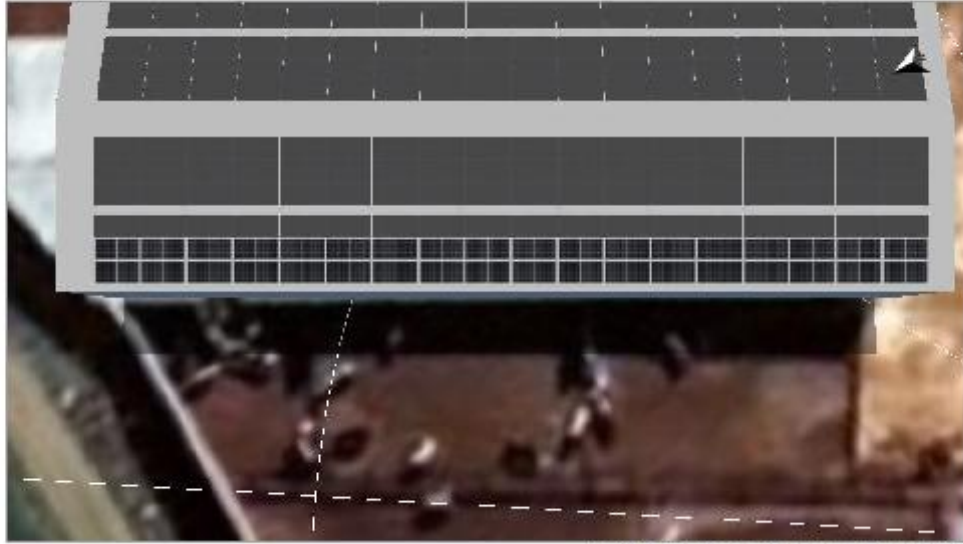
Resim: 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratörü, 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Kuzeybatı 297 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

HAKANOĞLU GES

11/16/2024

PV Sisteminiz

Kurulum adresi



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Projeye Genel Bakış



Resim: Genel Görüntü, 3D Tasarım

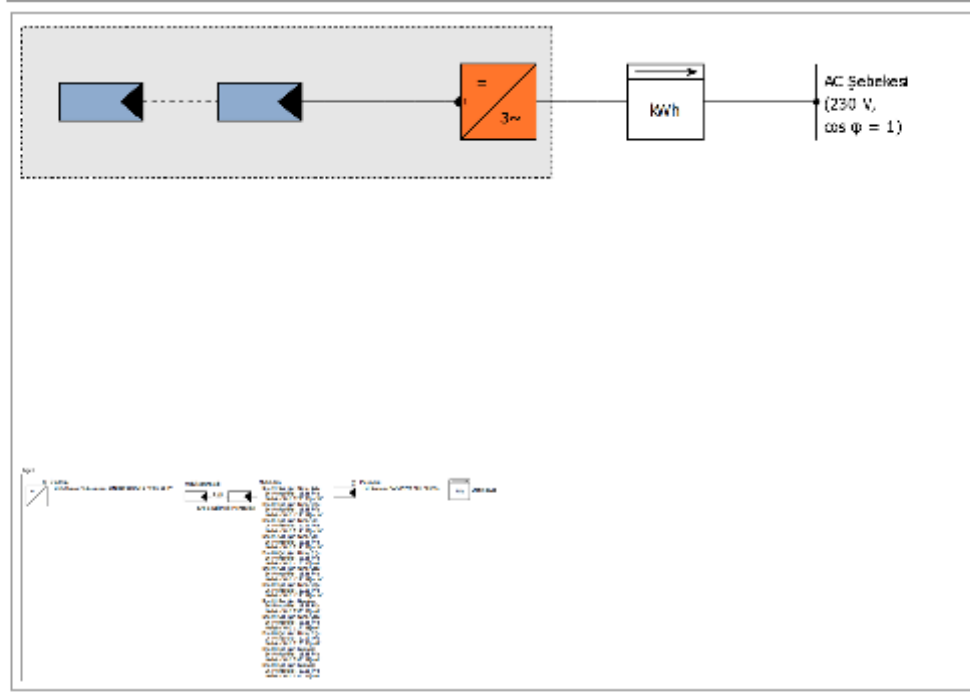
PV sistemi

3D, Şebekeye bağlı PV sistemi

İklim verileri	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
PV jeneratör çıkışı	196.56 kWp
PV jeneratör yüzeyi	939.4 m ²
Sayı PV modülleri	432
Evirici Sayısı	3



EK 4.(devam) Müşteri sunumu



Resim: Şematik diyagram

Kazanç

Kazanç

PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	271,916 kWh
Şebeke beslemesi	271,916 kWh
Besleme noktasındaki düzenleme	0 kWh
Kişisel Güç Tüketimi	0.0 %
Güneş Enerjisi Oranı	0.0 %
Yıllık Özgül Kazanç	1,383.00 kWh/kwp
Sistem kullanım oranı (PR)	83.4 %
Gölgelemeden dolayı oluşan kazanç kaybı	1.3 %/Yıl
Önlenen CO ₂ emisyonu	127,766 kg/yıl

Finansal Analiz

Kazancınız

Toplam yatırım maliyeti	294,840.00 \$
Varlıkların Getirisi	0.00 %
Amortisman süresi	20'dan fazla Yıllar
Elektrik üretim maliyeti	0.06 \$/kWh
Enerji Dengesi / Şebekeyi Besleme Kavramı	Tam besleme

Sonuçlar, Valentin Software GmbH (PV*SOL algoritmaları) tarafından bir matematiksel model hesaplaması ile hesaplanmıştır. Güneş enerjisi sisteminden elde edilen gerçek kazançlar, hava değişikliklerinin, modüllerin ve evin verimliliğinin ve diğer faktörlerin bir sonucu olarak farklılık gösterebilir.



Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 3 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Sistemin kurulumu

Genel Bakış

Sistem bilgileri

Ek türü	3D, Şebekeye bağlı PV sistemi
Devreye Alma	11/13/2023

İklim verileri

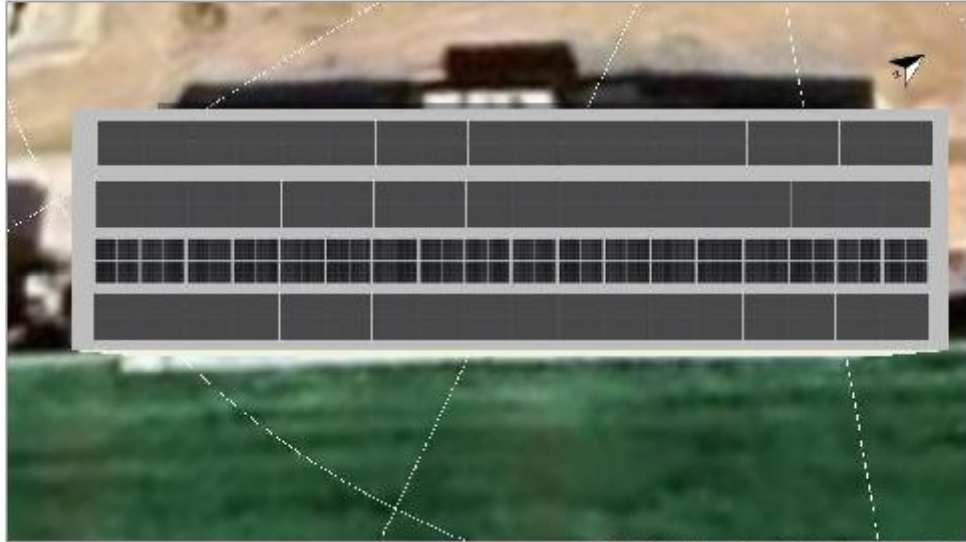
Konum	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
Verilerin çözünürlüğü	1 h
Kullanılan simülasyon modelleri:	
- Yatayda difüz radyasyon	Hofmann
- Eğimli yüzeye düşen ışınım	Hay & Davies

Modül Alanları

1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

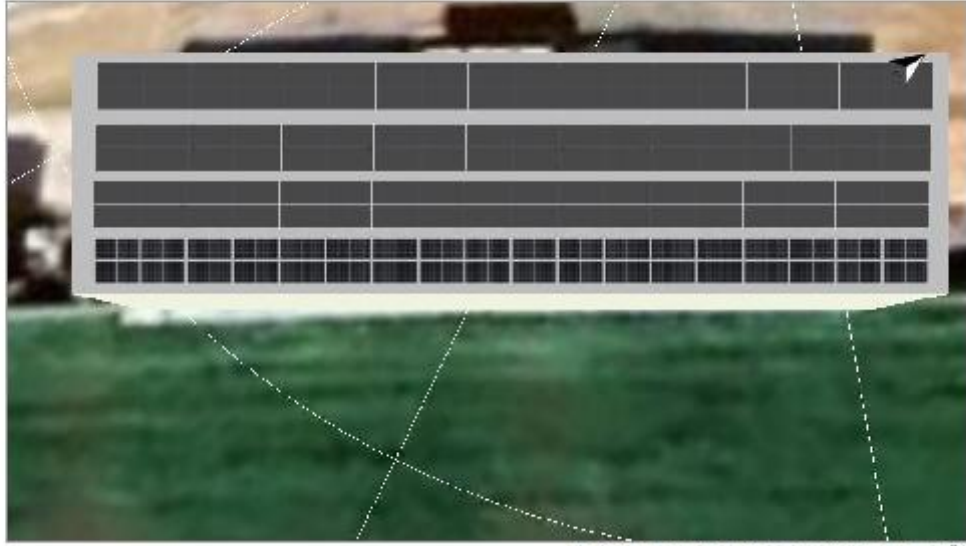
Sayfa 4 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



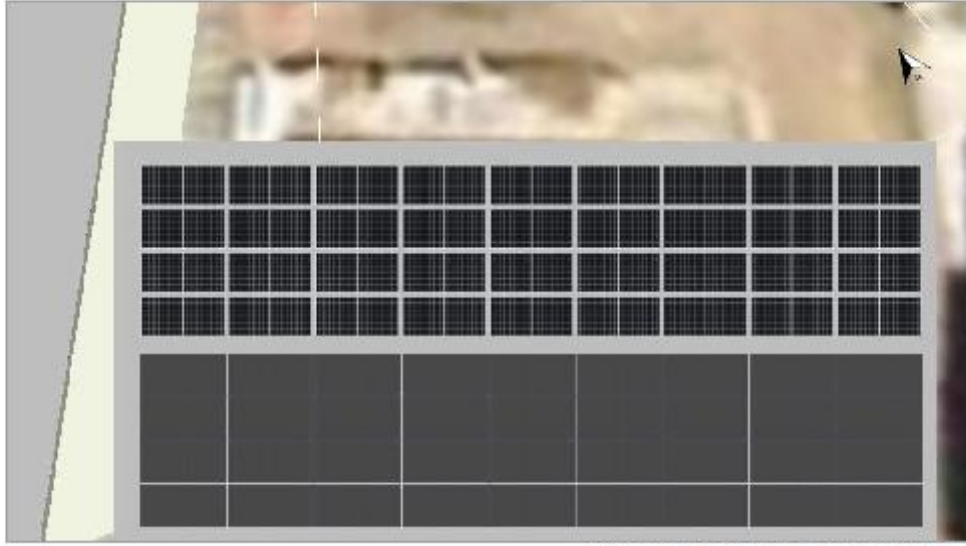
Resim: 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



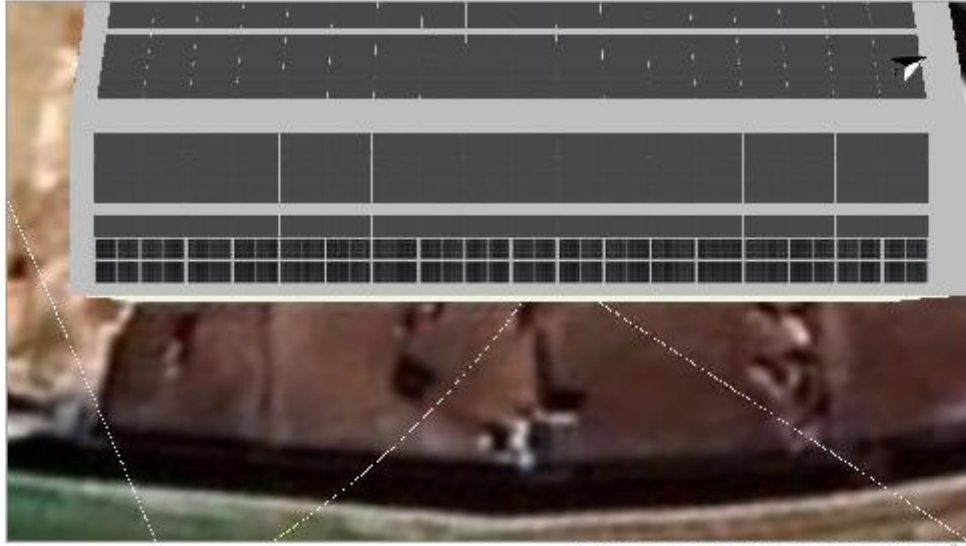
Resim: 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 117 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



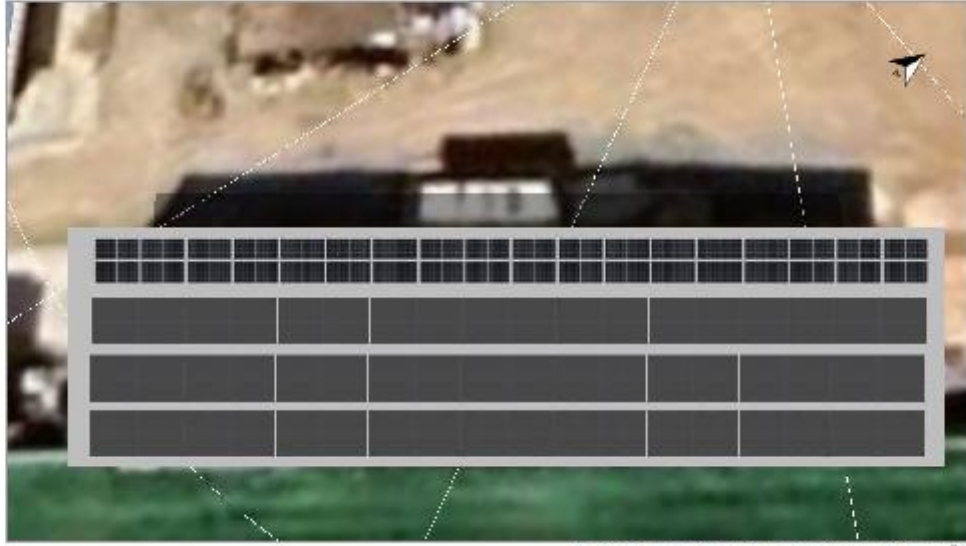
Resim: 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

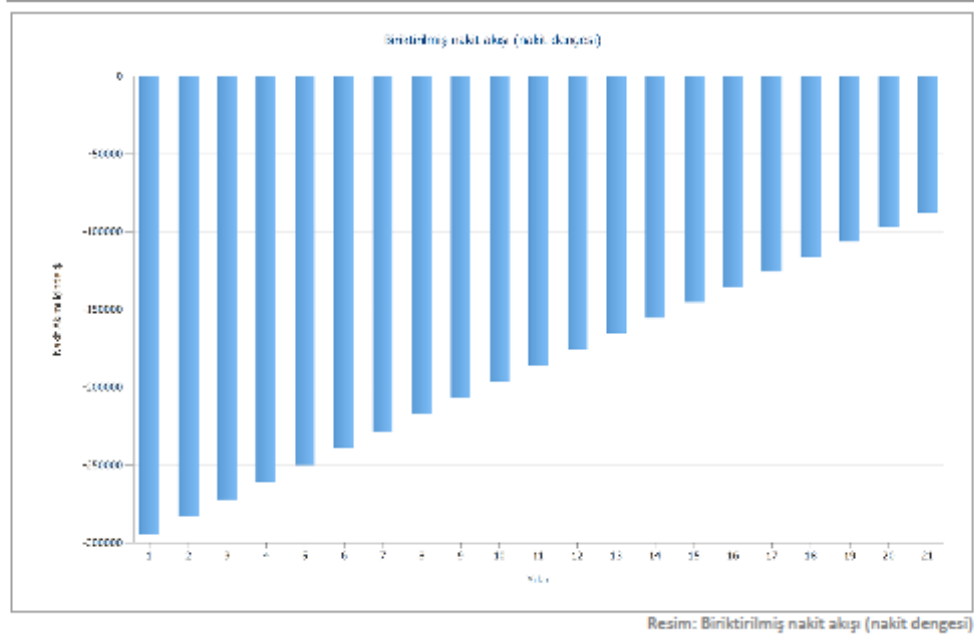
PV jeneratörü, 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



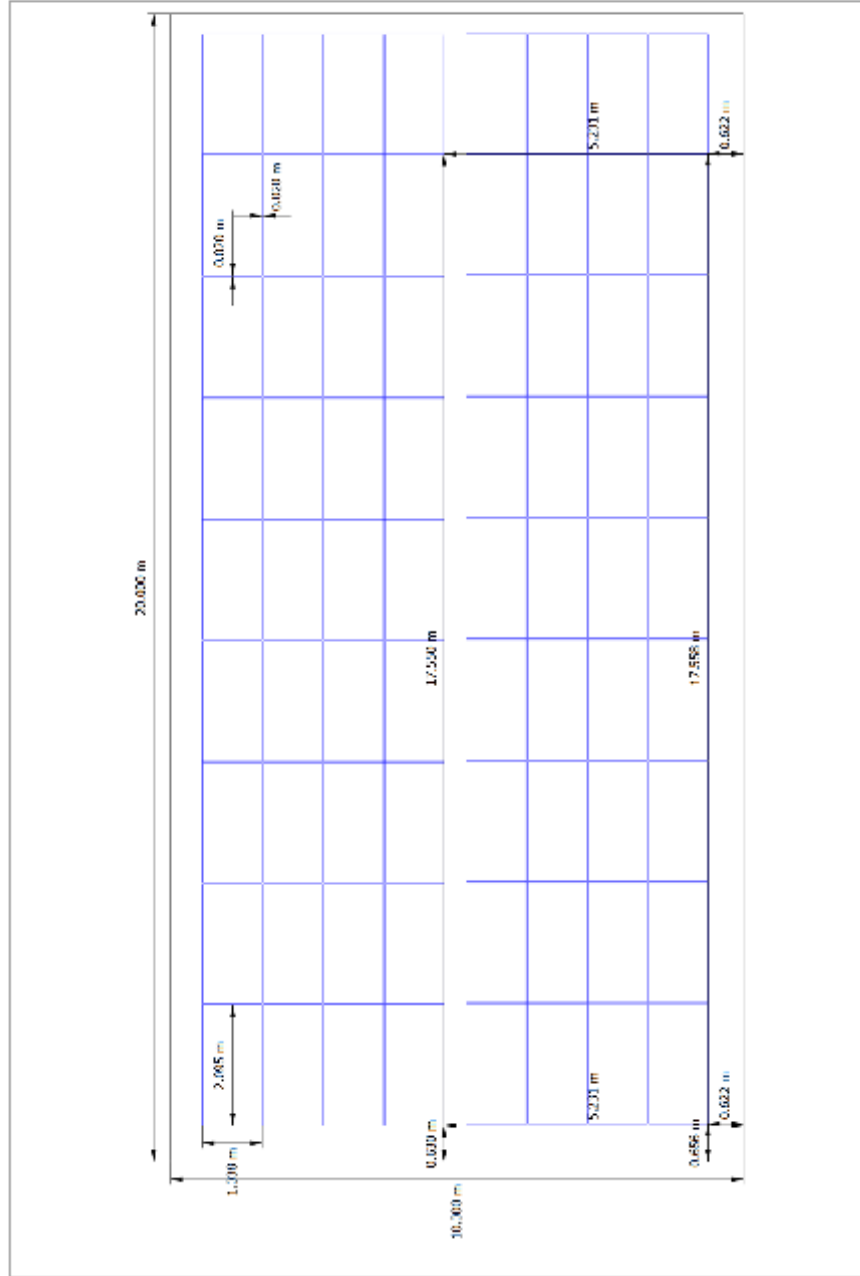
Resim: 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Boyutlandırma Planı



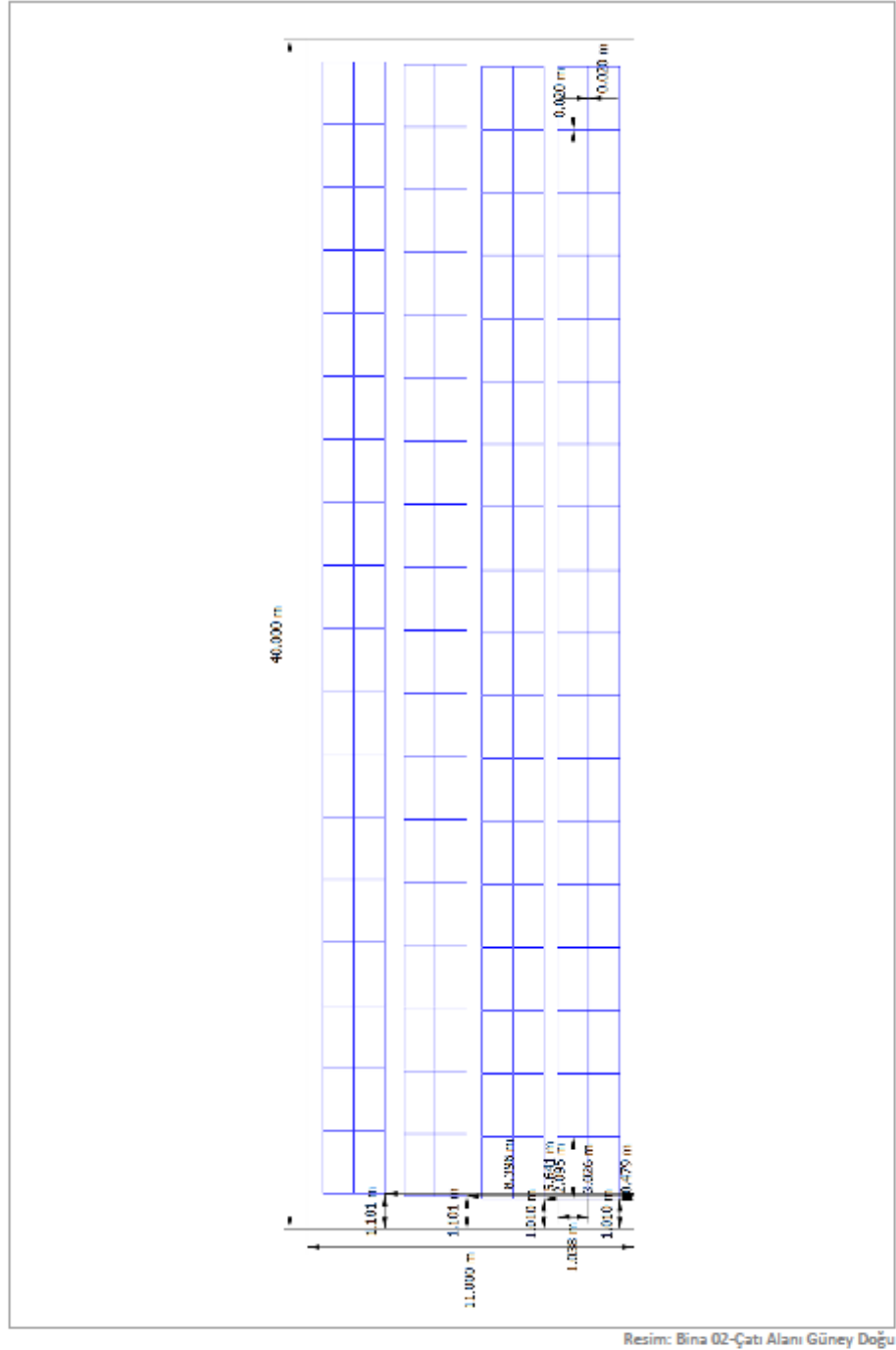
Resim: Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şununla oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 23 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



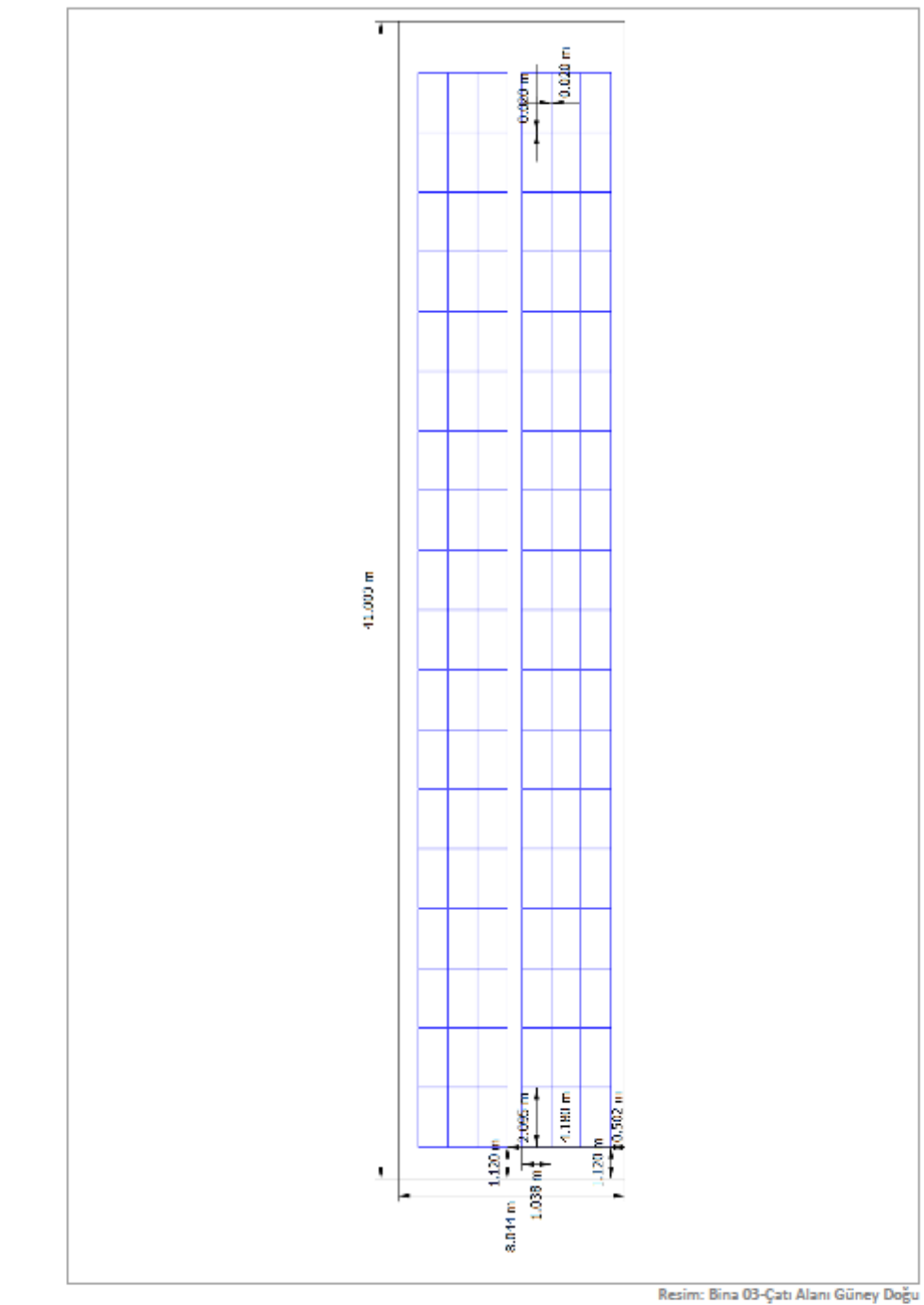
Resim: Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şunu ile oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 24 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



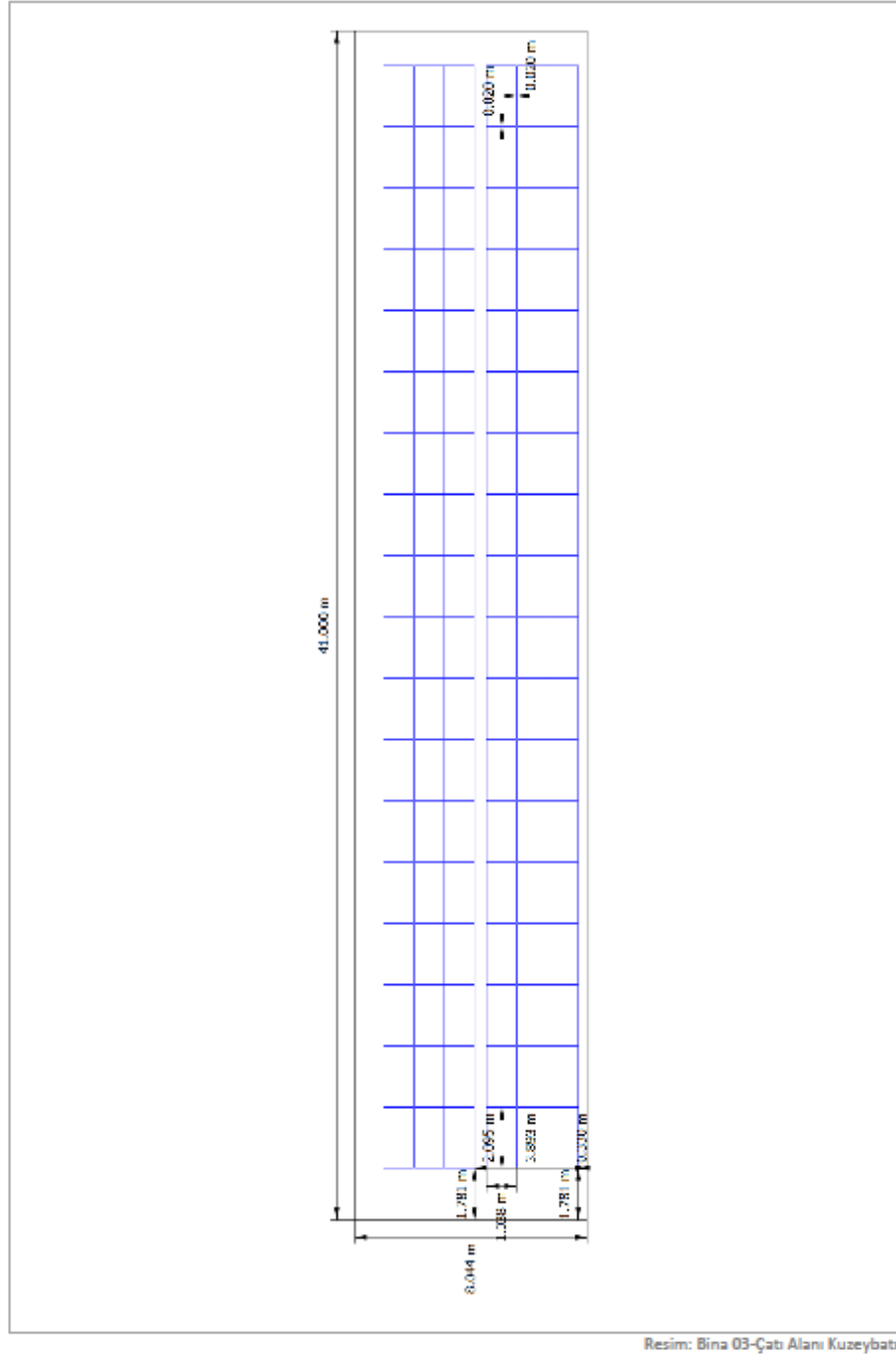
Resim: Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu



Şunu ile oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

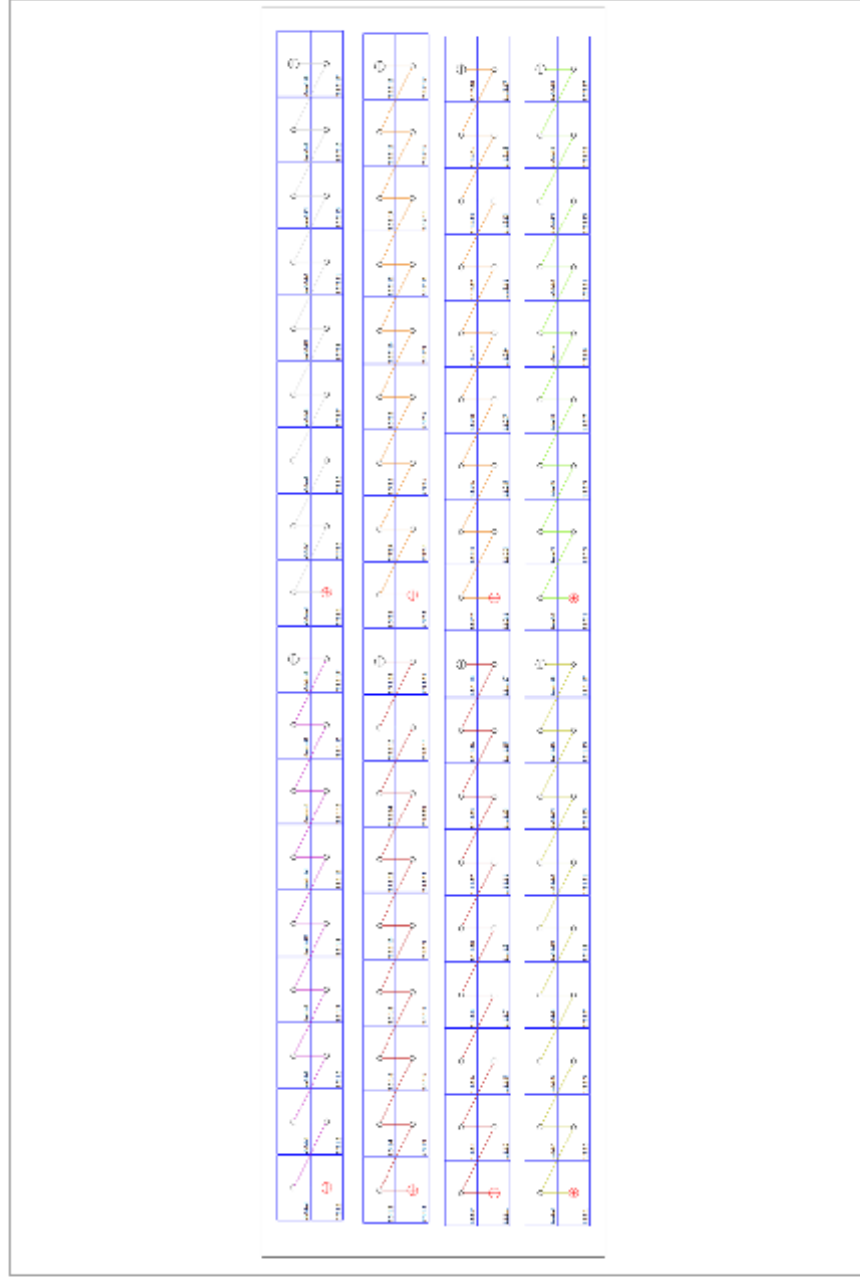
Sayfa 25 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Dizi Planı



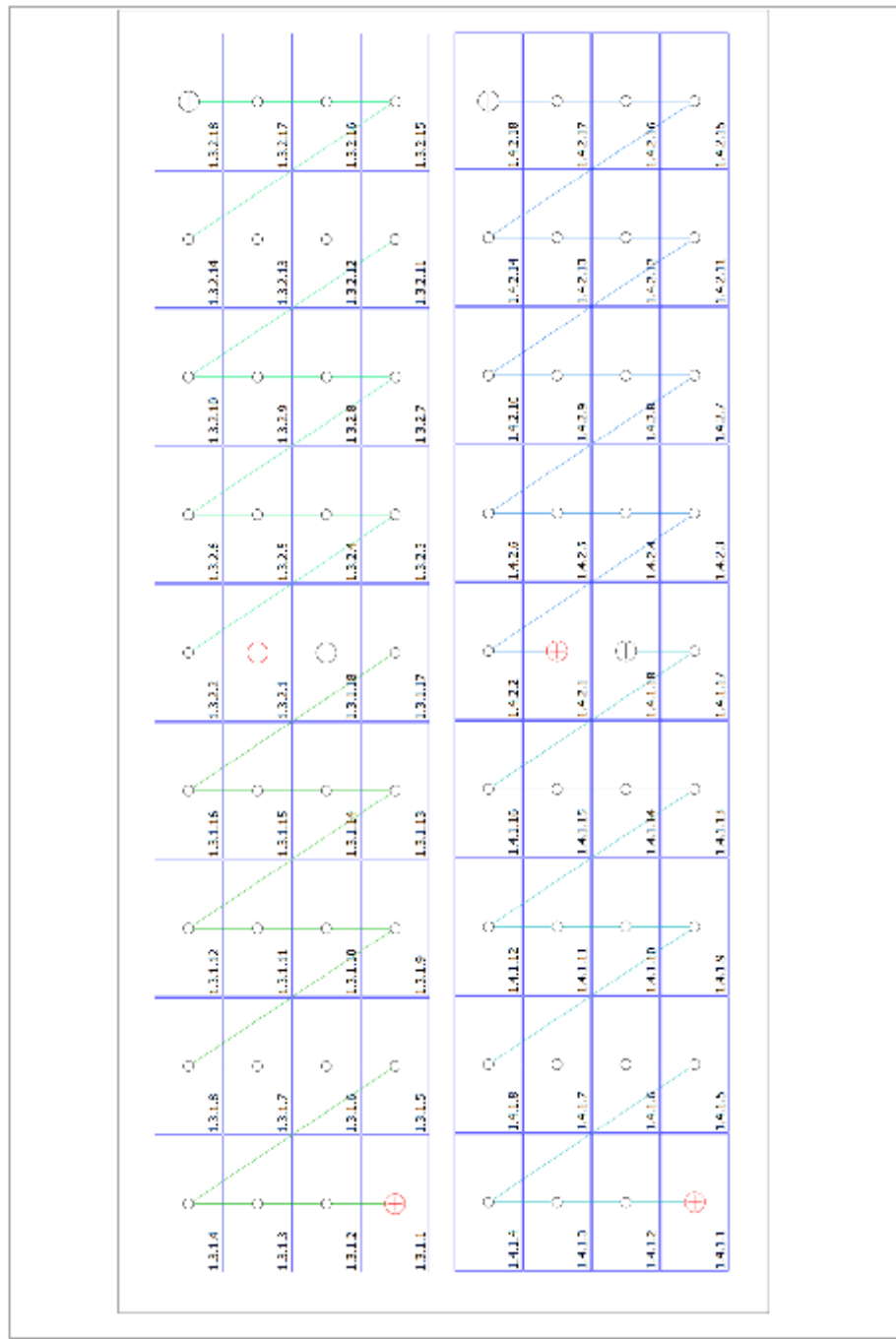
Resim: Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 27 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



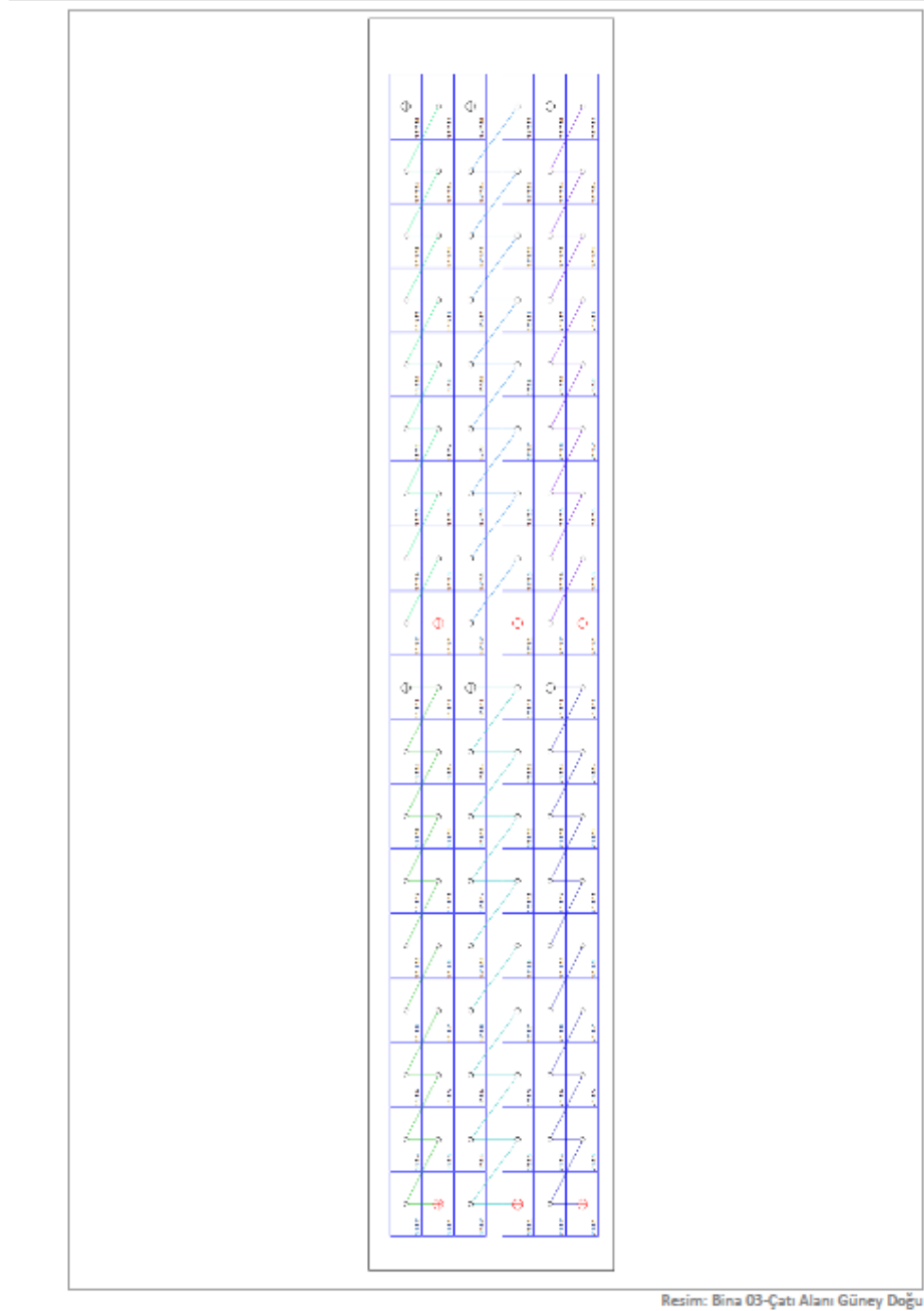
Resim: Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şunu ile oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 28 den/dan 31

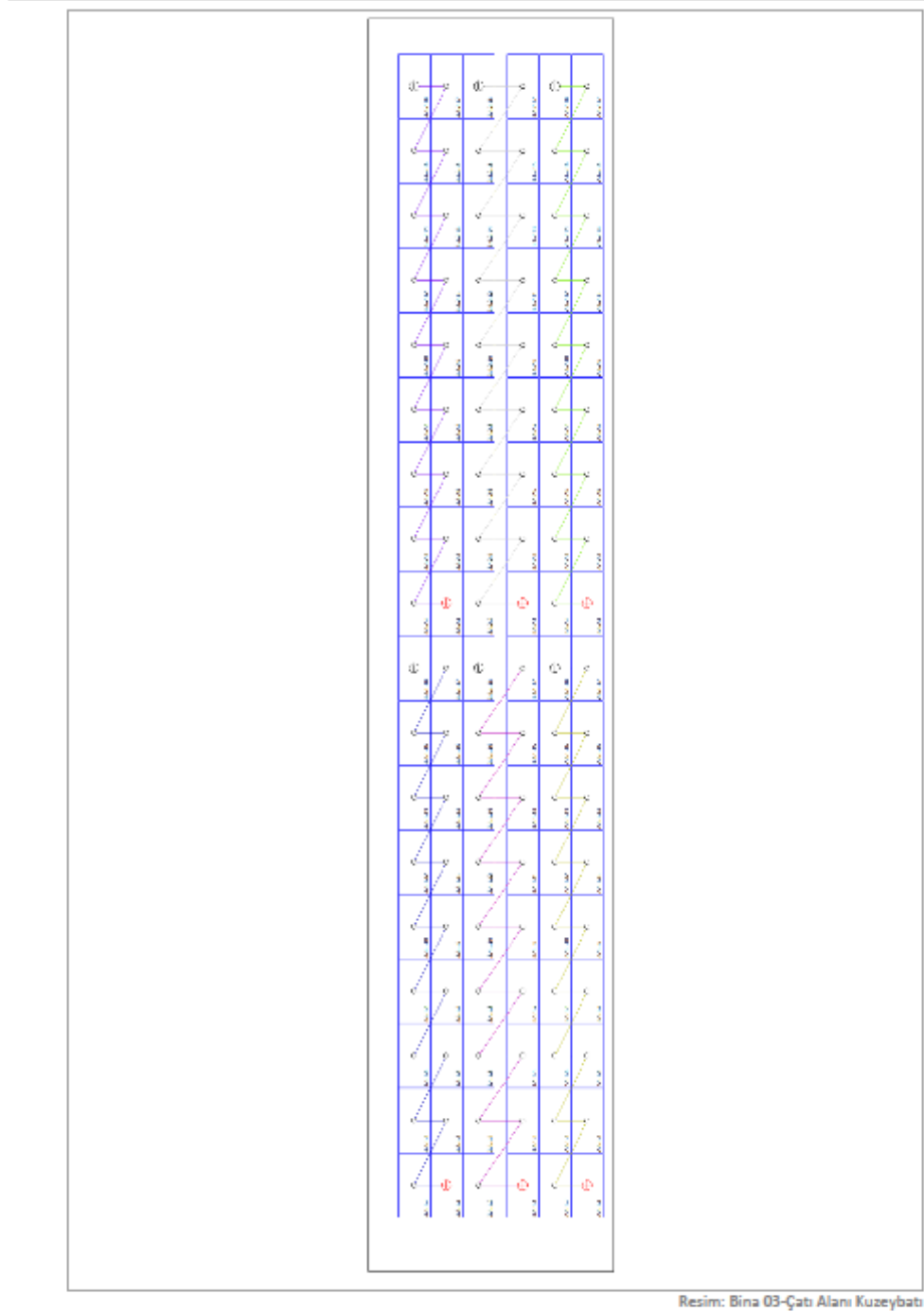
EK 4.(devam) Müşteri sunumu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 29 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu



Resim: Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 30 den/dan 31

EK 4.(devam) Müşteri sunumu

Parça listesi

Parça listesi						
#	Tür	Malzeme numarası	Üretici	İsim	Miktar	Birim
1	PV modülü		Example	PLURAWATT 455	432	Adet
2	İnvertörler		Huawei Technologies	SUN2000-50KTL-M3-400V	3	Adet
3	Bileşenler			Üretim sayacı	1	Adet



EK 5. Belgelendirme sunumu

11/16/2024

Belgelendirme

Müşteri Detayları

Şirket	
Müşteri numarası	
İlgili Kişi	HAKANOĞLU GES
Adres	
Telefon	
Faks	
E-Posta	

Proje Verileri

Proje Başlığı	
Teklif no.	
Proje Tasarımcısı	FATMA VİLDAN BOZ
Adres	



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (RS)
Valentin Software GmbH

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Projeye Genel Bakış



Resim: Genel Görüntü, 3D Tasarım

PV sistemi

3D, Şebekeye bağlı PV sistemi

İklim verileri	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
PV jeneratör çıkışı	196.56 kWp
PV jeneratör yüzeyi	939.4 m ²
Sayı PV modülleri	432
Evirici Sayısı	3



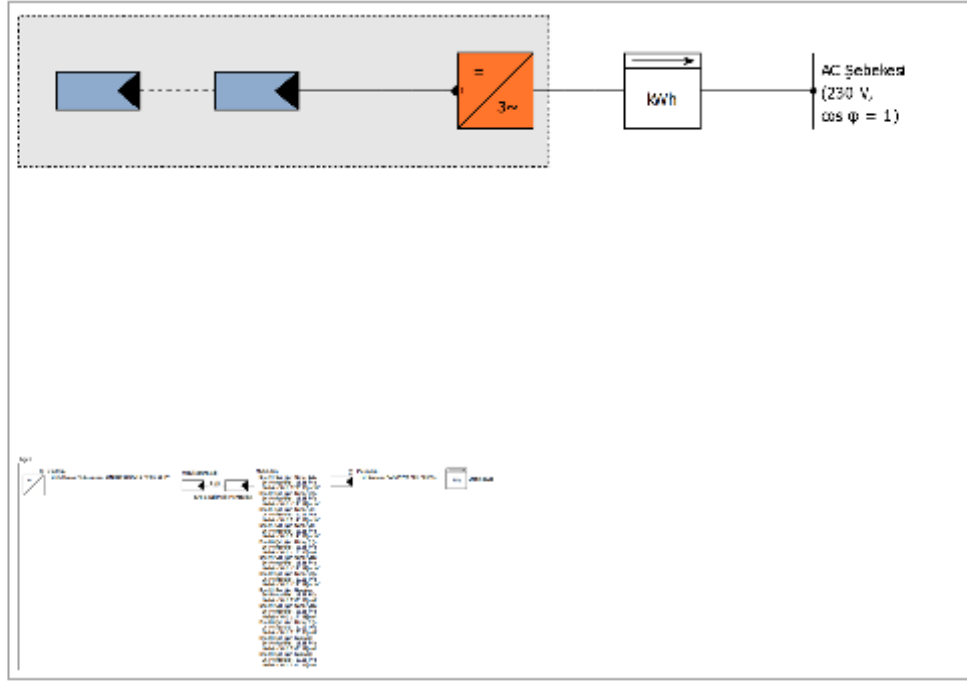
Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 2 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Şematik diyagram

Kazanç

Kazanç

PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	271,916 kWh
Şebeke beslemesi	271,916 kWh
Besleme noktasındaki düzenleme	0 kWh
Kişisel Güç Tüketimi	0.0 %
Güneş Enerjisi Oranı	0.0 %
Yıllık Özgül Kazanç	1,383.00 kWh/kwp
Sistem kullanım oranı (PR)	83.4 %
Gölgelemeden dolayı oluşan kazanç kaybı	1.3 %/Yıl
Önlenen CO ₂ emisyonu	127,766 kg/yıl

Finansal Analiz

Kazancınız

Toplam yatırım maliyeti	294,840.00 \$
Varlıkların Getirisi	0.00 %
Amortisman süresi	20'dan fazla Yıllar
Elektrik üretim maliyeti	0.06 \$/kWh
Enerji Dengesi / Şebekeyi Besleme Kavramı	Tam besleme

Sonuçlar, Valentin Software GmbH (PV*SOL algoritmaları) tarafından bir matematiksel model hesaplaması ile hesaplanmıştır. Güneş enerjisi sisteminden elde edilen gerçek kazançlar, hava değişikliklerinin, modüllerin ve evin verimliliğinin ve diğer faktörlerin bir sonucu olarak farklılık gösterebilir.



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 3 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Sistemin kurulumu

Genel Bakış

Sistem bilgileri

Ek türü	3D, Şebekeye bağlı PV sistemi
Devreye Alma	11/13/2023

İklim verileri

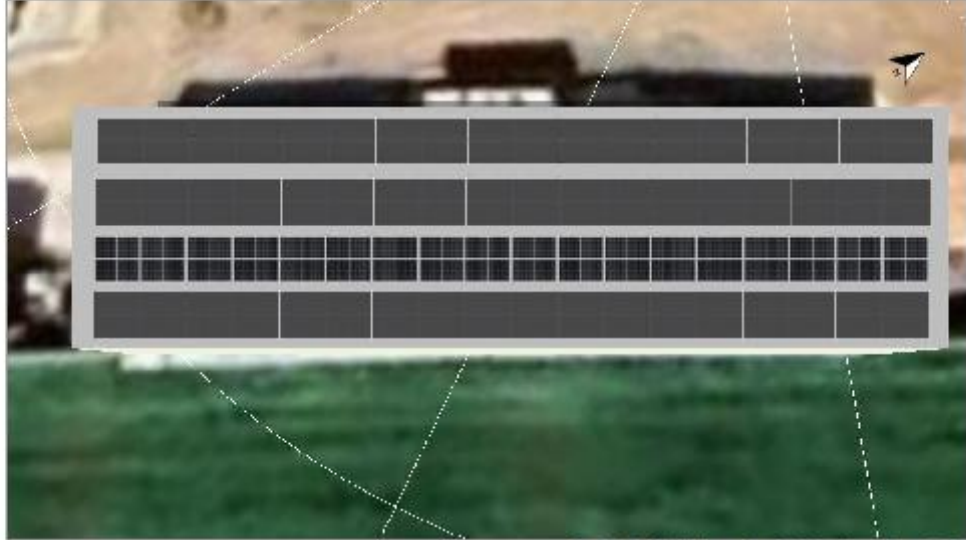
Konum	HAKANOĞLU GES, TUR (1991 - 2010)
Verilerin çözünürlüğü	1 h
Kullanılan simülasyon modelleri:	
- Yatayda difüz radyasyon	Hofmann
- Eğimli yüzeye düşen ışınım	Hay & Davies

Modül Alanları

1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 4 den/dan 48

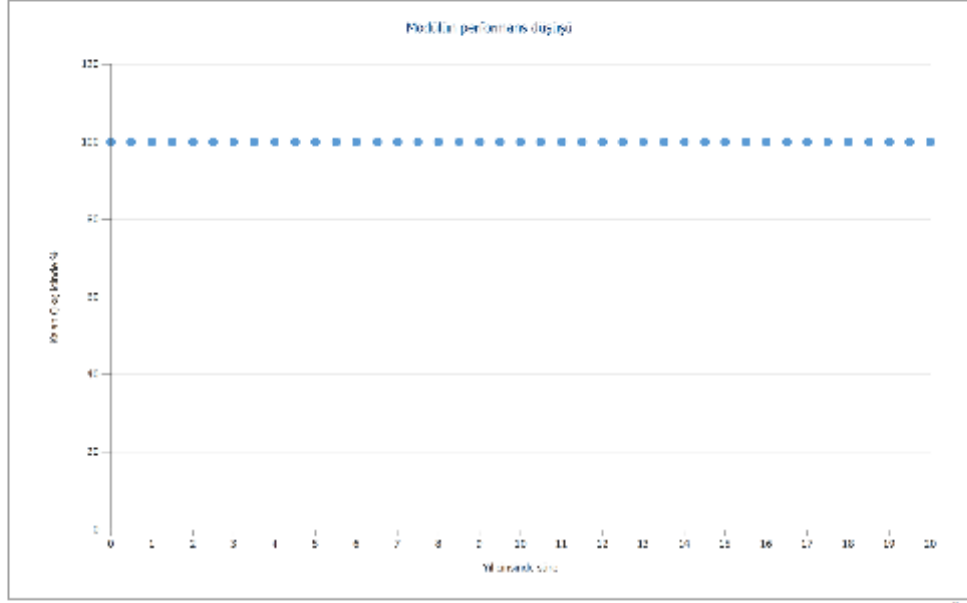
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 1. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 5 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

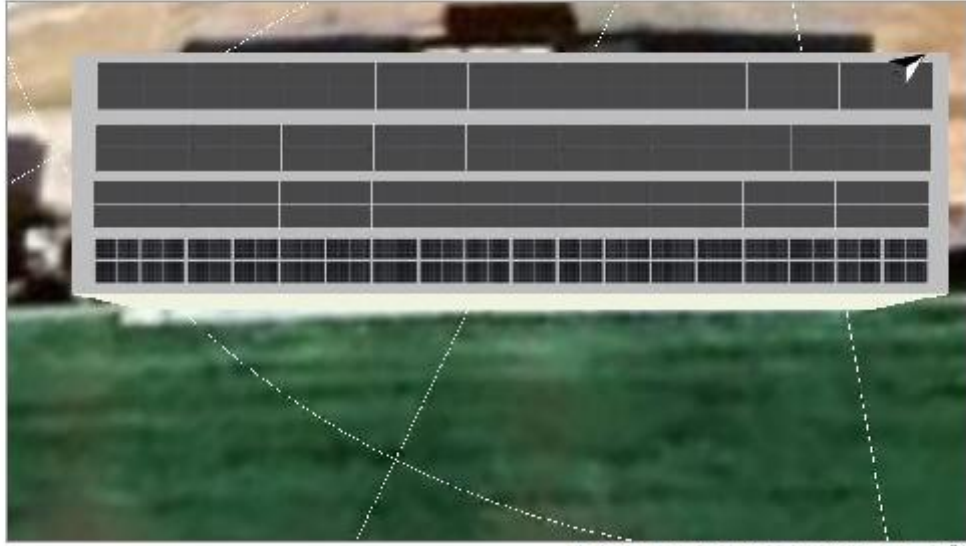
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 6 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

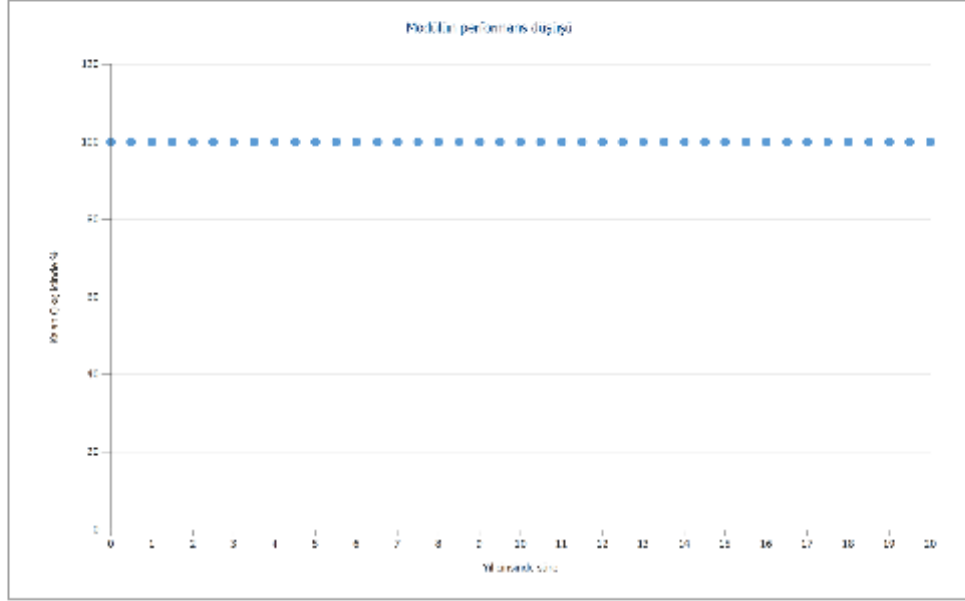
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 2. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 7 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

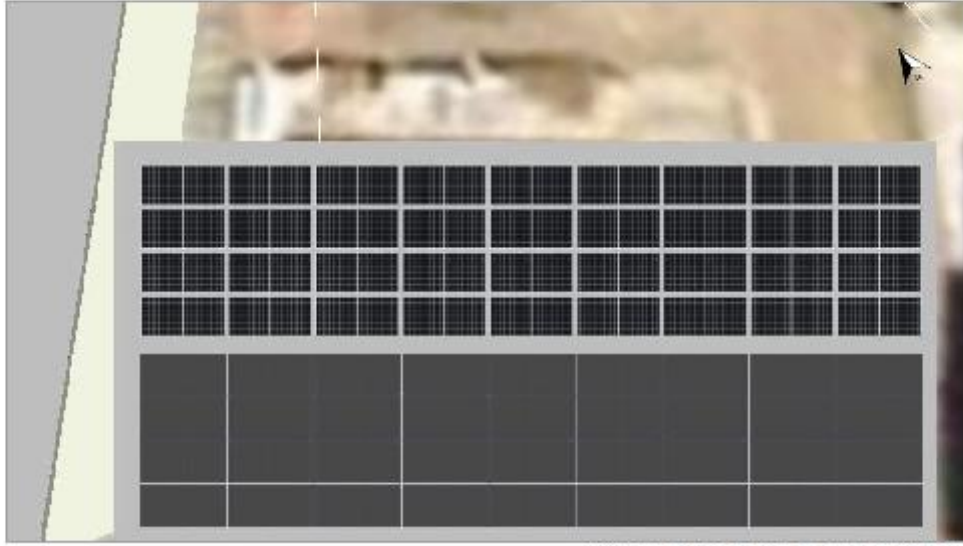
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 8 den/dan 48

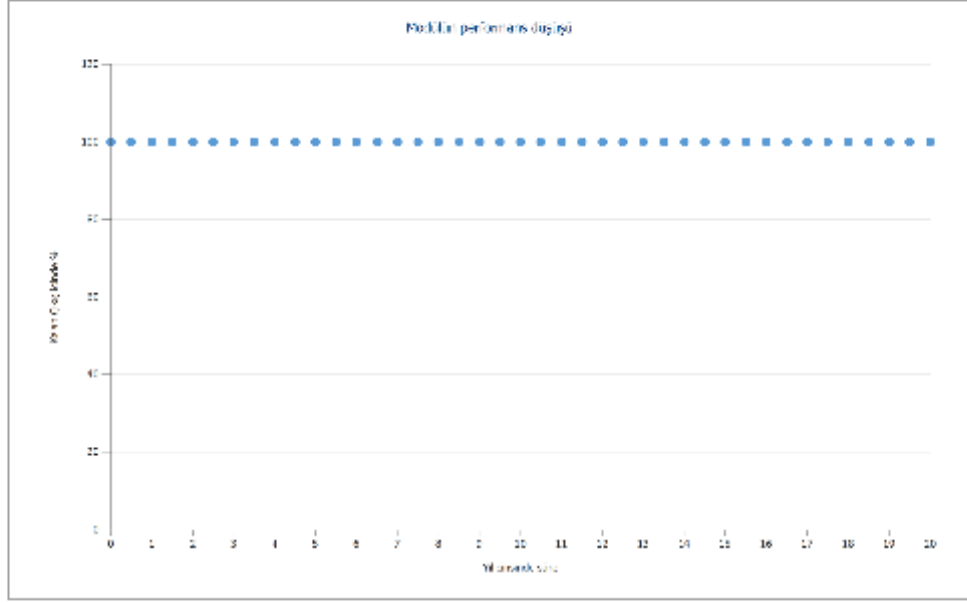
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 3. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 9 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

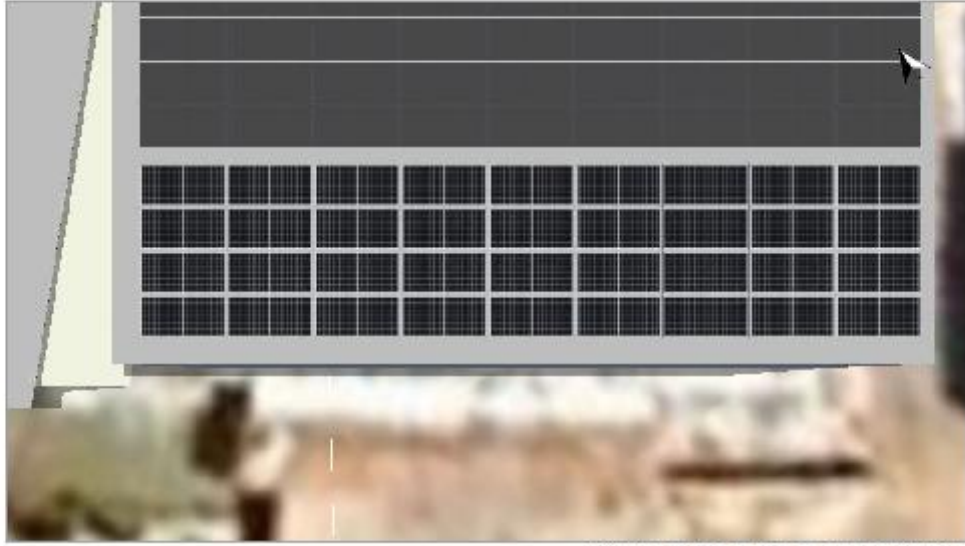
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratörü, 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

İsim	Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneybatı 214 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 10 den/dan 48

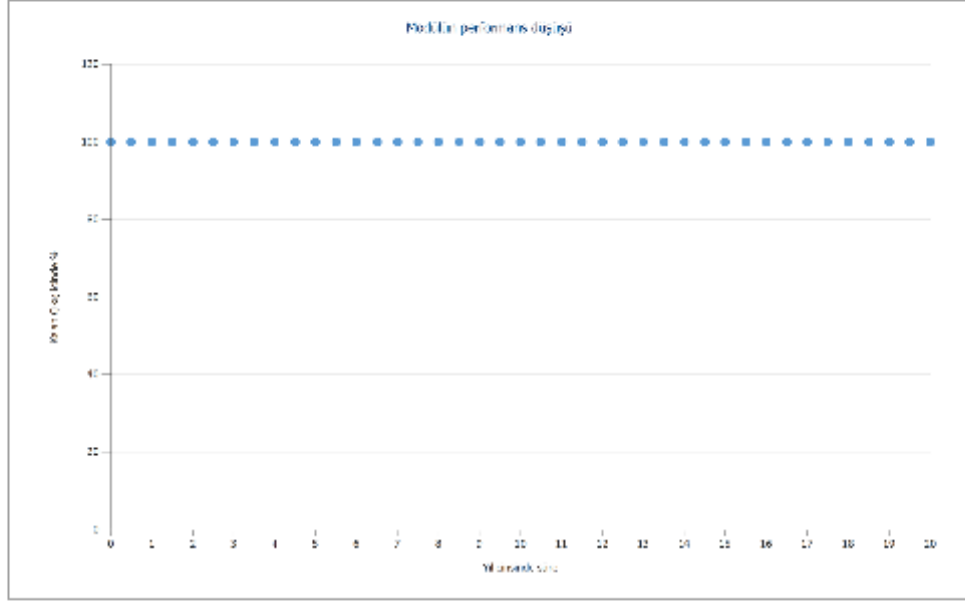
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 4. Modül Alanı - Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 11 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

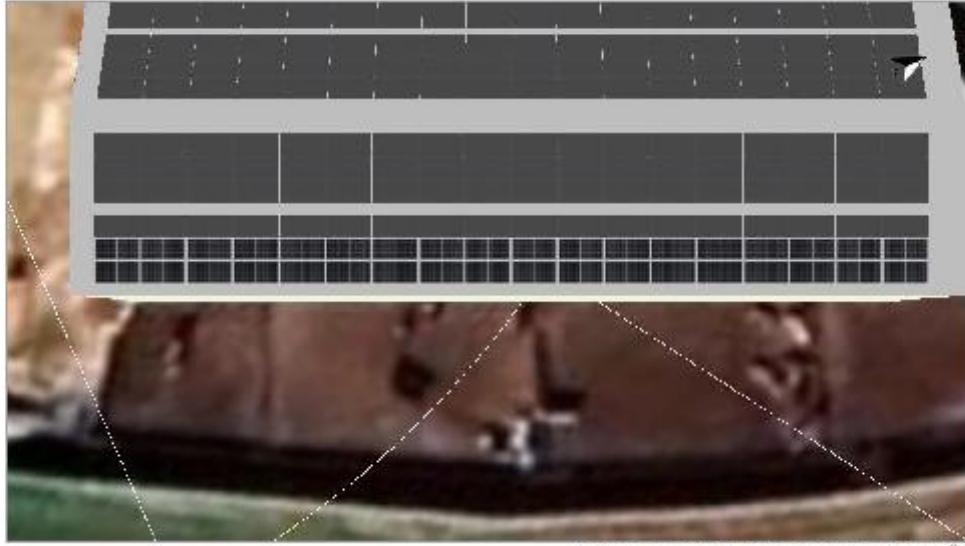
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 117 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 12 den/dan 48

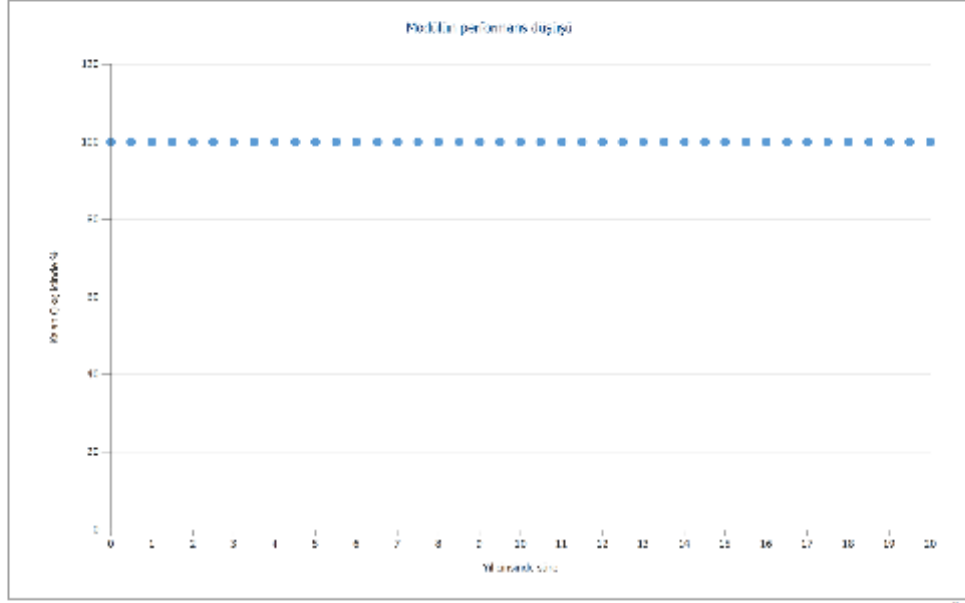
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 5. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 13 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

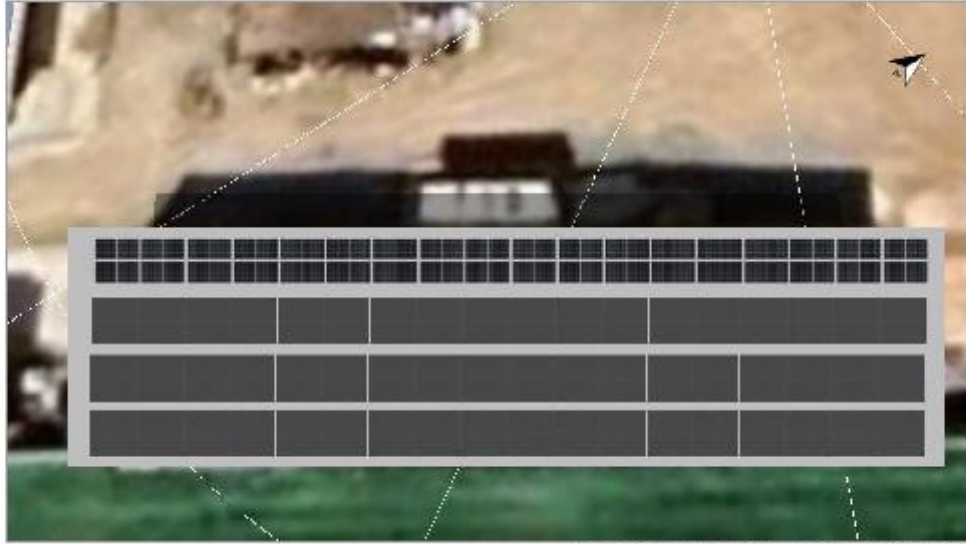
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

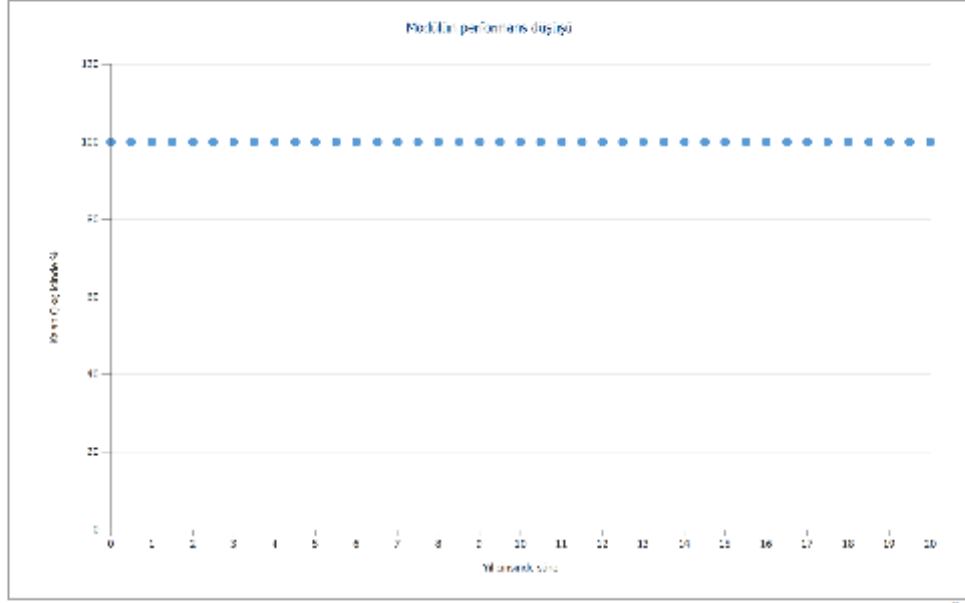
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 6. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 15 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

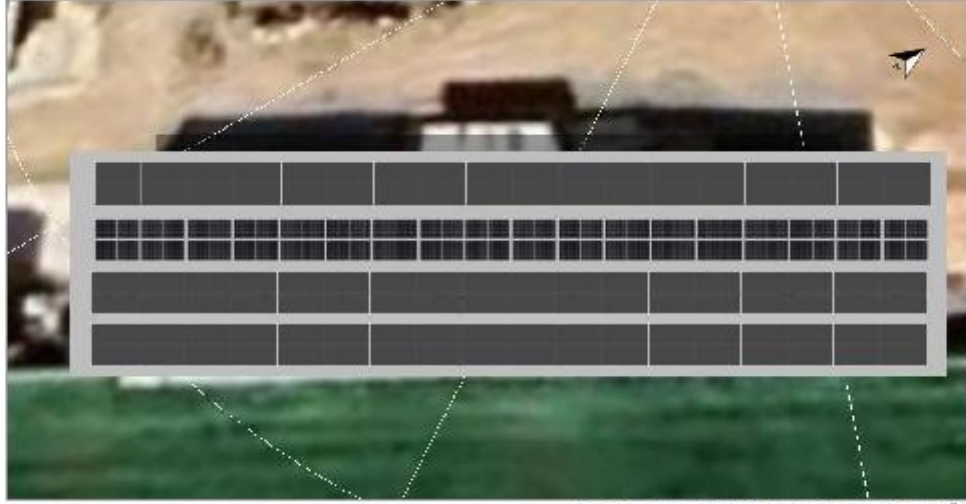
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratörü, 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

İsim	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	10 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 125 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 16 den/dan 48

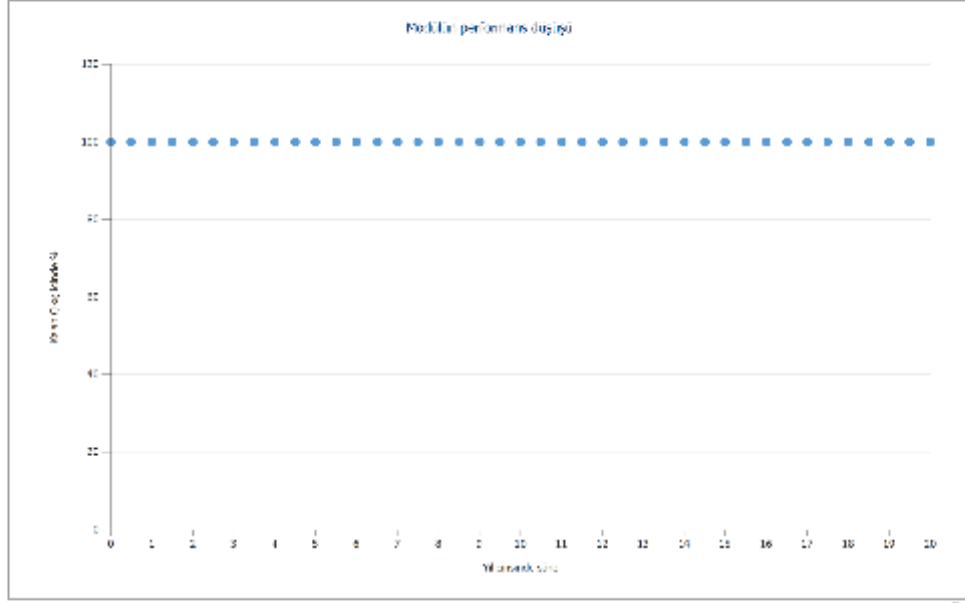
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 7. Modül Alanı - Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 17 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

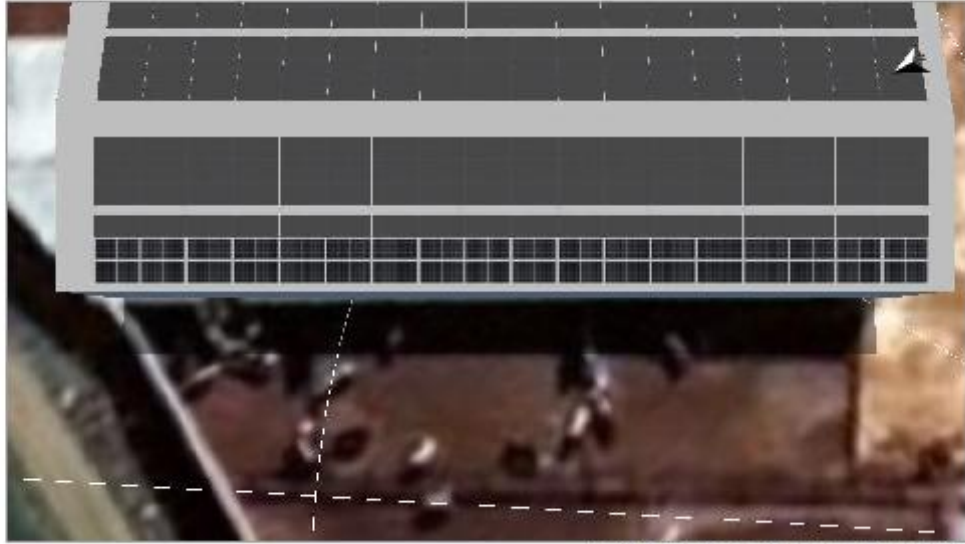
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratörü, 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Kuzeybatı 297 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 18 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

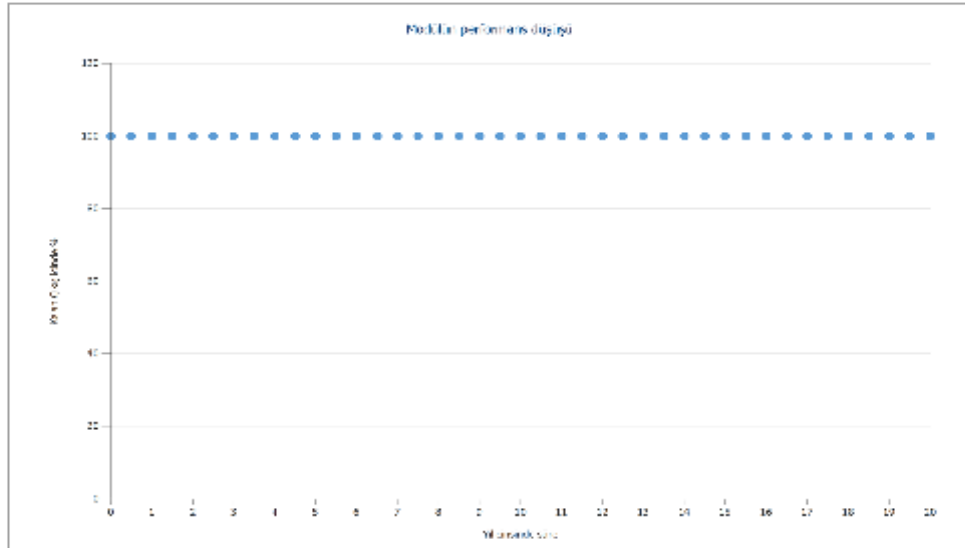
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 8. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 19 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

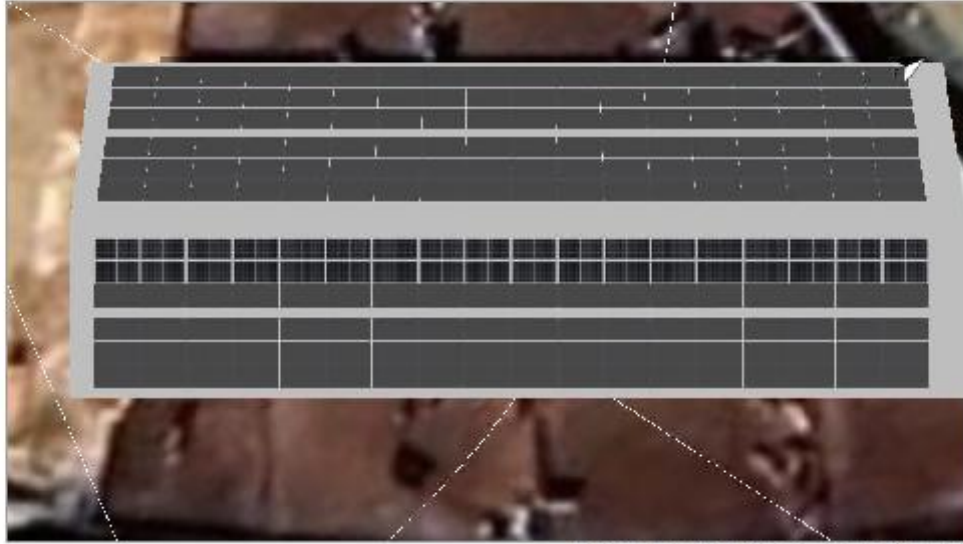
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

9. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 9. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 117 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 9. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 20 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

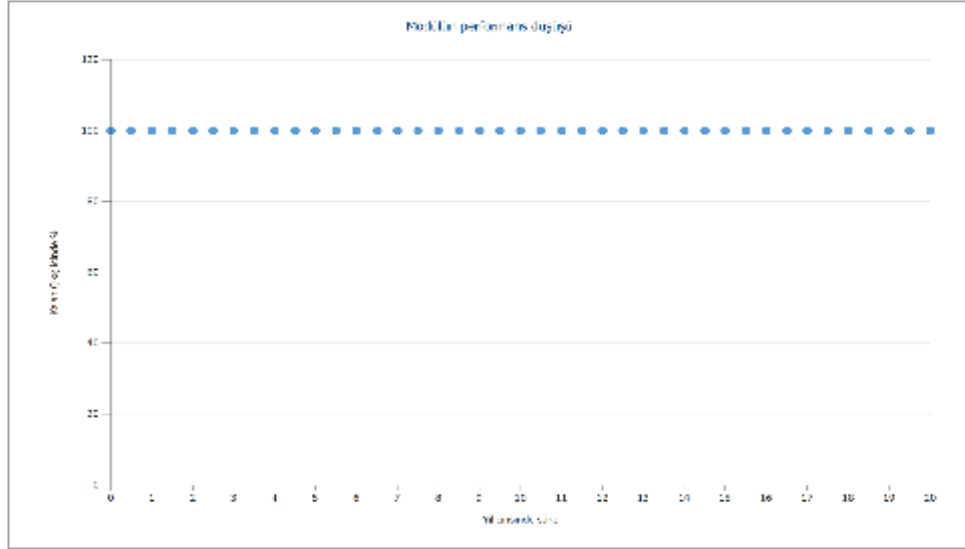
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 9. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 9. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (RS)
Valentin Software GmbH

Sayfa 21 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

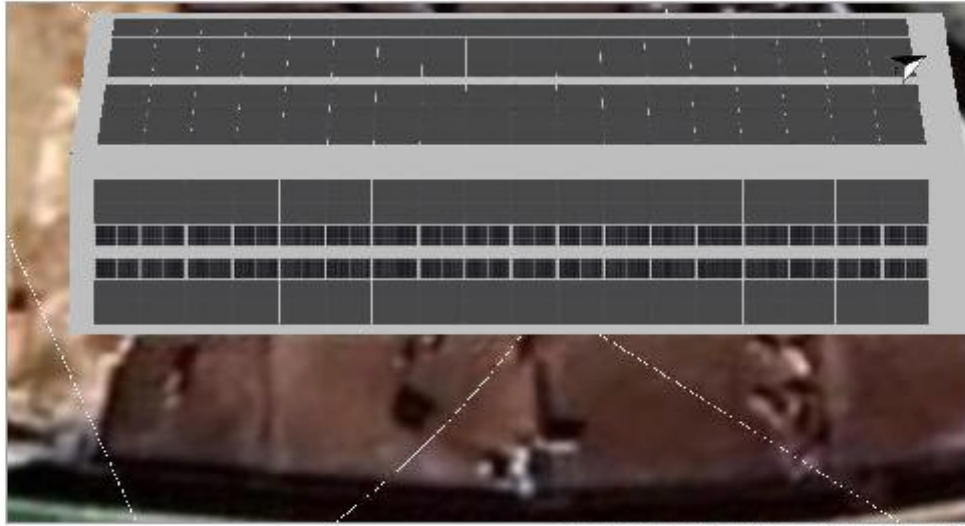
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

10. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

PV jeneratörü, 10. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Güneydoğu 117 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 10. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 22 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

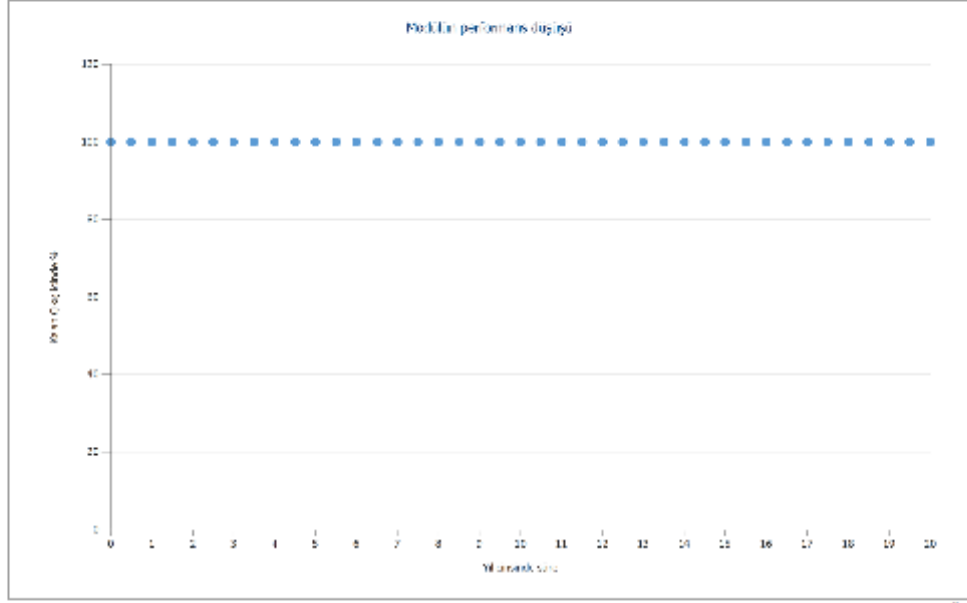
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 10. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 10. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 23 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

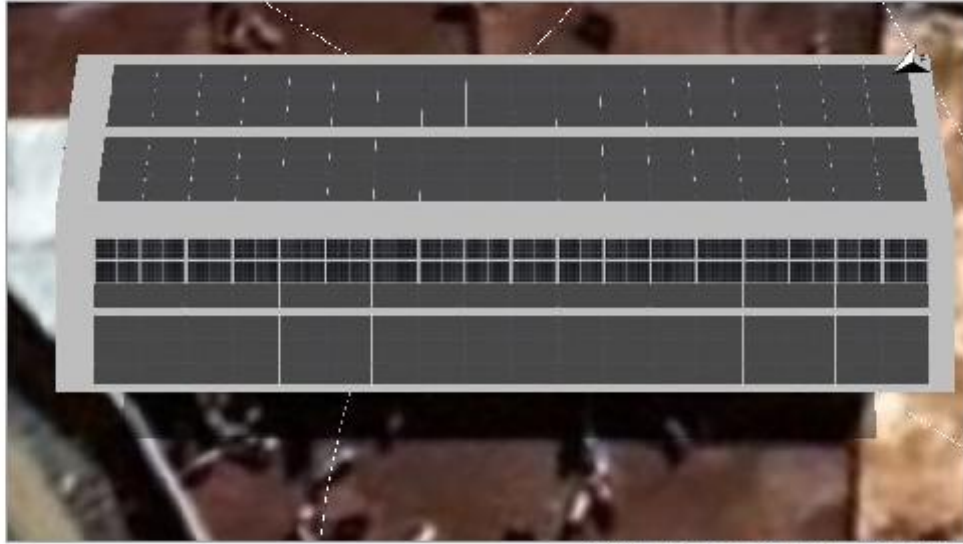
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

11. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratörü, 11. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Kuzeybatı 297 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 11. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

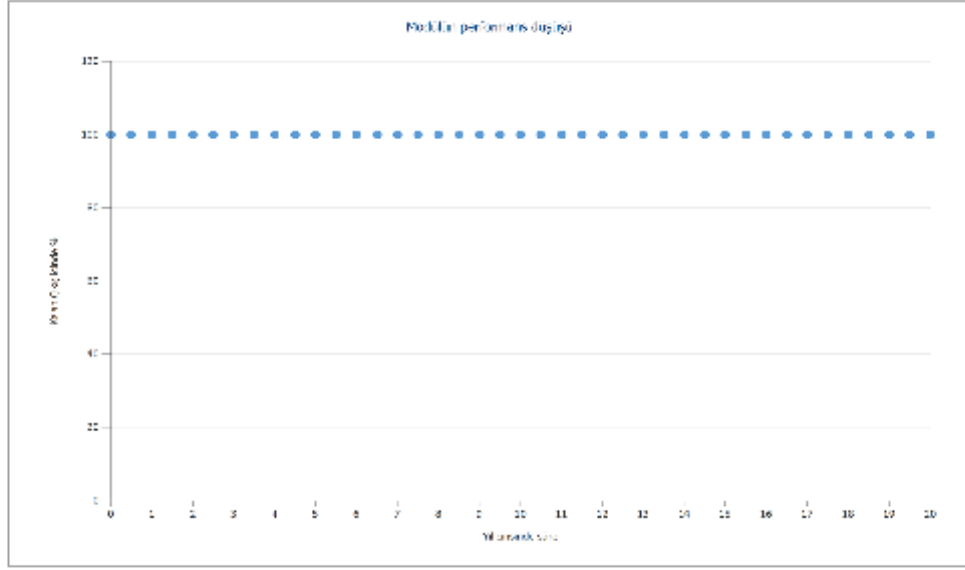
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Modülün performans düşüşü, 11. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 11. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

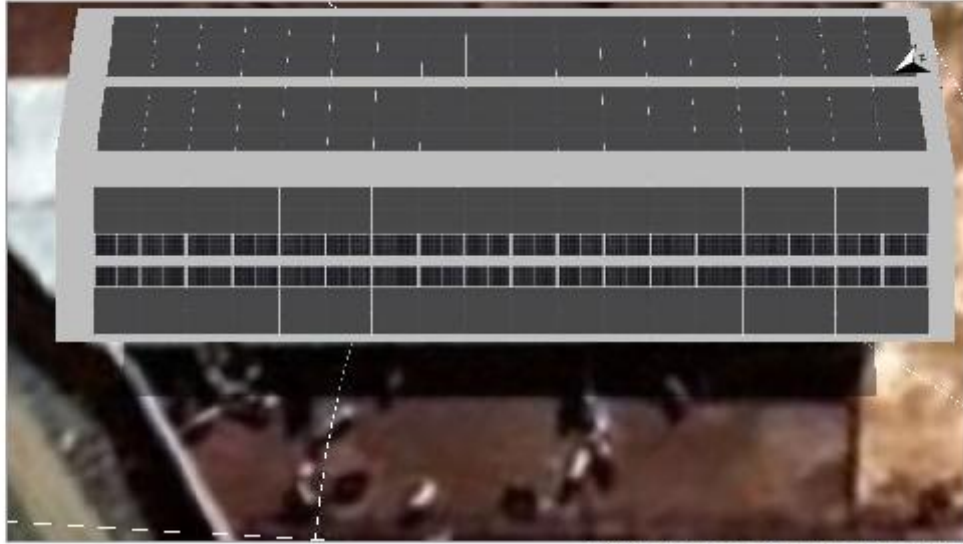
Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

12. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratörü, 12. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

İsim	Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
PV modülleri	36 x PLURAWATT 455 (v1)
Üretici	Example
Eğim	6 °
Yerleşim Yönü	Kuzeybatı 297 °
Montaj Türü	Çatı paraleli - iyi hava aldırır
PV jeneratör yüzeyi	78.3 m ²



Resim: 12. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 26 den/dan 48

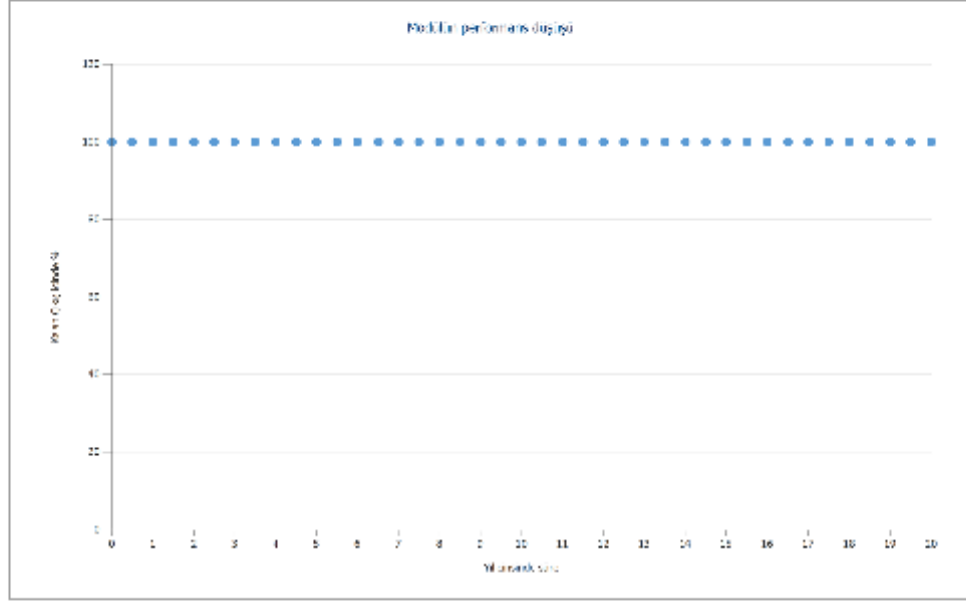
EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

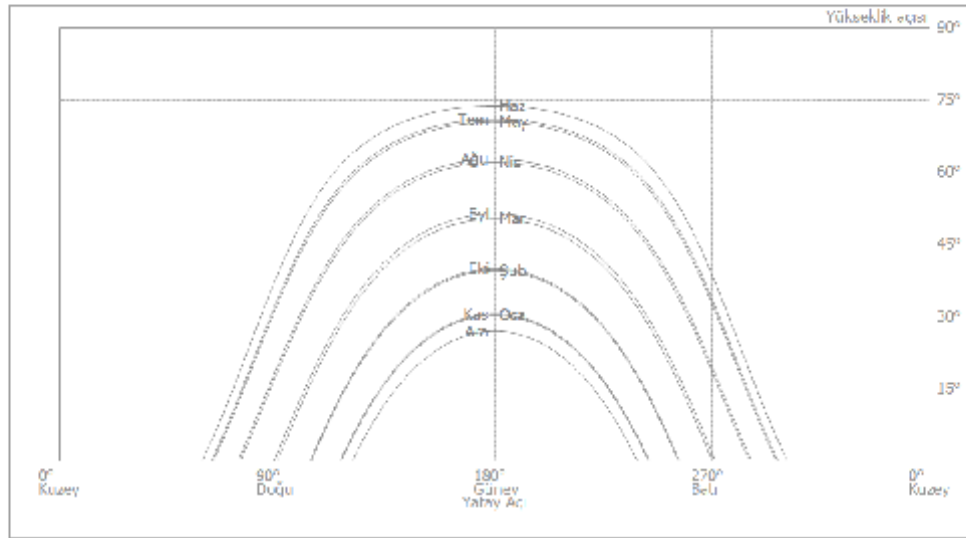
Modülün performans düşüşü, 12. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
20 yıl sonra kalan güç (güç çıkışı)

100 %



Resim: Modülün performans düşüşü, 12. Modül Alanı - Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

Ufuk çizgisi, 3D Tasarım



Resim: Ufuk (3D Tasarım)



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 27 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

İnvertör konfigürasyonu

Konfigürasyon 1

Modül Alanları	Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı + Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı
İnvertörler 1	
Model	SUN2000-50KTL-M3-400V (v2)
Üretici	Huawei Technologies
Sayı	1
Boyutlandırma faktörü	131 %
Konfigürasyon	MPP 1: 2 x 18 MPP 2: 2 x 18 MPP 3: 2 x 18 MPP 4: 2 x 18

Konfigürasyon 2

Modül Alanları	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
İnvertörler 1	
Model	SUN2000-50KTL-M3-400V (v2)
Üretici	Huawei Technologies
Sayı	1
Boyutlandırma faktörü	131 %
Konfigürasyon	MPP 1: 2 x 18 MPP 2: 2 x 18 MPP 3: 2 x 18 MPP 4: 2 x 18

Konfigürasyon 3

Modül Alanları	Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu + Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı + Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı
İnvertörler 1	
Model	SUN2000-50KTL-M3-400V (v2)
Üretici	Huawei Technologies
Sayı	1
Boyutlandırma faktörü	131 %
Konfigürasyon	MPP 1: 2 x 18 MPP 2: 2 x 18 MPP 3: 2 x 18 MPP 4: 2 x 18

AC Şebekesi

AC Şebekesi

Faz Adeti	3
Şebeke gerilimi (tek fazlı)	230 V
Deplasman Güç faktörü (cos phi)	+/- 1



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 28 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Simülasyon sonuçları

Sonuçlar Tüm Sistem

PV sistemi

PV jeneratör çıkışı	196.6 kWp
Yıllık Özgül Kazanç	1,383.00 kWh/kwp
Sistem kullanım oranı (PR)	83.4 %
Gölgelemeden dolayı oluşan kazanç kaybı	1.3 %/Yıl
Şebeke beslemesi	271,916 kWh/Yıl
İlk yıl içindeki şebeke beslemesi (Modülün performans düşüşü dahil)	271,916 kWh/Yıl
Bekleme Konumundaki Tüketim (İnvertörler)	73 kWh/Yıl
Önlenen CO ₂ emisyonu	127,766 kg/yıl

Enerji akışı grafiği

Proje: TEZ SON



Valentin Software GmbH
www.valentin-software.com
Energie- und Leistungsflussanalyse

Resim: Enerji akışı grafiği



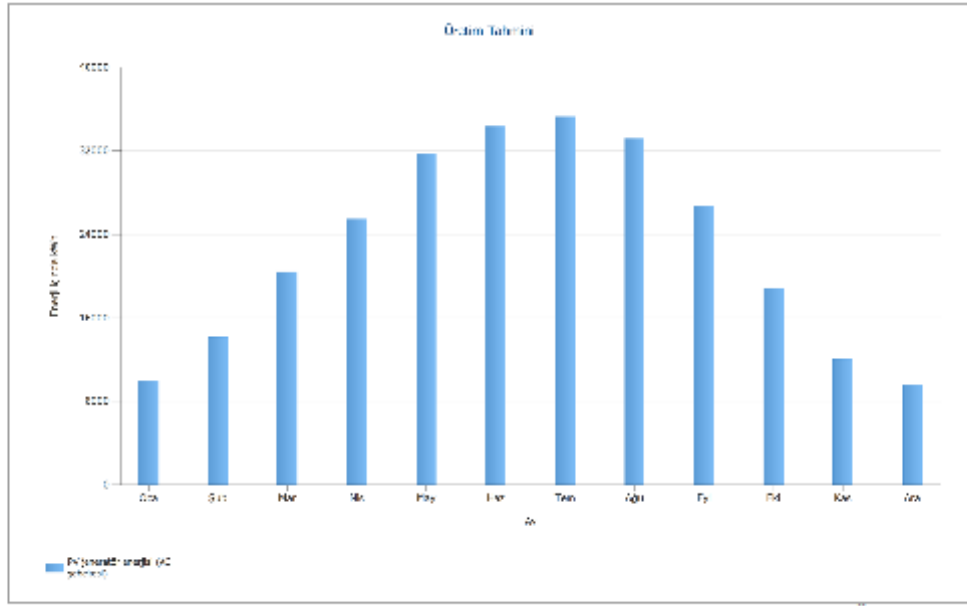
Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 29 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Modül alanı başına sonuçlar

Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1588.37 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1684.71 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.37 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23284.91 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1421.55 kWh/kWp

Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1584.41 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1680.54 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.57 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23282.17 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1421.38 kWh/kWp

Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1627.09 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1722.64 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.30 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23787.29 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1452.22 kWh/kWp



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 30 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1627.09 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1722.64 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.18 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23755.22 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1450.26 kWh/kWp

Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1552.71 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1653.22 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	83.67 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	22660.58 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1383.43 kWh/kWp

Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1584.41 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1680.54 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.62 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23294.37 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1422.12 kWh/kWp

Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1588.37 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1684.71 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	84.47 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	23312.60 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1423.24 kWh/kWp

Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1479.49 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1587.02 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	80.60 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	20954.76 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1279.29 kWh/kWp

Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1552.71 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1653.22 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	83.65 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	22653.21 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1382.98 kWh/kWp



Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 31 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğu

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1552.71 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1653.22 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	83.75 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	22679.89 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1384.61 kWh/kWp

Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1479.49 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1587.02 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	81.45 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	21175.18 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1292.75 kWh/kWp

Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı

PV jeneratör çıkışı	16.38 kWp
PV jeneratör yüzeyi	78.29 m ²
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1479.49 kWh/m ²
Modülde Yansımaz Küresel Radyasyonu	1587.02 kWh/m ²
Sistem kullanım oranı (PR)	81.07 %
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	21075.67 kWh/Yıl
Yıllık Özgül Kazanç	1286.67 kWh/kWp



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 32 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

PV sistemi enerji bilançosu

PV sistemi enerji bilançosu

Toplam Işınım - Yatayda	1,647.66 kWh/m²	
Standart spektrumdan sapma	-16.48 kWh/m ²	-1.00 %
Zemin Yansıtma Katsayısı (Albedo)	1.69 kWh/m ²	0.10 %
Modül yüzeyinin Yerleşim Yönü ve Eğimi	27.95 kWh/m ²	1.71 %
Modülden bağımsız gölgeleme	-2.78 kWh/m ²	-0.17 %
Modül yüzeyinde yansıma	-100.01 kWh/m ²	-6.03 %
Modül Üzerine Düşen Toplam Işınım	1,558.03 kWh/m²	
	1,558.03 kWh/m ²	
	x 939.432 m ²	
	= 1,463,662.58 kWh	
Toplam PV Işınımı	1,463,662.58 kWh	
Kirlenme	0.00 kWh	0.00 %
STC Dönüşümü (Modülün nominal verimliliği 20.93 %)	-1,157,387.96 kWh	-79.07 %
Anma PV Enerjisi	306,274.63 kWh	
modüle özgü kısmı gölgeleme	-2,311.34 kWh	-0.75 %
Düşük ışık performansı	-5,208.77 kWh	-1.71 %
Nominal modül sıcaklığından sapma	-11,850.66 kWh	-3.97 %
Diyotlar	-48.91 kWh	-0.02 %
Uyumsuzluk (üretici bilgisi)	-5,737.10 kWh	-2.00 %
Uyumsuzluk (konfigürasyon / gölgeleme)	-882.79 kWh	-0.31 %
Evirici düzenleyici olmadan PV enerjisi (DC)	280,235.07 kWh	
DC başlangıç çıkışına ulaşamadı	-13.06 kWh	0.00 %
MPP-gerilim aralığı için düzenleme	-3.95 kWh	0.00 %
Maks. DC Akımı için düzenleme	0.00 kWh	0.00 %
Maks. DC Performans için düzenleme	0.00 kWh	0.00 %
Maks. AC Performans/cos phi için düzenleme	-1,859.18 kWh	-0.66 %
MPP Eşleme	-32.60 kWh	-0.01 %
PV Enerjisi (DC)	278,326.28 kWh	
Evirici Girişindeki Enerji	278,326.28 kWh	
Giriş gerilimi anma geriliminden sapıyor	-546.34 kWh	-0.20 %
DC/AC Dönüştürme	-5,864.08 kWh	-2.11 %
Bekleme Konumundaki Tüketim (İnvertörler)	-72.72 kWh	-0.03 %
Toplam kablo kayıpları	0.00 kWh	0.00 %
Bekleme Konumundaki Kullanımı Hariç PV Enerjisi (AC)	271,843.15 kWh	
PV jeneratör enerjisi (AC şebekesi)	271,915.87 kWh	



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 33 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Finansal Analiz

Genel Bakış

Sistem bilgileri

İlk yıl içindeki şebeke beslemesi (Modülün performans düşüşü dahil)	271,916 kWh/yıl
PV jeneratör çıkışı	196.6 kWp
Sistemin devreye alınması	11/13/2023
Değerlendirme Dönemi	20 Yıllar
Anaparaya uygulanan faiz	1 %

Ekonomik Parametreler

Varlıkların Getirisi	0.00 %
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	-87,517.40 \$
Amortisman süresi	20'dan fazla Yıllar
Elektrik üretim maliyeti	0.06 \$/kWh

Ödemelere Genel Bakış

Belirli yatırım giderleri	1,500.00 \$/kWp
Yatırım Maliyetleri	294,840.00 \$
Tek Seferlik Ödemeler	0.00 \$
Gelen Sübvansiyonlar	0.00 \$
Yıllık giderler	0.00 \$/Yıl
Diğer Gelirler veya Tasarruflar	0.00 \$/Yıl

Ödemeler ve tasarruflar

Şebeke İşletmecisi tarafından ilk yılda yapılan toplam ödeme	0.00 \$/Yıl
EEG 2020 (Januar) - Gebäudeanlage	
Geçerlilik	11/16/2024 - 12/31/2044
Özel Besleme Ücreti	0.0427 \$/kWh
Şebekeye beslemeden gelir	11,603.74 \$/Yıl



EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Nakit akışı

Nakit akış tablosu

	Yıl 1	Yıl 2	Yıl 3	Yıl 4	Yıl 5
Yatırımlar	(\$294,840.00)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
şebekeye beslemeden gelir	\$0.00	\$11,375.10	\$11,262.47	\$11,150.96	\$11,040.56
Yıllık nakit akışı	(\$294,840.00)	\$11,375.10	\$11,262.47	\$11,150.96	\$11,040.56
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	(\$294,840.00)	(\$283,464.90)	(\$272,202.43)	(\$261,051.47)	(\$250,010.91)
	Yıl 6	Yıl 7	Yıl 8	Yıl 9	Yıl 10
Yatırımlar	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
şebekeye beslemeden gelir	\$10,931.24	\$10,823.01	\$10,715.86	\$10,609.76	\$10,504.71
Yıllık nakit akışı	\$10,931.24	\$10,823.01	\$10,715.86	\$10,609.76	\$10,504.71
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	(\$239,079.67)	(\$228,256.66)	(\$217,540.80)	(\$206,931.04)	(\$196,426.33)
	Yıl 11	Yıl 12	Yıl 13	Yıl 14	Yıl 15
Yatırımlar	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
şebekeye beslemeden gelir	\$10,400.70	\$10,297.73	\$10,195.77	\$10,094.82	\$9,994.87
Yıllık nakit akışı	\$10,400.70	\$10,297.73	\$10,195.77	\$10,094.82	\$9,994.87
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	(\$186,025.63)	(\$175,727.90)	(\$165,532.13)	(\$155,437.31)	(\$145,442.44)
	Yıl 16	Yıl 17	Yıl 18	Yıl 19	Yıl 20
Yatırımlar	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
şebekeye beslemeden gelir	\$9,895.91	\$9,797.93	\$9,700.92	\$9,604.88	\$9,509.78
Yıllık nakit akışı	\$9,895.91	\$9,797.93	\$9,700.92	\$9,604.88	\$9,509.78
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	(\$135,546.53)	(\$125,748.60)	(\$116,047.67)	(\$106,442.80)	(\$96,933.02)
	Yıl 21				
Yatırımlar	\$0.00				
şebekeye beslemeden gelir	\$9,415.62				
Yıllık nakit akışı	\$9,415.62				
Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)	(\$87,517.40)				

Düşük ve enflasyon oranları, tüm gözetim dönemi boyunca ayık olarak uygulanır. Bu uygulama ilk sene içerisinde yapılır.



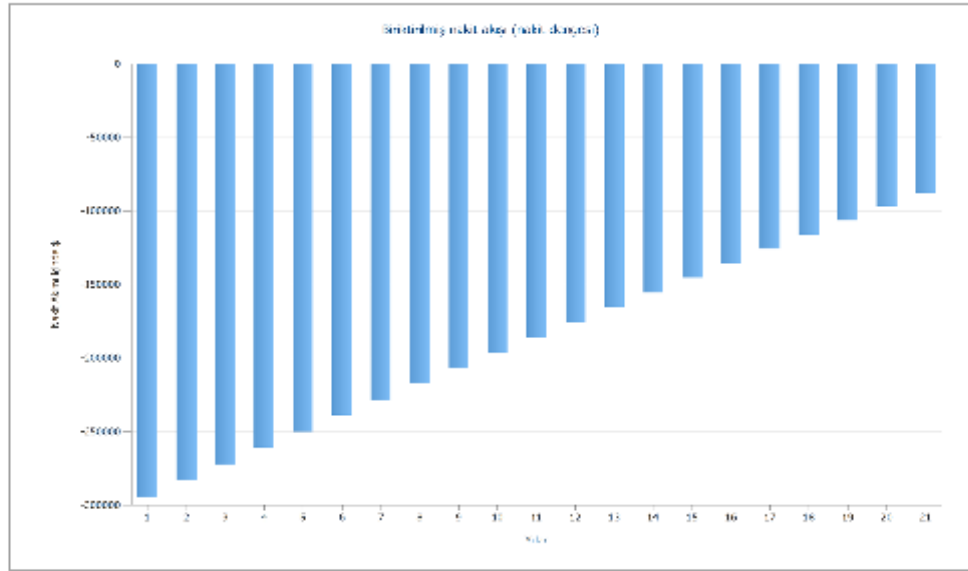
Sunumla oluşturulmuştur: PV®SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 35 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Biriktirilmiş nakit akışı (nakit dengesi)

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Veri Sayfaları

PV Modül Veri Sayfası

PV modülü: PLURAWATT 455 (v1)

Üretici	Example
Mevcut	Evet
Elektrik verileri	
Hücre tipi	Monokristalli Si
Sadece trafo eviricileri uygundur	Hayır
Hücre sayısı	144
By-pass diyotların sayısı	3
Yarım hücre modülü	Evet
Mekanik Veriler	
Genişlik	1038 mm
Yükseklik	2095 mm
Derinlik	40 mm
Çerçeve genişliği	30 mm
Ağırlık	24.5 kg
STC'da bulunan I/V parametreleri	
MPP gerilimi	41.72 V
MPP Akımı	10.91 A
Nominal Çıkış	455 W
Verim	20.93 %
Açık Devre Gerilimi	48.99 V
Kısa Devre Akımı	11.42 A
Dolum Faktörü	81.36 %
Dengelenmeden önce açık devre gerilimindeki artış	0 %
I/V kısmi yük parametreleri (hesaplanmış)	
Değerlerin kaynağı	Standart (PV*SOL Modeli)
Işınım	200 W/m ²
Kısmi yükteki MPP Gerilimi	39.44 V
Kısmi yükte MPP akımı	2.18 A
Açık Devre Gerilimi (Kısmi Yükte)	44.1 V
Kısmi yükte kısa devre akımı	2.28 A
İleriki	
Gerilim Katsayısı	-137.17 mV/K
Elektrik katsayısı	6.05 mA/K
Çıkış katsayısı	-0.4 %/K
Açı düzeltme faktörü	95 %
Makimum Sistem Gerilimi	1000 V



Şununla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 37 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Evirici Veri Sayfası

İnvertörler: SUN2000-50KTL-M3-400V (v2)

Üretici	Huawei Technologies
Mevcut	Evet
Elektrik verileri	
DC nominal çıkışı	50.86 kW
AC nominal güç	50 kW
Maks. DC gücü	75 kW
Maks. AC gücü	55 kVA
Bekleme Konumundaki Tüketim	5.5 W
Gece tüketimi	5.5 W
Min. Giriş Gücü	75 W
Maks. giriş akımı	120 A
Maks. giriş gerilimi	1100 V
Nominal DC Gerilimi	600 V
Faz Adeti	3
DC giriş sayısı	8
Trafo	Hayır
Giriş geriliminin nominal gerilimden sapması nedeni ile verimliliğin değişimi	0.2 %/100V
MPP izleyici	
Çıkış Gücü aralığı < nominal gücün %20'si	99.95 %
Çıkış Gücü aralığı > nominal gücün %20'si	99.99 %
MPP izleyici sayısı	4
Maks. giriş akımı	30 A
Maksimum giriş gücü	20 kW
Min. MPP Gerilimi	200 V
Maks. MPP Gerilimi	1000 V



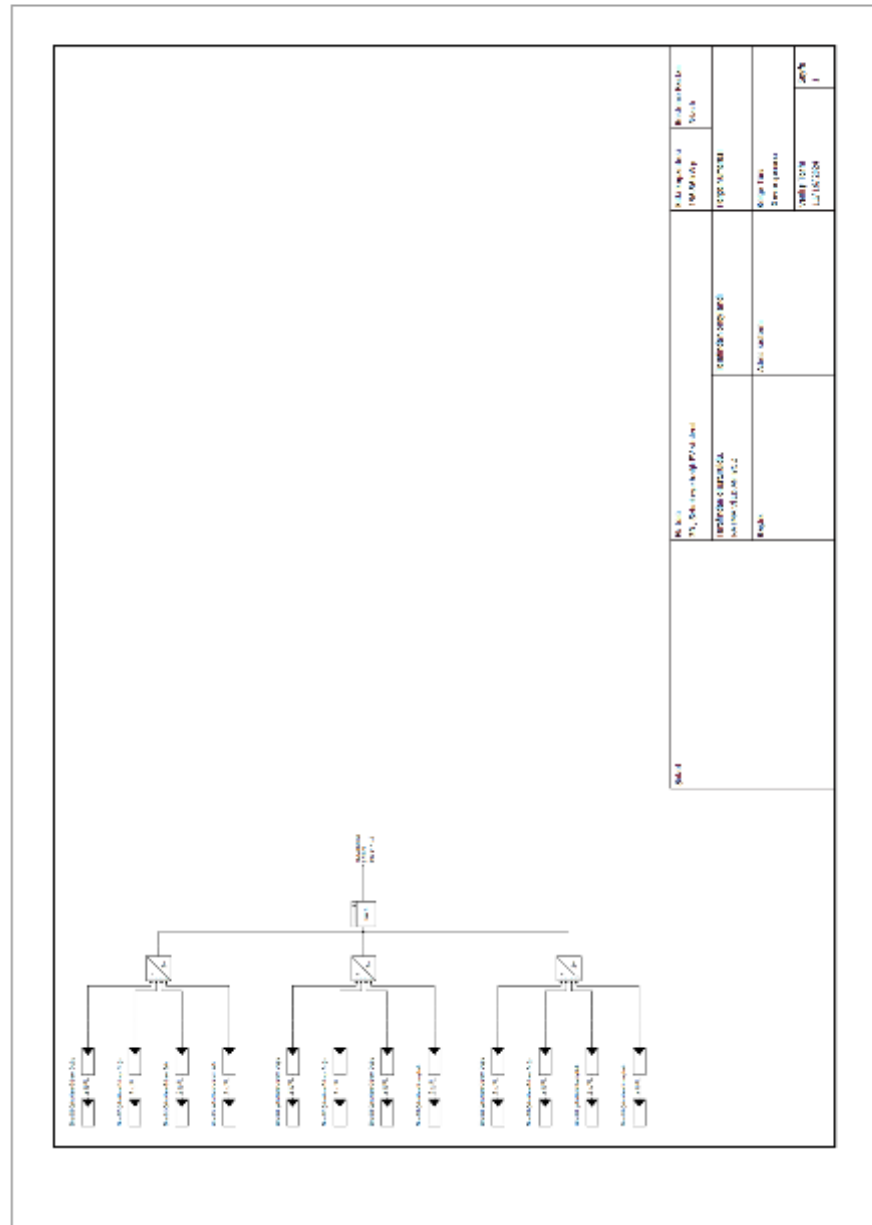
Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 38 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Planlar ve parça listeleri

Devre şeması

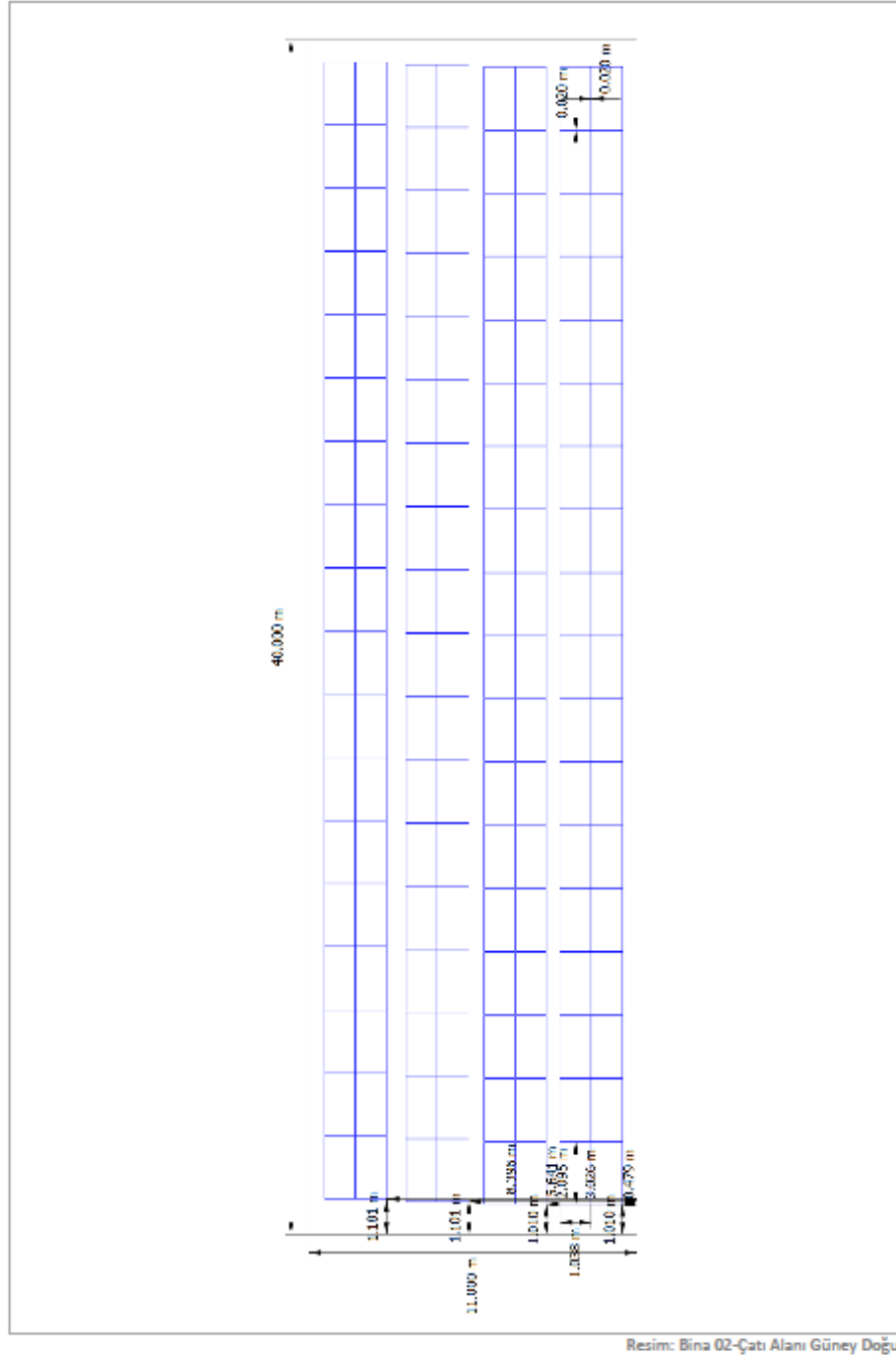


Resim: Devre şeması

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu



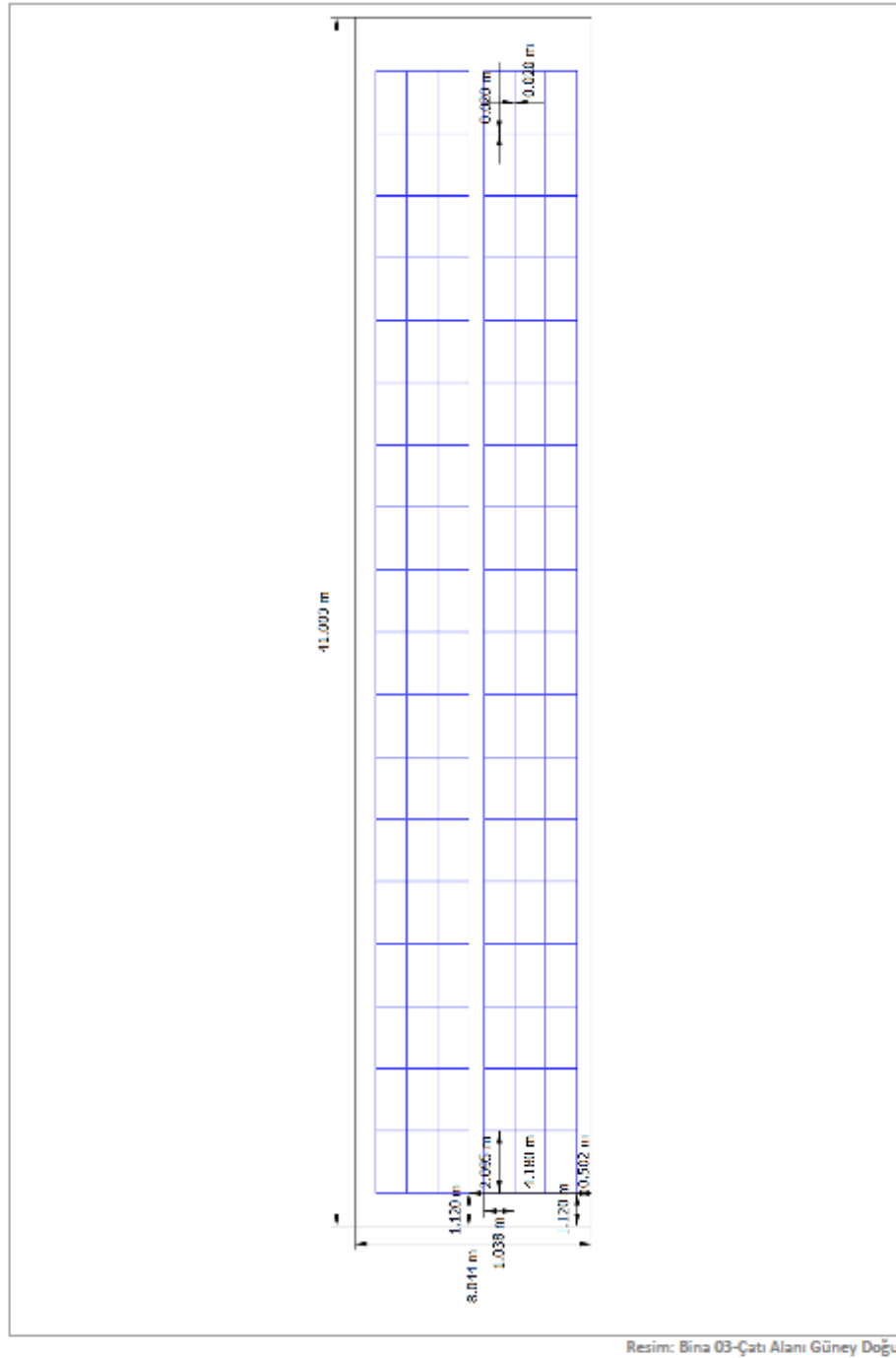
Şunu ile oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 41 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

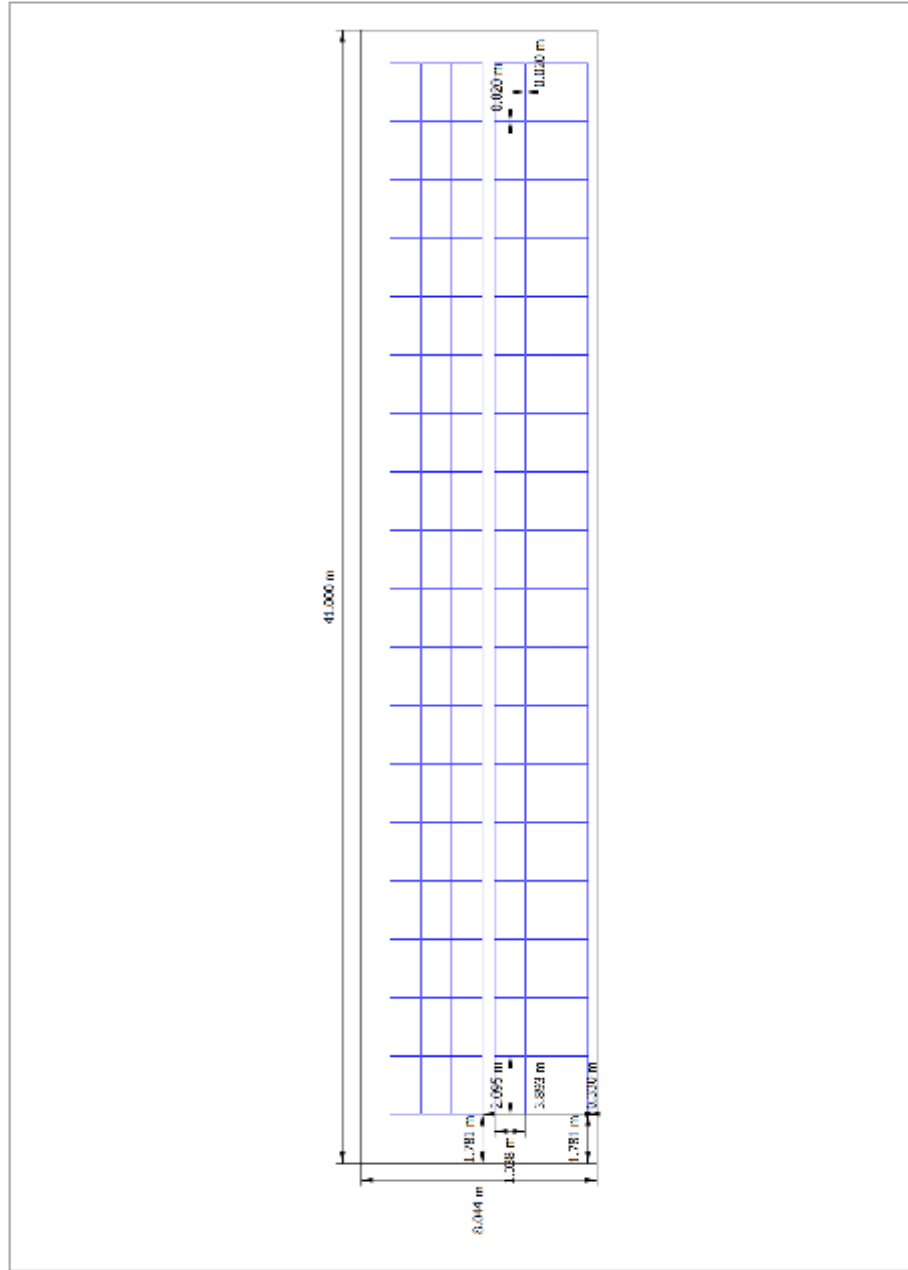


Resim: Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğru

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Şunuyla oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

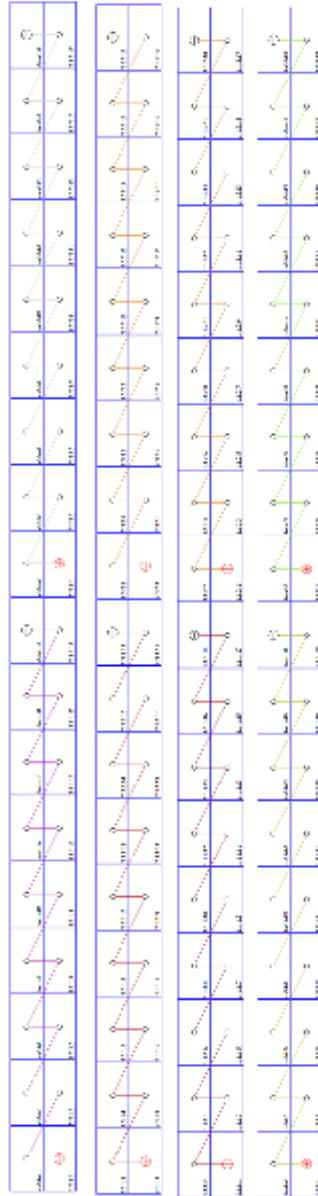
Sayfa 43 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Dizi Planı

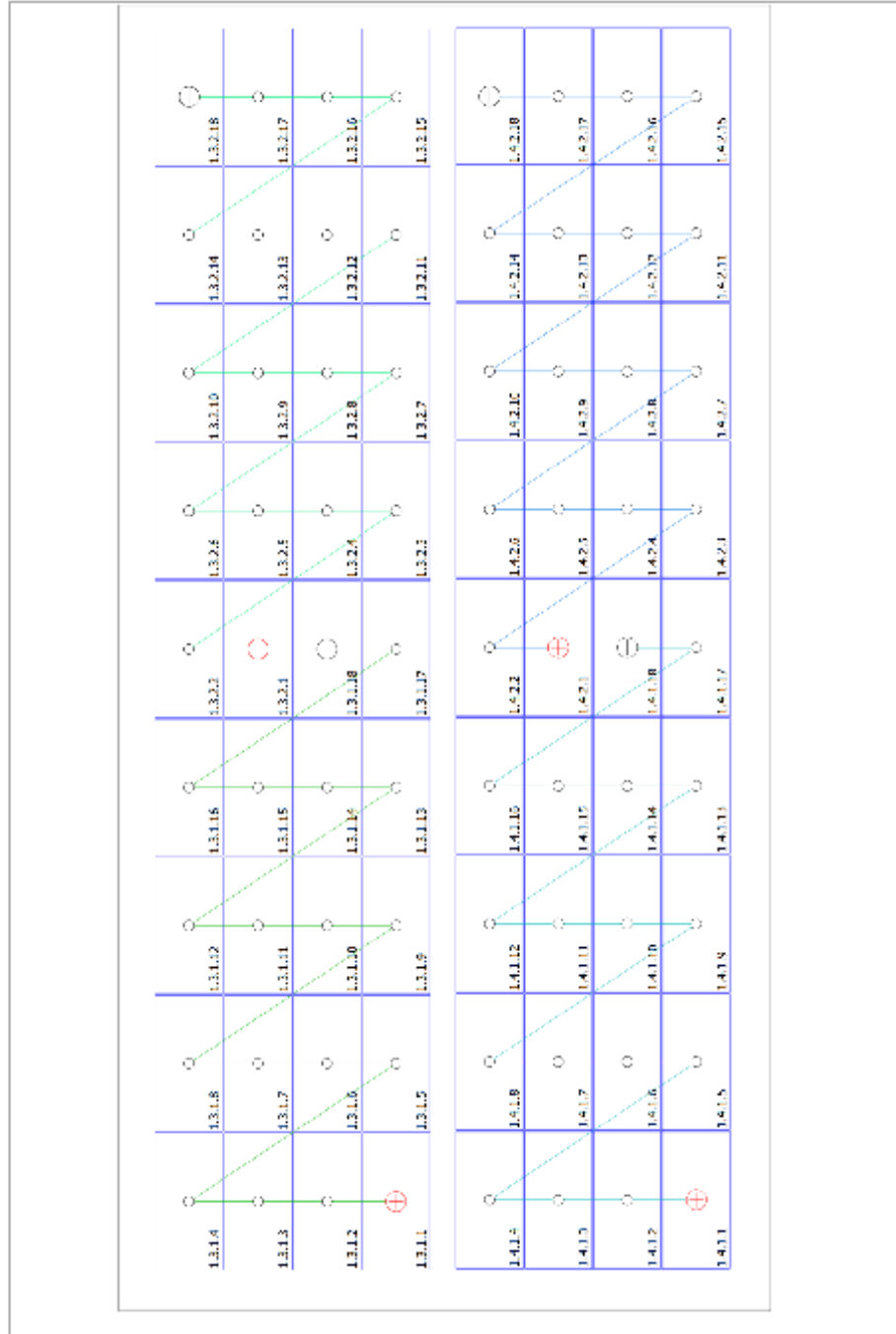


Resim: Bina 02-Çatı Alanı Güney Doğu

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Bina 01-Çatı Alanı Güney Batı



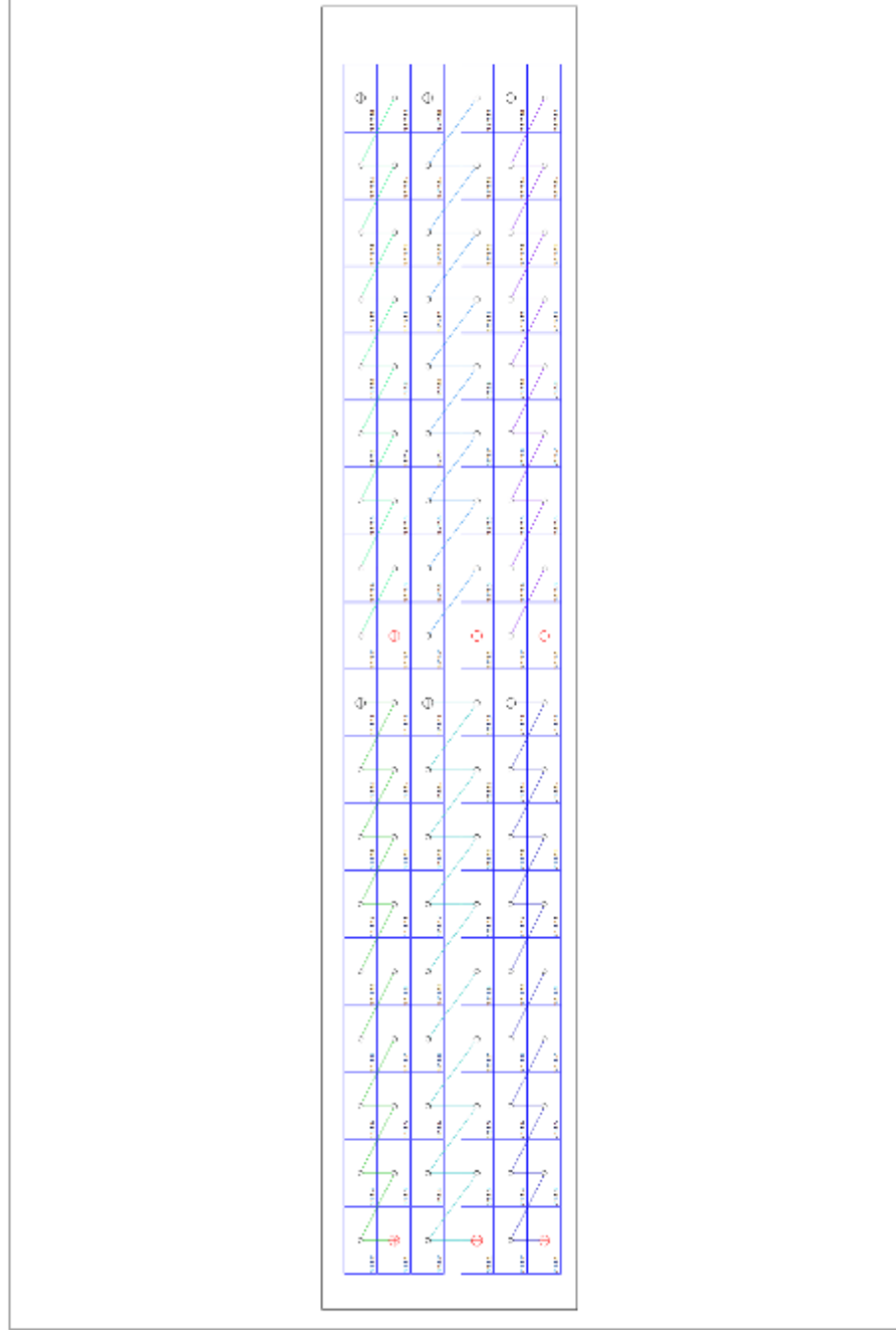
Şunu ile oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 45 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Bina 03-Çatı Alanı Güney Doğ'u



Çıkarılmıştır: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 46 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES



Resim: Bina 03-Çatı Alanı Kuzeybatı



Çözümü oluşturulmuştur: PV*SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 47 den/dan 48

EK 5.(devam) Belgelendirme sunumu

Proje Tasarımcısı: FATMA VİLDAN BOZ

Müşteri: HAKANOĞLU GES

Parça listesi

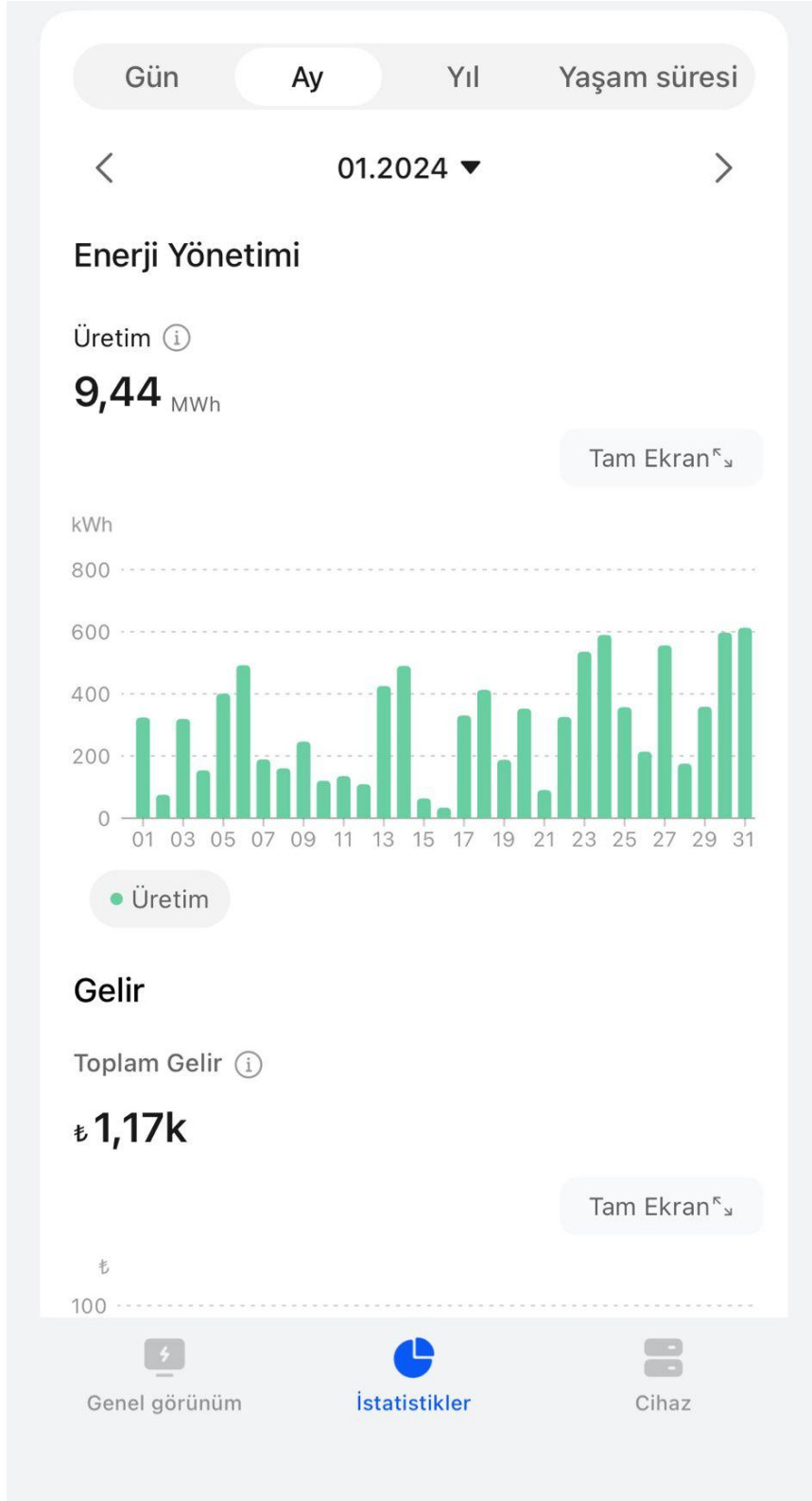
#	Tür	Malzeme numarası	Üretici	İsim	Miktar	Birim
1	PV modülü		Example	PLURAWATT 455	432	Adet
2	İnvertörler		Huawei Technologies	SUN2000-50KTL-M3- 400V	3	Adet
3	Bileşenler			Üretim sayacı	1	Adet



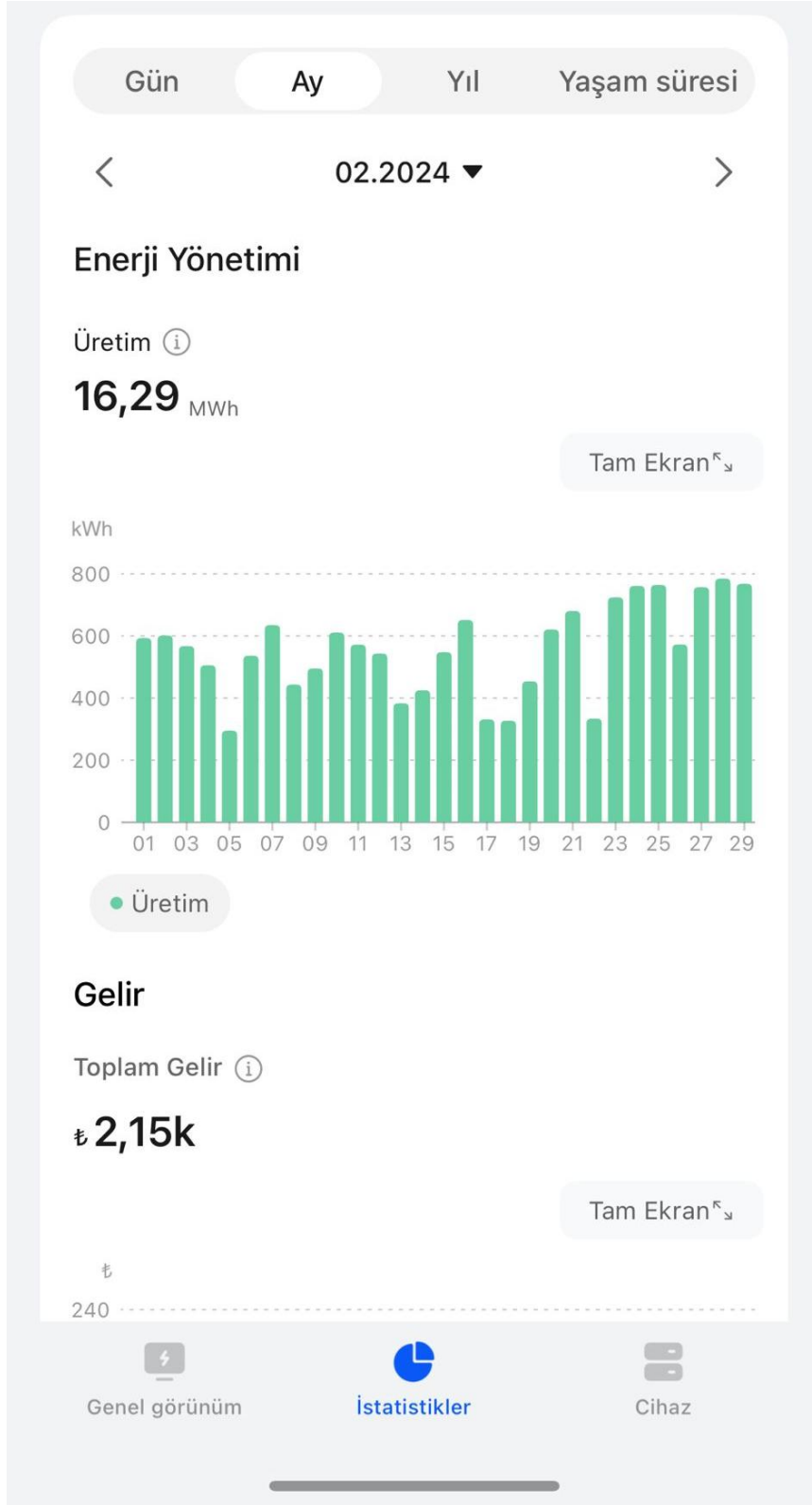
Şununla oluşturulmuştur: PV[®]SOL premium 2021 (R8)
Valentin Software GmbH

Sayfa 48 den/dan 48

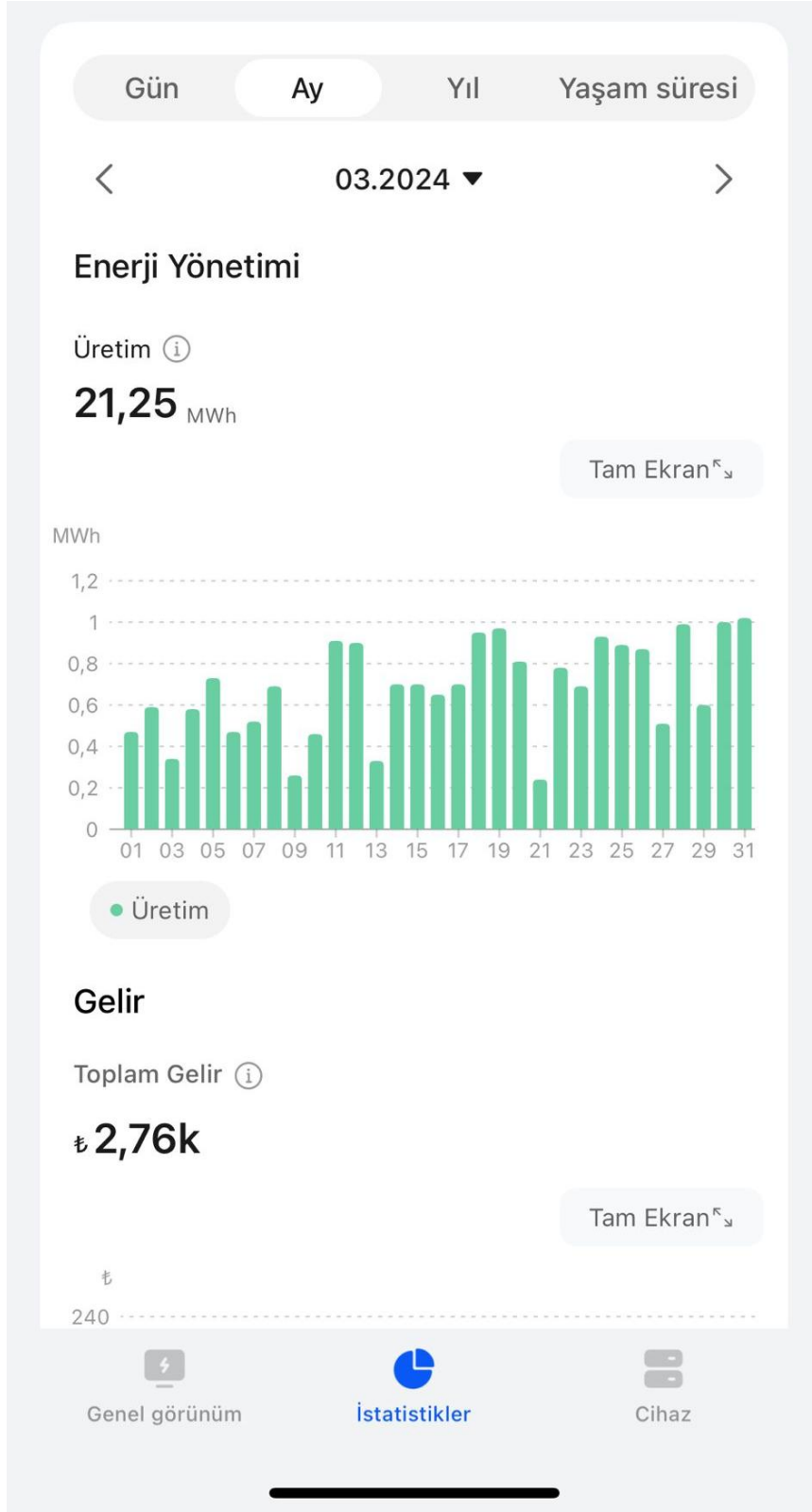
EK 6. Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



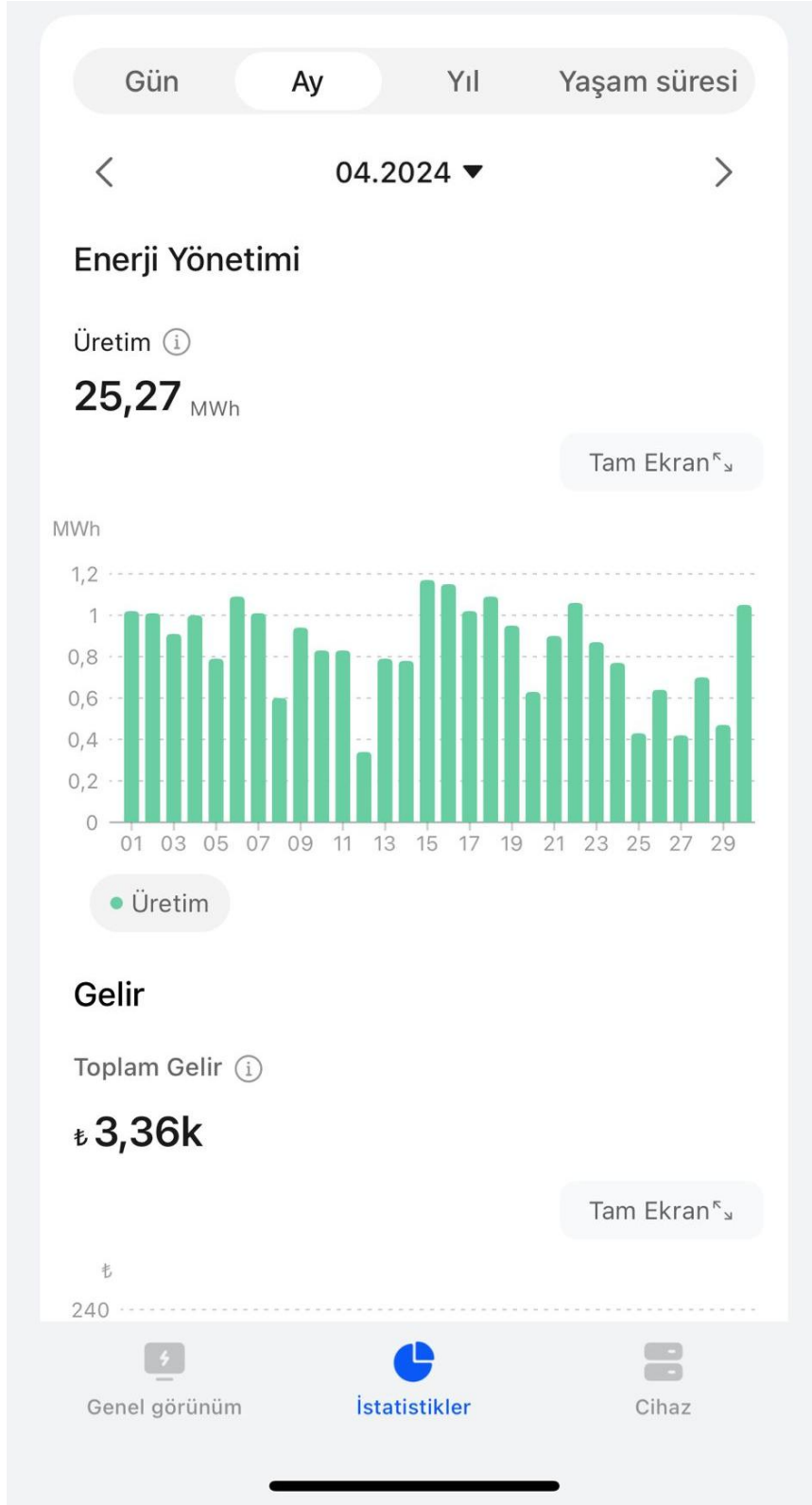
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



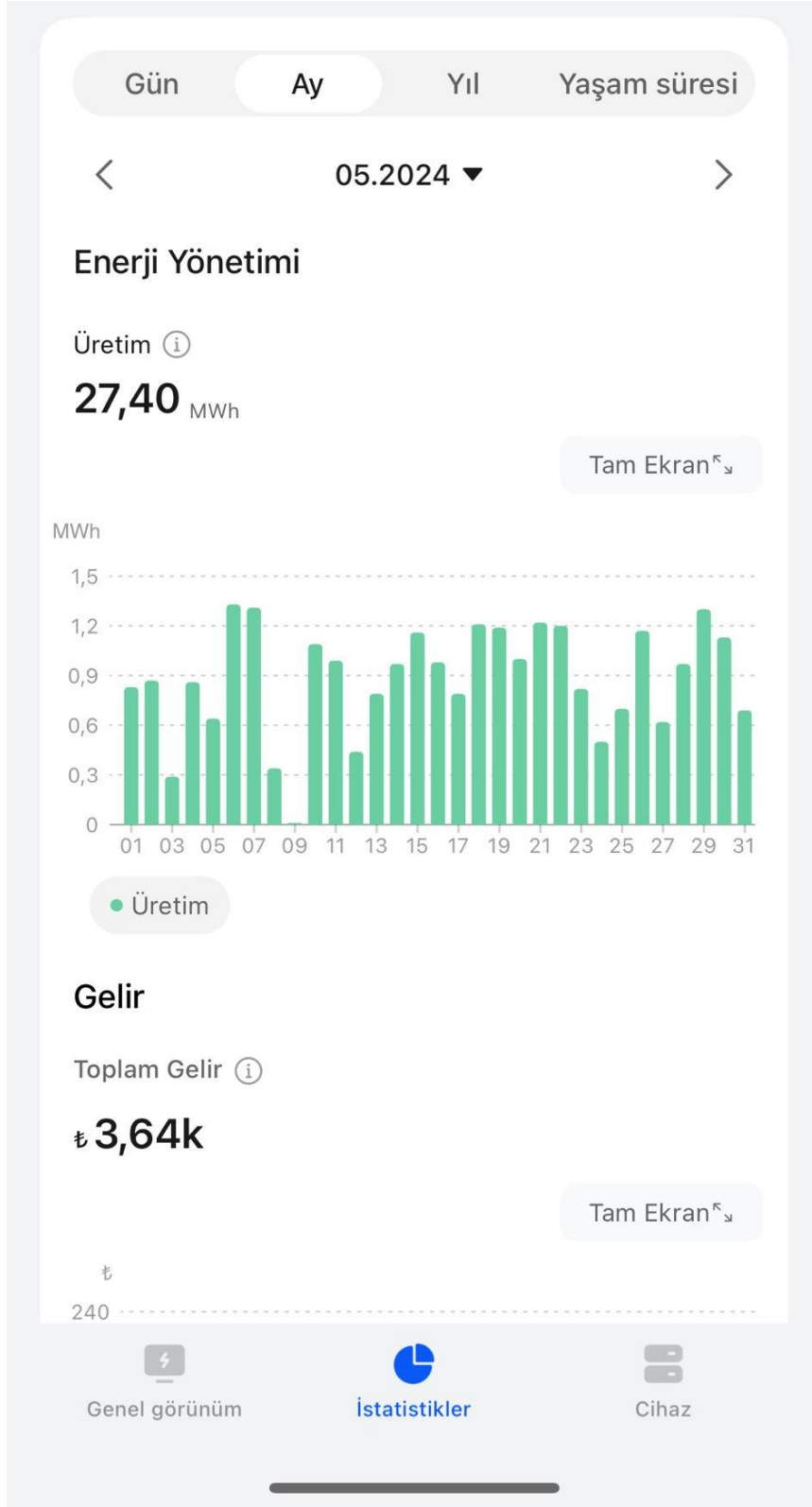
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



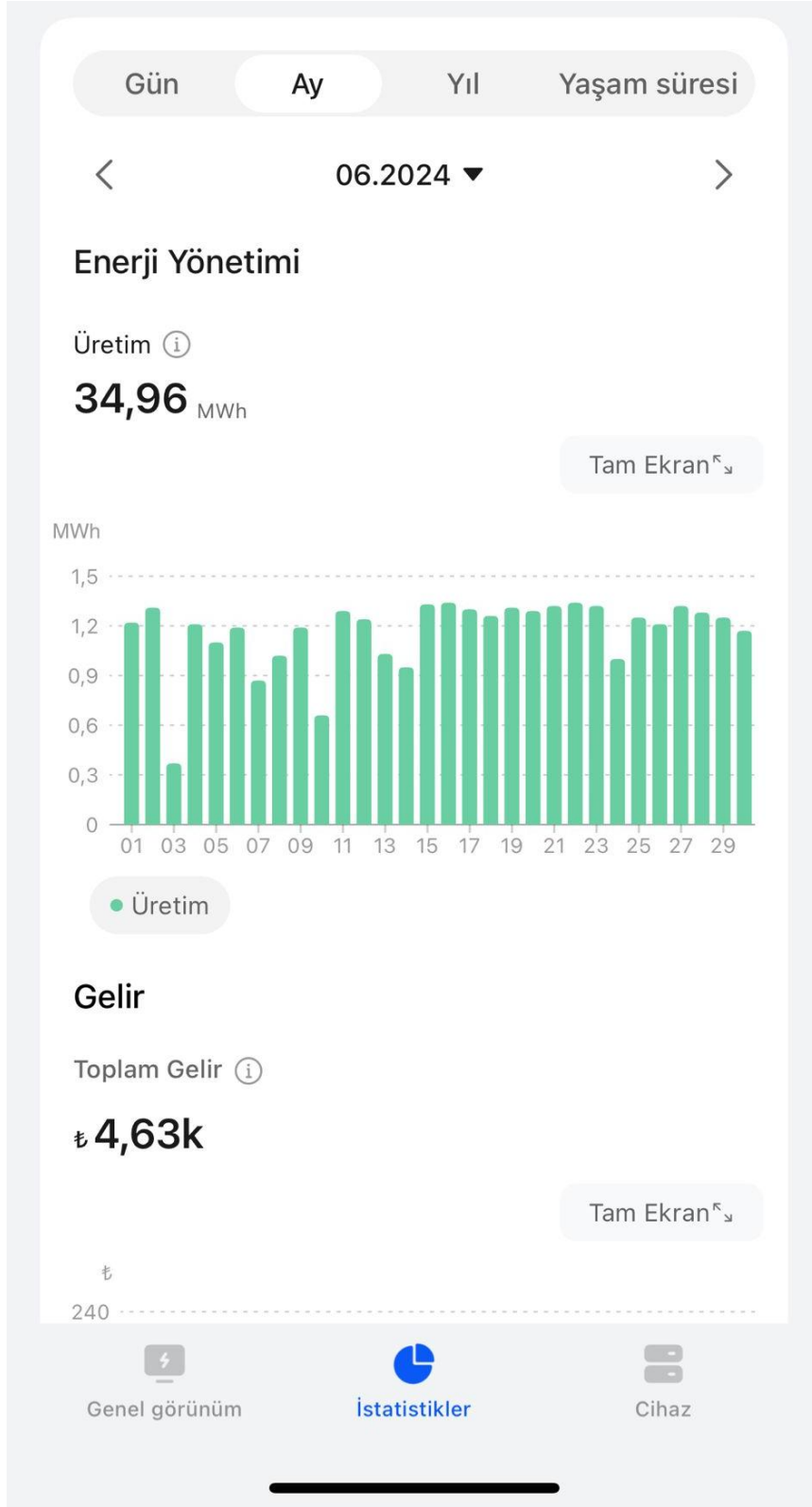
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



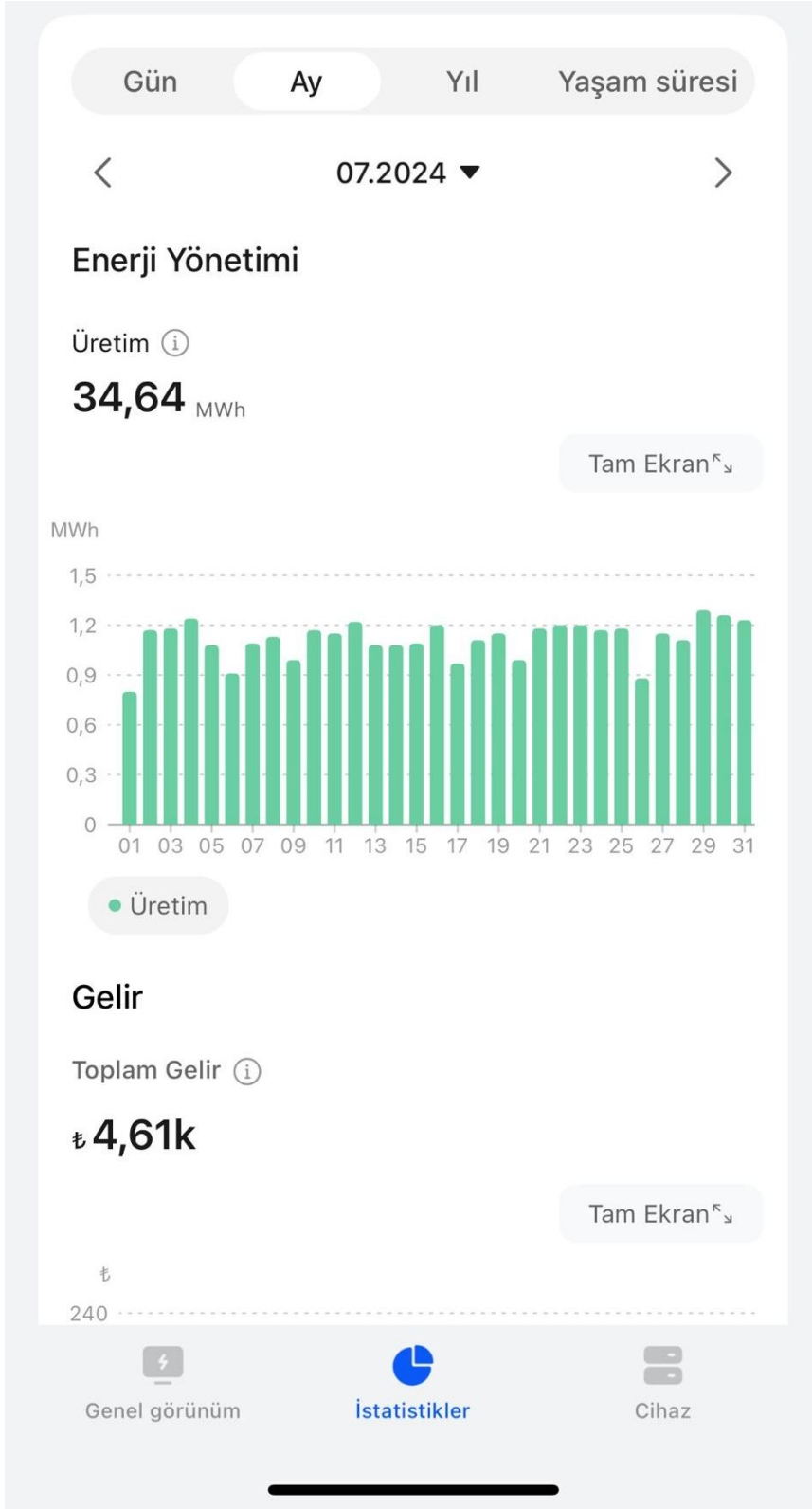
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



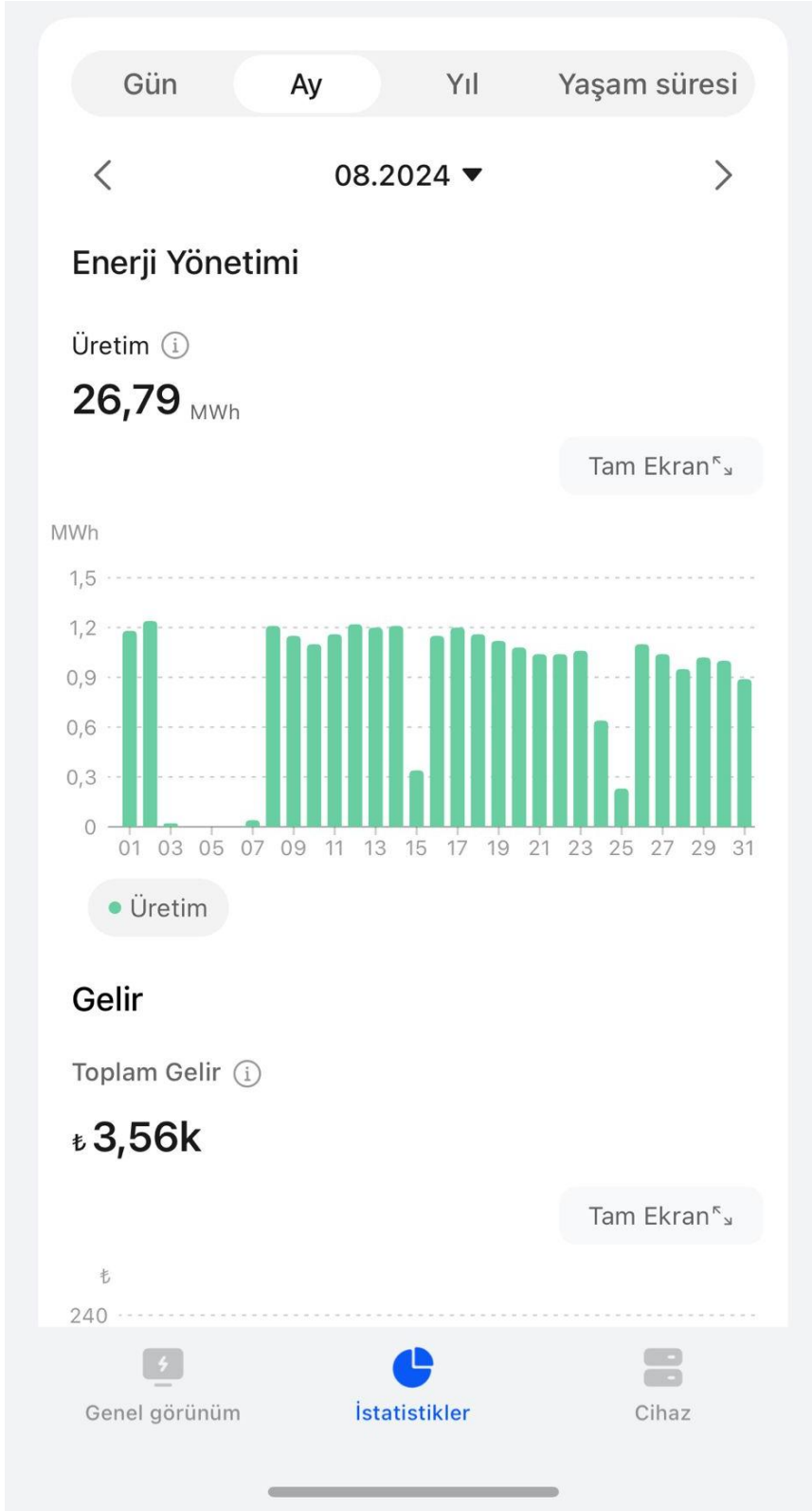
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



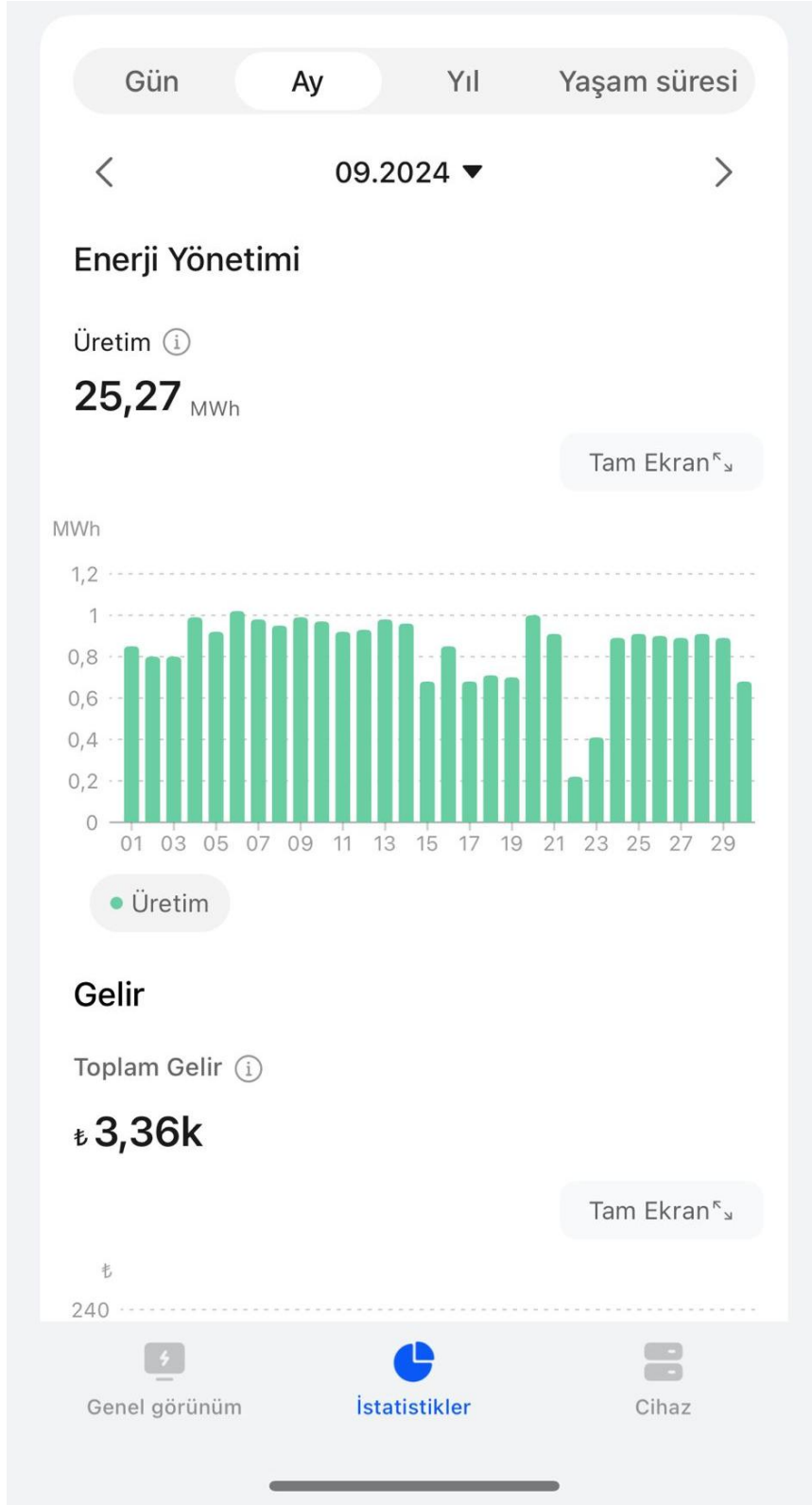
EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri



EK 6.(devam) Smart Dongle aracılığıyla alınan gerçek üretim verileri

