



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN NİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**HİBRİT SİSTEM İLE OLUŞTURULAN
MİKRO ŞEBEKEDA ENERJİ YÖNETİMİ**

Hamza POLAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik- Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

**Mart - 2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and pREsented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hamza POLAT

Tarih: 10 / 03 / 2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİBRİT SİSTEM İLE OLUŞTURULAN MİKRO ŞEBEKEDEN ENERJİ YÖNETİMİ

Hamza POLAT

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik – Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa YAĞCI

2022, 150 Sayfa

Jüri

Danışmanın Doç. Dr. Mustafa YAĞCI

Doç. Dr. Nurettin ÇETİNKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

Son zamanlarda elektrik enerjisi ihtiyacı dünya nüfusunun çoğalması, sanayinin gelişmesi vb. sebeplerden dolayı artmaktadır. Bu artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak için farklı enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı hibrit (karma) sistemler tercih edilmektedir. Bunun sebebi yenilenebilir enerji kaynaklarının çalışma saatlerinin farklılık göstermesidir. Enerji depolama sisteminin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanılması kararsız ve kesintili olan yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli ve etkin kullanımını sağlamıştır.

Tez çalışmasında değişken ve kararsız bir yapıya sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları güneş ve rüzgârın olduğu hibrit sistem ve bu sisteme entegre edilen depolama sistemi ile birlikte kesintisiz ve kaliteli bir enerji üretimi için çeşitli işletme senaryoları belirlenmiştir. Bu işletme senaryolarına göre enerjinin verimli bir şekilde yönetimi gerçekleştirilmiştir. Enerji yönetimi sayesinde çalışma koşulları ve güçler değerlendirilerek sistemin kontrolü sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Enerji Yönetimi, Hibrit Enerji Depolama, Mikro Şebeke.

ABSTRACT

MS THESIS

ENERGY MANAGEMENT IN THE HYBRID SYSTEM MICRO NETWORK

Hamza POLAT

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY IN
ELECTRICAL ELECTRONICS ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAĞCI

2022, 150 PaGES

Jury

Advisor Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAĞCI

Assoc. Prof. Dr. Nurettin ÇETİNKAYA

Asst. Prof. Dr. Ali Osman ÖZKAYA

Recently, the need for electrical energy has increased with the increase of the world population, the development of industry and so on. increasing for a number of reasons. In order to meet this increasing energy need, the tendency to renewable energy sources has started to increase. In order to increase the use of renewable energy sources, hybrid (mixed) systems in which different energy sources are used together are preferred. The reason for this is that the working hours of renewable energy sources vary. The use of energy storage system together with renewable energy sources has provided more efficient and effective use of unstable and intermittent renewable energy sources.

Uninterrupted and high quality energy production was realized with the hybrid system with renewable energy sources, sun and wind, which has a variable and unstable structure, and the storage system integrated into this system. In the thesis study, the working conditions of the scenarios were determined and the energy was managed efficiently according to these conditions. Thanks to energy management, the system was controlled by evaluating working conditions and powers.

Keywords: Smart Energy Management, Hybrid Energy Storage, Micro Grid.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın seçiminde, yürütülmesinde, sonuçlandırılmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde bilgi ve deneyimleriyle desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Mustafa YAĞCI'ya teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince verdikleri destek, gösterdikleri sabır ve anlayıştan ötürü değerli eşime, dostum Ömer SEVİNGEN'e, Suat AYDIN'a ve Hakan ÖZKAYA'ya, hayatım boyunca her konuda destek olan ve ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan anneme ve babama canı gönülden teşekkürü borç bilirim.

Hamza POLAT
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyaller.....	18
3.1.1. Güneş paneli	18
3.1.2. İnverter.....	20
3.1.3. Rüzgâr türbini	21
3.1.4. Jel batarya	22
3.1.5. Dump load direnci	23
3.1.6. Armatür	23
3.1.7. Montaj elemanları	24
3.1.8. Panolar	25
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Hibrit sistemde kullanılan programlar ve cihazlar.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	34
4.1. Sistemde Güneş, Rüzgâr Ve Batarya Olması Durumu	34
4.2. Sistemde Güneş Ve Batarya Olması Durumu.....	67
4.3. Sistemde Rüzgâr Ve Batarya Olması Durumu	87
4.4. Sistemde Güneş, Rüzgâr, Batarya Ve Puant Saat Olması Durumu	107
4.5. Sistemde Güneş, Rüzgâr, Batarya Ve Gün İçerisinde Enerji İhtiyacı Olması Durumu	133
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	148
5.1. Sonuçlar	148
5.2. Öneriler	150
KAYNAKLAR	151
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

kWh	: Kilovat
P	: Enerji
Ah	: Amper saat
V	: Volt
A	: Amper
KW	: Watt
Ω	: Ohm
m Ω	: Miliohm

Kısaltmalar

AG	: Alçak gerilim
YG	: Yüksek gerilim
HOMER	: (Hybrid Optimization Multiple Energy RESources) Hibrit Optimizasyon Çoklu Enerji Kaynakları
RES	: Rüzgâr enerjisi santrali
GES	: Güneş enerjisi santrali
DCB	: Veri yolu sinyali
PV	: (Photovoltaic) Fotovoltaik
MPPT	: (Maximum Power Point Tracking) Maksimum enerji noktası izleme
PWM	: (Pulse Width Modulation) Darbe genişlik modülasyonu
GWO	: (Gray Wolf Optimization) Gri kurt optimizasyonu
GA	: (Genetic Algorithm) Genetik algoritma
IBA	: (Improved Bat Algorithm) Geliştirilmiş yarasa algoritması
TET	: Toplam elektrik tüketimi
BTE	: Bataryadaki toplam enerji
TEÜ	: Toplam elektrik üretimi
ABDO	: Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı
ABDEŞ	: Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı
ABDE	: Aylık bataryada depolanan enerji
HTEÜ	: HOMER aylık toplam elektrik üretimi
GTEÜ	: Gerçek aylık toplam elektrik üretimi
RTEÜ	: Rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde gittikçe önem kazanmaya devam ediyor. Yenilenebilir enerji; doğadaki kaynaklardan elde edilen ve doğa tarafından sürekli olarak takviye edilen enerjiye denir. Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi olarak sıralanabilir. Bu kaynaklardan güneş ve rüzgâr enerjisinin olduğu hibrit bir sistem tasarlanarak elektrik enerjisi üretilmiş, üretilen enerji depolanarak üretim ve tüketim arasındaki enerjinin kontrolü sağlanmıştır.

Günlük hayatımızda enerjinin önemli bir yeri vardır. Enerji olmadığı zaman insanoğlunun hayatı olumsuz etkilenecektir. Enerji, ülkelerin sosyal ve ekonomik yapıları içerisinde yerini ve önemini korumaktadır. Enerjinin bir çeşidi olan elektrik enerjisinin ülkeler içerisinde payı ve tüketimi gün geçtikçe artarak devam etmektedir. Elektrik enerjisi üretim yöntemlerinde kullanılan kaynakların büyük bir çoğunluğu fosil kaynaklardır. Fosil kaynaklar (kömür, petrol, doğalgaz vb.) tükenbilir kaynaklardır. Bu kaynaklar atmosfere zararlı gazlar yaymaktadır.

Avrupa Birliği'nin almış olduğu karara göre 20-20-20 stratejisine göre 2020 yılında sera gazı etkisini % 20 düşürmek, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanım payını % 20 artırmak ve enerji verimliliğini % 20 artırmak olarak belirlenmiştir.

Ülkemiz gelişmekte olan bir ülke olduğu için her geçen gün teknolojinin gelişmesiyle ve sanayiye olan yatırım faaliyetlerinden dolayı elektrik enerjisi tüketimi artmaktadır. Ülkemizin mevcut kurulu gücü normal zamanda elektrik tüketimini karşılayabilecek durumdadır. Ancak, puant saat zaman aralığında elektrik enerjisi ihtiyacı arttığı zamanlarda santrallerimizden ürettiğimiz elektrik enerjisi ihtiyacımızı karşılayabilecek durumda değildir. Bundan dolayı enterkonnekte sistemle bağlı olduğumuz ülkelere elektrik satın alıyoruz.

Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve enerji verimliliğini arttırabilmek için öz kaynaklarımız olan yenilenebilir enerji (güneş, rüzgâr, jeotermal, mikro hes gibi) kaynaklarımızı kullanarak elektrik enerjisi üretmeliyiz.

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları bakımından enerji çeşitliliği ve potansiyeli bakımından oldukça yüksektir. Elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerjilerin maliyetleri daha azdır ve çevreyi kirletici değildir.

Dünyadaki ve Türkiye'deki gelişmelere bakıldığında enerjinin mümkün olduğunca yenilenebilir ve temiz kaynaklardan karşılanması düşünülmektedir. Elektrik enerjisinin üretilmesi, iletilmesi, dağıtılması ve tüketilmesi sürecinde verimliliğin yükseltilmesi, kayıpların azaltılması, kaliteli, sürekli ve kesintisiz enerjinin sağlanması, kaynakların verimli ve aktif kullanılabilmesi vb. şartları elektriğin üretiminden tüketime kadar olan süreç açısından değerlendirildiğinde büyük güçlü merkezi sistemler yerine daha küçük güçlü, tüketim merkezlerine yakın, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan sistemler olmalıdır. Bu sistemlerde dağıtık üretim birimlerinden enerji sağlayan, izleme ve kontrol imkânı sağlayan, kendiliğinden karar verebilen, arızaları önceden tahmin edebilen, üretim birimleri arasında dengeli bir sistem sağlayabilen akıllı şebekelere ihtiyaç vardır. Bununla birlikte mikro şebekeler önem kazanmıştır.

Mikro şebekeler son zamanlarda ortaya çıkan yeni bir enerji kaynağı ve şebeke yönetim sistemidir. Bağımsız olarak kontrol edilebilen dağıtılmış üretimle birlikte enerji sağlayan elektrik şebekeleridir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen elektrik enerjisi; elektriğin verimli, aktif kullanılabilmesi ve elektriğin kontrol edilebilmesi için elektrik şebekesinin yönetilmesi gereklidir.

Bu çalışmada gerçek bir uygulama kullanılmış rüzgâr ve güneşin birleşimi olan hibrit sistemde elektrik enerjisinin üretilmesi, depolanması ve tüketilmesi çalışmasının tasarımı yapılarak elektrik enerjisinin üretimi ile tüketimi arasında enerji yönetimi uygulaması yapılmıştır.

İkinci bölümde konuya ilişkin kaynak araştırması yapılmış ve dünyada ve Türkiye'de mikro şebekeler, enerji yönetimi, hibrit sistemlerin çalışmalarından bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde hibrit sistemde kullanılan elemanlar, HOMER, WATCH POWER programı, hibrit sistemin çalışması, hibrit sistemde oluşturulan senaryolara göre grafikler hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde araştırma bulguları grafik halinde incelenmiştir.

Beşinci bölümde çalışma ile ilgili sonuçlar değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Hibrit sistemle oluşturulan tez çalışmaları hakkında araştırmaların incelenmesi sonucunda elde edilen tez sonuçları aşağıda verilmiştir.

Al-Barazanchi ve Vural (2015), güneş-rüzgâr-dizel ve bataryadan meydana gelen hibrit sistemi modellemişlerdir. Gerçeklenen sistem şebekeye bağlantısı olmayan sistemdir. Rüzgâr hızı, sıcaklık ve güneş ışınımına bağlı olarak hibrit sisteme ait gerilim ve frekans değerleri değişmekte ve bu tür hibrit sistemlerin enerji kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Enerji kalitesini düzeltmek ve sistemdeki istenmeyen durumları ortadan kaldırmak için akıllı bir kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Bu kontrol sisteminin frekans ve gerilimi kontrol etmesi için farklı çalışma koşullarında denemeleri yapılmış ve PID denetleyiciyle karşılaştırılması yapılmıştır. Akıllı kontrol sisteminin PID'ye göre üstünlüğü benzetim çalışmalarıyla görülmüştür.

Saiju (2008), yaptığı çalışmasında, enerji depolama birimi olarak su depolama sistemini geliştirmiştir. Önerdiği çalışmada; şebekeden ayrı senkron generatör, FV sistem ve rüzgâr türbini generatörü gibi diğer enerji kaynakları ile birlikte kullanılmıştır. Sistemin kontrolü için Matlab/Simulink yazılımı kullanılmıştır. Geliştirilen enerji yönetimiyle gerekli olan enerji önceden belirlenmiş ve yüke en uygun enerjiyi göndermek için su seviyesi, ısıma ve hava şartlarına bağlı olan enerji dönüşümlerine ayrılmıştır. Sistemi farklı yük değerlerinde, meteorolojik ve su seviyesi şartlarında test etmek için simule edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen yeni sistemle ve entegre olan sistemle enerji yönetim biriminin aktif olduğunu göstermiştir.

Gupta ve ark. (2009), hibrit enerji sisteminin kararlı durum modeli adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada hibrit bir enerji sisteminde en uygun çalışma için kararlı durum modelleri geliştirilmiştir. Hibrit sistem; mikro hidro, biyogaz, biyokütle, fotovoltaik panel, bir batarya bankası ve fosil yakıt generatörden oluşmuştur. Geliştirilen program ile ekonomik dağıtım stratejisi uygulanmıştır.

Lagorse ve Somoës (2008), çoklu etken bulanık mantık tabanlı hibrit sistemlerin enerji yönetimi adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada hibrit enerji sisteminde, enerji akışının kontrolü için dağıtılmış enerji yönetim sistemi önerilmiştir. Bu dağıtılmış enerji yönetim sistemi, çoklu etmen sistemiyle kontrol edilmektedir. Hibrit sistem, süper kapasitör, yakıt hücreleri, fotovoltaik hücreler ve yüklerden meydana gelmiştir. Batarya birimi, bulanık mantık kuralları tarafından kontrol edilmektedir.

Zhang ve ark. (2017), rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve pompalanan depolama gücü ile entegre edilmiş çok enerji hibrit sistem için çok amaçlı sağlam zamanlama optimizasyonu adlı bir çalışma yapmışlardır. Rüzgâr enerjisi santrali, fotovoltaik jeneratörler, hücre gazı türbini ve pompalı depolama enerji istasyonu multienerji hibrit sistemine entegre edilmiştir. Pompalı depolama enerji istasyonu, yük arz ve talep durumuna göre rüzgâr enerjisi santrali ve PV'nin mevcut gücüne bağlı olarak pompalı enerji istasyonunu optimize ederek yük eğrisinin tepe noktasını belirleyen katsayılar oluşturulur. Bu katsayılar, rüzgâr enerjisi santrali ve PV'nin belirsizliğini giderebilecek sağlam katsayılar belirleyerek farklı risk tutumlarına sahip karar vericiler için esnek zamanlama karar araçları sağlayabilir, bu da ekonomik faydaları en üst üzeye çıkarabilir ve aynı zamanda operasyon risklerini en aza indirebilir.

Shashi ve ark. (2015), rüzgârdan ve güneşten oluşan hibrit enerji üretim sistemi önermişlerdir. FV hücreler rüzgâr enerji sistemi ve dizel generatör ayrı ayrı benzetimleri yapılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda yüke ait akım ve gerilim karakteristikleri elde edilmiştir. Elde edilen dalga biçimleri karşılaştırılmış dizel generatör çıkış biçimlerinin, bataryanın çıkışından daha az harmonik olduğu gözlenmiştir. Şebeke bağlantısı olmayan hibrit enerji üretim sistemine dizel generatör ilave edilerek oluşturulan sistemin uzak ve ada alanlarda kullanımını önermişlerdir.

Kırçıçek (2020), yaptığı tez çalışmasında, hibrit enerji enerji üretim sistemi oluşturmuştur. Süperkapasitör ve bataryadan oluşturulan depolama sistemini hibrit enerji enerji üretimine ekleyerek, geliştirmiş olduğu enerji yönetimi algoritmasıyla talep edilen gücü kesintisiz bir şekilde karşılamaya çalışmıştır.

Kocaman (2015), yaptığı çalışmasında elektrik dağıtım şebekesinden veya şehir merkezinden uzak tatil köyü, dağ evi gibi yerleşim yerlerinin elektrik ihtiyacının karşılanması için rüzgâr, güneş, mikro hidroelektrikten oluşturulan hibrit sistemde mikro şebekenin enerji yönetimini, C# bilgisayar programıyla geliştirdiği programla sağlamıştır. Geliştirdiği program ile yükün enerji talebini en uygun kaynaktan karşılandığı görülmüştür.

Patsialis ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada uzak ve dağlık bölgeler, elektrik şebekeleri ile ilgili kalıcı problemlerle karşı karşıya olduğu sonucunu ortaya atmışlardır. İnsanların evdeki günlük yaşamını etkileyen kararlılık sorunları, voltaj ve enerji kalitesinde ani düşüşleri önlemek için bir enerji sistemi geliştirmişlerdir. Fotovoltaik, rüzgâr ve hidroelektrik sistemini uygun modelleme ile gerçek zamanlı olarak talebe göre enerji üretmek, depolamak ve yönetmek için bir sistem oluşturmuşlardır.

Simão ve Ramos (2020), yaptıkları çalışmada enerji depolama esnekliği, güvenilirliği ve sürdürülebilirliği açısından hidro, güneş ve rüzgârın birleşimiyle oluşturulan hibrit çözümlerin matematiksel simülasyonları, farklı işletim sistemleri ile birlikte incelenmiştir.

Yurdakul ve ark. (2020), fotovoltaik sistemler için MATLAB programı üzerinden denetlemesi olan arduino ile akünün şarj kontrol ünitesi ve uygulaması adlı bir çalışma yapmışlardır. Güneş panellerinden üretilen enerjisi hava şartlarına bağlı olarak değiştiğinden doğrudan akünün şarj edilmesinde kullanılmadığından dolayı off grid güneş sistemlerinde kullanılan batarya ömürlerini artırabilmek, bataryaların aşırı deşarj ve şarj olmasını önlemek için Arduino ile şarj kontrol ünitesi tasarlamışlar ve uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Sistemin kontrolü Arduino tabanlı, Matlab programı ile kapalı çevrim kontrolünü sağlamak için PI (oransal – integral) denetleyiciyle yapılmıştır. Arduino ve PI denetimli DA-DA şarj kontrol ünitesi bilgisayar ortamında simülasyonu yapılarak sonuçlar elde edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

Pathare ve ark. (2017), maksimum enerji noktası izleme (MPPT) solar şarj kontrol cihazının tasarımı ve uygulaması adlı bir çalışma yapmışlardır. Güneş enerjisindeki sorun üretilen elektriğin güneş ışınımı, sıcaklık gibi hava şartlarına bağlı olarak değişken olmasıdır. Bu değişkenliği engellemek için yük ile güneş paneli arasına bir pil bağlamışlardır. Güneş ışığının parlaklığına göre üretilen gerilim değişkenlik gösterir ne kadar parlak o kadar yüksek gerilim üretilir ve aşırı voltaj pillere zarar verebilir. Pilin zarar görmemesi için MPPT şarj modülünden yararlanılır. MPPT, PV modülünden maksimum enerji elde etmek ve pili aşırı şarjdan korumak için kullanılan bir yöntemdir. MPPT şarj kontrol cihazı, iki ana amaca yönelik pil koruması ve enerji ölçümü sağlar. Maksimum enerji noktası izleme güneş enerjisi şarj kontrol cihazı ve DC enerji sayacının ayrıntılarını elde etmelerini sağlamışlardır.

Saji ve ark. (2019), sık sık aşırı şarj etme ve aşırı boşalma, pilin erken arızalanmasına neden olur. Elektrikli pillerdeki akım akışı bir şarj kontrolörü ile sınırlandırılabilir. Solar şarj kontrolörü önemli bir rol oynar ve kurulu sistemlerin güvenilirliğini, performansını ve dayanıklılığını sağlar. Bu makale, pilin şarj ve deşarj kontrolünü iyileştirmek için bir güneş fotovoltaik (PV) sistemi ile birleştirilmiş bir mikro denetleyici tabanlı şarj kontrolörünün performansını incelemektedir. Pilin ömrü, aşırı şarjı ve aşırı deşarjı önleyerek solar şarj kontrolörü ile iyileştirilebilir. Şarj kontrolörünün iyi performansı ve enerji kalitesindeki iyileşme sonuçlarda gösterilmiştir. Proteus, sonuçları oluşturmak için kullanılan simülasyon aracıdır.

Ye ve ark. (2011), EMTP / ATP'de hibrit rüzgâr / güneş / hidro mikro şebekenin dinamik modellenmesi adlı bir çalışma yapmışlardır. Mikro şebekeler, yerel olarak hizmet vermek için çeşitli dağıtılmış jeneratörleri (DG) kullanan AG veya OG elektrik şebekeleridir. Bu çalışmada, fotovoltaik (PV) hücre dâhil olmak üzere ana dağıtılmış jeneratörlerin dinamik modelleri, rüzgâr türbini, hidro türbin ve eşdeğer enerji elektronik arayüzleri, PV'nin pil ünitesi ve Electro Magnetic Transient Program / Alternative'de hidro türbinin uyarma sistemi yapılmıştır. Geçici Program (EMTP / ATP) yazılım paketi kullanılmıştır. Aktif enerji / frekansa dayalı kontrol stratejileri ve inverterlerin enerji kontrolü için reaktif enerji / voltaj düşüşleri de geliştirilmiştir. Mikro kaynakların dinamik davranışını araştırmak için bir dağıtım ağında çalışmalar yapılmıştır. Hem kararlı durumda hem de arıza senaryolarında simülasyon sonuçları, önerilen modellerin fizibilitesini doğrulamakta olduğunu anlatmışlardır.

Ndukwe ve Iqbal (2019), Nijerya'daki uzak bir topluluk için pil depolama sistemine sahip bağımsız bir PV tabanlı DC mikro şebekenin boyutlandırılması ve dinamik modellenmesi ve simülasyonu adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Nijerya'daki Umuokpo Amumara için 800 hane, kiliseler, okullar, mağazalar ve bir su pompalama sistemini içeren bir dizi topluluk kurulumuna sahip güneş enerjisiyle çalışan bir DC mikro şebeke önerilmiş ve tasarlanmıştır. HOMER Pro'da, topluluğun enerji ihtiyaçlarını ve ayrıca topluluğa en uygun sistem boyutunu ve konfigürasyonunu belirlemek için bir Tekno-ekonomik fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Topluluğun enerji ihtiyacı 3,16 MWh / gün olarak elde edilmiştir. Batarya depolama sistemi de bu çalışmada boyutlandırılmış ve 21.944 Ah'lik bir batarya sistemi kapasitesi, yenilenebilir enerji kaynağı olmadan bir günlük topluluğun enerji ihtiyacını karşılayabilmiştir. Önerilen mikro şebekenin dinamik modeli, enerji kalitesi, yük etkisi ve pil depolama şarjı açısından sistemin dinamik yanıtını gözlemek için MATLAB / SIMULINK'te simüle etmişlerdir.

Abdelilah ve ark. (2018), Arduino bazlı veri toplama sistemli solar şarj kontrol cihazı adlı çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, panellerin ve akünün akım ve voltaj ölçümlerini elde edebilen akünün şarjını ve deşarjını kontrol etmek için DC-DC dönüştürücüye (buck converter) enerji verecek PWM döngüsünü oluşturarak belirli bir algoritma uygulayabilen bir mikrodenetleyici (Arduino Nano) kullanır. Sistem, veri toplama için bir WiFi modülü içerir ve pilin durumunu incelemek ve bakım için kullanılabilir. Uygulanan donanımdan elde edilen sonuçlar, yük değişimi ile görev

döngüsünün değişimini gösterir ve böylece buck dönüştürücü çıkış voltajının ve şarj algoritması tarafından kontrol edilen akımın değişimi anlamına geldiğini anlatmışlardır.

Naidu ve ark. (2018), DC için birleşik dağıtılmış kontrol stratejisi hibrit enerji depolama cihazlarına sahip mikro şebeke adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, güneş fotovoltaik sistemleri, piller, Süper kapasitörler ve yakıt hücrelerinden oluşan bir DC mikro ızgaraya uygulanan DC veri yolu sinyali (DCB'LER) kullanarak dağıtılmış bir kontrol stratejisi sunmaktadır. DCBS yöntemi, dönüştürücünün çıkış terminallerinde ölçülen yerel bilgilere dayanarak, her bir düğümün (ilgili dönüştürücüyle birlikte kaynak/depolama aygıtı) anlık ve çalışma modunu belirler. Ayrıca, dönüştürücü seviyesinde, sistem düğümlerinin istenmeyen çalışmasına neden olacak hat voltaj düşüşü sorununu düzgün bir şekilde ele almak için sanal direnç öykünmesi ile çift döngü kontrolü kullanılır. Ek olarak, mikro ızgaranın N-1 çalışması sırasında yükleri azaltmak için DC veri yolu voltajını kullanan bir talep tarafı Yönetimi (DSM) stratejisi sunulmaktadır. DC MİKROGRİD, DCBS kontrolü ile birlikte MATLAB/SİMULİNK kullanılarak modellenmiş ve analiz etmişlerdir.

Hamza ve ark. (2017), kırsal elektrifikasyon için güneş fotovoltaik tabanlı düşük güçlü düşük voltajlı DC mikro ızgara mimarilerinin tasarımı ve analizi adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, üç olası dağıtım mimarisini analiz ediyoruz ve gelişmekte olan ülkelerdeki tipik mekânsal köy yönelimleri açısından operasyonel verimliliğini değerlendiriyoruz. Bunlar, 10 AWG iletken boyutunu kullanarak 24 V DC dağıtımında tipik 40 evlik bir köy için sırasıyla % 71, % 77.9 ve % 76.2 verimliliğe sahip C-mimarisi, OArchitecture ve küme Mimarilerini içerir. Bu çalışmadaki karşılaştırmalı analize dayanarak, bir köyün optimum dağıtım yapısı, daha yüksek bir operasyonel verimlilik ve daha düşük bir Başlangıç maliyeti elde etmek için yönelimine (evlerin düzenlenmesi) uygun olarak önerilebilir. Bu çalışma genellikle yeni küçük microgrid sistemlerinin tasarımı ve uygulanmasında ve mevcut microgrid sistemlerinin kullanılabilirliklerini en üst düzeye çıkarmak için yükseltilmesinde yararlı olacağını anlatmışlardır.

Rokonuzzaman ve ark. (2020), maksimum enerji noktası izleme solar şarj kontrolörünün tasarımı ve uygulaması adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada güneş fotovoltaik (PV) enerjisi için artan talebin, PV panellerinden elde edilen enerjinin ortam koşullarının kesintili olması nedeniyle yüke maksimum enerji veremiyor. Bu nedenle, maksimum enerji noktası izleme (MPPT) kullanmak, PV sistemleri için zorunlu hale gelir. Bu çalışmada, Nesnelerin İnterneti (IoT) ile donatılmış yeni bir

MPPT solar şarj kontrolörü (SCC) tasarlanarak ve uygulanmıştır. Önerilen devre sistemi, verileri ağa göndermek için IoT tabanlı sensörleri kullanır. Uzaktan izleme ve kontrol amaçlı IoT platformu, sistemin uzaktan izlenir. PIC16F877A, önerilen MPPT-SCC'nin ana denetleyicisi olarak kullanılır. Önerilen sistemi doğrulamak için, hem simülasyon hem de donanım uygulaması, sırasıyla MATLAB / SIMULINK ortamı ve laboratuvar kurulumunda uygulanmış ve sonuçlara göre önerilen sistemin verimliliği, bir aylık performans testi süRESi boyunca % 99,74'e ulaştığını görmüşlerdir.

Nimma ve ark. (2018), gri kurt optimizasyon tabanlı optimum enerji yönetimi ve şebekeye bağlı mikro şebekeler için pil boyutlandırma yöntemi adlı çalışma yapmışlardır. Akıllı enerji yönetimi ve pil boyutlandırma, yenilenebilir kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak ve bu tür karmaşık sistemlerde geleneksel yakıt kullanımını azaltmak için mikro şebekelerde temel gereksinimlerdir. Bu makale, gri kurt optimizasyonu (GWO) tekniğini kullanarak bu gereksinimleri karşılamak için yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Önerilen algoritma farklı senaryolar için uygulanır ve sayısal simülasyon sonuçları, genetik algoritma (GA), partikül sürüsü optimizasyonu (PSO), Bat algoritması (BA) ve geliştirilmiş yarası algoritması (IBA) dahil olmak üzere diğer optimizasyon yöntemleriyle karşılaştırılır. Önerilen yöntem (GWO), çözüm kalitesi ve hesaplama verimliliği açısından diğer algoritmalara kıyasla olağanüstü sonuçlar ve üstün performans gösterir. Sayısal sonuçlar, akıllı bir pil enerji depolama (BES) kullanımına sahip GWO'nun, mikro şebekenin işletme maliyetlerini GA, PSO, BA ve IBA ile karşılaştırıldığında % 33.185 oranında azaltmaya yardımcı olduğunu göstermişlerdir.

Yimen ve ark. (2020), hibrid yenilenebilir enerji sistemlerinin optimal boyutlandırma ve tekno-ekonomik analizi-Fanisau, Kuzey Nijerya'da bir fotovoltaik/rüzgâr/pil/dizel sistemi adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma, kuzey Nijerya'nın şebekeden bağımsız ve uzak bir köyü olan Fanisua'nın elektrik ihtiyaçlarını karşılamak için bağımsız bir fotovoltaik / rüzgâr / pil / dizel hibrit sistemini optimize etmek ve analiz etmek için iki aşamalı bir metodoloji önermektedir. İlk adımda, simülasyonları çalıştırmak ve sistemi genetik algoritma aracılığıyla optimize etmek için MATLAB ortamı kullanıldı. Ardından, önerilen sistemi Sahra altı Afrika'daki mevcut geleneksel kırsal elektrifikasyon modları, yani şebeke genişletme ve dizel jeneratör ile karşılaştırmak için ikinci adımda tekno-ekonomik ve emisyon analizi gerçekleştirildi. Şebeke genişletme ile karşılaştırmada başa baş mesafe parametRESi benimsenmiştir. Ayrıca, dizel jeneratörün optimum sistemle değiştirilmesi varsayımsal projesi, Basit

Geri Ödeme SüRESi (SPP) ve Net Şimdiki Değer (NPV) parametreleri kullanılarak analiz edildi. Ortaya çıkan optimum tasarım mimarisi, sırasıyla 89.271 kWh'lık bir fotovoltaik dizi, 100.31 KW dizel jeneratör ve toplam yıllık maliyeti (TAC) ve enerji maliyeti (COE) sırasıyla 43.807 ABD Doları ve 0.25 ABD Doları / kWh olan 148 pil içeriyordu. Bulunan başa baş mesafesi 16,2 km iken, varsayımsal projenin NPV ve GES'leri sırasıyla 572,382 ABD doları ve 2,8 yıldır. Şebeke genişletme ve dizel jeneratöre göre önerilen sistemin karbondioksit (CO₂) emisyonlarındaki tasarrufları sırasıyla 85.401,08 kg / yıl ve 122.062,85 kg / yıl olarak bulunmuştur. Bu çalışma, güneş PV tabanlı HRES'lerin Sahra altı Afrika'nın kırsal alanlarındaki sürdürülebilir elektrik arzusunda rolü olabileceğini vurgulamışlardır.

Jaszczur ve ark. (2019), hibrit yenilenebilir enerjinin optimizasyonu sistemleri adlı çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, iki farklı optimizasyon kriterine göre konut yükü için hibrit yenilenebilir enerji sisteminin kullanımına odaklanılmıştır. Sunulan sistem, enerji depolaması olarak fotovoltaik modüller rüzgâr türbinlerini ve pilleri kullanmaktadır. Analizler, elektrik yükü, yerel güneş radyasyonu, rüzgâr hızı ve diğer çevRESel parametreler için deneysel ölçümlere dayalı olarak gerçekleştirmişlerdir.

Tribioli ve ark. (2016), çoklu enerji depolama sistemlerine sahip şebekeden uzak hibrit elektrik santralının enerji yönetimi adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu makalede, yapay bir ada için çoklu depolama sistemlerine sahip bir şebekeden bağımsız hibrit enerji santrali tasarlanmış ve depolanan enerjinin yönetimi için iki olası strateji önerilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgâr / güneş teknolojileri) birincil enerji tedarikçileri olarak kullanılmaktadır. Enerji talebini karşılamak ve ekstra gücü absorbe etmek için bir kurşun asit akü paketi (BAT) ve tersine çevrilebilir polimer elektrolit yakıt hüRESi kullanılır. Tersine çevrilebilir yakıt hüRESi, maliyetleri ve kaplanan alanı azaltmaya izin verir ve yakıt hüRESi, bir elektrolizör olarak tersine çevrilebilir çalışmasıyla üretilen saf hidrojen ile beslenebilir. Yedek sistem olarak bir dizel motor kullanılmaktadır. HOMER Pro®, yenilenebilir kaynakların boyutlarının ve BAT'ın tam faktöriyel tabanlı optimizasyonu için kullanılırken, Matlab / Simulink daha sonra tesis operasyonunu simüle etmek ve iki olası enerji yönetimi kontrol stratejisini karşılaştırmak için kullanıldı. Tersine çevrilebilir yakıt hüRESi boyutlandırması için, çeşitli baca ve hidrojen tankı boyutlarında bir hassasiyet analizi gerçekleştirilmiştir. Tesis konfigürasyonu ve enerji yönetimi kontrol stratejisi için son seçim, fosil yakıt tüketimini ve CO₂ emisyonlarını, pil yaşlanma oranını ve santral genel verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan sonuçların karşılaştırmalı bir analizi temelinde

yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı enerji kaynaklarının iyi bir entegrasyonunu sağlayarak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kesintili doğası ile karşı karşıya gelerek, uzak bir bölgedeki elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılayabilen, yenilenebilir bir enerji santrali gerçekleştirme olasılığını göstermiştir.

Yapılan tez ve makale çalışmalarının birçoğunda, açık deniz, yüzeysel akıntı enerjisi, mikro hidroelektrik, biyogaz, biyokütle, güneş ve rüzgâr enerjisi sistemleri farklı çalışmalarda en az iki kaynak bir arada kullanılarak hibrit sistem oluşturulmuştur. Bu kaynaklardan üretilen elektrik enerjisinin depolanması için süper kapasitör ve akü grupları kullanılmıştır. Yükün talep ettiği enerji için çeşitli yazılımlar veya mikrodenetleyici yardımıyla enerjinin yönetimi yapılmıştır. Tez çalışmasında değişken ve kararsız bir yapıya sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları güneş ve rüzgârın olduğu hibrit sistem ve bu sisteme entegre edilen depolama sistemi ile birlikte kesintisiz ve kaliteli bir enerji üretimi için çeşitli işletme senaryoları belirlenmiştir. Bu işletme senaryolarına göre enerjinin verimli bir şekilde yönetimi gerçekleştirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjisinin tek başına kullanılması güneşin veya rüzgârın olmadığı zamanlarda bazı dezavantajlar oluşturmaktadır. Bunları ortadan kaldırmak için rüzgâr ve güneş enerjisinin birlikte kullanıldığı hibrit sistem modeli tasarlanmıştır. Tasarlanan bu sistemde puant saat veya tüketimin artışı gösterilebilmek için sisteme alıcı eklenerek yeniden oluşturulmuştur.

Ankara'nın Gölbaşı ilçesinde bulunan kamu kurumuna ait uygulama amacıyla kurulmuş olan sistemde tezde oluşturulan senaryolara göre üretilen elektriğin veri kaydı gerçek bir uygulama ile alınmıştır. Gerçek uygulamada güneş santralinden ve rüzgâr santralinden üretilen elektriğin saatlik veri kayıtları inverter programı olan WATCH POWER programı ve harmonik test cihazı ile kaydedilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Anlık olarak şarj akımı, gerilimi, bataryanın şarj durumu, tüketim, frekans vb. değerler alınmıştır. Tezde aynı zamanda HOMER simülasyon programı kullanarak sistemin optimizasyonu yapılmış senaryolara göre ayrı ayrı saatlik veriler alınıp günlük ortalama veriye dönüştürüldükten sonra aylık veri şeklinde Excelde grafik haline dönüştürülerek gerçek veri ile HOMER programı verileri karşılaştırılmıştır. Tezde iki kontrol birimi oluşturulmuştur. Birinci kontrol biriminde üretilen enerji ile tüketilen enerjinin kontrolü, ikinci kontrol biriminde akülerin şarj ve deşarj durumlarının kontrolü tasarlanmıştır.

Birinci kontrol biriminde oluşturulan senaryolar;

Senaryo 1: Hibrit sistemde üretilen enerji tüketimden fazla ise depolama birimine fazla elektrik enerjisi gönderilerek akülerde depolama sağlanması.

Senaryo 2: Tüketimin üretimden fazla olduğu zamanlarda hibrit sistemle üretilen ve depolanan elektriğin birlikte tüketiciye elektrik verilerek enerji sürekliliği sağlanması.

Senaryo 3: Tüketimin puant yük durumunda yani üretimin tüketimi karşılamadığı zamanlarda depolanan enerji ve üretilen enerjiden tüketicinin elektrik ihtiyacı karşılanması.

Senaryo 4: Hibrit enerji sistemleri bileşenlerinden rüzgârın veya güneşin olmadığı zamanlarda tüketicinin enerji ihtiyacı sistemin ürettiği elektrikten fazla ise depolanan enerjiden ve sistemden üretilen enerjiden sağlanması.

Senaryo 5: Hibrit enerji sistemleri bileşenlerinden rüzgârın veya güneşin olmadığı zamanlarda tüketicinin enerji ihtiyacı sistemin ürettiği elektrikten az ise sadece üretilen enerjiden sağlanması.

İkinci kontrol sisteminde: Akü gurubunun şarj ve deşarj durumları inverter yardımıyla kontrol edilerek, akülerin şarj ve deşarj durumlarına bakılarak;

- a) Akülerin aşırı şarj ve deşarj olmasının kontrolü.
- b) Akülerin güvenli çalışma bölgesinde kontrolü.

Güneş, rüzgâr ve akü grubundan oluşan hibrit enerji üretim sistemi, 275 W gücünde 8 adet polikristal güneş panelinin 4 adeti çatı üzerine 4 adeti alüminyum konstrüksiyon üzerine seri ve paralel bağlanarak montajı yapılmıştır. 2000 W'lık 3 fazlı iki adet rüzgâr türbini, seri bağlanan 4 adet 12 V 105 Ah'lık jel (elektroliti jelleştirilmiş kurşun asit) akü grubu, 3 adet 80 W gücünde led sokak armatürü, üç fazlı elektronik sayaç ile sistem oluşturulmuştur. Akü grubu elektrik üretimi fazla olduğunda elektrik enerjisinin depolanması, tüketimin fazla olduğu veya elektrik enerjisi üretiminin olmadığı zamanlarda kesintisiz, sürekli ve kaliteli enerjinin sağlanabilmesi için kullanılmıştır.

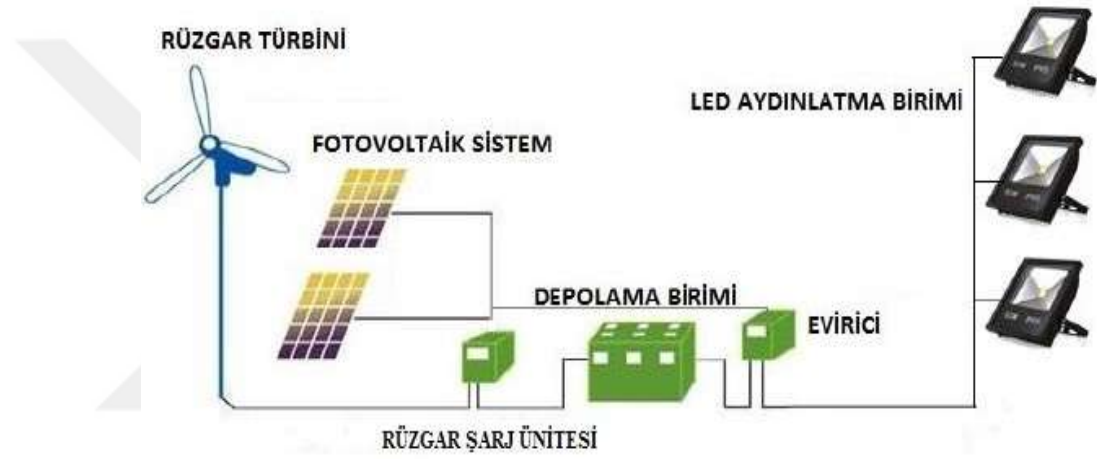
Hibrit sistemin çalışması: Güneş panelinden üretilen elektrik enerjisi invertere gelir, inverterden bataryanın şarj olması için elektrik enerjisi bataryaya 48 V DC olacak şekilde bataryaya inverter tarafından gönderilir. İnverter AC çıkışından tüketiciye tam sinüs şeklinde elektrik enerjisini gönderir.

Rüzgâr santralinden üretilen AC elektrik enerjisi rüzgâr şarj kontrol cihazına gelir. Rüzgâr şarj kontrol cihazı 48 V DC çıkış vererek elektrik enerjisini bataryaya gönderir. Bataryaya 48 V göndermesinin sebebi inverterin beslemesinin ve batarya gerilimi toplamının 48 V olmasıdır. Rüzgârdan gelen elektrik şarj kontrol cihazı üzerinden bataryaya, güneşten gelen enerji inverter üzerinden bataryaya gönderilir. Sistemde rüzgâr şarj kontrol cihazı kullanılmıştır. Güneş şarj kontrol cihazı kullanılmamıştır. Kullanılmamasının nedeni inverterin içinde güneş şarj kontrol cihazı vardır ve güneşten gelen elektrik enerjisinin kontrolünü inverter yapmaktadır. Sistemde kullanılan inverter tam sinüs çıkışı veren akıllı inverterdir. İnverterin çıkışı tam sinüs vermekte ve sistemde oluşturulan kontrol birimlerine göre inverter içindeki kontrol birimi otomatik olarak enerji kontrolünü yapmıştır.

Hibrit sistemde iki kontrol birimi oluşturulmuştur.

Birinci kontrol biriminde oluşturulan senaryolara göre güneşin, rüzgârın ve bataryanın olmasına veya olmamasına göre inverterin içerisinde bulunan kontrol birimi tarafından sistem kontrol altına alınmıştır.

İkinci kontrol biriminde bataryaların kontrolü için oluşturulan senaryolara göre inverter otomatik olarak batarya durumlarını kontrol etmektedir. Sistemimize baktığımızda rüzgâr hızı fazla olduğunda rüzgâr türbini içerisinde bulunan fren mekanizması devreye girerek rüzgâr türbinini devre dışı bırakıyor. Batarya dolu olduğu halde, rüzgârdan elektrik enerjisi üretimi olduğunda rüzgârdaki üretilen elektriğin deşarj amacıyla dump load direnci üzerinden anlık olarak tüketilmesi sağlanmıştır. Şekil 3.1’de güneş, rüzgâr ve bataryadan oluşan hibrit sistemin blok şeması görülmektedir.



Şekil 3.1. Hibrit sistemin blok şeması

Şekil 3.2 'de hibrit sistemin sahadaki hali görülmektedir.



Şekil 3.2. Hibrit sistemin sahadaki kurulmuş hali

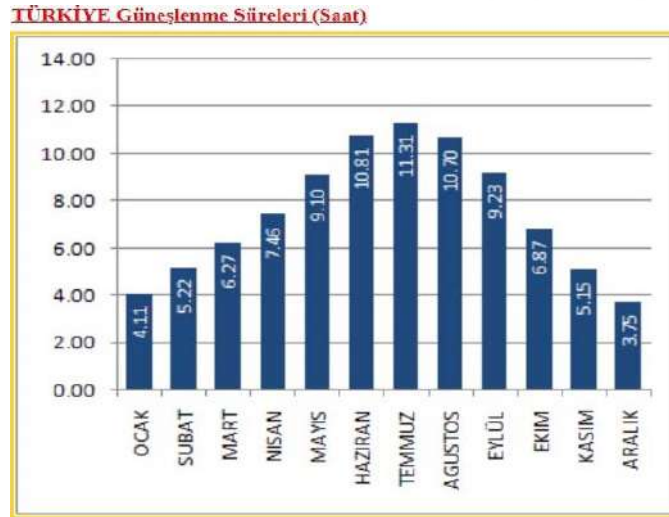
Şekil 3.3 'te Türkiye güneşlenme haritası görülmektedir.



Şekil 3.3. Türkiye Güneşlenme Haritası (GEPA)

Türkiye’de son yıllarda güneş enerjisine talep artmaktadır. Bunun nedeni yapılan teşvikler, alım garantisi, yönetmelikler, vergi muafiyeti gibi düzenlemeler güneş santrallerine yönelimi artırmıştır. Bireysel kullanım veya büyük güçteki santrallerin kurulması artış göstermektedir. Bu artış enerjide dışa bağımlılığı azaltacak kadar henüz yeterli değildir.

Şekil 3.4’te Türkiye’nin aylara göre verilen güneşlenme süreleri görülmektedir.



Şekil 3.4. Türkiye’nin aylara göre güneşlenme süresi

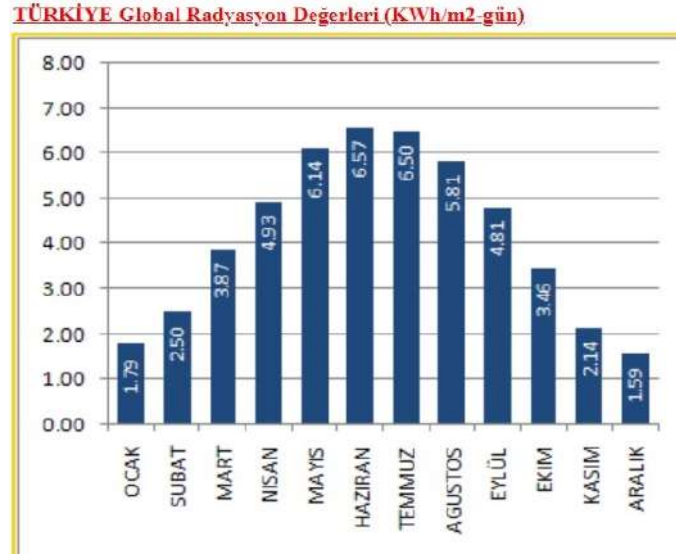
Şekil 3.4 'te Türkiye’nin aylara göre verilen güneşlenme süreleri toplanarak 12 aya bölünmüş, Türkiye’nin yıllık ortalama güneşlenme süresi hesaplanmıştır.

$$\frac{4,11 + 5,22 + 6,27 + 7,46 + 9,1 + 10,81 + 11,31 + 10,7 + 9,23 + 6,87 + 5,15 + 3,75}{12}$$

$$= 7,49 \text{ saattir.}$$

Türkiye’nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 7,49 saattir.

Şekil 3.5 ' te Türkiye'nin radyasyon değerleri görülmektedir.



Şekil 3.5. Türkiye'nin aylık radyasyon değerleri

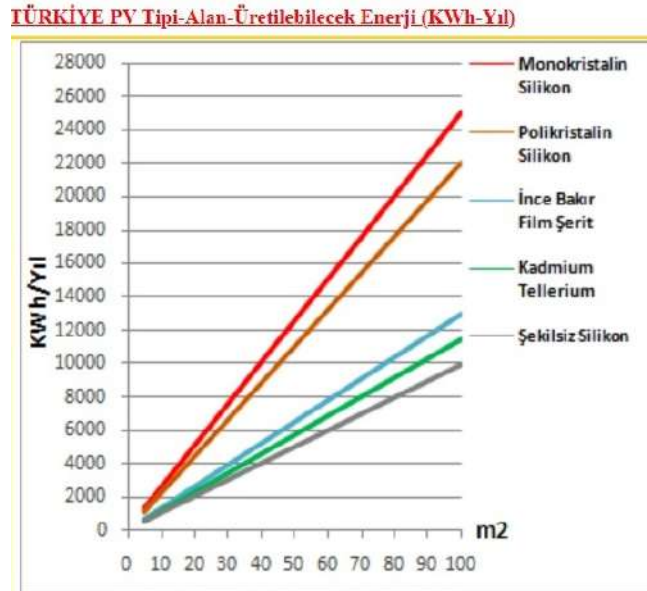
Şekil 3.5 'te Türkiye'nin aylara göre verilen radyasyon değerleri toplanarak 12 aya bölünmüş, yıllık ortalama radyasyon değeri hesaplanmıştır.

$$\frac{1,79 + 2,5 + 3,87 + 4,93 + 6,14 + 6,57 + 6,5 + 5,81 + 4,81 + 3,46 + 2,14 + 1,59}{12}$$

= 4,17 gündür.

Türkiye'nin yıllık ortalama radyasyon değeri 4,17 gündür.

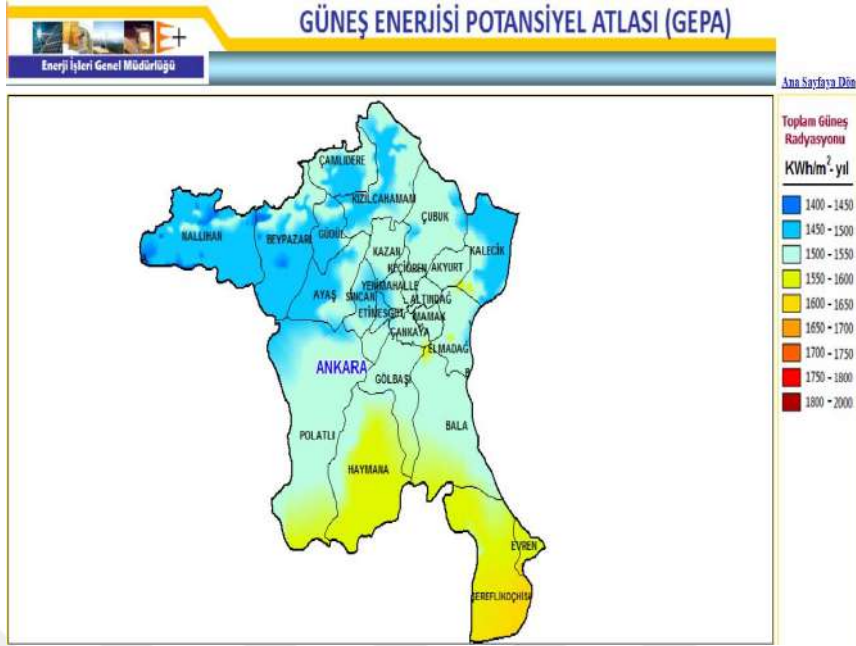
Şekil 3.6 ' da PV panel tipine göre üretilebilecek enerji miktarı görülmektedir.



Şekil 3.6. PV panel tipine göre üretilebilecek enerji miktarı

Şekil 3.6 'daki PV panel tipine bakıldığında monokristal panelin polikristal panelden daha fazla elektrik üretimi yaptığı görülmektedir.

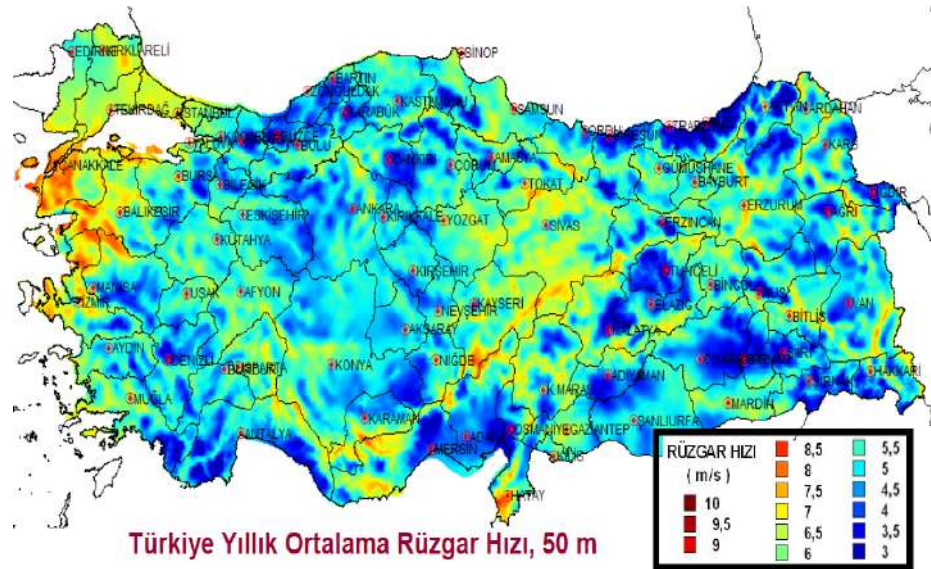
Şekil 3.7 'de Ankara'nın güneş haritası görülmektedir.



Şekil 3.7. Ankara ilinin güneş haritası

Şekil 3.7 'de Ankara'nın güneşlenme haritasına bakıldığında yıllık metrekareye düşen elektrik enerjisi üretimi 1400 ile 1700 kWh arasında değişmektedir.

Şekil 3.8 'de Türkiye'nin yıllık ortalama hızı haritası görülmektedir.

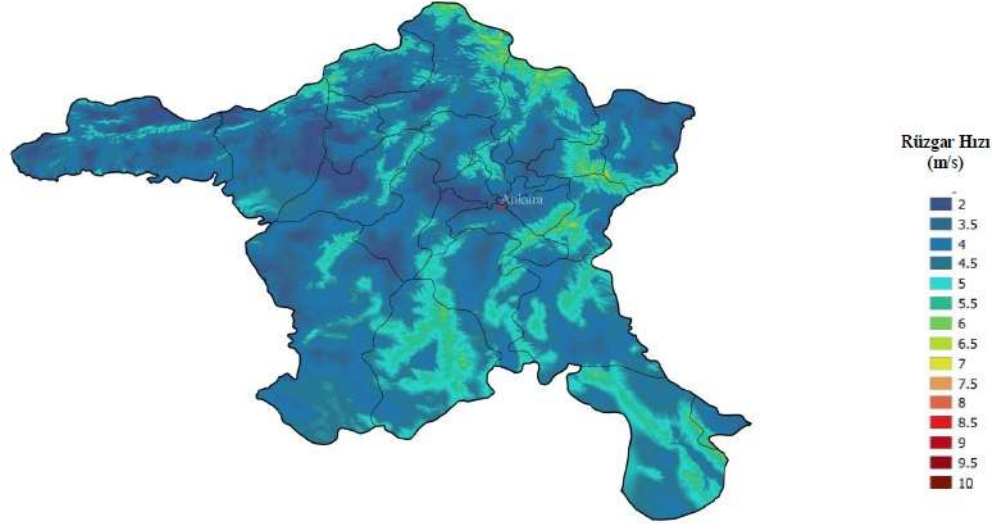


Şekil 3.8. Türkiye yıllık ortalama rüzgâr hızı

Şekil 3.8 'de Türkiye'nin yıllık ortalama rüzgâr hızı haritasında Ankara ilinin rüzgâr durumuna bakıldığında 3 ile 7 m / s arasında değiştiği görülmektedir. Bazı yerlerde 7,5 m / s rüzgâr hızına ulaşmaktadır.

Şekil 3.9 'da Ankara'nın yıllık ortalama hızı haritası görülmektedir.

YILLIK ORTALAMA RÜZGAR HIZI DAĞILIMI – 100 METRE

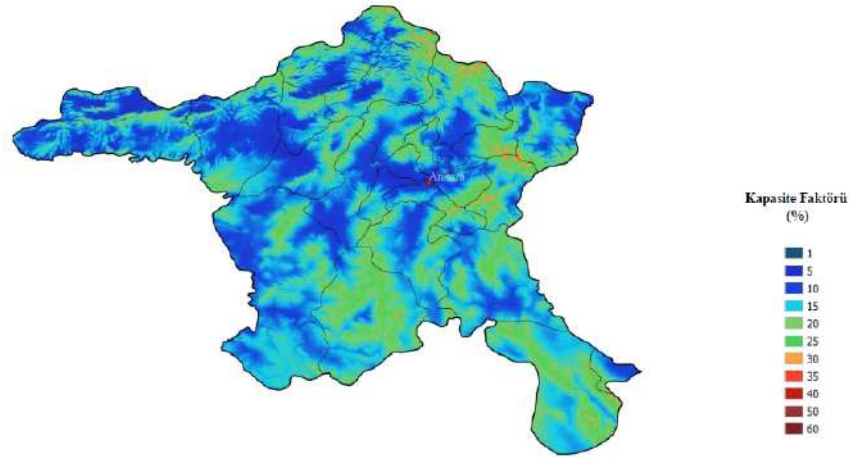


Şekil 3.9. Ankara'nın 100 metreye göre yıllık ortalama rüzgâr hızı dağılımı

Şekil 3.9 'da Ankara'nın rüzgâr hızı dağılımına bakıldığında 2 ile 6,5 m / s arasında değiştiği görülmektedir. Ankara'nın daha çok 2 ile 4 m / s arasında rüzgâr hızı görülmektedir.

Şekil 3.10 'da Ankara'nın rüzgar kapasite faktörü haritası görülmektedir.

KAPASİTE FAKTÖRÜ DAĞILIMI – 100 METRE

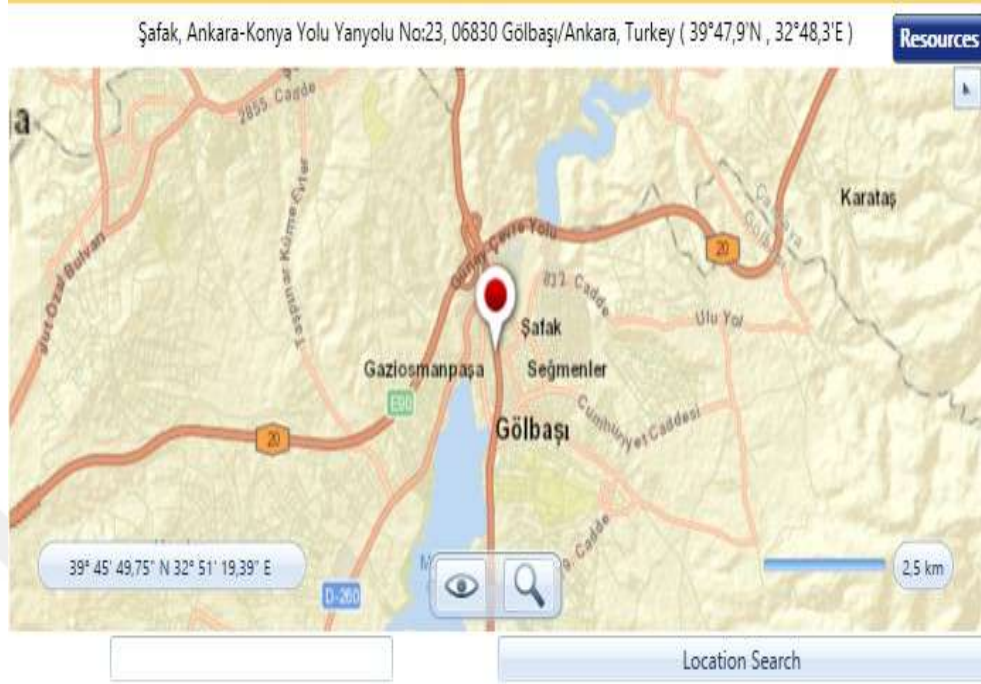


Kapasite faktörü dağılımı haritası 3 MW gücündeki bir rüzgar türbini için teknik değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Şekil 3.10. Ankara'nın 100 metreye göre rüzgâr kapasite faktörü (%) dağılımı

Şekil 3.10 'da Ankara'nın rüzgâr kapasite faktörüne bakıldığında % 5 ile % 30 arasında değiştiği görülmektedir.

Şekil 3.11 'de hibrit sistemin HOMER programında koordinatlarının gösterimi görülmektedir.



Şekil 3.11. Hibrit sistemin HOMER programında koordinatlarının gösterilmesi

Şekil 3.11 'de HOMER simülasyon programında simülasyonu yapılan hibrit sistemin koordinat yeri gösterilmiştir.

3.1. Materyaller

Hibrit sistemde kullanılan elemanlar;

1. Fotovoltaik sistem birimi
2. Rüzgâr türbini birimi
3. Depolama birimi
4. Dönüştürme Sistemleri (evirici)
5. Şebeke (led aydınlatma birimi)
6. Montaj elemanları
7. Pano

3.1.1. Güneş paneli

Çatı sisteminde her biri 275 W olan 4 adet güneş paneli kullanılmıştır. Zemine monte edilen sistemde ise yine her biri 275 W olan 4 adet güneş paneli kullanılmıştır. Sistemde kullanılan güneş paneli toplam gücü 2,2 kWh'tır.

Çizelge 3.1. Güneş paneli teknik özellikleri

Maksimum enerji	275 W
Maksimum voltaj(Vmpp)	32,52 V
Maksimum Akım (Impp)	8.46 A
Açık Devre Voltajı (Voc)	38,58 V
Kısa Devre Akımı (Isc)	8,99 A
E (güneş ışınım değeri)	800 W/m ²
Ebat (mm)	1652X997X42
Ağırlık	20 kg
Standartlara Uygunluğu	IEC61215 - IEC 61730
Yapı	Polikristal

Çizelge 3.1.'de sistemde kullanılan güneş panelinin teknik özellikleri verilmiştir.

Sistemde kullanılan panel hesabı:

Enerji formülü

$$P = I * U$$

8 adet panelden gelen akım ve gerilim hesabı:

1 panel ortalama 8 A akım üretiyor.

1 panel ortalama 34,5 V gerilim üretiyor.

Devrede iki adet seri grubu olduğu için

Seri grup*Panel gerilimi= 2*34,5 = 69 V DC

Devrede dört adet paralel grup olduğu için

Panel akımı* Paralel grup= 8*4 = 32 A

Saatte 32*69 = 2,208 W (2,2 kWh) enerji invertere verilmektedir.

Güneş panelinde maksimum enerji ve verim hesabı

Maksimum enerji hesabı

$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$P_{max} = 32,52 \times 8,46 = 275,12 \text{ W}$$

Panel alanı;

$$A = Uzunluk \times Genişlik$$

$$A = 1,652 \times 0,99 = 1,635 \text{ m}^2$$

Çıkış gücü;

$$P_{çıkış} = \frac{P_{max}}{A} = \frac{275,12}{1,635} = 168,27 \text{ W/m}^2$$

Verimlilik hesabı standart koşullarda olduğundan giriş gücü $P_{giriş} = 1000 \text{ W/m}^2$ olarak kabul edilir.

$$\eta = \frac{P_{çıkış}}{P_{giriş}} \times 100 = \frac{168,269}{1000} \times 100 = \% 16,82$$

Çizelge 3.2. Güneş paneli özelliklerinin karşılaştırması

	MONOKRİSTAL	POLİKRİSTAL
Verimi	% 15 - % 21	% 14 - % 19
Rengi	Genelde Siyah	Genelde Mavi
Maliyet	Pahalı	Ucuz
Ön Yüzündeki Hücreler	Düz	Dalgalı

Çizelge 3.2.'de Güneş paneli özelliklerinin karşılaştırması verilmiştir.

3.1.2. İnverter

Sistemde kullanılan PV paneller DC gerilim üretirler. Üretilen gerilim inverterin besleme gerilimi olan 48 V DC olarak invertere gelir. İnverter çıkışından akülerin beslenmesi için 48 V DC gerilim gönderilir. Şebekeden bağımsız sistemlerde düşük gerilimli (12 - 48 V) olarak kullanılırlar. Sistemde kullanılan rüzgâr türbini AC gerilim üretir. Rüzgâr şarj kontrol cihazı ile akülere DC 48 V olacak şekilde dönüştürülerek gönderilir. Akülere gelen DC gerilim invertere gönderilir. İnverter güneşten, rüzgârdan ve aküden gelen DC gerilimleri AC gerilime dönüştürerek alıcı veya tüketiciye gönderir.

Çizelge 3.3. İnverter teknik özellikleri

İnverter Çıkış Sinyali	220 V AC Tam Sinüs
Demeraj Gücü	5000 VA
Ayarlanabilir Solar Panel şarj gücü	Max 50 A 48 Volt
Verimlilik	> % 95
Koruma	Aşırı sıcaklık, aşırı yük, kısa devre
Ağırlık	5 kg
Frekans	50-60 Hz Otomatik Algılama
Ölçüleri (mm)	330 * 250 * 95
Enerji Tüketimi	1 W enerji beklemede

Çizelge 3.3 'de sistemde kullanılan tam sinüs akıllı inverterin teknik özellikleri verilmiştir.

Sistemde kullanılan beslemesi 48 V ve gücü 5000 VA / 5000 W İnverter, 48 V 50 A şarj kontrol cihazı, akü şarj cihazı (Redresör) üç parça tek bir cihaz olan inverter içinde toplanmıştır. İnverter, akünün şarj - deşarj olma durumu, yüke enerji aktarımı gibi işlemleri otomatik olarak yapmaktadır.

3.1.3. Rüzgâr türbini

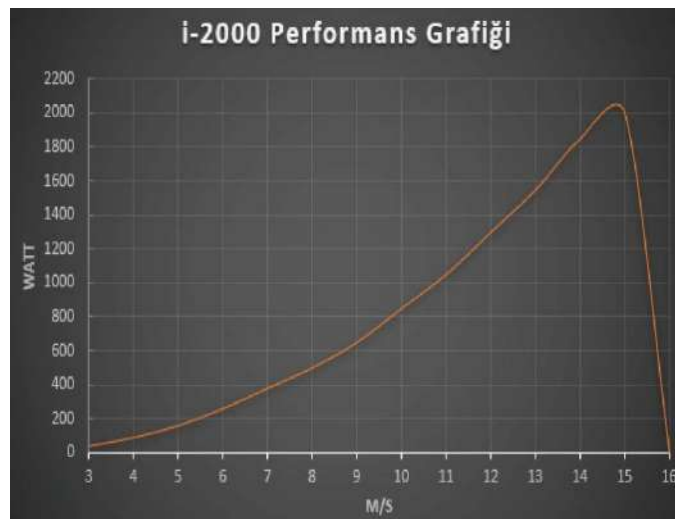
Rüzgâr türbini, rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren elemandır. Hibrit sistemde iki adet 2000 Wattlık rüzgâr türbini kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Rüzgâr türbini teknik özellikleri

Gövde Malzemesi	Alüminyum
Başlama Rüzgâr Hızı	2 m / s
Optimum Rüzgâr Hızı	12-15 m / s
Kesme Rüzgâr Hızı	45 m / s
Voltaj	3 FAZ 48V – AC
Maksimum Enerji	2200 W
Türbin Ağırlığı	22 kg
Kanat Uzunluğu	107 cm
Kanat Ağırlığı (1 kanat için)	650 gr

Çizelge 3.4.'te hibrit sistemde kullanılan rüzgâr türbini teknik özellikleri gösterilmiştir.

Şekil 3.12. 'de sistemde kullanılan rüzgâr türbini performans grafiği görülmektedir.



Şekil 3.12. Sistemde kullanılan rüzgâr türbini performans grafiği

Şekil 3.12 'de hibrit sistemde kullanılan rüzgâr türbininin rüzgâr hızına göre türbinden üretilen elektrik gücü gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Rüzgâr türbini şarj kontrol cihazı teknik özellikleri

Batarya gerilimi	48 V DC
Max. Rüzgâr türbini gücü	2 kW
Şarj gerilimi	52 V
Rüzgâr şarj akımı max.	33 A
Fren fonksiyonu(elektromanyetik kısa devre, rüzgâr türbini)	59 V
Akü voltajı min.	42 V
Çalışma sıcaklığı	Normal 20, +55 derece

Çizelge 3.5 'te sistemde kullanılan rüzgâr türbini şarj kontrol cihazının teknik özellikleri verilmiştir.

Rüzgâr türbini hesaplaması:

$$P=U*I$$

$$I=2000 / 220 = 9,09 \text{ A}$$

Sistemde iki adet rüzgâr türbini olduğu için

$$2*9,09 = 18,18 \text{ A (saatte)}$$

Günlük rüzgâr türbini toplam akım hesabı;

$$18,18*24 = 436,32 \text{ A toplam akım üretir.}$$

Enerji kaybı % 30

$$436,32 - 436,32*0,3 = 306 \text{ A akım akülere verilir.}$$

3.1.4. Jel batarya

Akü grubu elektrik enerjisinin depolandığı birimdir. Elektrik enerjisi ihtiyacı arttığında veya elektrik üretiminin olmadığı durumlarda tüketicinin elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılmıştır. Akıllı şarj kontrol sistemin de kullanılan jel aküler 48 V gerilimi elde etmek için seri bağlanmıştır.

Çizelge 3.6. Hibrit sistemde kullanılan jel akülerin teknik özellikleri

Model	Solar sagm 12 105
Nominal Voltaj	48 V
Nominal Kapasite (20 saat)	105 Ah
İç Direnci	4.8 mΩ
20 °C'deki Ömür Beklentisi	8 yıl üzeri
Ebatlar (mm)	325X173X237
Ağırlık (kg)	30

Çizelge 3.6 'da hibrit sistemde kullanılan jel akünün teknik özellikleri gösterilmiştir.

Hibrit sistemin akü hesabı:

Akü değerleri 105 A 12 V 'tur.

İnverter beslemesi 48 V olduğu için aküler seri bağlanmıştır.

Aküler seri bağlı olduğu için

Akü sayısı*Akü gerilimi = 4*12 = 48 Volt.

Akülerde şarj- deşarj esnasında % 30 enerji kaybı oluyor.

Güneş panelinden saatte ortalama 32 A akülere gelmektedir.

Paneller günde ortalama 6 saat güneş alırsa;

$6*32 = 192$ A üretir ve akü şarj olur.

Akülere kalan akım değeri;

$192 - 192*0,3 = 192 - 57,6 = 134,4$ A

3.1.5. Dump load direnci

Rüzgâr türbininin hızlı dönmesi sonucu mekanik kısmın arızalanmasını önlemek için frenleme ve fazla elektriğin harcanması için "dump load" direnci kullanılmıştır. 2000 W, 0.9 Ω değerinde iki adet bir yük direnci kullanılmıştır.

3.1.6. Armatür

Hibrit sistemde alıcı olarak 3 adet 80 W gücünde led sokak aydınlatma armatürü kullanılmıştır.

3.1.7. Montaj elemanları

Şekil 3.13 'te alüminyum konstrüksiyon üzerine montaj şekli görülmektedir.



Şekil 3.13. Alüminyum konstrüksiyon üzerine montaj şekli

Şekil 3.13 'te hibrit sistemde kullanılan 4 adet güneş panelinin alüminyum konstrüksiyon üzerine montajı yapılmış halinin yakından görünüşü gösterilmiştir.

Şekil 3.14 'te güneş panellerinin çatı üzerine montaj şekli görülmektedir.



Şekil 3.14. Çatı üzerine montaj şekli

Şekil 3.14 'te hibrit sistemde kullanılan 4 adet güneş panelinin çatı üzerine montajı yapılmış halinin yakından görünüşü gösterilmiştir.

3.1.8. Panolar

Hibrit sistemde kullanılan pano içerisinde alıcının tüketimini kaydetmek için sayaç, TMS, sigorta, priz vb. kullanılmıştır.

Şekil 3.15 'te hibrit sistemin panoları ve akü grubunun genel görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.15. Hibrit sistemin panoları ve akü grubunun genel görüntüsü

3.2. Yöntem

Güneş, rüzgâr ve akü grubundan oluşan hibrit enerji üretim sistemi, 275 W gücünde 8 adet polikristal güneş panelinin 4 adeti çatı üzerine 4 adeti alüminyum konstrüksiyon üzerine seri ve paralel bağlanarak montajı yapılmıştır. 2000 W'lık 3 fazlı iki adet rüzgâr türbini, seri bağlanan 4 adet 12 V 105 Ah'lık jel (elektroliti jelleştirilmiş kurşun asit) akü grubu, 3 adet 80 W gücünde led sokak armatürü, bir fazlı elektronik sayaç ile sistem oluşturulmuştur. Akü grubu üretim fazlası olduğunda elektrik enerjisinin depolanması, tüketimin fazla olduğu veya elektrik enerjisi üretiminin olmadığı zamanlarda kesintisiz, sürekli ve kaliteli enerjinin sağlanabilmesi için kullanılmıştır.

Hibrit sistemin çalışması: Güneş panelinden üretilen elektrik enerjisi invertere gelir, inverterden bataryanın şarj olması için elektrik enerjisi bataryaya 48 V DC olacak şekilde bataryaya inverter tarafından gönderilir. İnverter AC çıkışından tüketiciye tam sinüs şeklinde elektrik enerjisini gönderir.

Rüzgâr santralinden üretilen AC elektrik enerjisi rüzgâr şarj kontrol cihazına gelir. Rüzgâr şarj kontrol cihazından 48 V DC çıkış elde edecek şekilde bataryaya gönderilir. Bataryaya 48 V göndermemizin sebebi inverterin beslemesinin 48 V olmasıdır. Rüzgârdan gelen elektrik enerjisi şarj kontrol cihazı üzerinden bataryaya, güneşten gelen elektrik enerjisi ise inverter üzerinden bataryaya gönderilir. Sistemde rüzgâr şarj kontrol cihazı kullanılmıştır. Güneş şarj kontrol cihazı kullanılmamıştır. Kullanılmamasının nedeni inverterin içinde güneş şarj kontrol cihazı vardır ve güneşten gelen elektrik enerjisinin kontrolünü inverter yapmaktadır. Sistemde kullanılan inverter tam sinüs çıkışı veren akıllı inverterdir. İnverterin çıkışı tam sinüs vermekte ve sistemde oluşturulan kontrol birimlerine göre enerji kontrolünü yapmaktadır.

Hibrit sistemde iki kontrol birimi oluşturulmuştur.

Birinci kontrol biriminde oluşturulan senaryolara göre güneşin, rüzgârın ve bataryanın olmasına veya olmamasına göre inverterin içerisinde bulunan kontrol birimi tarafından sistem yönetiliyor.

İkinci kontrol biriminde bataryaların kontrolü için oluşturulan senaryolara göre inverter otomatik olarak batarya durumlarını kontrol etmektedir. Hibrit sistemde rüzgâr hızı fazla olduğunda rüzgâr türbini içerisinde bulunan fren mekanizması devreye girerek rüzgâr türbinini devre dışı bırakıyor. Bataryanın dolu, rüzgârdan elektrik üretimi olduğunda rüzgârdaki üretilen elektriği deşarj amacıyla dump load direnci üzerinden anlık olarak tüketilmesi sağlanmıştır.

3.2.1. Hibrit sistemde kullanılan programlar ve cihazlar

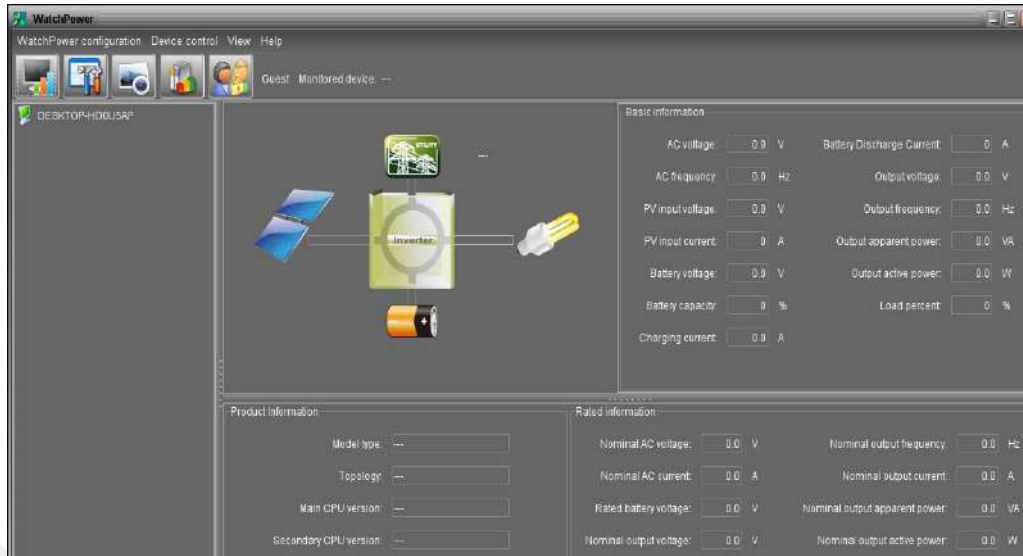
- WATCH POWER programı

WATCH POWER, üzerinden birden fazla cihazı izleyebilen bir invertör izleme yazılımıdır.

Özellikleri

- Cihazların otomatik ve gerçek zamanlı veri toplama ve güvenli veri günlüğü kaydetme.
- Hızlı ve kolay okuma için cihaz verilerinin grafik gösterimi.
- Mobil mesajlaşma ve e-posta.
- Olay istatistiklerinden kolay teşhis.
- Çevrimiçi yükseltmeyi ve manuel olarak yükseltmeyi destekler.

Şekil 3.16 'da WATCH POWER programının genel ekran görüntüsü görülmektedir.



Şekil 3.16. WATCH POWER programının genel ekran görüntüsü

WATCH POWER programının şebeke, güneş paneli, batarya ve yük (tüketici) olan kısımda inverterin nereden enerji aldığı görülebilir. Kaç dakika arayla kayıt alınması isteniyorsa süre ayarlaması, cihazın aşırı yükten veya aşırı sıcaklıktan dolayı kapanıp açılmasını, cihazın ekran ışığı süresini, batarya tipini, çıkış frekansını, bataryanın şarj olması için (şebeke, öncelikle güneş, şebeke ve güneş, yalnızca güneş) ayarlardan seçebilmektedir. Tarih, AC gerilim, AC frekans, PV giriş gerilimi, nominal çıkış görünür enerji, nominal çıkış aktif enerji, batarya gerilimi, batarya kapasitesi, şarj akımı, çıkış gerilimi, çıkış frekansı bilgileri WATCH POWER programında kaydedilmiştir. WATCH POWER programında kaydedilen bu veriler güneş ve batarya verileridir.

- Metrel MI 2892 taşınabilir üç fazlı enerji ve harmonik analizörü

Enerji ve harmonik analizörü cihazı L1, L2, L3 fazlarına ait akım ve gerilim değerlerini, akım ve gerilim grafiğini, sistemin dengeli mi, denGESiz mi olduğunu, aktif enerji, reaktif enerji, görünür enerji, enerji faktörü, harmonik bozulma, dalga biçimi, geçici kayıt, hafıza listesi, olaylar tablosu, alarm tablosu, ne kadar süre ile veri kaydı yapacağını, kayıt başlangıcı, ne kadar zaman kaydedeceği, etkin değere, toplam harmonik bozunuma, DC gerilim ve akım değerlerini, 1. ve 2. harmonik gerilim ve akım değerlerini kaydetmektedir.

Enerji ve harmonik test cihazı rüzgâr santralinden üretilen enerji değerlerini kayıt altına almak için kullanılmıştır. Akım, gerilim ve enerji değerlerini kaydederek, verileri mikro sd kart aracılığıyla doğrudan bilgisayara aktarılmıştır. Bu verilerden rüzgâr santralinin ne kadar elektrik ürettiği, günün hangi saatlerde üretim yaptığı bilgilerine ulaşılmıştır. Alınan bu veriler senaryolara göre düzenlenerek grafik haline getirilmiştir. Şekil 3.17’de hibrit sistemin genel görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3.17. Hibrit sistemin genel görüntüsü

- HOMER programı

HOMER (Hybrid Optimization Multiple Energy Resources) İngilizce kelimelerin baş harflerinin kısaltılmasıdır.

HOMER energy'nin mikro şebeke yazılımı, köy enerjisinden ve ada hizmetlerinden şebekeye bağlı kampüslere ve askeri üslere kadar tüm sektörlerde mikro şebeke tasarımı optimize etmek için kullanılmaktadır. İlk olarak Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'nda geliştirilmiştir.

HOMER' in amacı, elektrik yükünü sürekli olarak karşılamak için en düşük maliyetli ekipman kombinasyonunu bulmaktır.

HOMER (Hybrid Optimization Multiple Energy Resources) programının amacı elektrik yükünü sürekli olarak karşılamak için en düşük maliyetli ekipman

kombinasyonunu bulmaktır. HOMER programının simülasyon (benzetim), optimizasyon (iyileştirme) ve duyarlılık analizi olmak üzere üç fonksiyonu vardır.

Simülasyon sürecinde;

HOMER, bir dakikadan bir saate kadar zaman adımlarında, tüm bir yıl boyunca hibrit bir mikro şebekenin çalışmasını simüle eder.

Optimizasyon sürecinde;

HOMER, sistem türlerinin tüm olası kombinasyonlarını tek bir çalıştırmada inceler ve ardından sistemleri, tercih edilen optimizasyon değişkenine göre en düşük maliyeti ve en yüksek verime göre sıralar.

Duyarlılık analizinde;

HOMER, duyarlılık analizinde “ Ya eğer? “ diye sormanıza izin verir. HOMER, tek bir işlemde binlerce olasılığı karşılaştırma yaparak işlemi kolaylaştırır. Bu rüzgâr hızı, yakıt maliyetleri, güneşlenme süRESi vb. gibi kontrolümüz dışındaki değişkenlerin etkisini görmemize ve bu değişikliklerle optimum sistemin nasıl değiştiğini anlamamıza olanak sağlamaktadır.

Şekil 3.18’de benzetim, iyileştirme ve duyarlılık analizi arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 3.18. Benzetim (simülasyon), iyileştirme (optimizasyon) ve duyarlılık analizi arasındaki ilişki

Şekil 3.18 ‘de HOMER programının simülasyon (benzetim), iyileştirme (optimizasyon) ve duyarlılık analizi arasındaki ilişki gösterilmektedir.

HOMER Pro'nun, özel modelleme ihtiyacını karşılamak için 9 adet modül özelliği vardır.

1. Biyokütle modülü

Bu modül biyokütle gazlaştırma ve biyogaz yakıtlı veya birlikte çalışan jeneratörleri modellemenizi sağlar. Biyokütle kaynağı, biyogaz yakıtı ve biyogaz yakıtlı veya biyogaz ortak yakıtlı jeneratörü ekler. Biyokütle modülü, çoğu biyokütle besleme stoğu ve gazlaştırma işlemi üzerinde çalışan sistemleri modelleyen kullanıcıları desteklemektedir.



Şekil 3.19. Biyokütle modülünün HOMER programında yeri

2. Hidro modülü

Bu modül hidro kaynağı ve hidro bileşeni ekler. Hidro kaynağındaki akış akışını, on iki aylık değerler veya içe aktarılan bir zaman serisi olarak belirtilebilmektedir. Hidro modülü, geleneksel, küçük veya mikro hidroelektrik üretimi içeren sistemleri modelleyen kullanıcılar için idealdir.



Şekil 3.20. Hidrojen kaynağının HOMER programında yeri

Hidro bileşen;

Hidro bileşen menüsünde hidro sisteminizin maliyetini, kullanılabilir basma yüksekliği, tasarım debisi, çalışma aralığı ve kayıpları belirlenebilmektedir.



Şekil 3.21. Hidrojen bileşenin HOMER programında yeri

3. Birleşik Isı ve Enerji

Bina ısıtma sistemlerini modelleyen kullanıcılar birleşik ısı ve enerji modülüne ihtiyaç duymaktadırlar. Sistem türleri arasında kazanlar, kojenerasyon, ısı geri kazanımı ve ısı enerjisi talep eden/tedarik eden herhangi bir sistem olabilir.

Kombine ısı ve enerji modülü, ısıl yük kontrolörü, kazan bileşeni ve jeneratör menüsünde ısı geri kazanım oranı parametresi olmak üzere iki termal yük ekler.



Şekil 3.22. Birleşik, ısı ve enerji menüsünde termal yüklerin HOMER programında gösterimi



Şekil 3.23. Birleşik, ısı ve enerji menüsünde termal yük kontrolü ve kazanın HOMER programında gösterimi

Termal yükler;

Bir termal yük, bir binayı, endüstriyel bir süreci, termal absorpsiyonlu soğutma grubu gibi ekipmanı ve ısı enerjisi tüketen diğer herhangi bir sistemi modelleyebilir. Kombine ısı ve enerji modülü, jeneratör menüsüne “ Isı Geri Kazanım Oranı ” parametresini ekler. Kombine bir ısı ve enerji sistemi kurmak için bu parametreyi sıfırdan büyük bir sayıya ayarlayın.

4. Gelişmiş Yük

Hem AC hem de DC yüklerle modeller oluşturan veya pompalama veya HVAC gibi ertelenebilir yükleri modellemek isteyen kullanıcılar gelişmiş yük modülünü kullanmalıdırlar.



Şekil 3.24. Gelişmiş yük menüsünün HOMER programı menüsünde gösterimi

Ertelenebilir yük;

Gelişmiş yük modülü, ikinci bir elektrik yükü ve ertelenebilir yük ekler. Ertelenebilir yükler, sağlanan belirli bir miktarda enerjiye ihtiyaç duyan, ancak enerji sağlanana kadar bekleyebilen ve belirli bir anda beslenmesi gerekmeyen yüklerdir.

5. Gelişmiş Izgara

Gelişmiş şebeke modülü, şebekeye bağlı sistemleri değişen şebeke fiyatları, ayrıntılı şebeke özellikleri veya şebeke genişletmenin mümkün olduğu şebeke dışı sistemlerle modelleyecek kullanıcılar için idealdir. Bu modül, şebekeye bağlı sistemleri gerçek zamanlı veya planlanmış fiyatlandırma, şebeke kesintileri ile modellemeye olanak sağlamaktadır. Bu modül, ızgaraya gerçek zamanlı oranlar, programlanmış oranlar, ızgara uzantısı ve güvenilirlik menüleri ekler.

6. Hidrojen

Bu modül, hidrojen üreten, depolayan ve tüketen sistemleri modellemenizi sağlar. Yakıt hücrelerini, uzak şebeke dışı işlemleri, büyük endüstriyel süreçleri veya hidrojen üretimi, depolanması veya tüketimi olan herhangi bir sistemi modelleyen kullanıcılar için idealdir. Bu modül bir reformer, elektrolizör ve hidrojen tankı bileşenleri ekler. Ayrıca bir hidrojen yükü ve depolanmış hidrojen yakıtlı jeneratör ekler.

Hidrojen yükü



Şekil 3.25. Hidrojen yükünün HOMER programında gösterimi

Hidrojen bileşenleri



Şekil 3.26. Hidrojen bileşenlerinin HOMER programında gösterimi

7. Gelişmiş Depolama

Gelişmiş depolama modülü, HOMER'deki modifiye kinetik pil modelinin kilidini açar. Modifiye kinetik pil modeli (MKBM), hıza bağlı kayıpları, sıcaklıkla kapasitedeki değişiklikleri, çevrim ömrü için değişken deşarj derinliğini ve daha yüksek sıcaklıklarda artan bozulma oranını içerir. Gelişmiş depolama modülü ile MKBM kullanan yeni piller oluşturabilir, bu pilleri HOMER modellerinize ekleyebilir ve bu model ile pil içeren HOMER modelleri için sonuçları hesaplayabilirsiniz.

8. Çok Yıllı

Çok yıllık modül, bir proje boyunca meydana gelebilecek değişiklikleri modellemenize olanak tanımaktadır. PV düşüşü, şebeke fiyat artışı ve yakıt fiyatı artışı, çok yıllık modülü bir HOMER modeline eklenebilecek parametrelerdendir.



Şekil 3.27. Çok yıllık modülün HOMER programının menüsünde gösterimi

Çok yıllık modül, her yıl yüzde cinsinden bozulma veya büyüme belirtmenize olanak tanır. Ayrıca, yalnızca yıllık bir yüzde olmayan bir tahminle eşleştirmek için yıldan yıla çarpanlar dizisi girilebilmektedir.

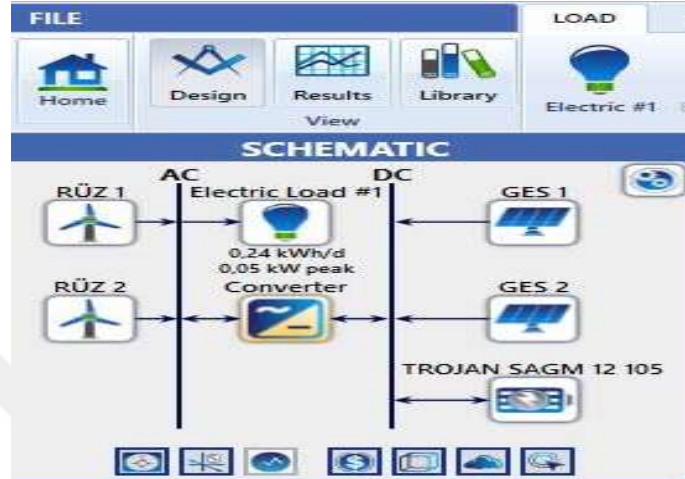
9. Matlab bağlantısı

HOMER'in " sevk stratejisi algoritması ", belirli bir zaman diliminde yükü karşılamak için hangi bileşenlerin (güneş, pil, jeneratörler vb.) çalışacağına karar verir. MATLAB Bağlantı Modülü, HOMER pro kendi içinde kendi dağıtım stratejinizi oluşturmanıza ve kullanmanıza olanak vermektedir. HOMER pro yazılımı ile entegre olacak olan MATLAB'da sevk algoritmasını kodlarsınız. Bu MATLAB link özelliği, mikro şebeke modelinizin nasıl çalışmasını istediğiniz üzerinde tam kontrol sağlar. MATLAB link, mühendislere bir mikro şebekenin nasıl çalışacağı üzerinde neredeyse tam kontrol sağlayan özelliktir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Sistemde Güneş, Rüzgâr Ve Batarya Olması Durumu

Şekil 4.1 ' de hibrit sistemin HOMER'de ekran görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4.1. Güneş, rüzgâr ve batarya sisteminin HOMER modeli

Şekil 4.1 ' de ekran görüntüsü verilen HOMER'de Rüz 1 ve Rüz 2: 2000 W'lık iki ayrı rüzgâr türbini, AC ve DC: Bara, Electric load: Elektrik yükü (tüketici veya alıcı gücü 240 W'lık), Converter: 5000 VA/5000 W tam sinüs akıllı inverter, GES 1 ve GES 2: Çatı tipi 1100 W ve alüminyum konstrüksiyon üzerine kurulu 1100 W santraller, Trojan Sagm: Sistemde kullanılan 12 V 105 A'lık akü.

Şekil 4.2 'de hibrit sistemin HOMER benzetim sonuçları görülmektedir.

Architecture										Cost			
GES 1 (kW)	GES 1-MPPT (kW)	GES 2 (kW)	GES 2-MPPT (kW)	RÜZ 1	RÜZ 2	SAGM 12 105	Converter (kW)	Dispatch	COE (%)	NPC (%)	Operating cost (€/yr)	Initial capital (€)	Ren Frac (%)
1,00	1,00					1	100	CC	€91,36	€103,461	€2,178	€73,302	100
		1,00	1,00			1	100	CC	€91,36	€103,461	€2,178	€73,302	100
				1		1	100	CC	€92,06	€104,250	€2,194	€73,684	100
					1	1	100	CC	€97,81	€110,770	€2,247	€81,720	100
				1	1	1	100	CC	€97,81	€110,770	€2,247	€81,720	100
1,00	1,00			1		1	100	CC	€98,47	€111,517	€2,260	€82,302	100

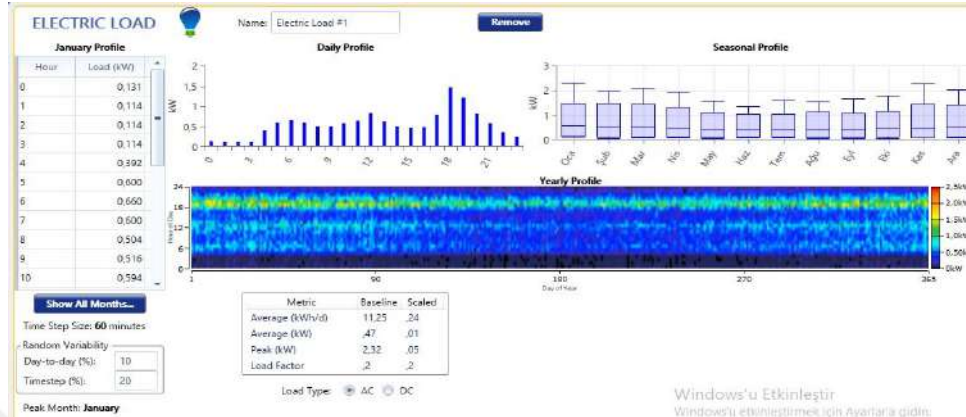
Şekil 4.2. Güneş, rüzgâr ve batarya sisteminin HOMER benzetim sonuçları

Şekil 4.2 'de GES 1 ve GES 2 güneş santrali, rüz 1 ve rüz 2 rüzgâr santrali, sagm 12 105 sistemde kullanılan akü, converter :inverter.

Rüzgâr, güneş, batarya ve yük değerleri HOMER programına girilerek HOMER programı yapmış olduğu simülasyon sonuçları içerisinde bize en az maliyet ve en

yüksek verim değerlerini hesaplamıştır. Bu hesaplamalar sonucunda bizim sistemimize en uygun olan simülasyon sonucu seçilmiştir.

Şekil 4.3'te hibrit sistemin HOMER benzetiminin günlük, yıllık ve sezonluk yük grafiği görülmektedir.



Şekil 4.3. Güneş, rüzgâr ve batarya sisteminin HOMER benzetiminin günlük, yıllık ve sezonluk yük profili grafiği

Bu çalışmada Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ait bilgiler güneş ve rüzgâr santralinden HOMER programı ve gerçek uygulamadan WATCH POWER programı ile harmonik test cihazıyla saatlik veriler alınarak günlük ortalama değerlere dönüştürülmüştür. Günlük ortalama değerler aylık veriler grafiği şeklinde düzenlenmiştir. Güneş panelleri ve rüzgâr türbini günün belli saatlerinde elektrik üretimi yapmadığından güneş ve rüzgâr enerjisinin kararlı bir yapıya sahip olmadığı tespit edilmiştir. Güneşin ve rüzgârın kararsız yapısı sistemde kullanılan akü ile ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. HOMER programı ve gerçek uygulamadan elde edilen veriler grafikler yardımıyla karşılaştırılarak gerçek veri değerlerinin HOMER programından yüksek çıktığı görülmüştür.

OCAK ayma ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

$$\text{Tüketici gücü} = 80 \text{ Watt}$$

$$\text{Tüketici sayısı} = 3 \text{ adet}$$

$$\text{Tüketici toplam gücü} = \text{Tüketici sayısı} \times \text{Tüketici gücü} = 3 \times 80 = 240 \text{ Watt}$$

$$\text{Günlük tüketicinin çalıştığı süre} = 15 \text{ saat}$$

$$(\text{HTEÜ})_{(\text{güneş santrali})} \text{ HOMER aylık toplam elektrik üretimi}_{(\text{güneş santrali})} = \text{Günlük ortalama değer} \times \text{Ait olduğu ayın gün sayısı} \times \text{Bir günlük zaman (saat)}$$

$$\text{HTEÜ}_{(\text{güneş santrali})} = 0,204 \times 31 \times 24 = 151,776 \text{ kWh}$$

$(GTE\ddot{U})_{(g\ddot{u}ne\ddot{s} \text{ santrali})}$ Gerçek aylık toplam elektrik üretimi $_{(g\ddot{u}ne\ddot{s} \text{ santrali})}$ = Günlük ortalama değer x Ait olduğu ayın gün sayısı x Bir günlük zaman (saat)

$$GTE\ddot{U}_{(g\ddot{u}ne\ddot{s} \text{ santrali})} = 0,212 \times 31 \times 24 = 157,728 \text{ kWh}$$

$(HTE\ddot{U})_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$ HOMER aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$ = Günlük ortalama değer x Ait olduğu ayın gün sayısı x Bir günlük zaman (saat)

$$HTE\ddot{U}_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})} = 0,598 \times 31 \times 24 = 444,912 \text{ kWh}$$

$(GTE\ddot{U})_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$ Gerçek aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$ = Günlük ortalama değer x Ait olduğu ayın gün sayısı x Bir günlük zaman (saat)

$$GTE\ddot{U}_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})} = 0,622 \times 31 \times 24 = 462,768 \text{ kWh}$$

Toplam Elektrik Üretimi $_{(HOMER)}$ = HOMER aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$ + HOMER aylık toplam elektrik üretimi $_{(g\ddot{u}ne\ddot{s} \text{ santrali})}$

$$\text{Toplam Elektrik Üretimi}_{(HOMER)} = 444,912 + 151,776 = 596,688 \text{ kWh}$$

Toplam Elektrik Üretimi $_{(gerçek)}$ = Gerçek aylık toplam elektrik üretimi $_{(g\ddot{u}ne\ddot{s} \text{ santrali})}$ + Gerçek aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r \text{ santrali})}$

$$\text{Toplam Elektrik Üretimi}_{(gerçek)} = 157,728 + 462,768 = 620,496 \text{ kWh}$$

(ABDE) Aylık bataryada depolanan enerji = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı

$$ABDE = 48 \times 105 \times 31 = 156,240 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (W) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 240 \times 31 \times 15 = 111600 \text{ Wh} = 111,6 \text{ kWh}$$

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
620,496 kWh	111,6 kWh	0 kWh

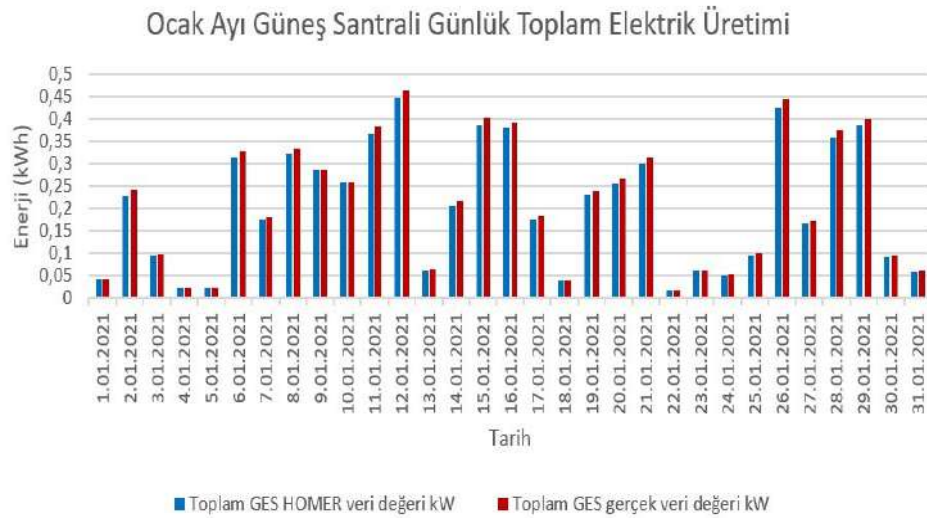
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
596,688 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER'de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

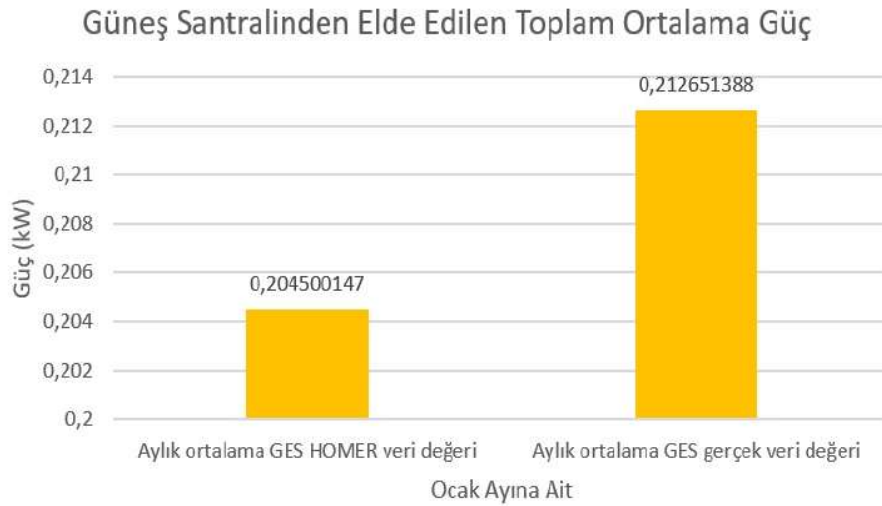
Şekil 4.4'te Ocak ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.4. Ocak ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.4'teki Ocak ayına ait grafik incelendiğinde GES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre en düşük gün 22.01.2021 ve en yüksek üretimin olduğu 12.01.2021 tarihidir. Grafik incelendiğinde elektrik üretiminin bazı günlerde düşük olmasının nedeni yağışlı ve bulutlu hava ile birlikte panellerin tozlu olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

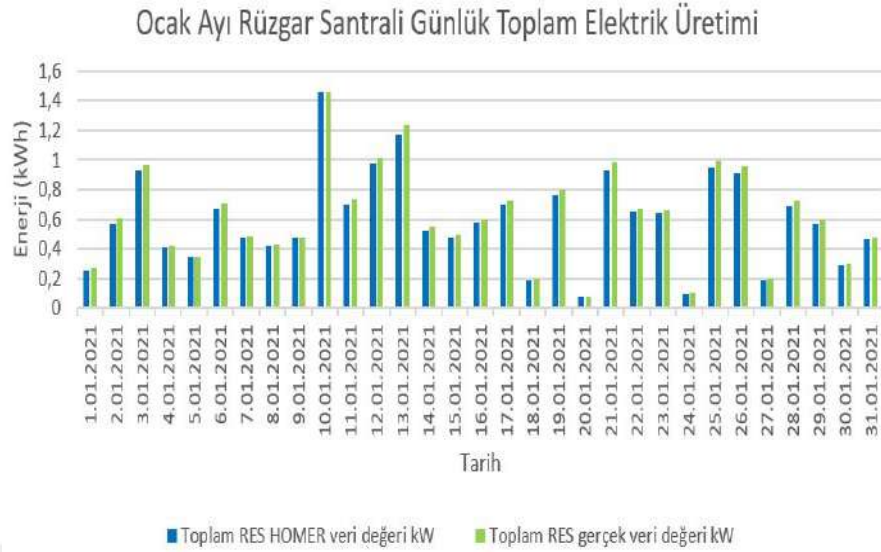
Şekil 4.5'te Ocak ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.5. Ocak ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.5.'te güneş santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir.

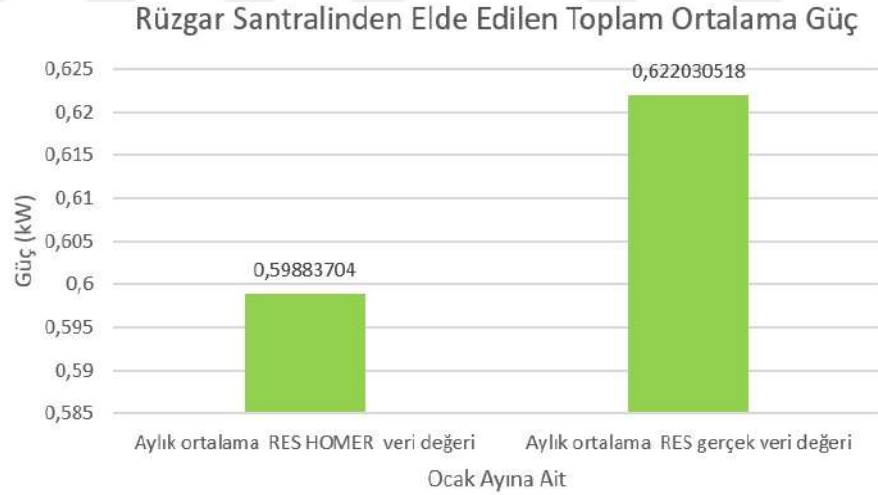
Şekil 4.6'da Ocak ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.6. Ocak ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.6'da Ocak ayına ait grafik incelendiğinde RES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre en düşük günler 20.01.2021, 24.01.2021 ve en yüksek üretimin olduğu 10.01.2021 tarihidir. Grafiğe göre elektrik üretimi kararlı bir yapıda değil değişken bir yapıdadır.

Şekil 4.7'de Ocak ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.7. Ocak ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.7 'de rüzgâr santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir. Aynı ayın GES santraline göre elektrik üretimi daha fazla olmuştur.

ŞUBAT ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80=240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
731,816 kWh	100,8 kWh	0 kWh

Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

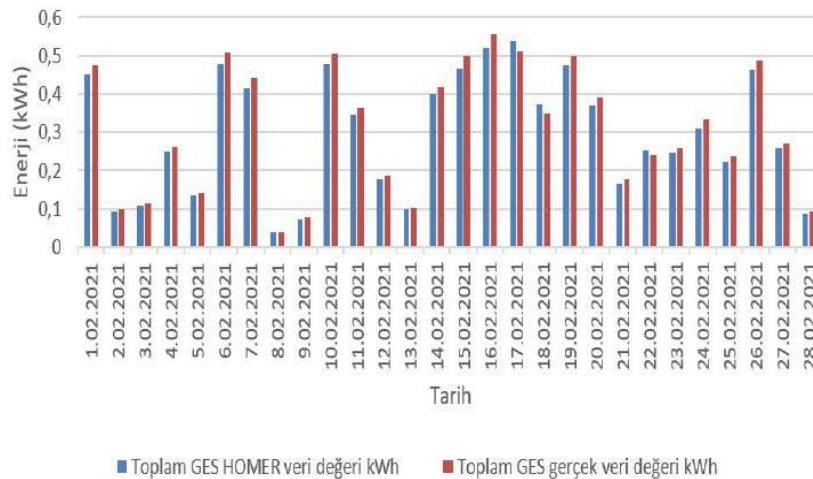
HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
703,959 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER’ de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.8’de Şubat ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.

Şubat Ayı Güneş Santrali Günlük Toplam Elektrik Üretimi

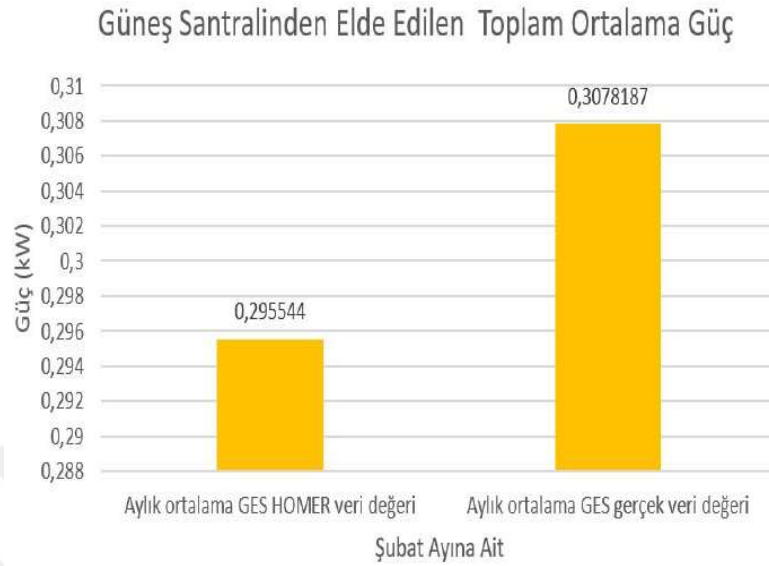


Şekil 4.8. Şubat ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.8’deki Şubat ayına ait grafik incelendiğinde GES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre en düşük gün 08.02.2021 ve en yüksek üretimin olduğu 16.02.2021 tarihidir. Grafik incelendiğinde elektrik üretiminin

bazı günlerde düşük olmasının nedeni yağışlı ve bulutlu ve hava ile birlikte panellerin tozlu olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

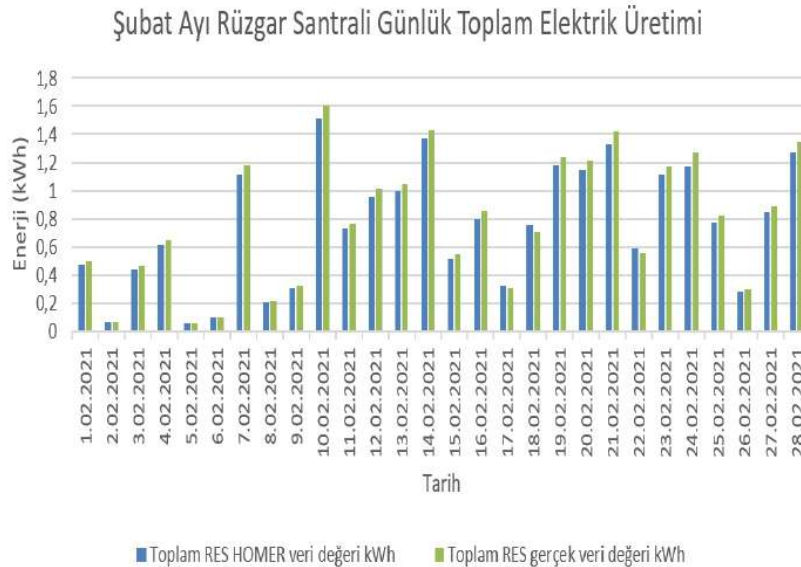
Şekil 4.9'da Şubat ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.9. Şubat ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.9'da güneş santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir.

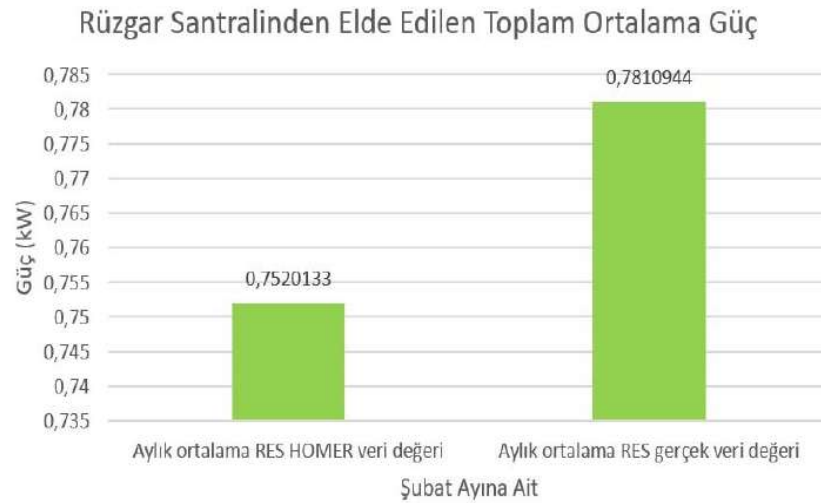
Şekil 4.10'da Şubat ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.10. Şubat ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.10 'da Şubat ayına ait grafik incelendiğinde RES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre en düşük günler 02.02.2021, 05.02.2021 ve en yüksek üretimin olduğu 10.02.2021 tarihidir. Grafiğe göre elektrik üretimi kararlı bir yapıda değil değişken bir yapıdadır.

Şekil 4.11’de Şubat ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.11. Şubat ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.11’de rüzgâr santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir. Aynı ayın GES santraline göre elektrik üretimi daha fazla olmuştur.

MART ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü =3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
702,648 kWh	111,6 kWh	0 kWh

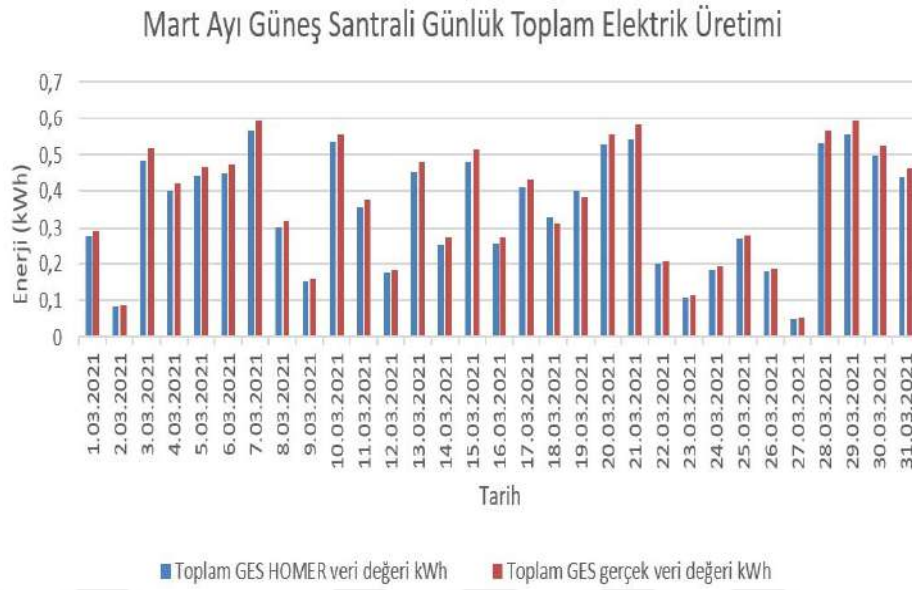
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik enerjisi tüketilen elektrik enerjisini karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
669,072 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik enerjisi tüketilen elektrik enerjisini karşılayabilmiştir.

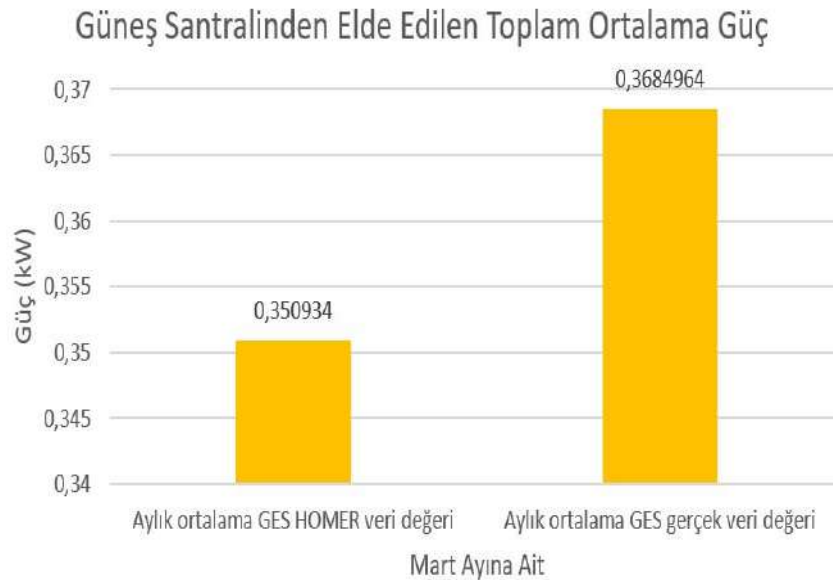
Şekil 4.12’de Mart ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.12. Mart ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.12’de Mart ayına ait grafik incelendiğinde GES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre elektrik üretimi farkının az olduğu 27.03.2021 ve elektrik üretimi farkının fazla olduğu 21.03.2021, 27.03.2021 tarihleridir.

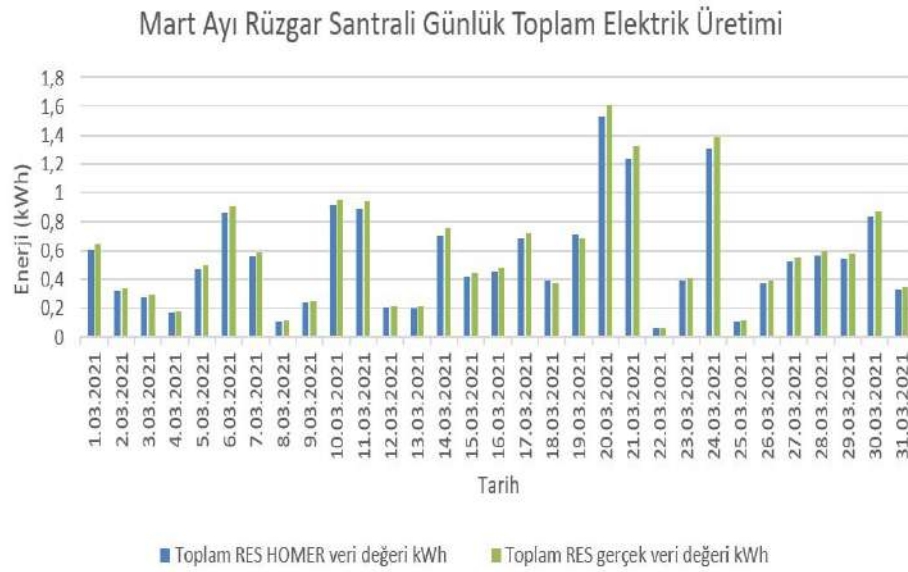
Şekil 4.13’te Mart ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.13. Mart ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.13’teki grafiğe göre güneş santralinden üretilen Mart ayı aylık ortalama elektrik üretim miktarı şubat ayına göre yüksektir.

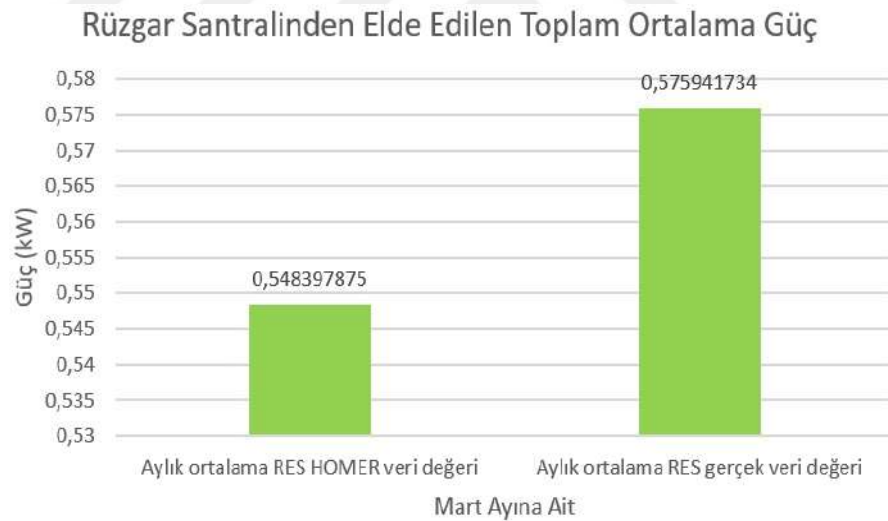
Şekil 4.14’de Mart ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.14. Mart ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.14’teki grafik incelendiğinde en yüksek elektrik üretimin olduğu 20.03.2021, 21.03.2021 ve 24.03.2021 tarihleridir.

Şekil 4.15’te Mart ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.15. Mart ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.15’teki grafik incelendiğinde elektrik üretiminin gerçek uygulama veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

NİSAN ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
561,816 kWh	108 kWh	0 kWh

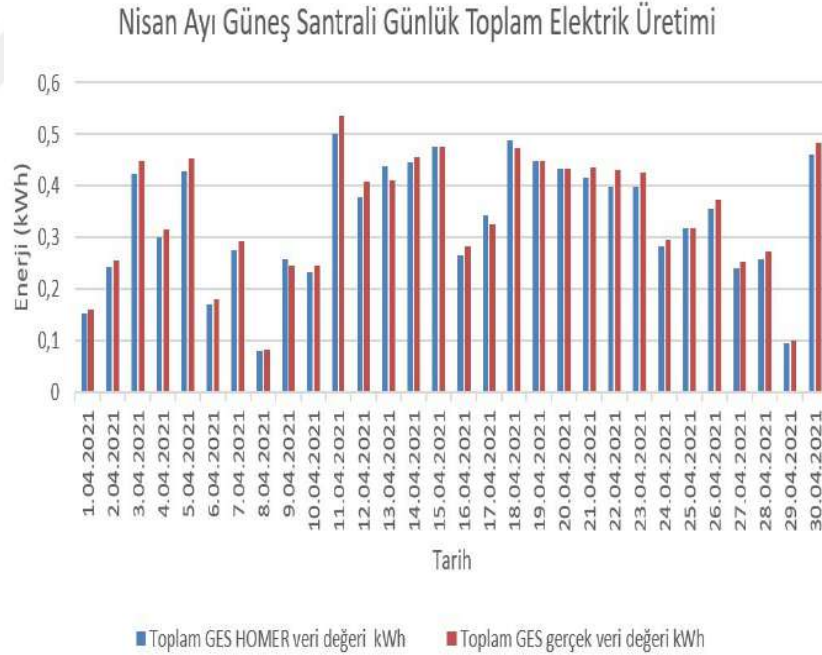
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
546,024 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

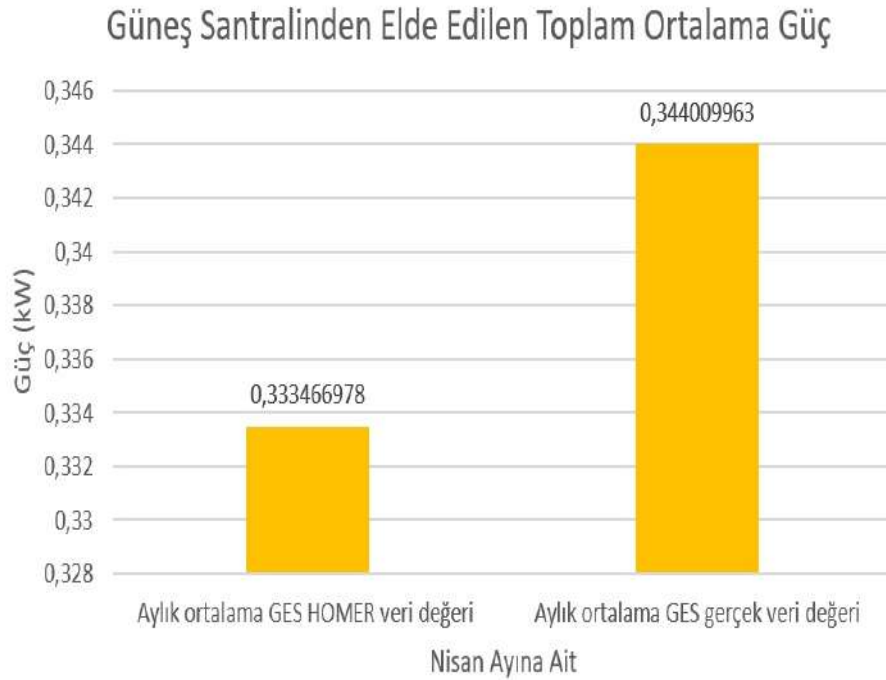
Şekil 4.16’da Nisan ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.16. Nisan ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.16’daki grafik incelendiğinde gerçek veri değeri ile HOMER veri değerinin aynı çıktığı 15.04.2021, 19.04.2021, 20.04.2021 ve 25.04.2021 tarihleridir.

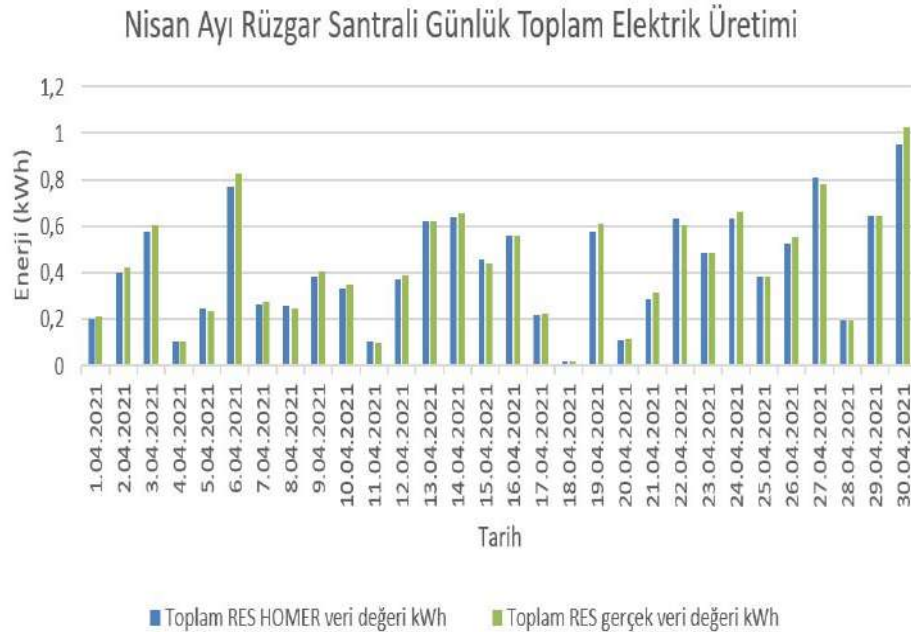
Şekil 4.17’de Nisan ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.17. Nisan ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.17’deki grafiğe göre mart ayı aylık ortalama elektrik üretim miktarı nisan ayı güneş santralinden üretilen elektrik miktarına göre düşüktür.

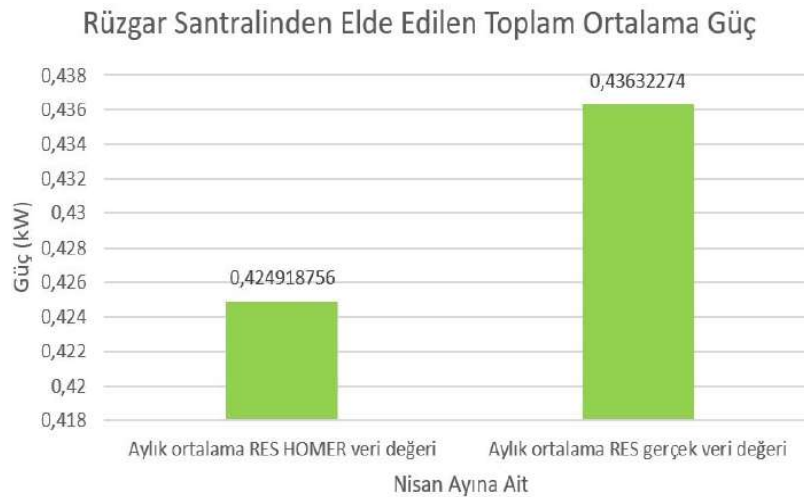
Şekil 4.18’de Nisan ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.18. Nisan ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.18’deki grafik incelendiğinde elektrik üretiminin en az olduğu 18.04.2021 tarihidir.

Şekil 4.19’da Nisan ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.19. Nisan ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.19’deki grafiğe göre günlük ortalama elektrik üretiminin şubat ve mart ayına göre azaldığı görülmüştür.

MAYIS ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80=240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
530,568 kWh	111,6 kWh	0 kWh

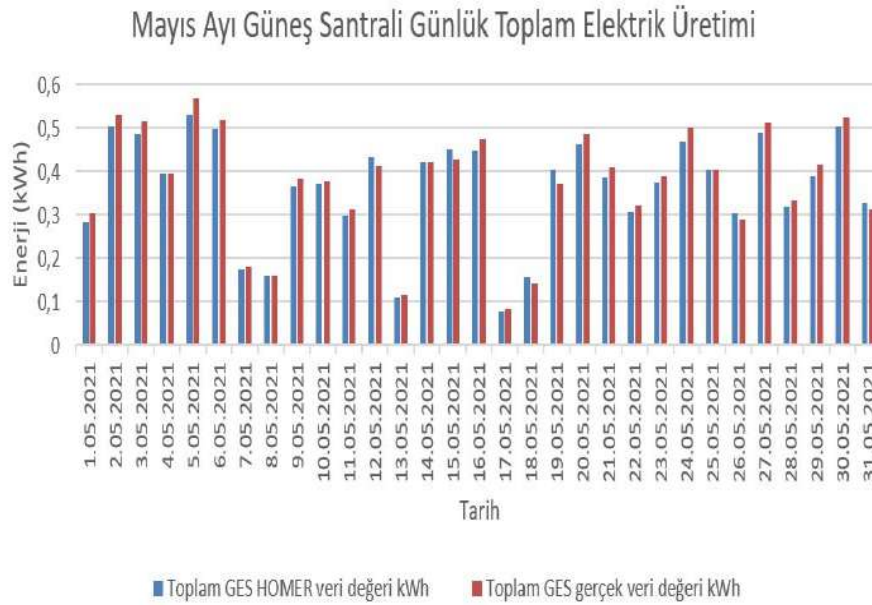
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
514,924 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

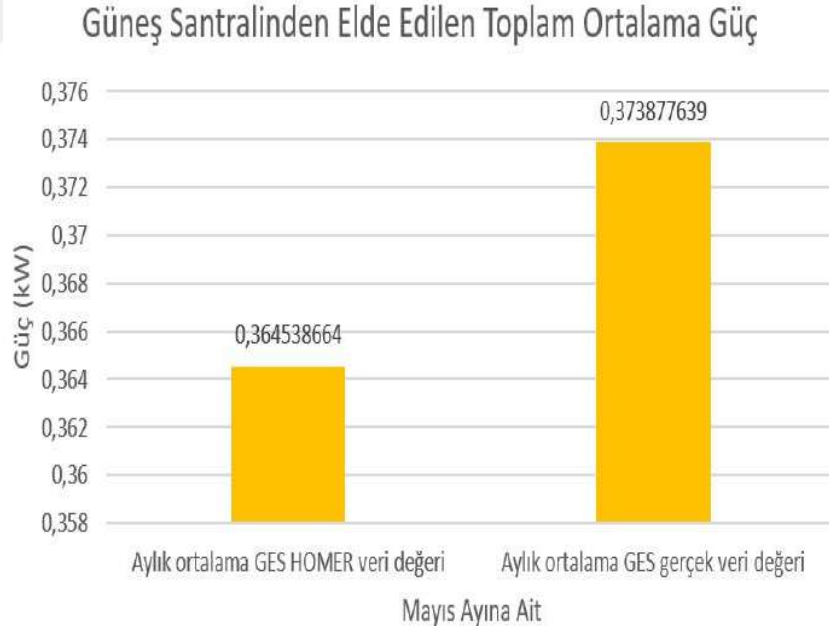
Şekil 4.20’de Mayıs ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.20. Mayıs ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.20’deki grafiğe bakıldığında mayıs ayında güneş santralinden üretilen elektrik miktarı gündüz süresinin uzaması ve panellerin ışığa miktarının artması ile elektrik üretimi artmıştır. En yüksek elektrik üretimi 05.05.2021 tarihinde.

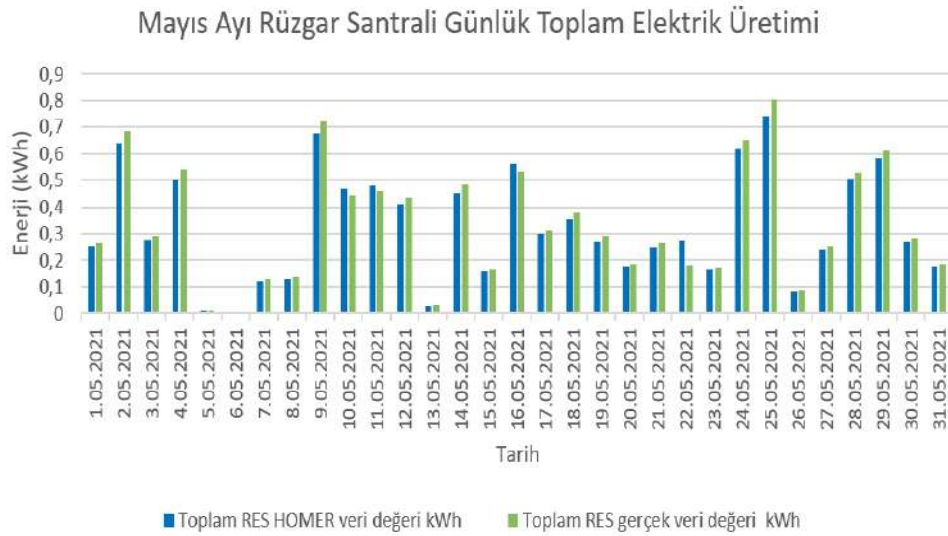
Şekil 4.21’de Mayıs ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.21. Mayıs ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.21’deki grafik incelendiğinde günlük ortalama elektrik üretim miktarı gerçek veri ile HOMER veri değerleri karşılaştırıldığında HOMER veriden daha az elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

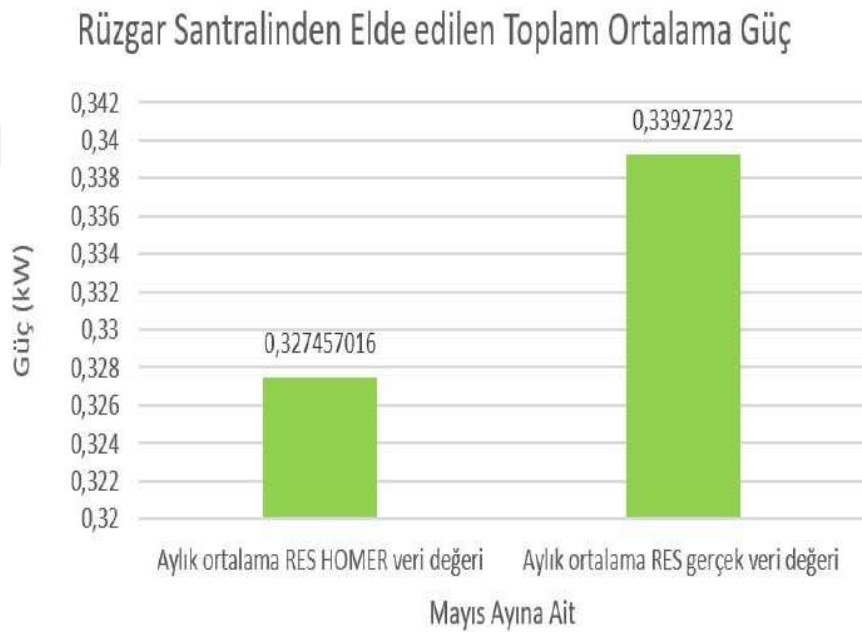
Şekil 4.22’de Mayıs ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.22. Mayıs ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.22’teki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde 06.05.2021 tarihinde üretimin olmadığı görülmüştür.

Şekil 4.23’te Mayıs ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.23. Mayıs ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.23’teki grafik incelendiğinde rüzgâr santrali günlük ortalama elektrik üretim miktarı diğer aylara göre (şubat, mart ve nisan) düşmüştür.

HAZİRAN ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplanması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
554,616 kWh	108 kWh	0 kWh

Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

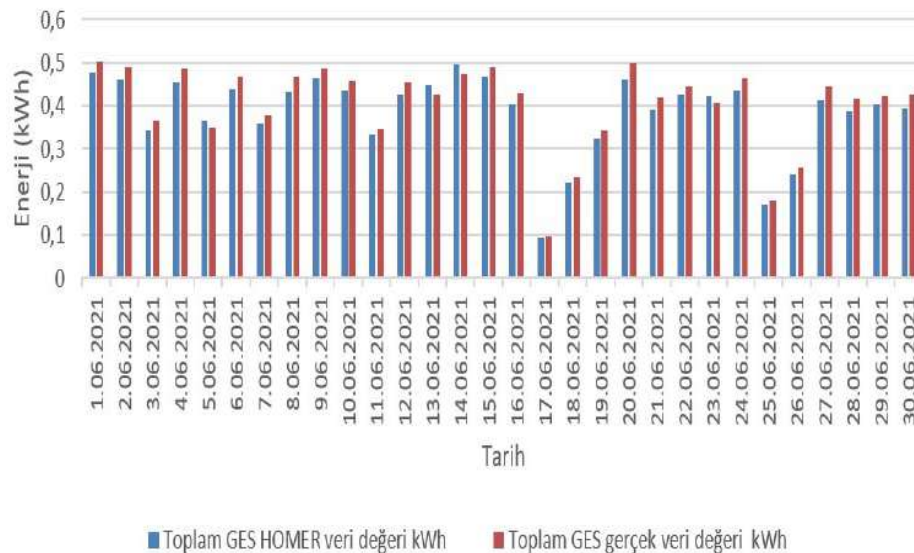
HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
529,368 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.24’te Haziran ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.

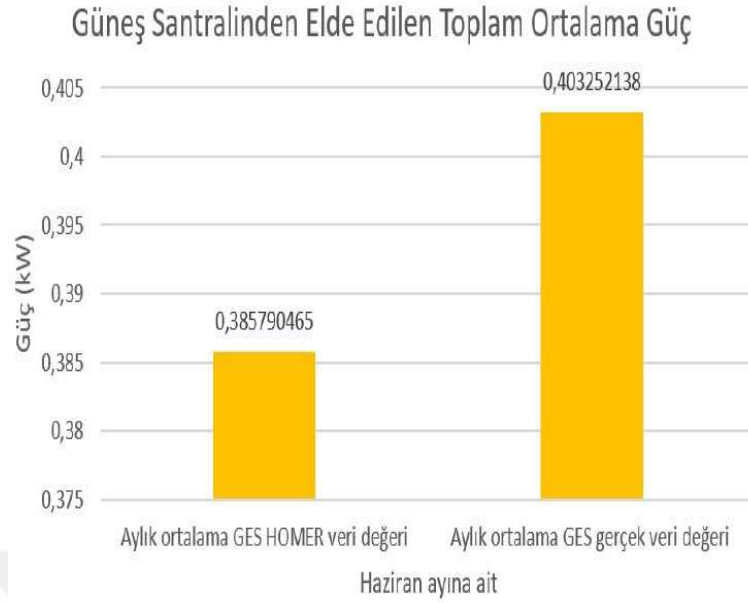
Haziran Ayı Güneş Santrali Günlük Toplam Elektrik Üretimi



Şekil 4.24. Haziran ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.24’teki güneş santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde gerçek veri değerinin 05.06.2021, 12.06.2021, 13.06.2021, 23.06.2021 tarihlerinde gerçek veri değeri HOMER veri değerinden düşük olduğu görülmüştür.

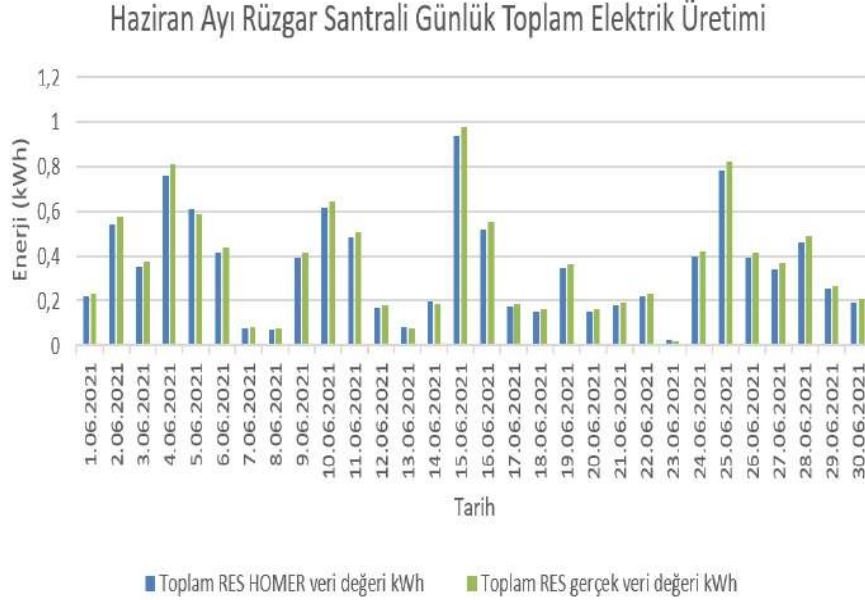
Şekil 4.25'te Haziran ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.25. Haziran ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.25'teki grafik incelendiğinde HOMER programının, gerçek veri değerinden daha az elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

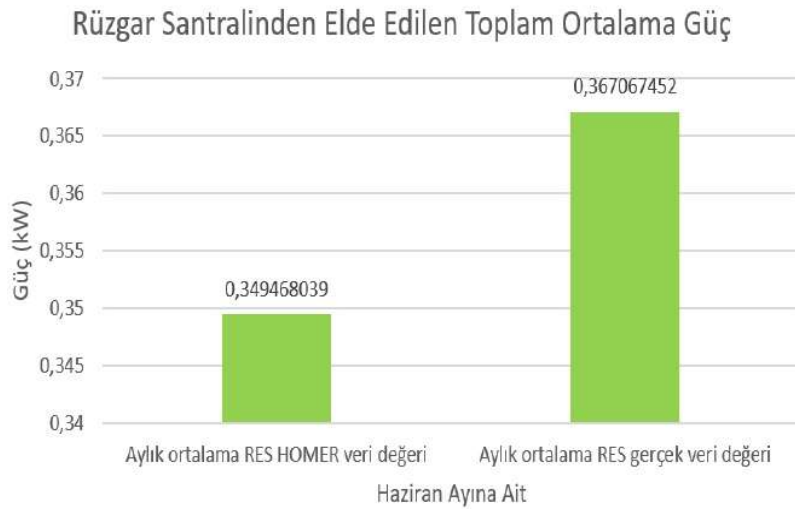
Şekil 4.26'da Haziran ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.26. Haziran ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.26'daki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde 05.06.2021, 14.06.2021 tarihlerinde HOMER veri değerinin gerçek veri değerinden fazla olduğu görülmüştür.

Şekil 4.27’de Haziran ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.27. Haziran ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.27’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi günlük ortalama toplam enerji değerine bakıldığında gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek çıkmıştır. HOMER programı tahmin yaptığı için gerçek veri değerinden düşük çıkmıştır.

TEMMUZ ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplanması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
661,032 kWh	111,6 kWh	0 kWh

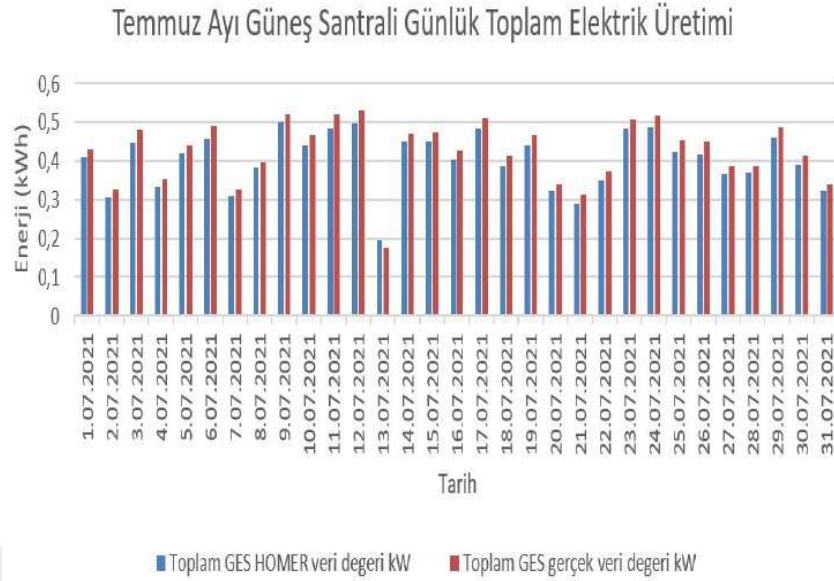
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
625,416 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

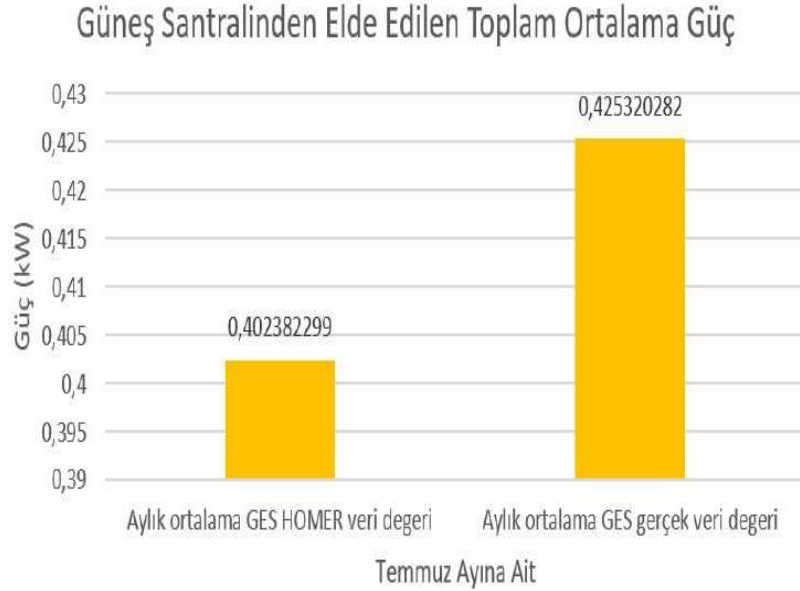
Şekil 4.28’de Temmuz ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.28. Temmuz ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.28’deki güneş santrali grafiği incelendiğinde HOMER veri değerinin gerçek veri değerinden yüksek çıktığı 13.07.2021 tarihinde görülmüştür. Temmuz ayında güneş santralinden elektrik üretim miktarı havanın uzaması ve güneşin ışıma katsayısının artmasıyla elektrik üretiminin arttığı görülmüştür.

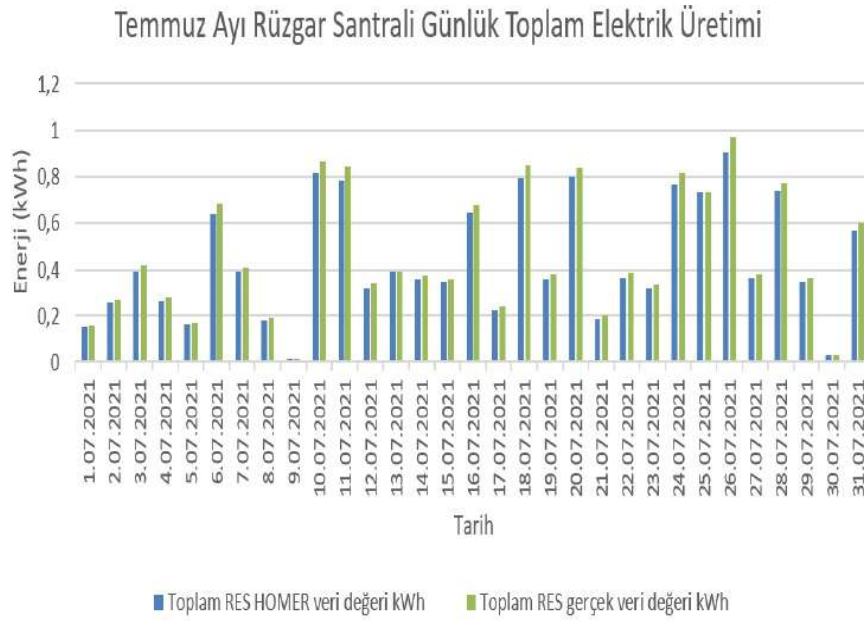
Şekil 4.29’da Temmuz ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.29. Temmuz ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.29’daki grafik incelendiğinde günlük ortalama elektrik üretim miktarı gerçek veri ile HOMER veri değerleri karşılaştırıldığında HOMER veri değerinin daha az elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

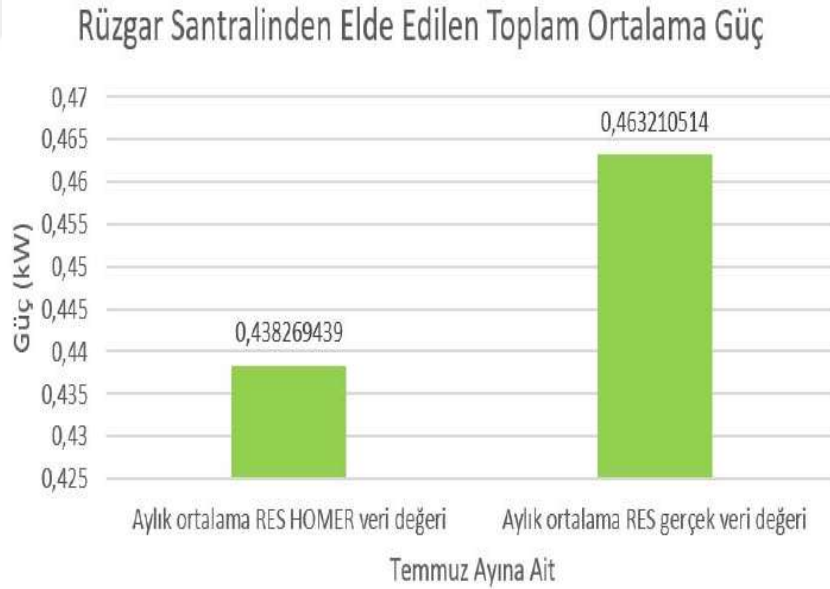
Şekil 4.30’da Temmuz ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.30. Temmuz ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.30’daki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı grafiği incelendiğinde 09.07.2021 tarihinde en az üretim olduğu görülmüştür. HOMER veri değeri ile gerçek veri değeri arasındaki farkın fazla olduğu 26.07.2021 tarihi olarak görülmüştür.

Şekil 4.31’de Temmuz ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.31. Temmuz ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.31’deki grafik incelendiğinde elektrik üretiminin gerçek uygulama veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

AĞUSTOS ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
700,488 kWh	111,6 kWh	0 kWh

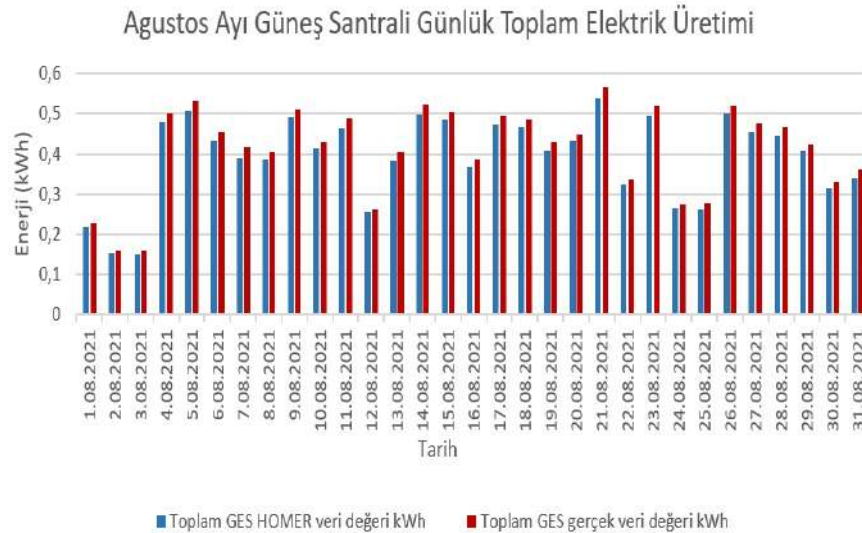
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
669,072 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

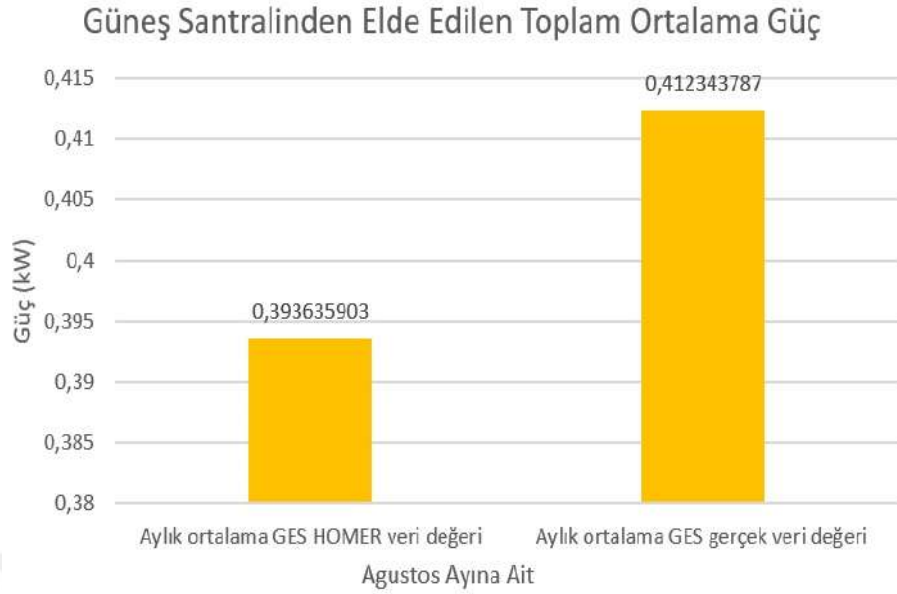
Şekil 4.32’de Ağustos ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.32. Ağustos ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.32.’deki Ağustos ayına ait güneş santrali elektrik üretimi incelendiğinde ilk üç gün az diğer günler elektrik üretimi artmıştır. Ağustos ayı yaz mevsimi ayı olduğundan elektrik üretimi güneş santralinden daha fazla olmuştur.

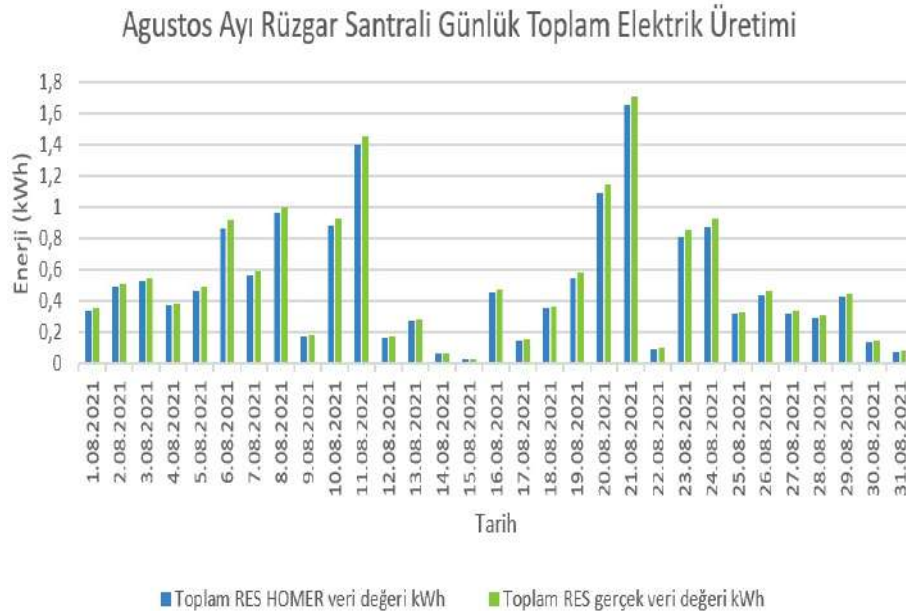
Şekil 4.33'te Ağustos ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.33. Ağustos ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.33'teki grafik incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden fazla elektrik üretimi olduğu görülmüştür. HOMER veri değerinin tahmin ve olasılıklara göre hesaplama yaptığı için gerçek veri değeri arasında farklılık meydana gelmiştir.

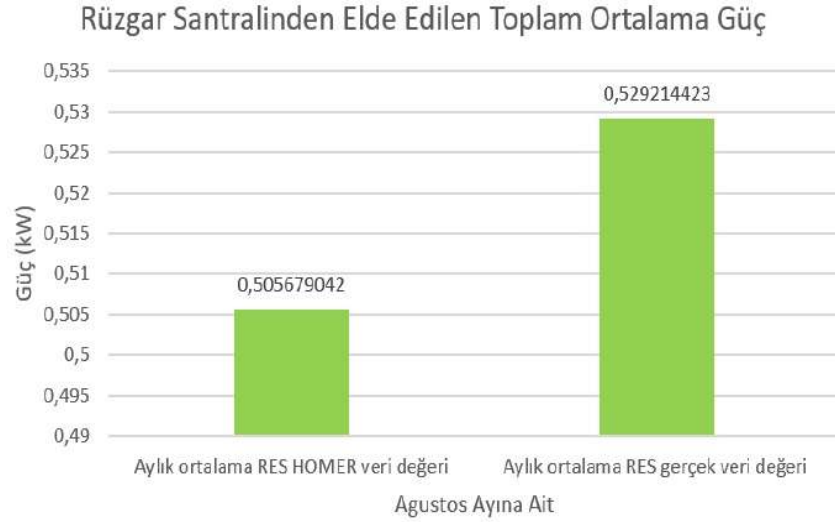
Şekil 4.34'te Ağustos ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.34. Ağustos ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.34'deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde bir önceki güne göre en fazla düşüşün olduğu 22.08.2021 tarihidir. En fazla üretimin olduğu 21.08.2021 tarihidir.

Şekil 4.35'te Ağustos ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.35. Ağustos ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.35'teki grafik incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

EYLÜL ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
599,575 kWh	100,8 kWh	0 kWh

Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

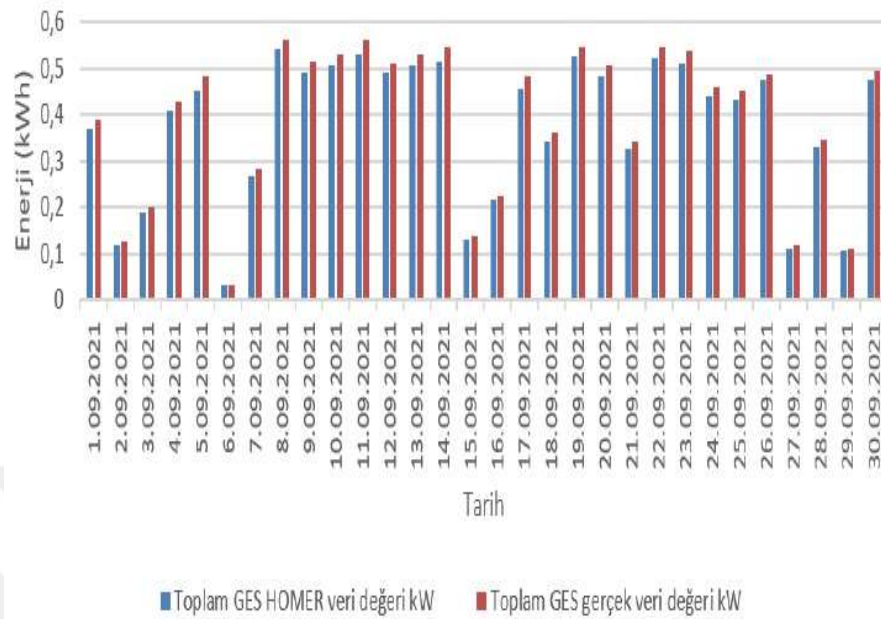
HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
571,222 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER'de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.36’da Eylül ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.

Eylül Ayı Güneş Santrali Günlük Toplam Elektrik Üretimi

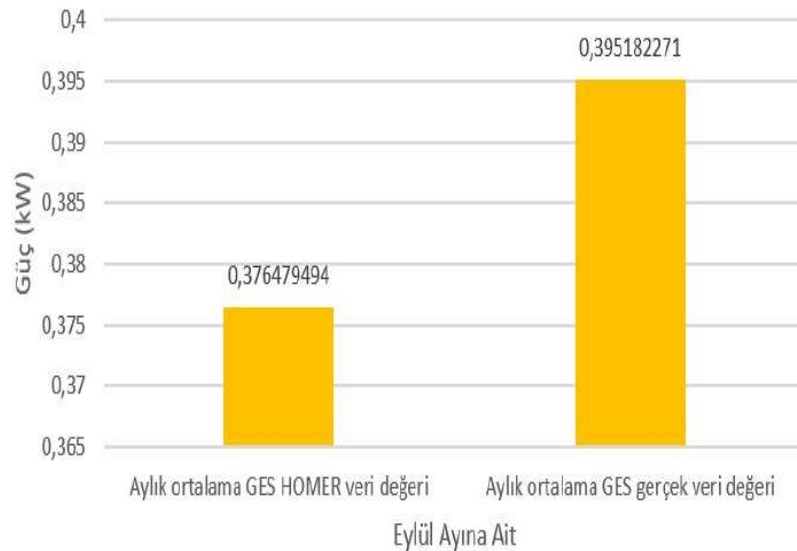


Şekil 4.36. Eylül ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.36’daki güneş santrali grafiği incelendiğinde en az elektrik üretiminin 06.09.2021 tarihinde olduğu görülmektedir.

Şekil 4.37’de Eylül ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

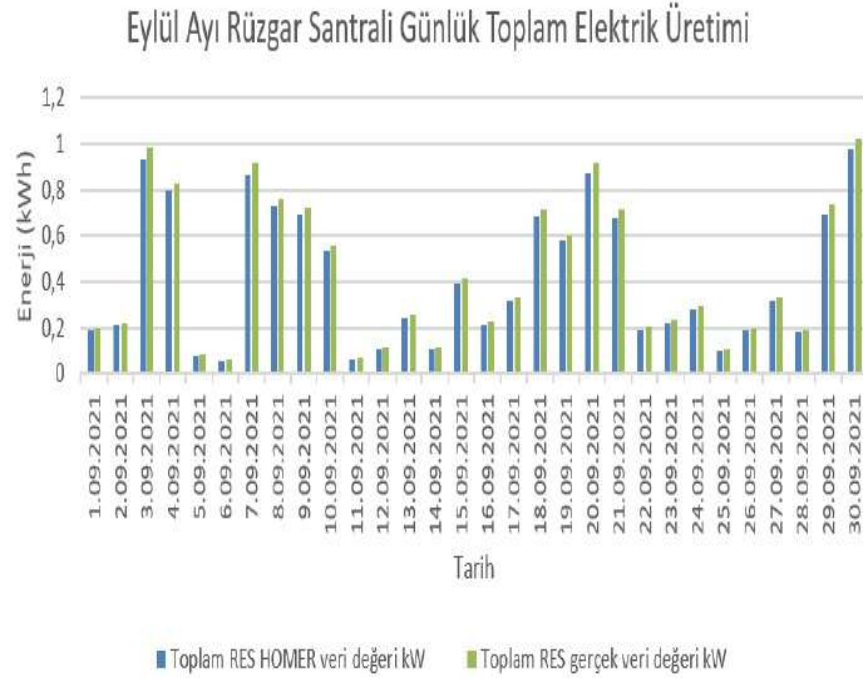
Güneş Santralinden Elde Edilen Toplam Ortalama Güç



Şekil 4.37. Eylül ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.37’deki grafik incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden fazla elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

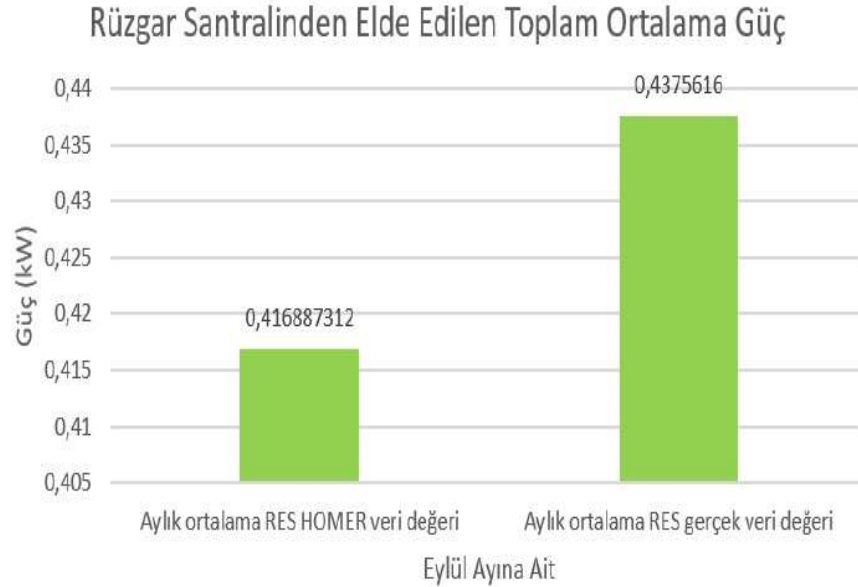
Şekil 4.38’de Eylül ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.38. Eylül ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.38’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde gerçek veri değerinin en fazla olduğu 30.09.2021 tarihidir.

Şekil 4.39’da Eylül ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.39. Eylül ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.39’daki grafik incelendiğinde HOMER veri değerinin gerçek veri değerinden az elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

EKİM ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
661,926 kWh	111,6 kWh	0 kWh

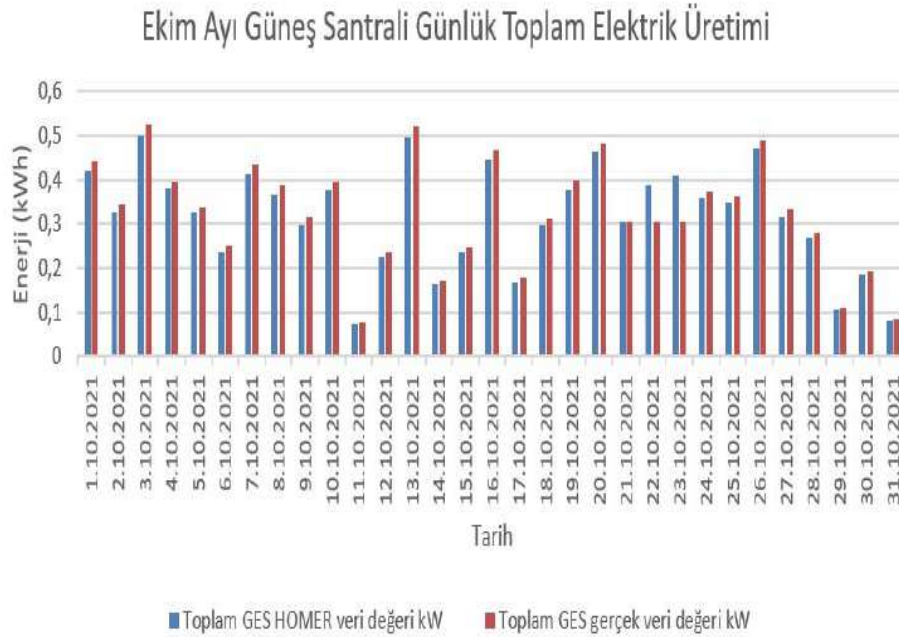
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
637,006 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

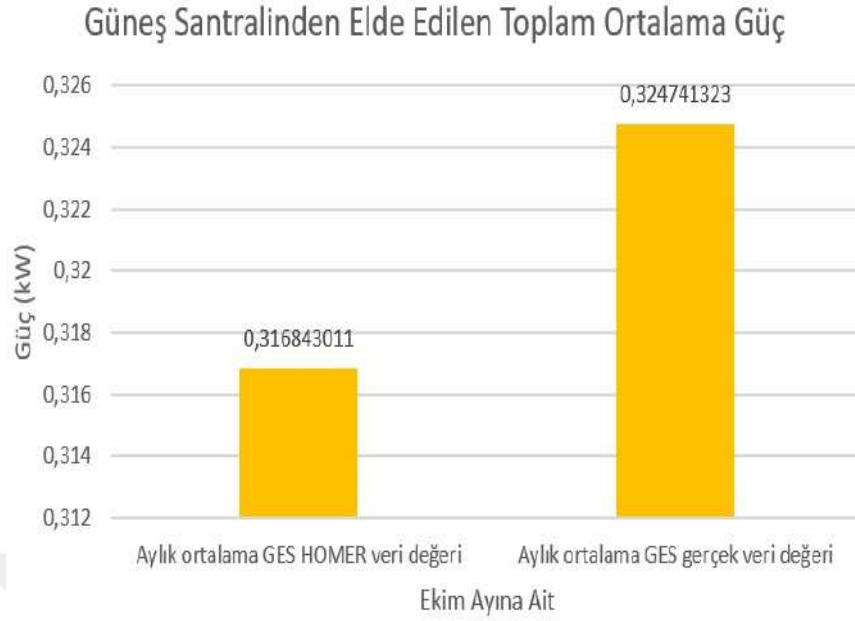
Şekil 4.40’da Ekim ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.40. Ekim ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.40’daki güneş santrali grafiği incelendiğinde HOMER veri değerinin ve gerçek veri değerinin 21.10.2021 tarihinde eşit olduğu görülmektedir.

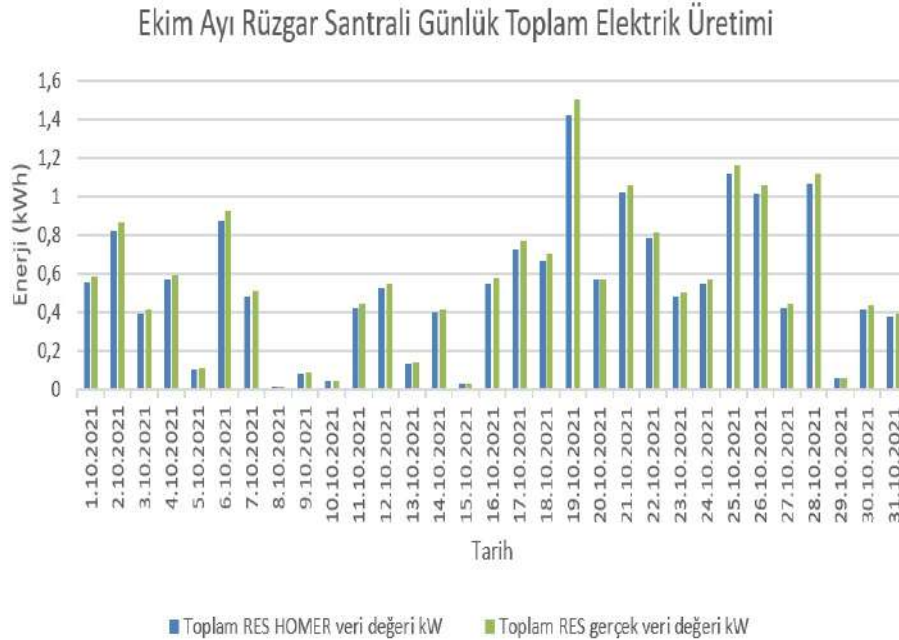
Şekil 4.41’de Ekim ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.41. Ekim ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.41’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde gerçek veri değerinden ortalama 0,324741323 kWh elektrik üretimi olmuştur.

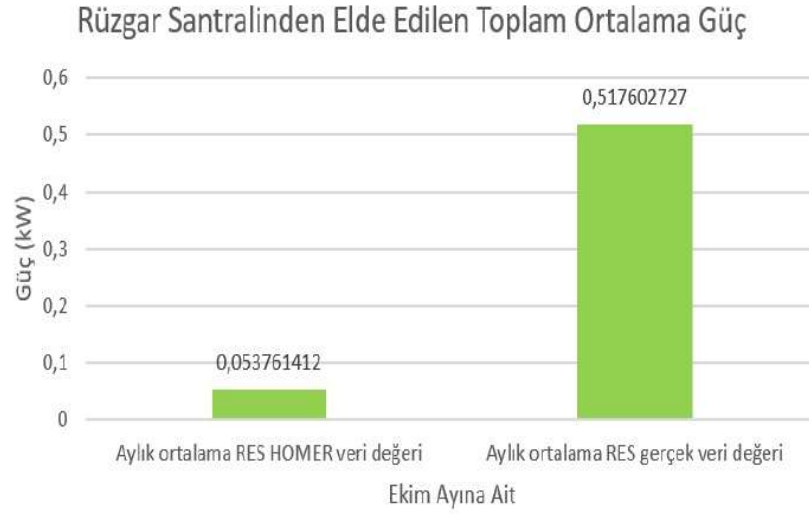
Şekil 4.42’de Ekim ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.42. Ekim ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.42’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde en az üretimin olduğu 08.10.2021 tarihidir.

Şekil 4.43'te Ekim ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.43. Ekim ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.43'teki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde HOMER'den ortalama 0,539348356 kWh elektrik üretimi olmuştur.

KASIM ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
603,124 kWh	108 kWh	0 kWh

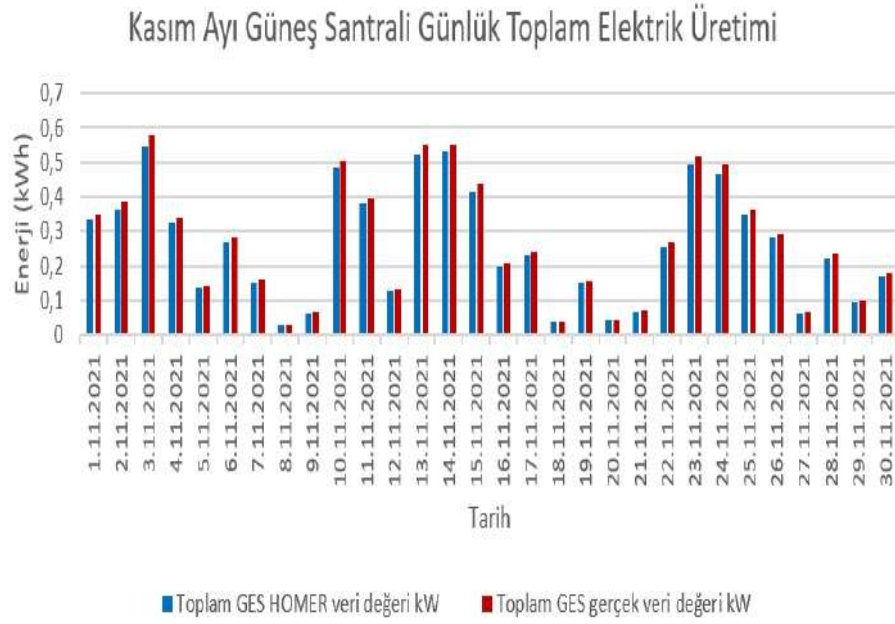
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
574,264 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER'de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

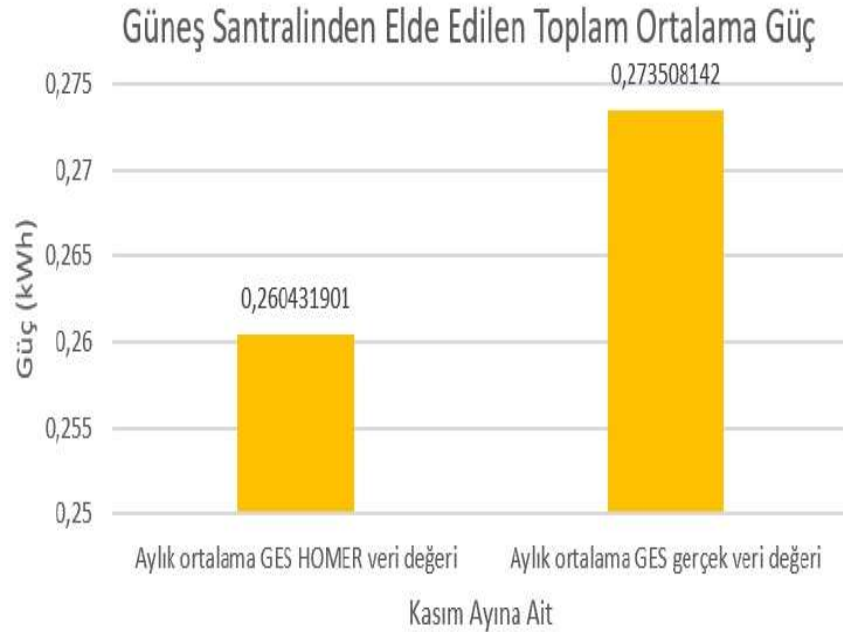
Şekil 4.44'te Kasım ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.44. Kasım ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.44'teki güneş santrali grafiği incelendiğinde HOMER veri değerinin ve gerçek veri değerinin 08.11.2021, 18.11.2021 ve 20.11.2021 tarihlerinde eşit olduğu görülmüştür.

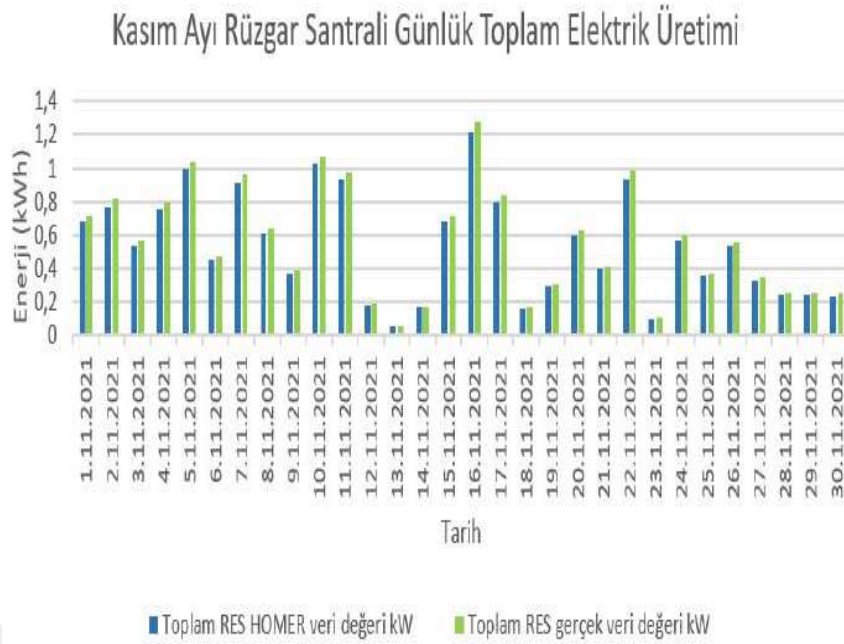
Şekil 4.45'te Kasım ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.45. Kasım ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

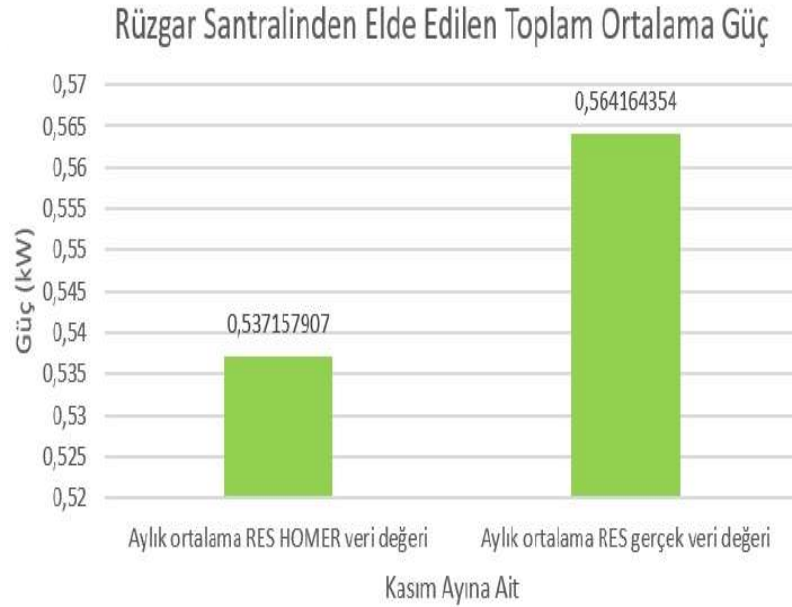
Şekil 4.45'teki güneş santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde gerçek veri değerinden ortalama 0,273508142 kWh elektrik üretimi olmuştur.

Şekil 4.46’da Kasım ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.46. Kasım ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri
Şekil 4.46’daki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde en fazla elektrik üretiminin 16.11.2021 tarihinde görülmüştür.

Şekil 4.47’de Kasım ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.47. Kasım ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.47’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde HOMER’den ortalama 0,537157907 kWh elektrik üretimi olmuştur.

ARALIK ayına ait rüzgâr ve güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80=240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
637,781 kWh	111,6 kWh	0 kWh

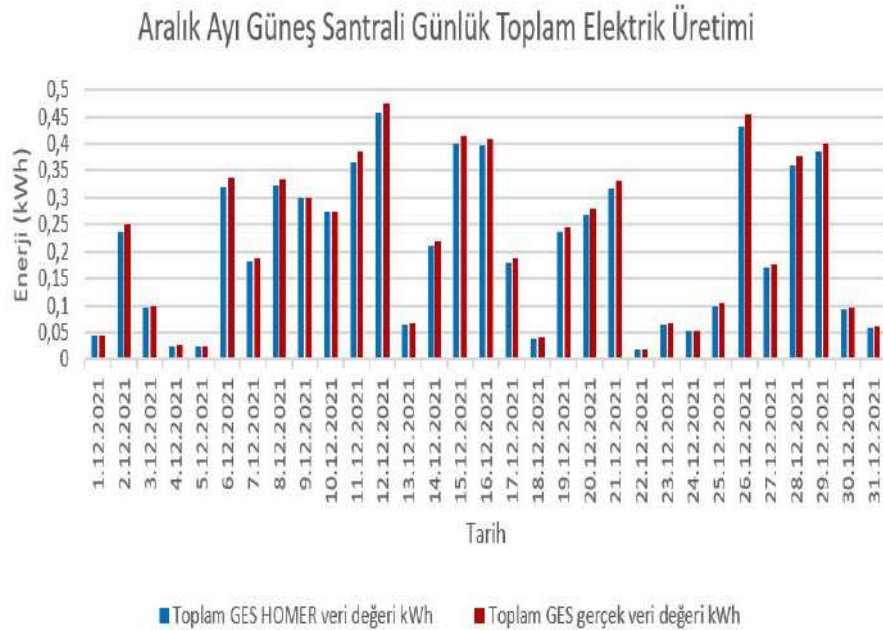
Gerçekte rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
613,852 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

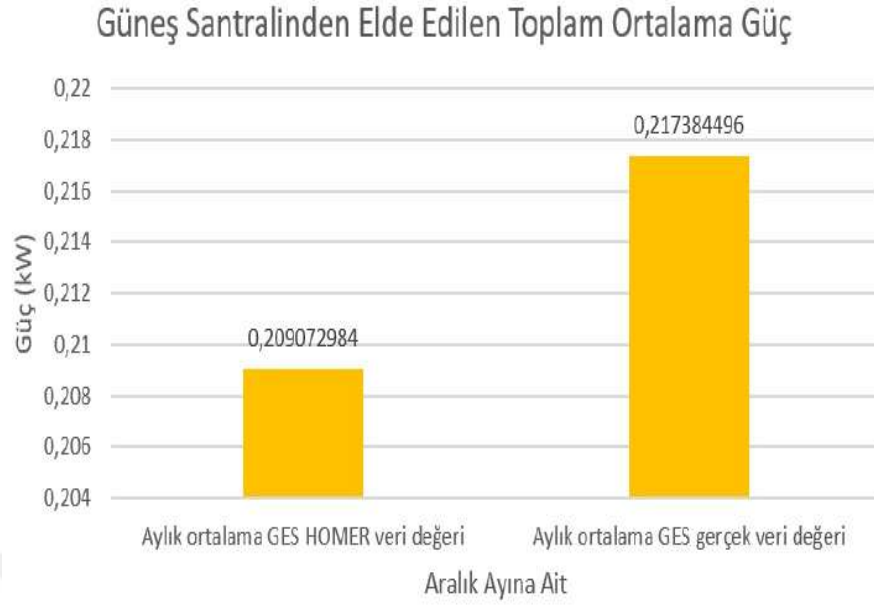
Şekil 4.48’de Aralık ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.48. Aralık ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.48’deki güneş santrali grafiği incelendiğinde HOMER veri değerinin 12.12.2021 tarihinde en fazla elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

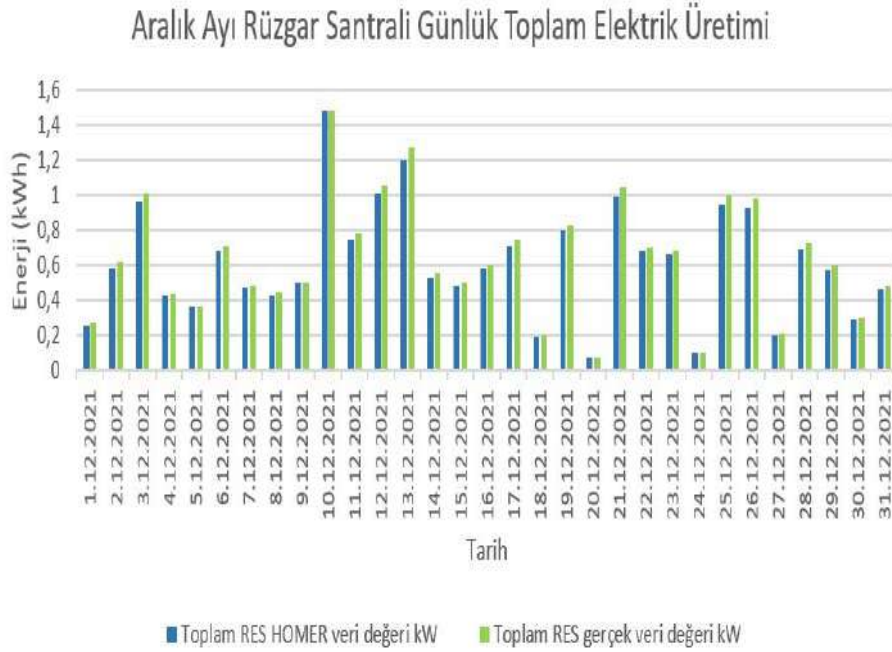
Şekil 4.49’da Aralık ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.49. Aralık ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.49’daki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde gerçek veri değerinden ortalama 0,217384496 kWh elektrik üretimi olmuştur.

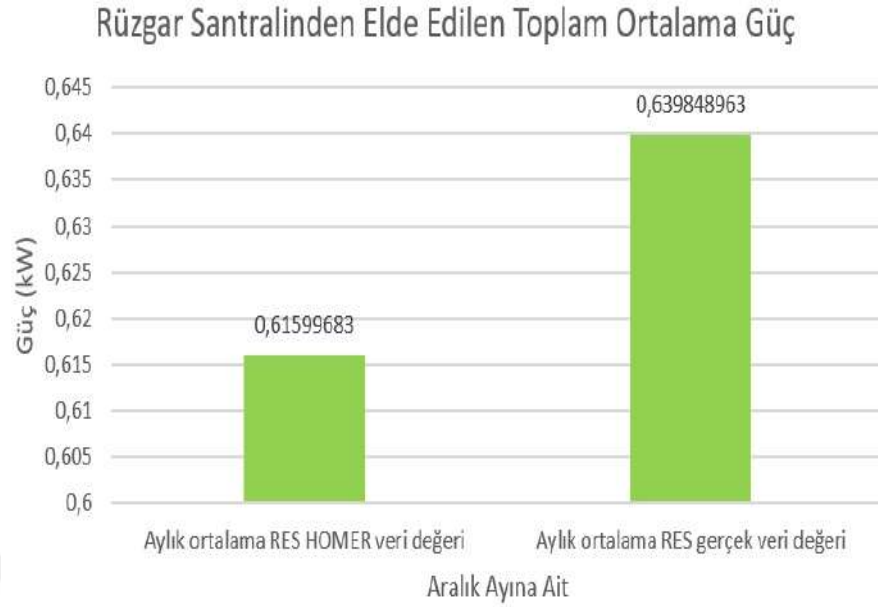
Şekil 4.50’de Aralık ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.50. Aralık ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.50’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde en az elektrik üretiminin 20.12.2021 tarihinde olduğu görülmüştür.

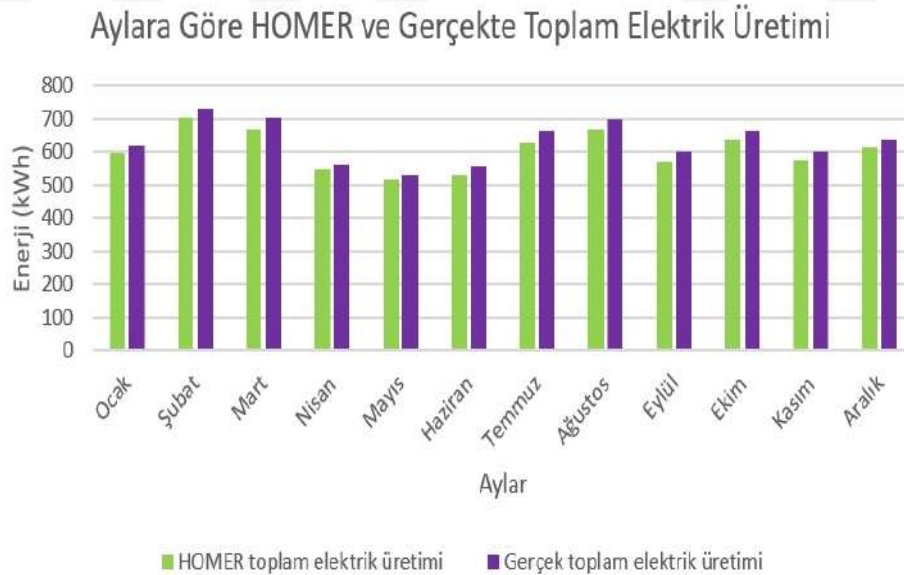
Şekil 4.51’de Aralık ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.51. Aralık ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.51’deki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde HOMER’den ortalama 0,61599683 kWh elektrik üretimi olmuştur.

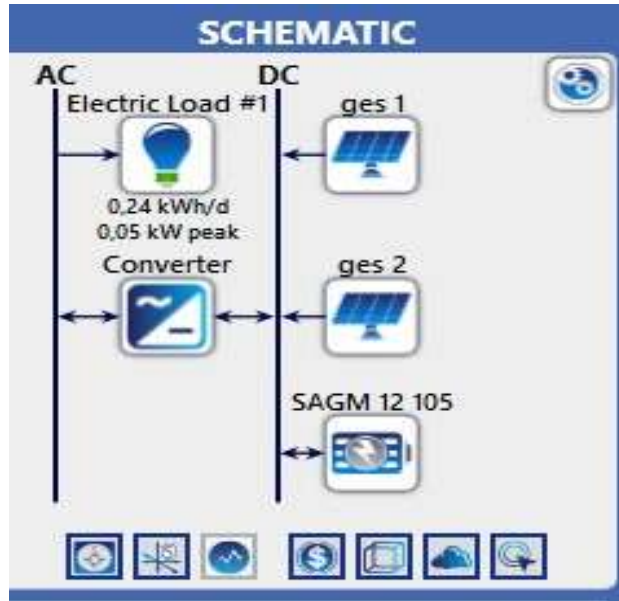
Şekil 4.52’de GES ve RES santrallerinde HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen aylık toplam enerji değerleri görülmektedir.



Şekil 4.52. GES ve RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri

Şekil 4.52’deki elektrik üretimi grafiği aylara göre HOMER ve gerçekte toplam elektrik üretimini göstermektedir.

4.2. Sistemde Güneş Ve Batarya Olması Durumu

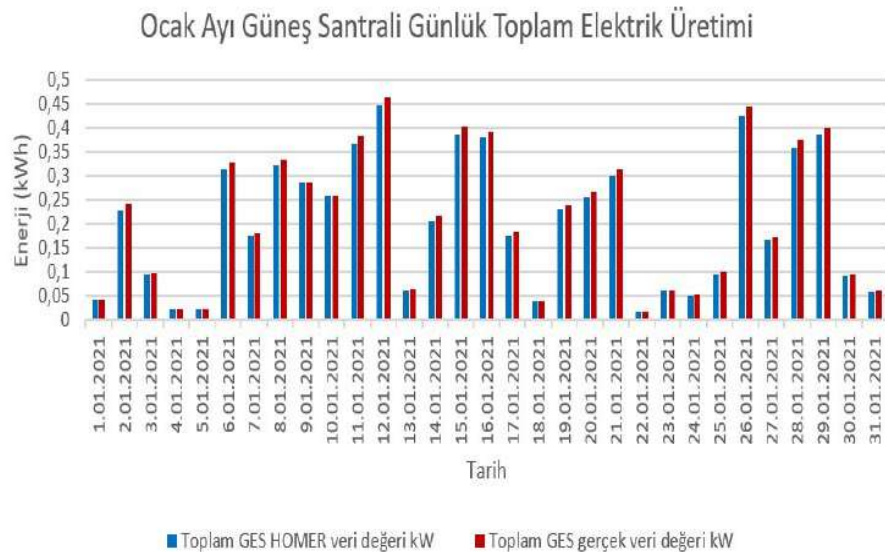


Şekil 4.53. Sistemin HOMER modeli

Şekil 4.53'te ekran görüntüsü verilen HOMER'de AC ve DC: Bara, Electric load: Elektrik yükü (tüketici veya alıcı gücü 240 W'lık), Converter: 5000 VA/5000 W tam sinüs akıllı inverter, GES 1 ve GES 2: Çatı tipi 1100 W ve alüminyum konstrüksiyon üzerine kurulu 1100 W santraller, Trojan Sagsm: Sistemde kullanılan 12 V 105 A'lik akü.

OCAK ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.54'te Ocak ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.54. Ocak ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.54'teki güneş santrali elektrik üretim miktarı grafiği incelendiğinde bazı günler 0,05 kWh altında elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

$(HTE\ddot{U})_{(güneş\ santrali)} HOMER\ aylık\ toplam\ elektrik\ üretimi_{(güneş\ santrali)} = Günlük\ ortalama\ değer\ x\ Ait\ olduğu\ ayın\ gün\ sayısı\ x\ Bir\ günlük\ zaman\ (saat)$

$HTE\ddot{U}_{(güneş\ santrali)} = 0,204\ x\ 31\ x\ 24 = 151,776\ kWh$

$(GTE\ddot{U})_{(güneş\ santrali)} Gerçek\ aylık\ toplam\ elektrik\ üretimi_{(güneş\ santrali)} = Günlük\ ortalama\ değer\ x\ Ait\ olduğu\ ayın\ gün\ sayısı\ x\ Bir\ günlük\ zaman\ (saat)$

$GTE\ddot{U}_{(güneş\ santrali)} = 0,212\ x\ 31\ x\ 24 = 157,728\ kWh$

$(ABDE) Aylık\ bataryada\ depolanan\ enerji = Akü\ gerilimi\ (DC)\ x\ Akü\ akımı\ (A)\ x\ Ait\ olduğu\ ayın\ gün\ sayısı$

$ABDE = 48\ x\ 105\ x\ 31 = 156,240\ kWh$

$(TET) Toplam\ elektrik\ tüketimi = Tüketici\ toplam\ gücü\ (W)\ x\ Ait\ olduğu\ ayın\ gün\ sayısı\ x\ Günlük\ tüketilen\ zaman\ (saat)$

$TET = 240\ x\ 31\ x\ 15 = 111600\ W = 111,6\ kWh$

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
157,728 kWh	111,6 kWh	0 kWh

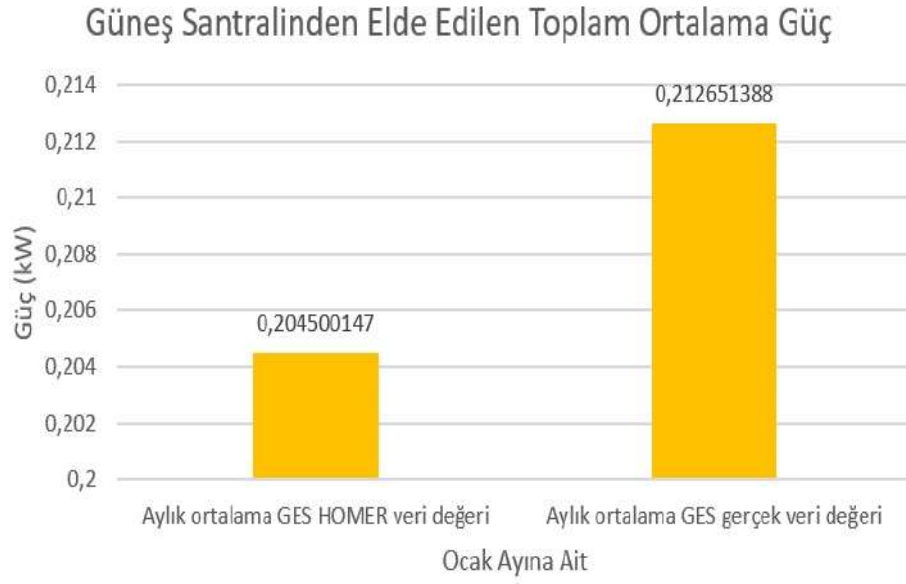
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
151,776 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER 'de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.55'te Ocak ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

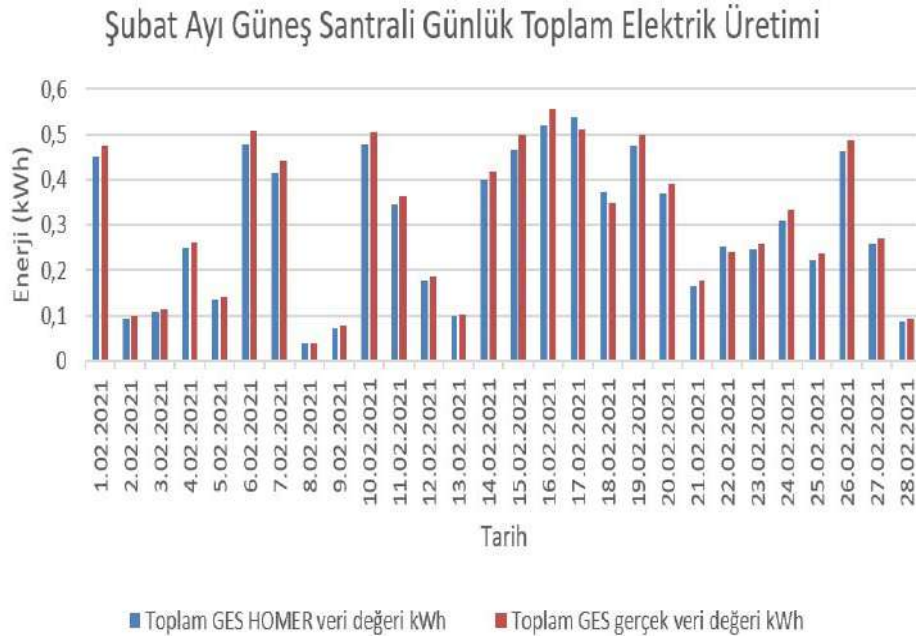


Şekil 4.55. Ocak ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.55'te güneş santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir.

ŞUBAT ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.56'da Şubat ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.56. Şubat ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.56'daki güneş santrali elektrik üretim miktarı grafiği incelendiğinde bazı günler 0,1 kWh altında elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
206,854 kWh	100,8 kWh	0 kWh

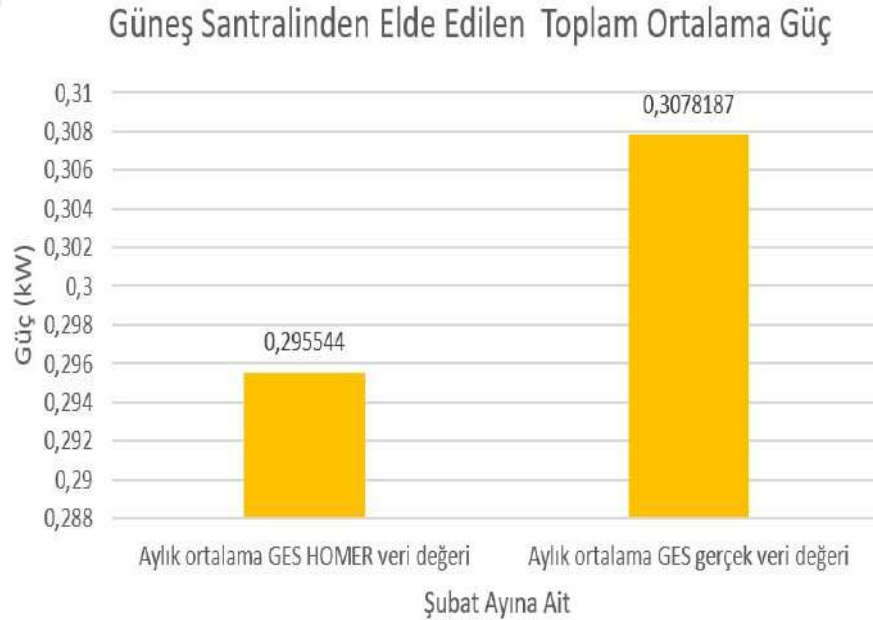
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
198,606 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.57’de Şubat ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

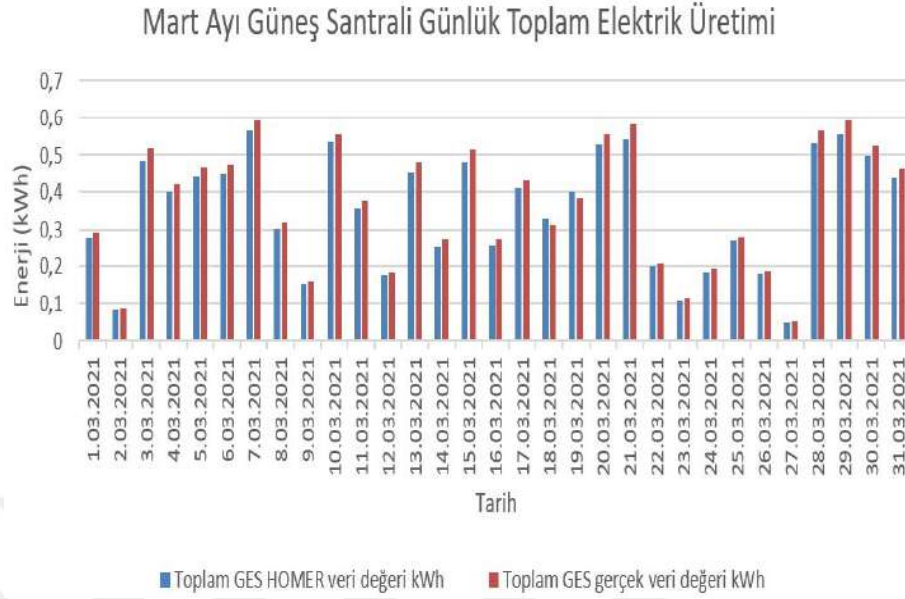


Şekil 4.57. Şubat ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.57’deki grafik incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER programındaki simülasyona göre elektrik üretiminin az olduğu görülmüştür.

MART ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.58’de Mart ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.58. Mart ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.58’deki güneş santrali elektrik üretimi grafiği incelendiğinde 07.03.2021, 29.03.2021 tarihlerinde toplam güneş santrali elektrik üretimi en fazla olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
274,152 kWh	111,6 kWh	0 kWh

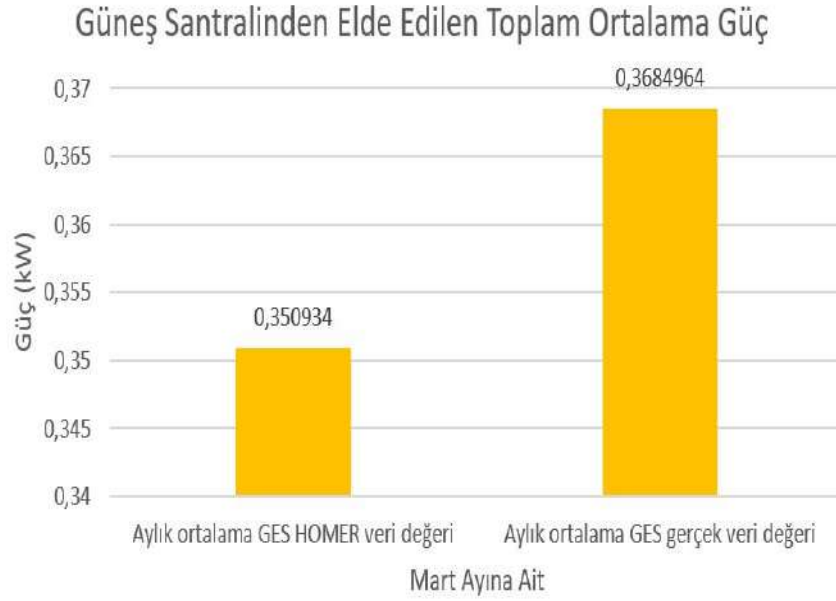
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
261,072 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.59’da Mart ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

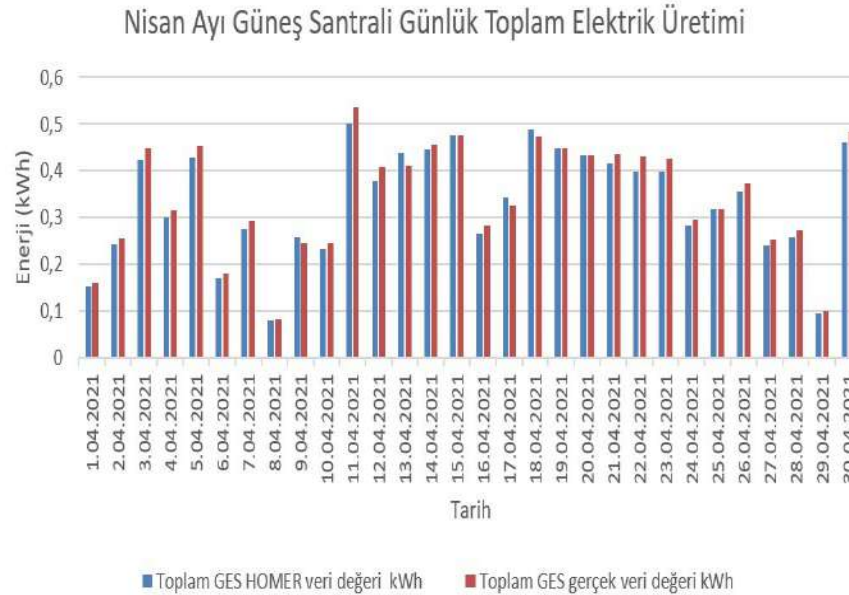


Şekil 4.59. Mart ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.59’deki güneş santralinden üretilen elektrik miktarı aylık toplam üretim miktarları toplanıp ayın gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı bulunmuştur.

NİSAN ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.60’da Nisan ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.60. Nisan ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.60’deki Nisan ayı güneş santralinden üretilen elektrik miktarı grafiği incelendiğinde en yüksek üretimin 11.04.2021 tarihinde ve en düşük üretimin 08.04.2021 tarihinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
247,68 kWh	108 kWh	0 kWh

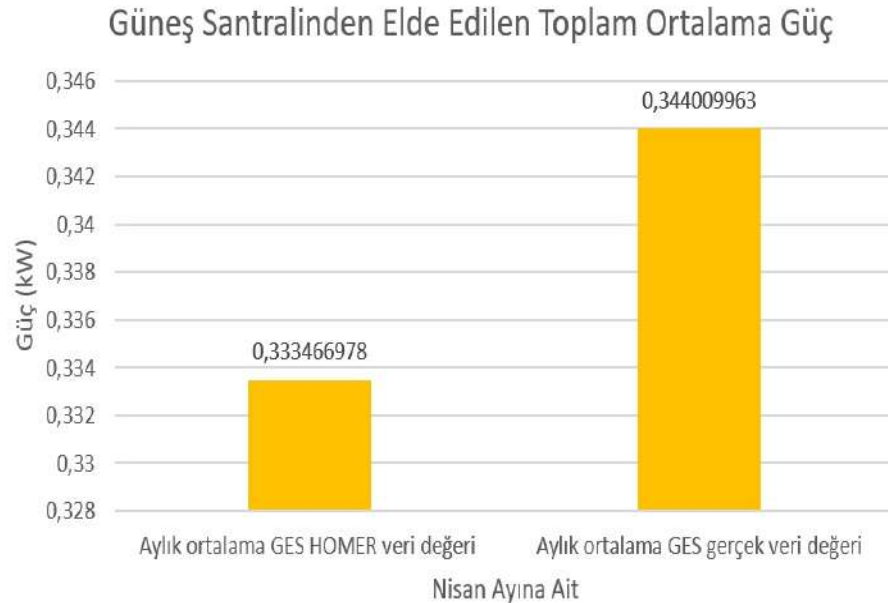
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
240,096 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.61’de Nisan ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

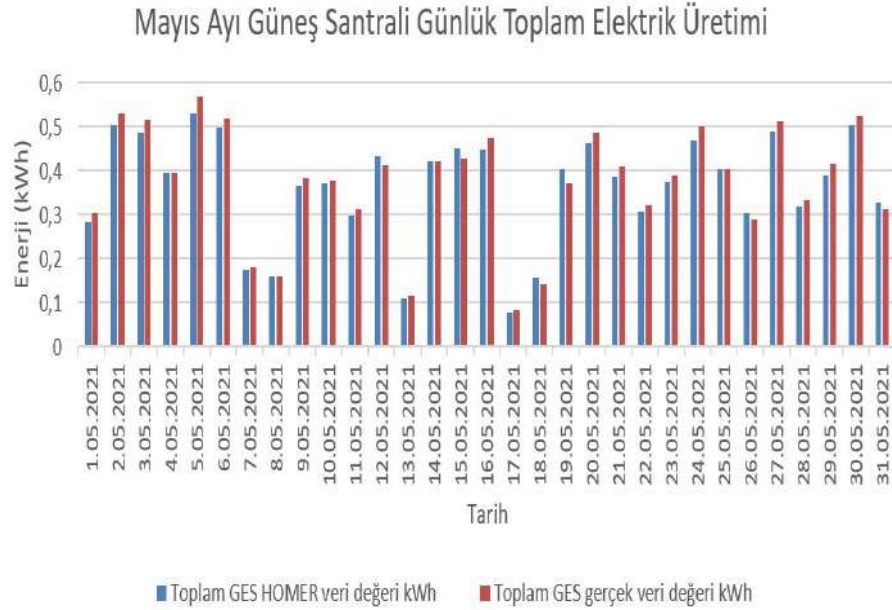


Şekil 4.61. Nisan ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.61’deki güneş santrali elektrik üretim miktarlarına bakıldığında HOMER programı geleceğe yönelik tahmin yaptığı için ve gerçek hava şartlarını program bilmediğinden gerçek veri değerinden düşük çıktığı görülmüştür.

MAYIS ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.62’de Mayıs ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.62. Mayıs ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.62’deki Mayıs ayı güneş santrali elektrik üretim miktarına bakıldığında havaların uzaması güneşin ışınım katsayısının artmasıyla elektrik üretim miktarı arttığı görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
278,16 kWh	111,6 kWh	0 kWh

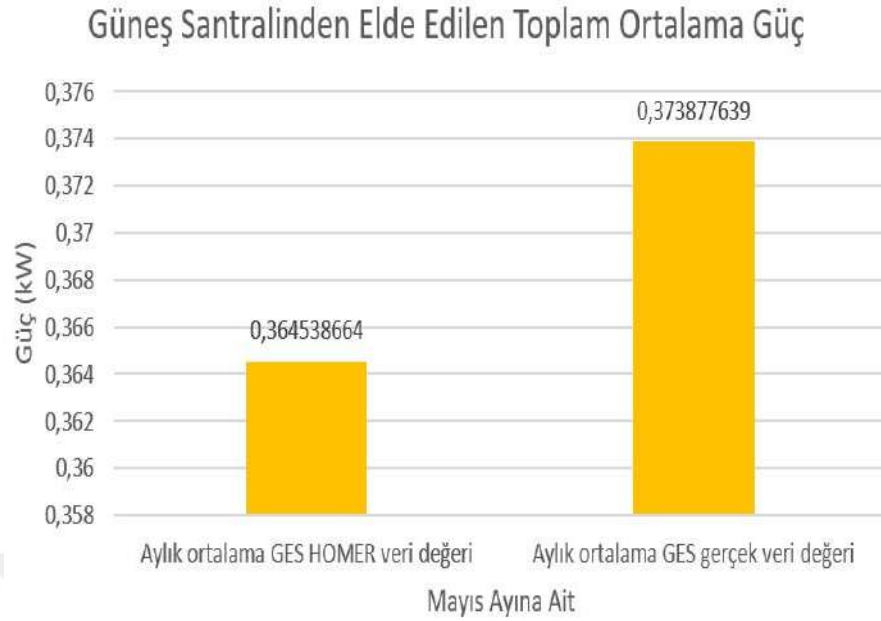
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
271,300 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.63'te Mayıs ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

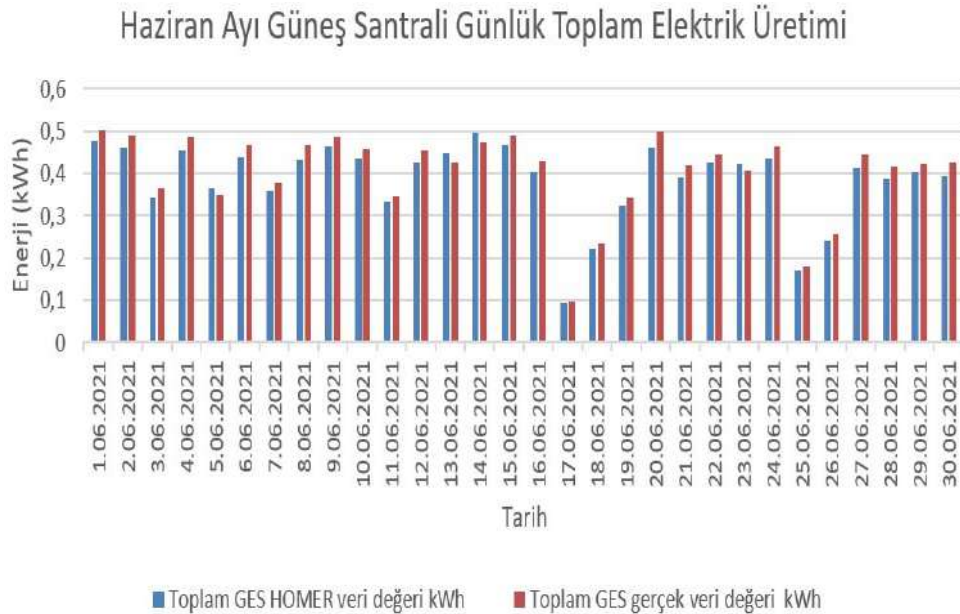


Şekil 4.63. Mayıs ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.63'teki Güneş santrali elektrik üretim miktarları incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

HAZİRAN ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.64'te Haziran ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.64. Haziran ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.64'teki Haziran ayı güneş santrali elektrik üretim miktarları incelendiğinde 17.06.2021 tarihinde 0,1 kWh'ın altında olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
290,328 kWh	108 kWh	0 kWh

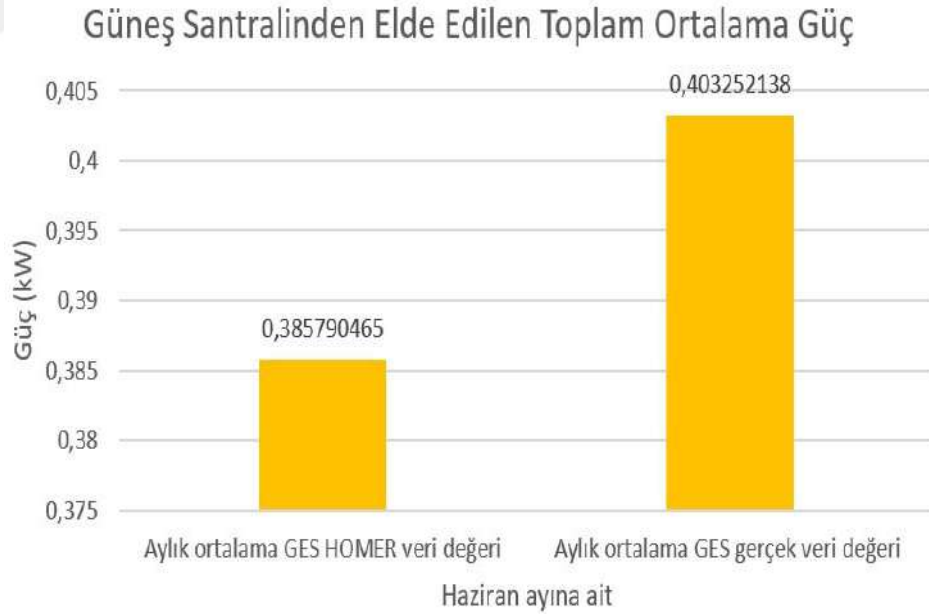
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
277,752 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.65’te Haziran ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

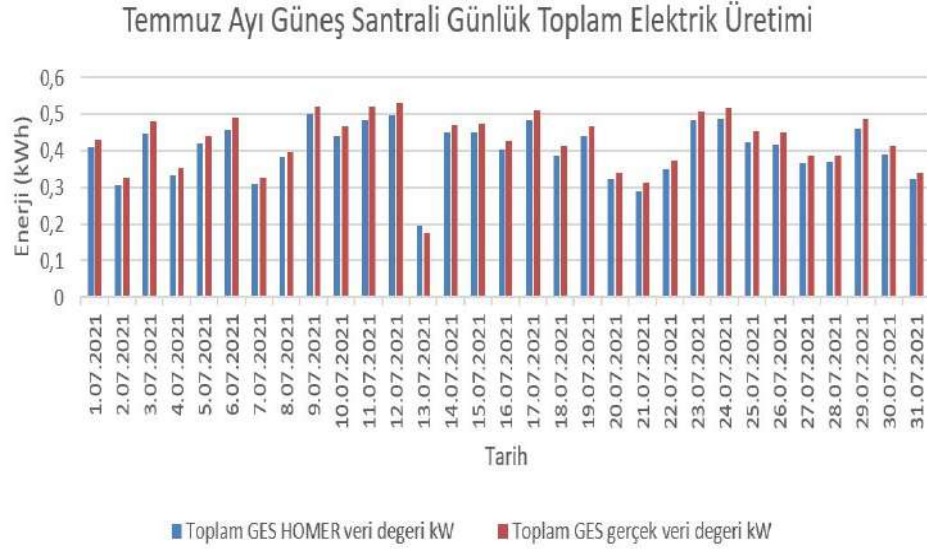


Şekil 4.65. Haziran ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.65’teki grafik incelendiğinde gerçek veri değeri elektrik üretim miktarı HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

TEMMUZ ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.66'da Temmuz ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.66. Temmuz ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.66'daki Temmuz ayı güneş santrali elektrik üretimine bakıldığında temmuz ayı içerisinde birbirine yakın değerler olduğu ve gündüz süresinin uzamasıyla güneşin ışınım katsayısının artmasıyla elektrik üretimi artmıştır.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
316,416 kWh	111,6 kWh	0 kWh

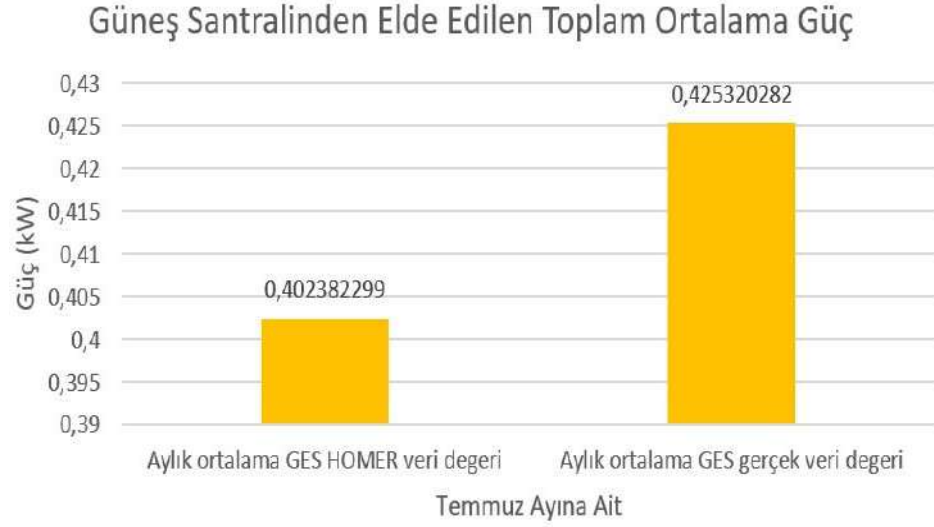
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
299,352 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER'de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.67’de Temmuz ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

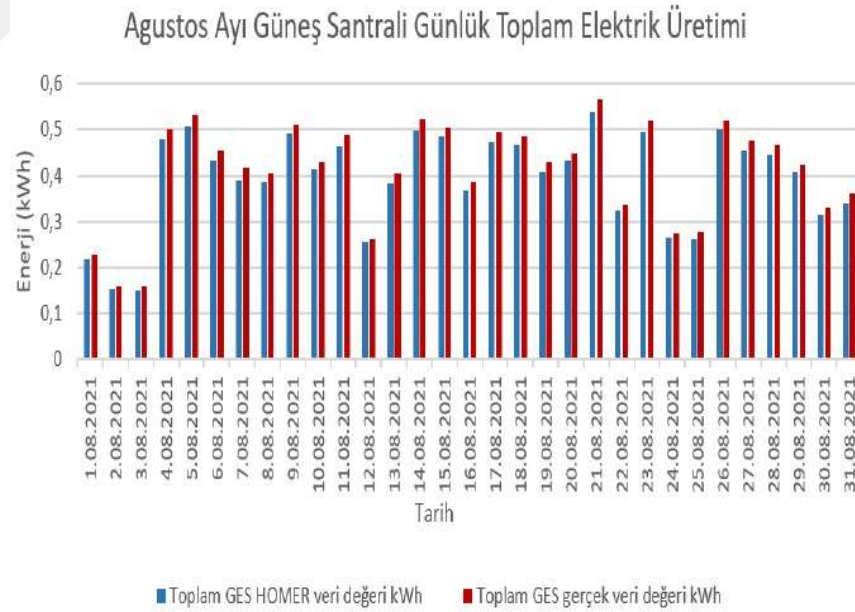


Şekil 4.67. Temmuz ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.67’deki grafik incelendiğinde HOMER programı tahmin yaptığı için gerçek veri değerinden az elektrik üretimi yapmıştır.

AGUSTOS ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.68’de Agustos ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.68. Agustos ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.68’deki Agustos ayı güneş santrali elektrik üretim miktarına bakıldığında ağustos ayında güneş ışımalarının yüksek olmasına rağmen hava şartlarına bağlı olarak ilk üç gün diğer günlere göre üretim miktarı az olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
306,768 kWh	111,6 kWh	0 kWh

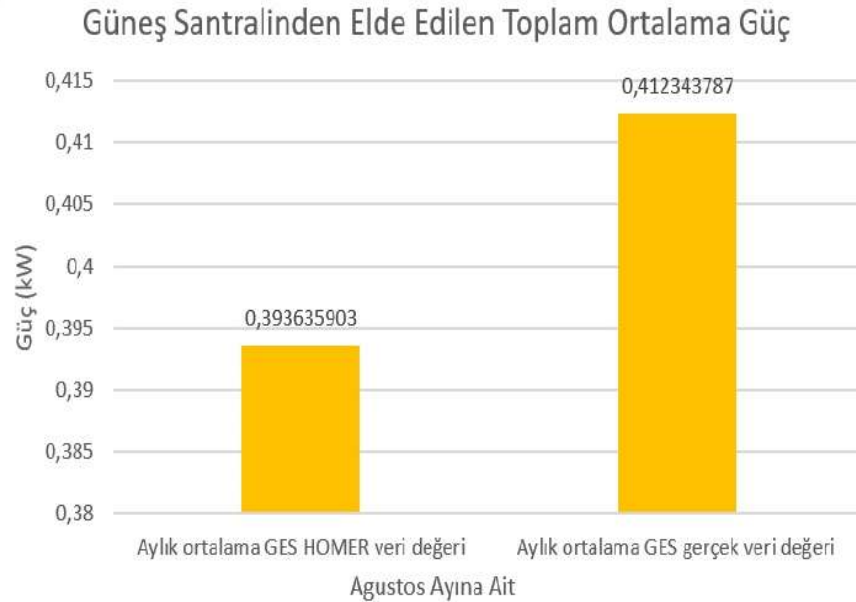
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
292,848 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.69’da Ağustos ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

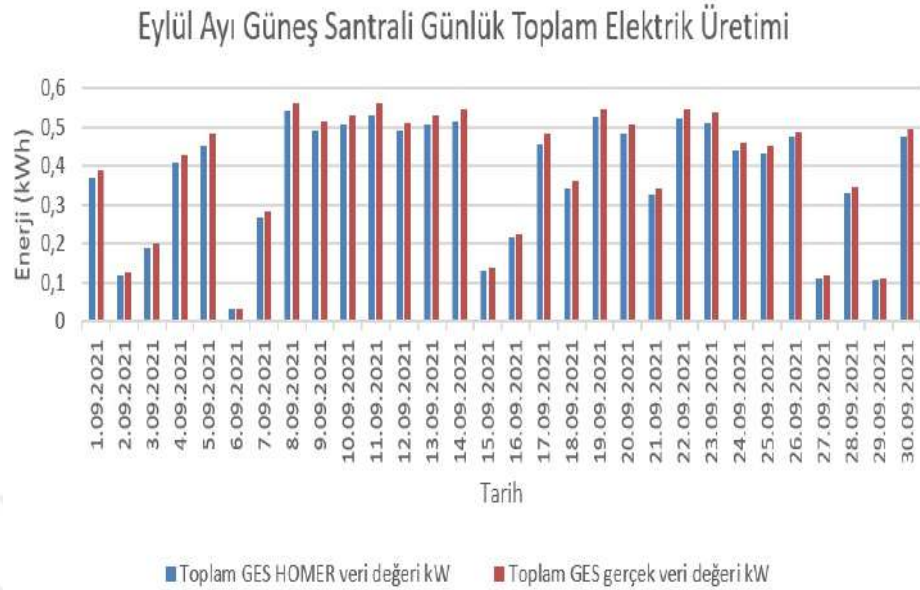


Şekil 4.69. Ağustos ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.69’daki Ağustos ayı ortalama güneş santrali üretim miktarı tüm günlerin değerleri toplanıp ağustos ayı gün sayısına bölünerek ortalama değer hesaplanmıştır. Gerçek veri değeri HOMER veri değerinden yüksek olmuştur.

EYLÜL ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.70'te Ocak ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.70. Eylül ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.70'teki Eylül ayı güneş santralinden üretilen elektrik miktarı grafiği incelendiğinde en düşük üretimin 06.09.2021 tarihinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
284,531 kWh	100,8 kWh	0 kWh

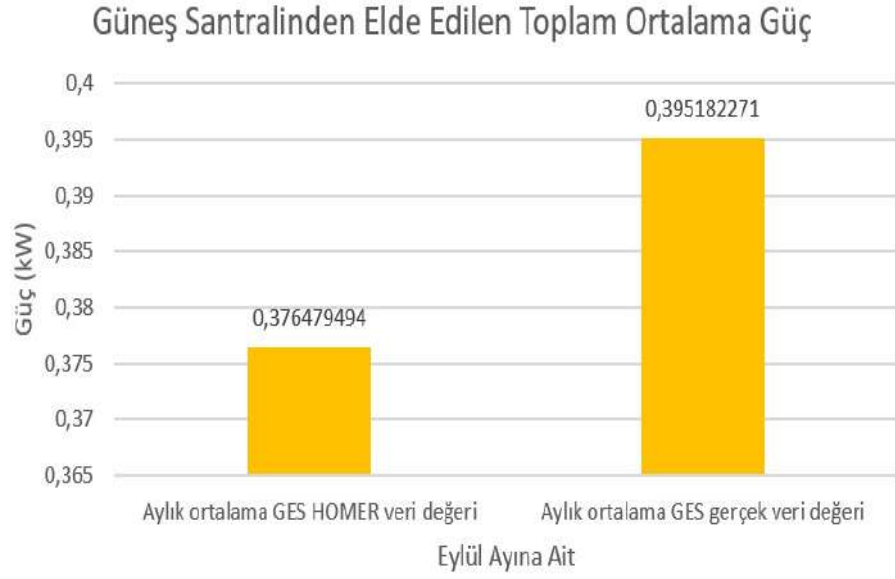
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
271,064 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER'de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.71’de Eylül ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

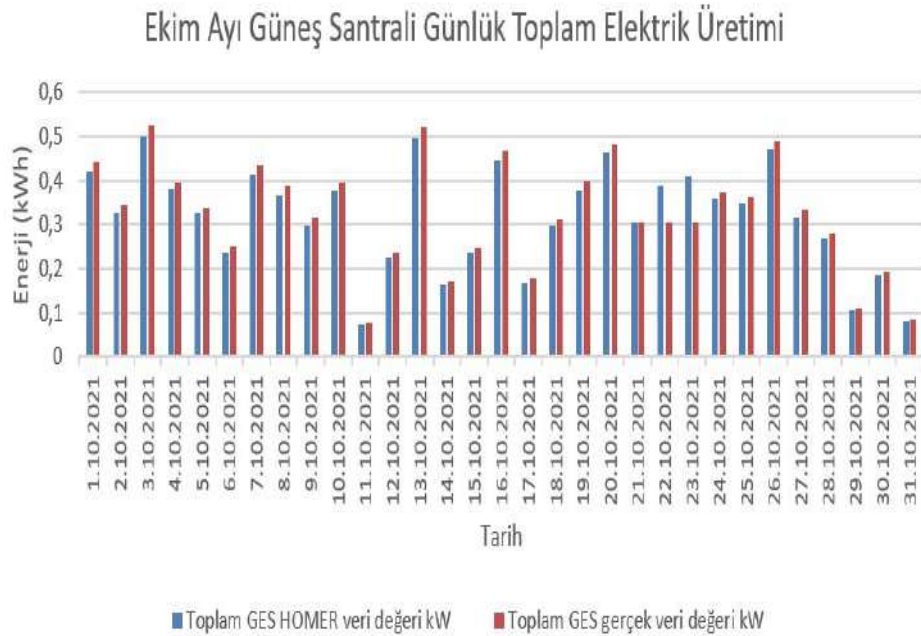


Şekil 4.71. Eylül ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.71’deki Eylül ayı ortalama güneş santrali üretim miktarı tüm günlerin değerleri toplanıp Eylül ayı gün sayısına bölünerek ortalama değer hesaplanmıştır.

EKİM ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.72’de Ekim ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.72. Ekim ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.72’deki Ekim ayı güneş santralinden üretilen elektrik miktarı grafiği incelendiğinde en yüksek üretimin 03.10.2021 ve 13.10.2021 tarihlerinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
241,607 kWh	111,6 kWh	0 kWh

Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

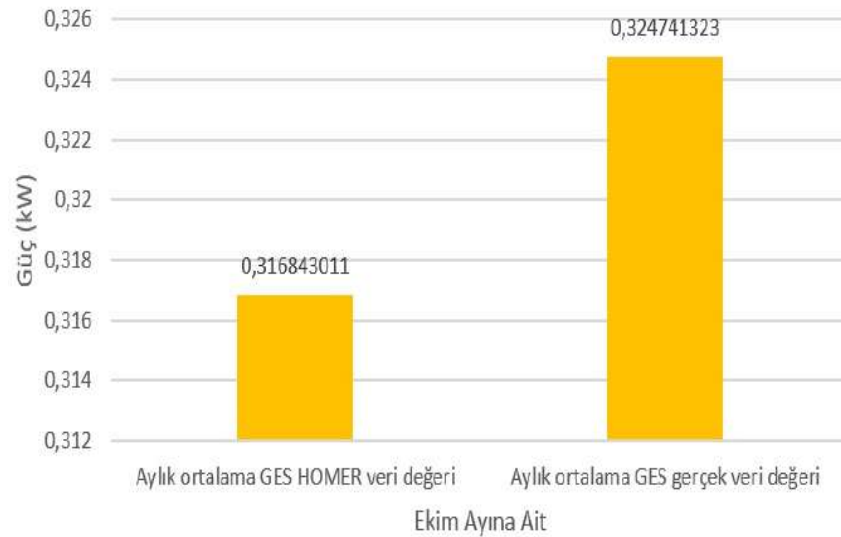
HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
235,731 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.73’te Ekim ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

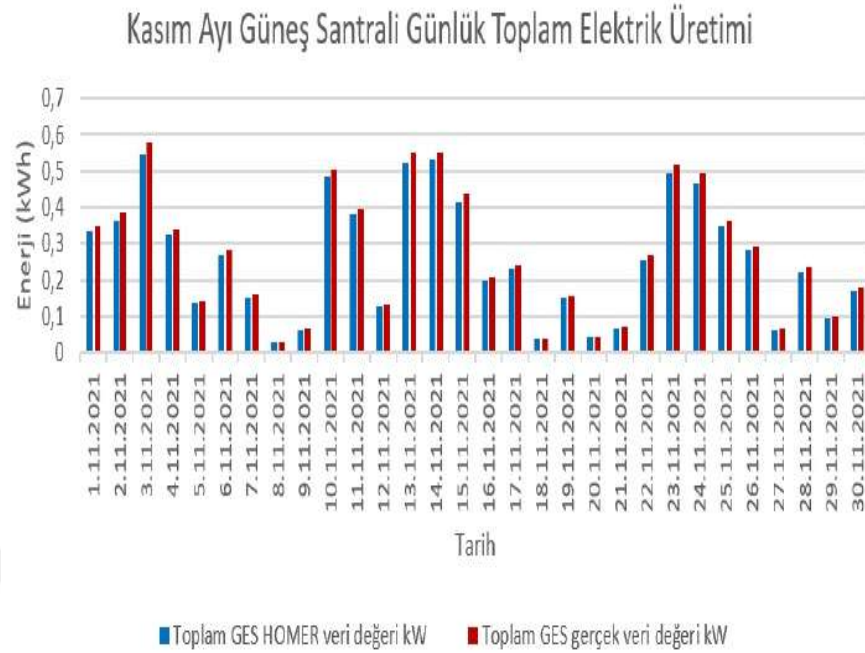
Güneş Santralinden Elde Edilen Toplam Ortalama Güç



Şekil 4.73. Ekim ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama güç enerji değeri

Şekil 4.73’teki Ekim ayı ortalama güneş santrali üretim miktarı grafiği incelendiğinde gerçek veri değeri HOMER veri değerinden yüksek olmuştur.

Şekil 4.74'te Kasım ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.74. Kasım ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.74'teki güneş santrali elektrik üretim miktarı grafiği incelendiğinde 03.11.2021 tarihinde gerçekte en fazla elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

KASIM ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 =240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
196,926 kWh	108 kWh	0 kWh

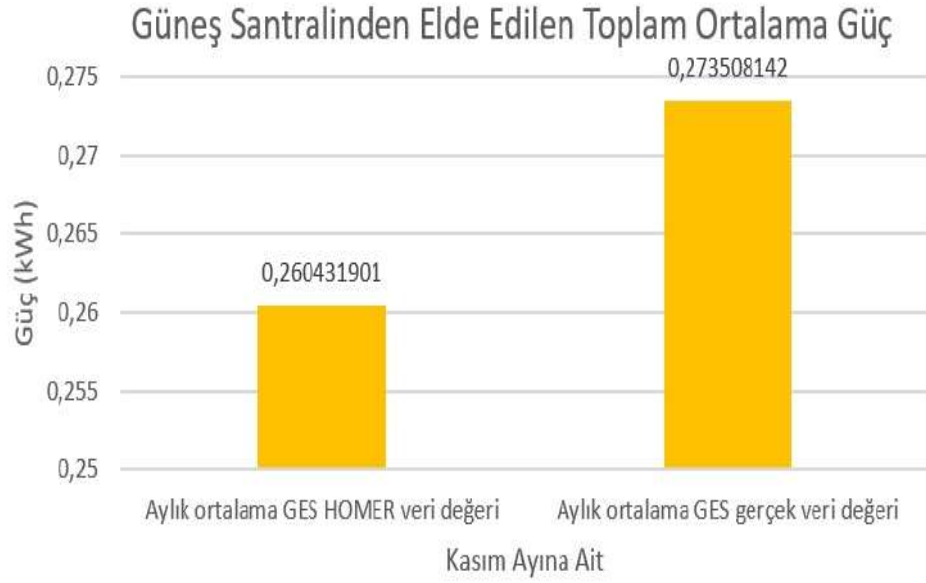
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
187,510 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER'de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

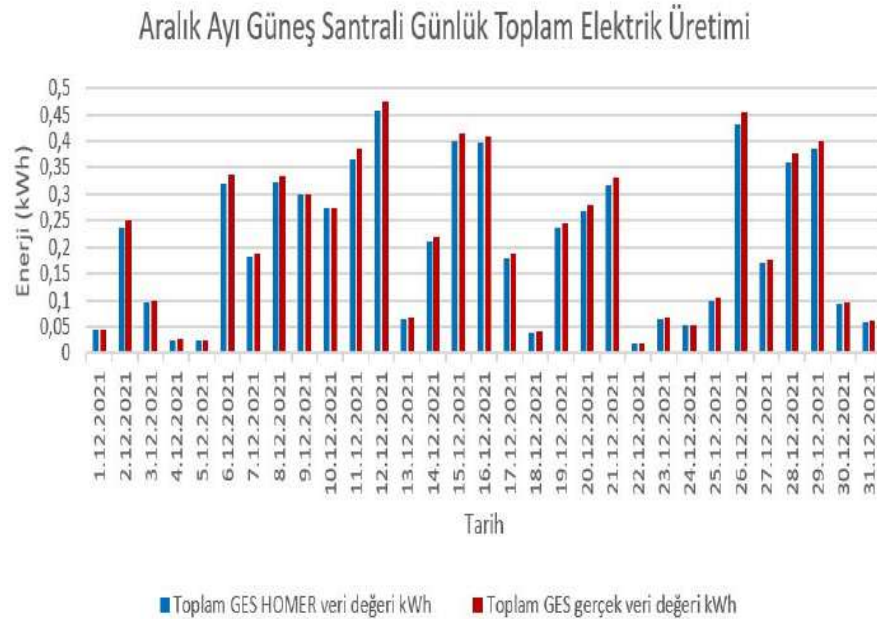
Şekil 4.75'te Kasım ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.75. Kasım ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.75'teki grafik incelendiğinde elektrik üretiminin HOMER veri değerinin gerçek veri değerinden az olduğu görülmüştür.

Şekil 4.76'da Aralık ayı GES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.76. Aralık ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.76'daki güneş santrali elektrik üretim miktarı grafiği incelendiğinde en fazla elektrik üretiminin 12.12.2021 ve 26.12.2021 tarihlerinde olduğu görülmüştür.

ARALIK ayına ait güneş santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80=240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
161,734 kWh	111,6 kWh	0 kWh

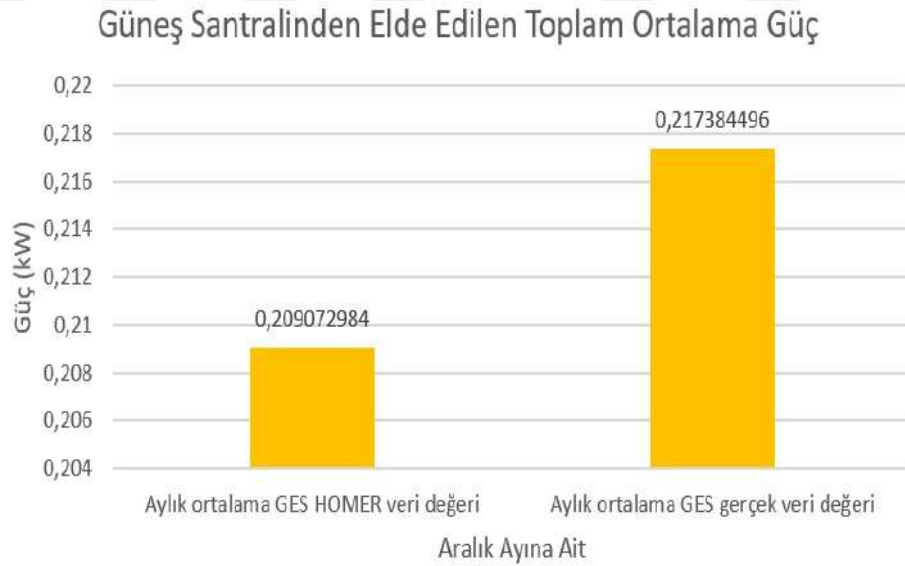
Gerçekte güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
155,550 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

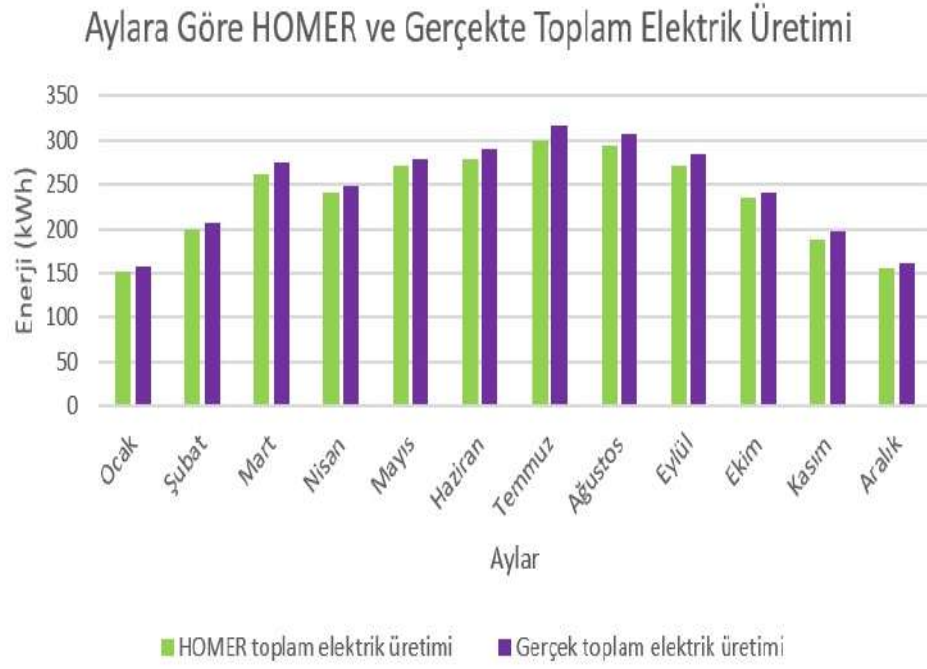
Şekil 4.77’de Aralık ayı GES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.77. Aralık ayı GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.77’deki grafik incelendiğinde gerçek veri değerinin HOMER programındaki simülasyona göre elektrik üretiminin fazla olduğu görülmüştür.

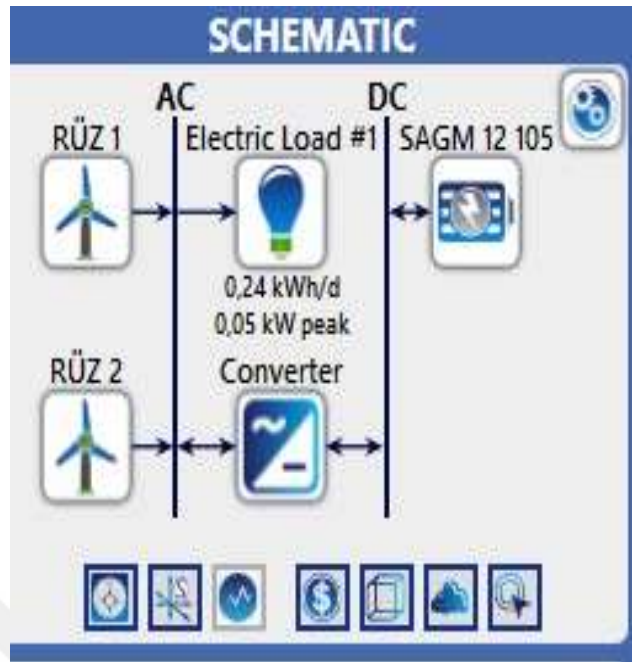
Şekil 4.78’de GES santrallerinde HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen aylık toplam enerji değerleri görülmektedir.



Şekil 4.78. GES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri

Şekil 4.78’deki elektrik üretimi grafiği aylara göre HOMER ve gerçekte toplam elektrik üretimini göstermektedir.

4.3. Sistemde Rüzgâr Ve Batarya Olması Durumu



Şekil 4.79. Sistemin HOMER modeli

Şekil 4.79'daki ekran görüntüsü verilen HOMER'de Rüz 1 ve Rüz 2 2000 W'lık iki ayrı rüzgâr türbini, AC ve DC: Bara, Electric load: Elektrik yükü (tüketici veya alıcı gücü 240 W'lık), Converter: 5000 VA/5000 W tam sinüs akıllı inverter, Trojan Sagm: Sistemde kullanılan 12 V 105 A'lik akü.

OCAK ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80= 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

$(HTE\ddot{U})_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)}$ HOMER aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)}$ = Günlük ortalama değer x Ait olduğu ayın gün sayısı x Bir günlük zaman (saat)

$HTE\ddot{U}_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)} = 0,598 \times 31 \times 24 = 444,912 \text{ kWh}$

$(GTE\ddot{U})_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)}$ Gerçek aylık toplam elektrik üretimi $_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)}$ = Günlük ortalama değer x Ait olduğu ayın gün sayısı x Bir günlük zaman (saat)

$GTE\ddot{U}_{(r\ddot{u}zg\ddot{a}r\ santrali)} = 0,622 \times 31 \times 24 = 462,768 \text{ kWh}$

$(ABDE)$ Aylık bataryada depolanan enerji =Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı

$ABDE = 48 \times 105 \times 31 = 156,240 \text{ kWh}$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 240 \times 31 \times 15 = 111600 \text{ Wh} = 111,6 \text{ kWh}$$

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
462,768 kWh	111,6 kWh	0 kWh

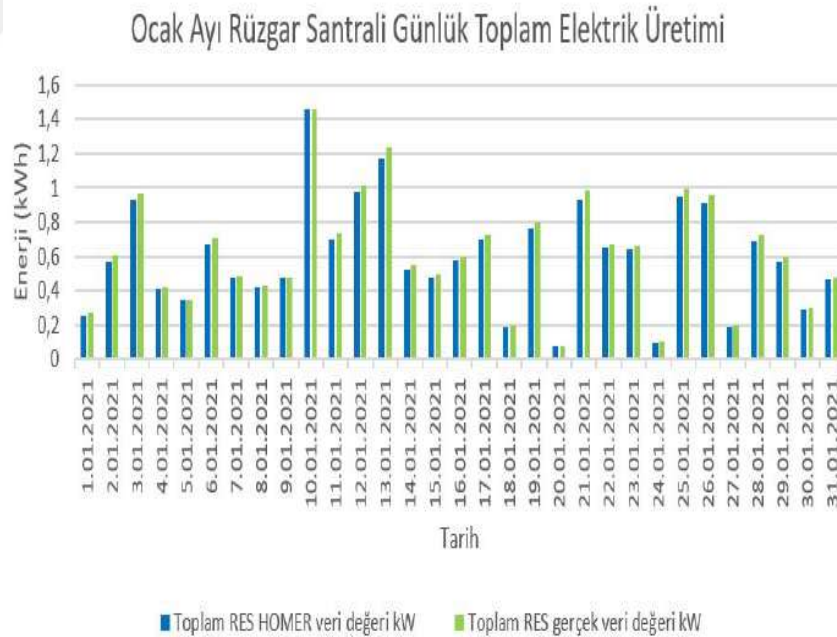
Gerçekte rüzgârdan üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
444,912 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER 'de rüzgârdan üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

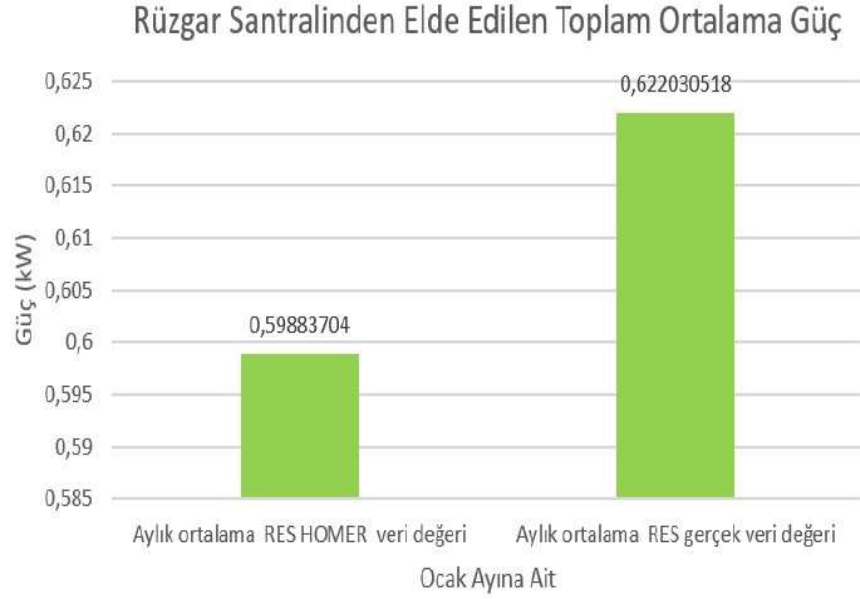
Şekil 4.80'de Ocak ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.80. Ocak ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.80'de Şubat ayına ait grafik incelendiğinde RES santralinden üretilen elektrik miktarının HOMER ve gerçek uygulamaya göre en düşük günler 02.02.2021, 05.02.2021 ve en yüksek üretimin olduğu 10.02.2021 tarihidir. Grafiğe göre elektrik üretimi kararlı bir yapıda değil değişken bir yapıdadır.

Şekil 4.81’de Ocak ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

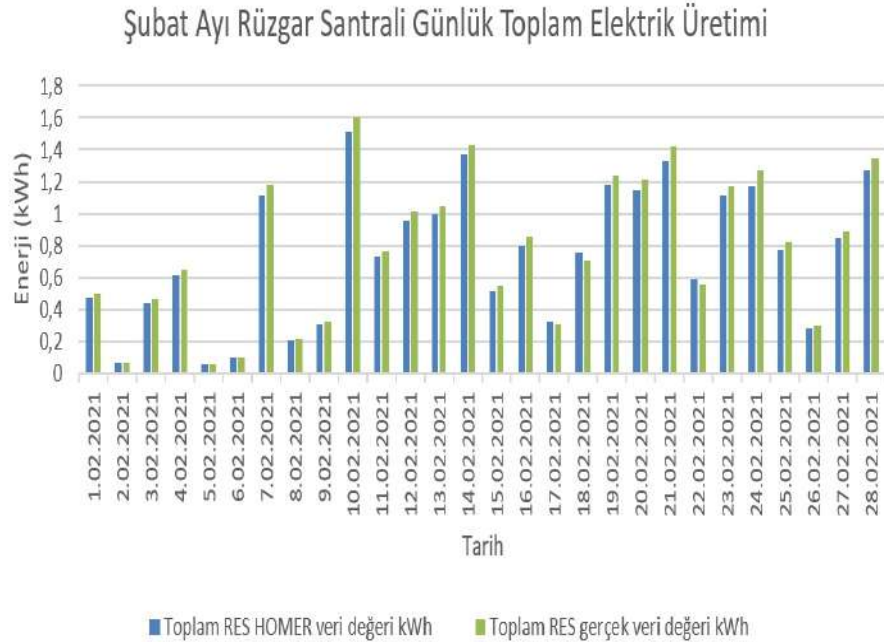


Şekil 4.81. Ocak ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.81’de rüzgâr santralinden üretilen şubat ayı toplam enerji değerleri toplanıp şubat ayı gün sayısına bölünerek aylık ortalama elektrik üretim miktarı belirlenmiştir. Aynı ayın GES santraline göre elektrik üretimi daha fazla olmuştur.

ŞUBAT ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.82’de Şubat ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.82. Şubat ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.82’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde en yüksek 10.02.2021 ve en düşük 05.02.2021 tarihinde elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80= 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
524,880 kWh	100,8 kWh	0 kWh

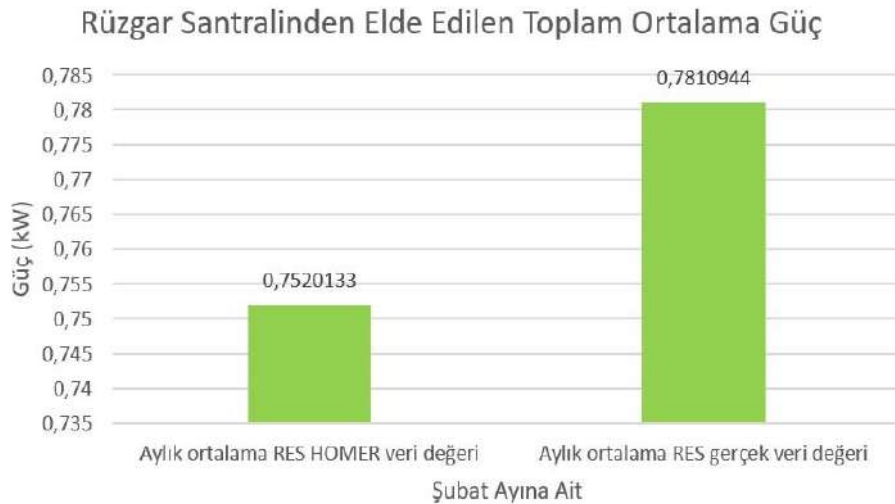
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
505,353 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.83’te Şubat ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

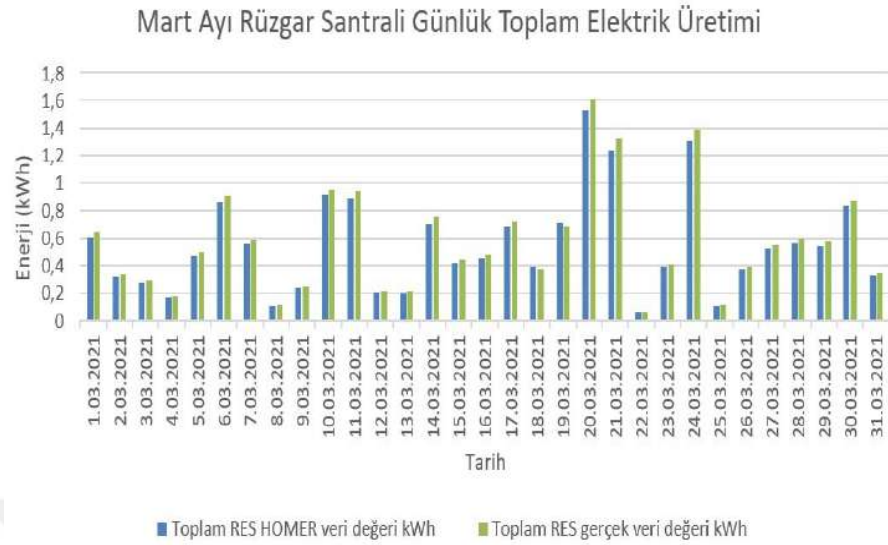


Şekil 4.83. Şubat ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.83’teki rüzgâr santralinden üretilen toplam ortalama enerji grafiği incelendiğinde HOMER programı hava durumunu tahmin ederek kendi bulmuş olduğu rüzgâr hızı, hava şartları gibi parametrelere göre elektrik üretim miktarı hesaplamasını yaptığı için elektrik üretim miktarının gerçek veri değerinden düşük çıktığı görülmüştür.

MART ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.84'te Mart ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.84. Mart ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.84'teki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde elektrik üretiminin bir önceki günlere göre en çok azalmanın 22.03.2021 ve 25.03.2021 tarihlerinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü = Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
428,496 kWh	111,6 kWh	0 kWh

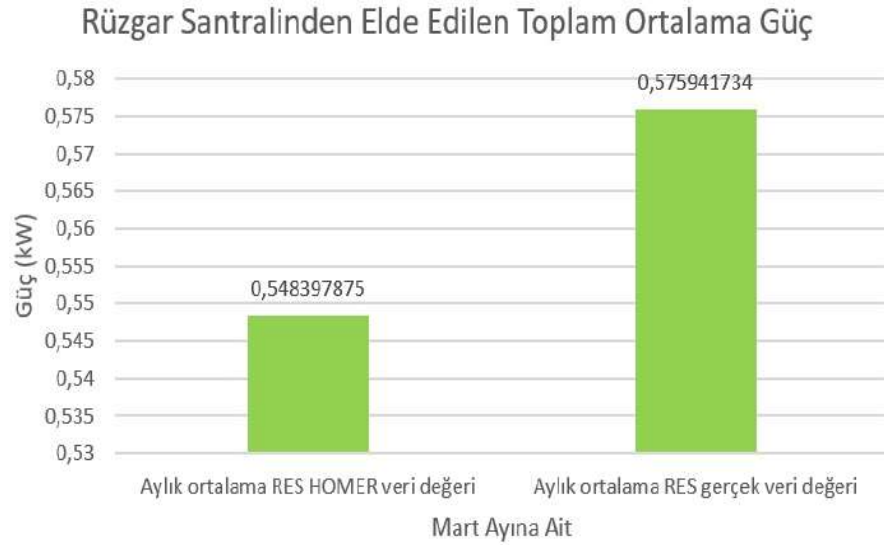
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
408 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER'de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.85’de Mart ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

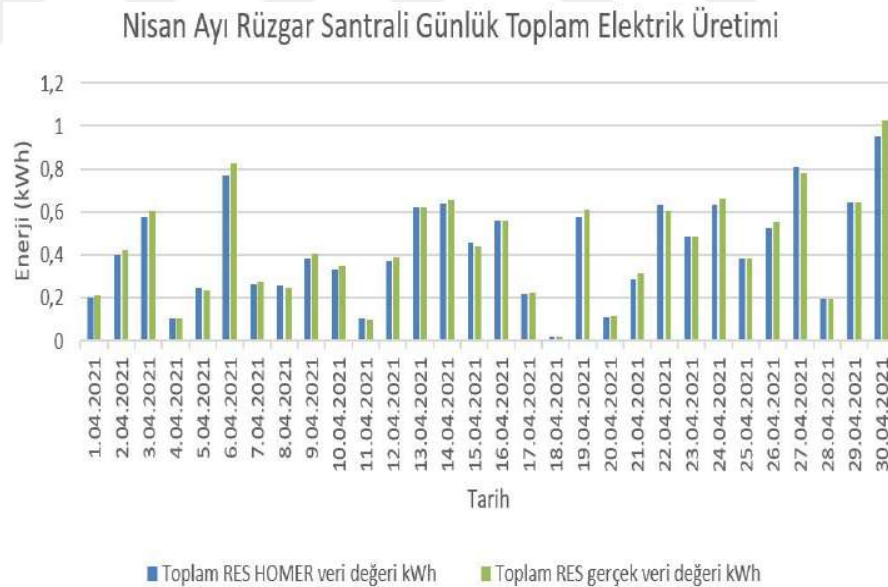


Şekil 4.85. Mart ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.85’teki Mart ayına ait rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde şubat ayına göre elektrik üretiminin azaldığı görülmüştür.

NİSAN ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.86’da Nisan ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.86. Nisan ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.86’daki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde en fazla elektrik üretiminin 30.04.2021 tarihidir.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
314,136 kWh	108 kWh	0 kWh

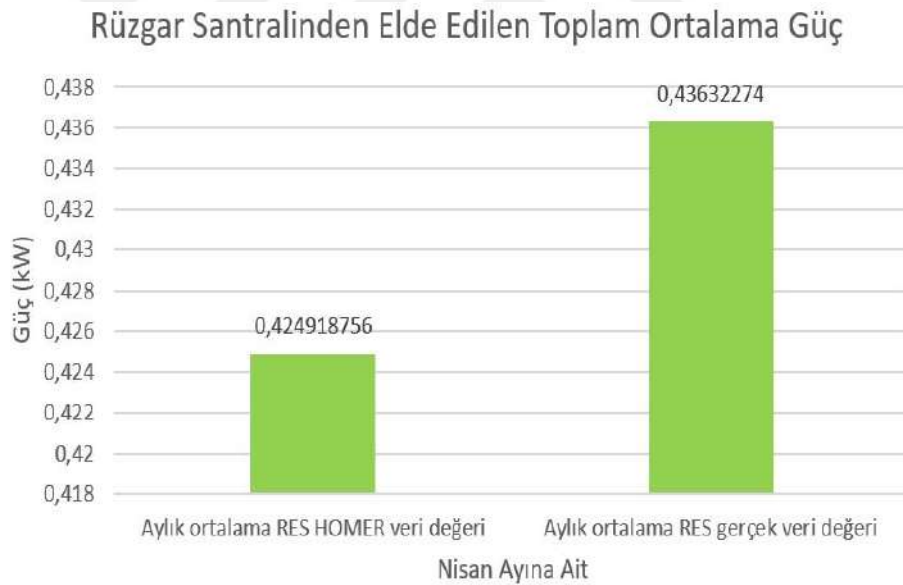
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
305,928 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.87’de Nisan ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

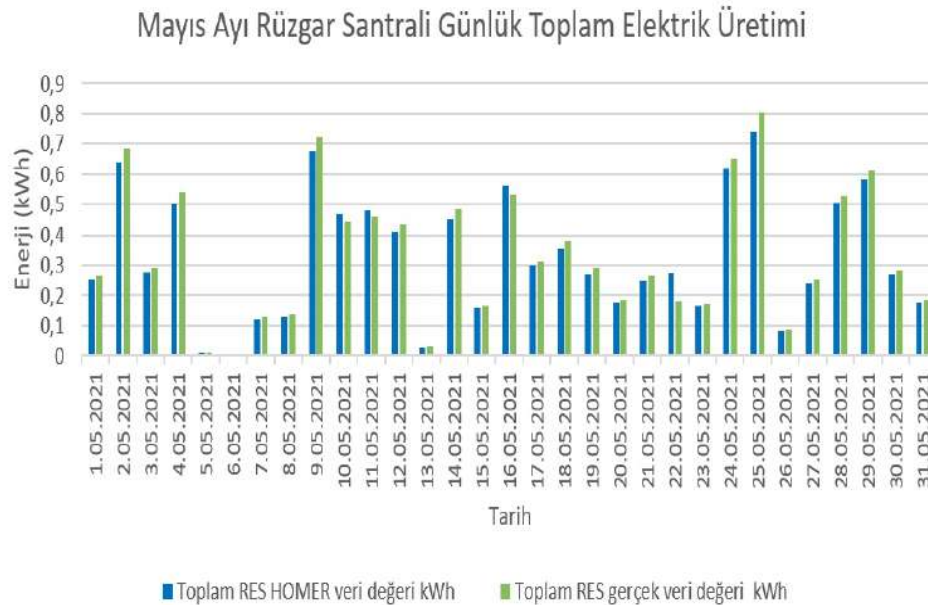


Şekil 4.87. Nisan ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.87’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarına bakıldığında HOMER programı elektrik üretimleri şubat ayında 0,752013397 kWh, nisan ayında 0,424918756 kWh elektrik üretimi olmuştur. Nisan ayı elektrik üretimi Şubat ayına göre düştüğü görülmüştür.

MAYIS ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.88’de Mayıs ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.88. Mayıs ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.88’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde 06.05.2021 tarihinde elektrik üretimi olmadığı görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
252,408 kWh	111,6 kWh	0 kWh

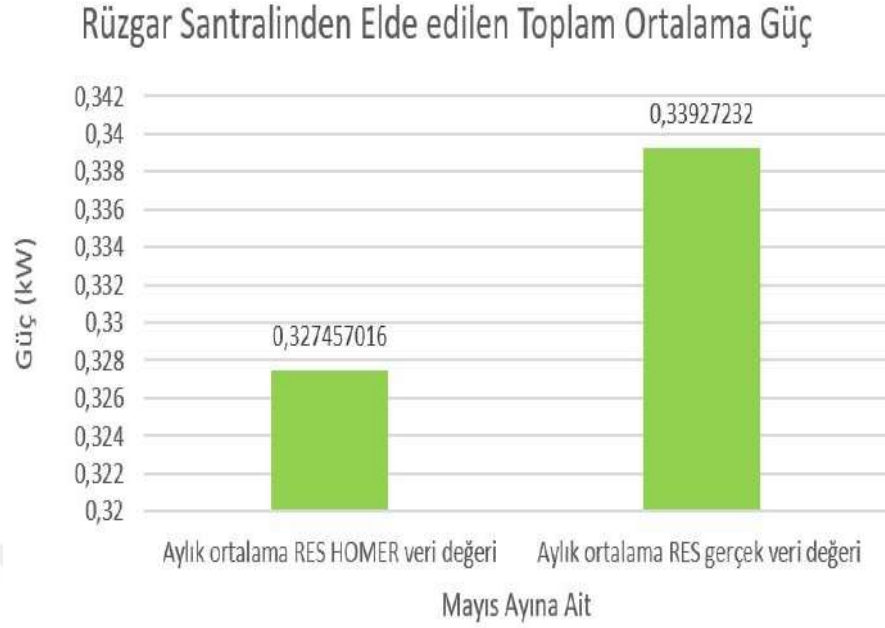
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
243,624 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.89’da Mayıs ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

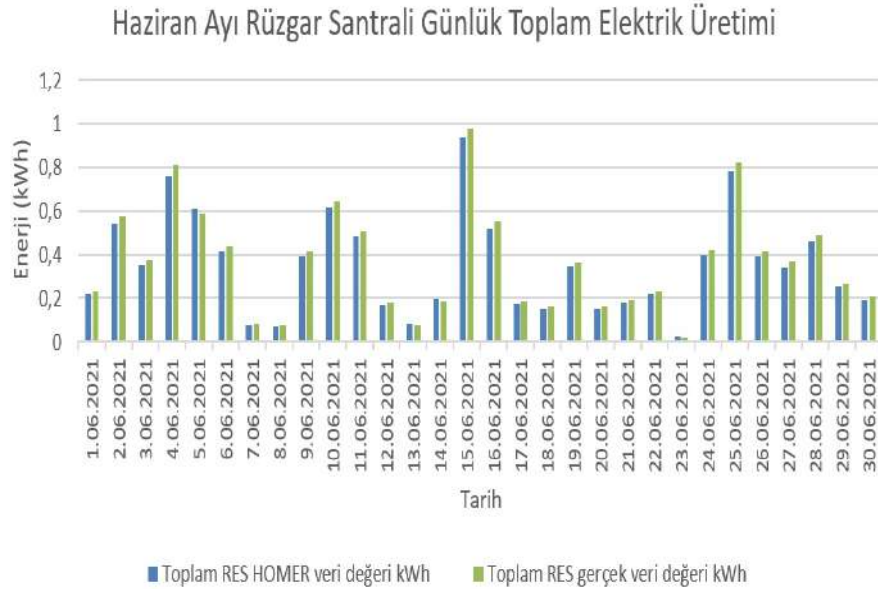


Şekil 4.89. Mayıs ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.89’deki grafik incelendiğinde rüzgâr santralinden üretilen toplam ortalama gücün diğer aylara göre elektrik üretim miktarı en az olduğu görülmüştür.

HAZİRAN ayına ait hesaplamalar ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.90’da Haziran ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.90. Haziran ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.90’deki Haziran ayı rüzgâr santrali elektrik üretimi incelendiğinde 23.06.2021 tarihinde en az ve 15.06.2021 tarihinde en fazla elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
264,288 kWh	108 kWh	0 kWh

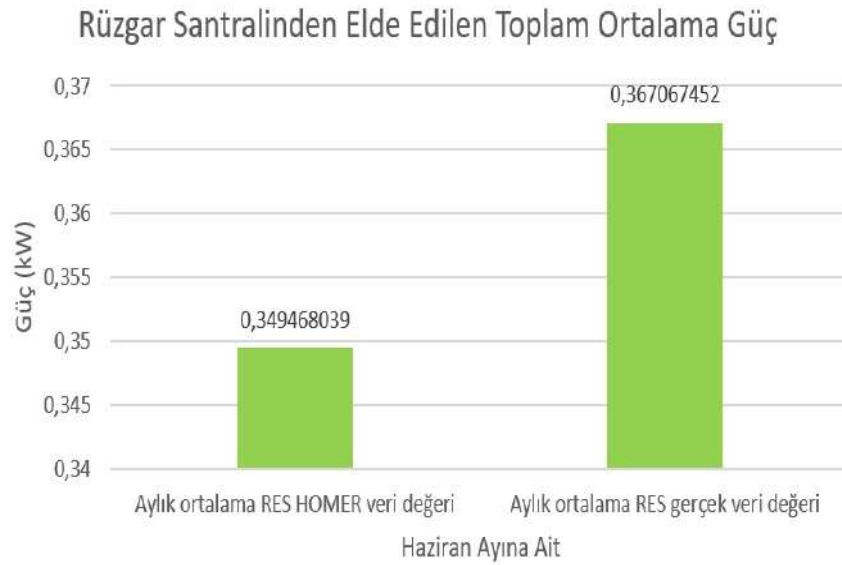
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
251,616 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.91’de Haziran ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

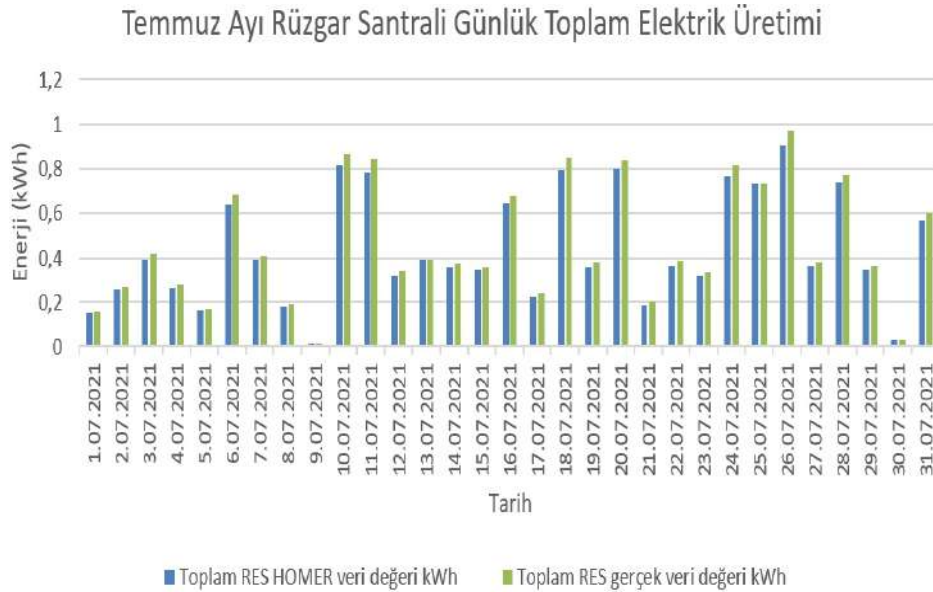


Şekil 4.91. Haziran ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.91’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı mayıs ayına göre artış gösterdiği görülmüştür.

TEMMUZ ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.92’de Temmuz ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.92. Temmuz ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.92’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde 09.07.2021 tarihinde HOMER programında elektrik üretimi en az olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
344,616 kWh	111,6 kWh	0 kWh

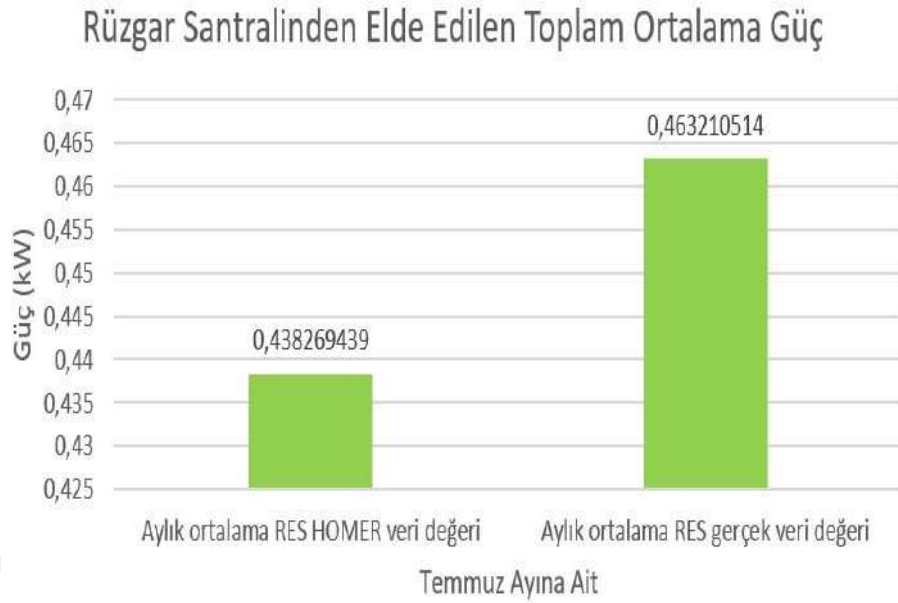
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
326,064 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.93'te Temmuz ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

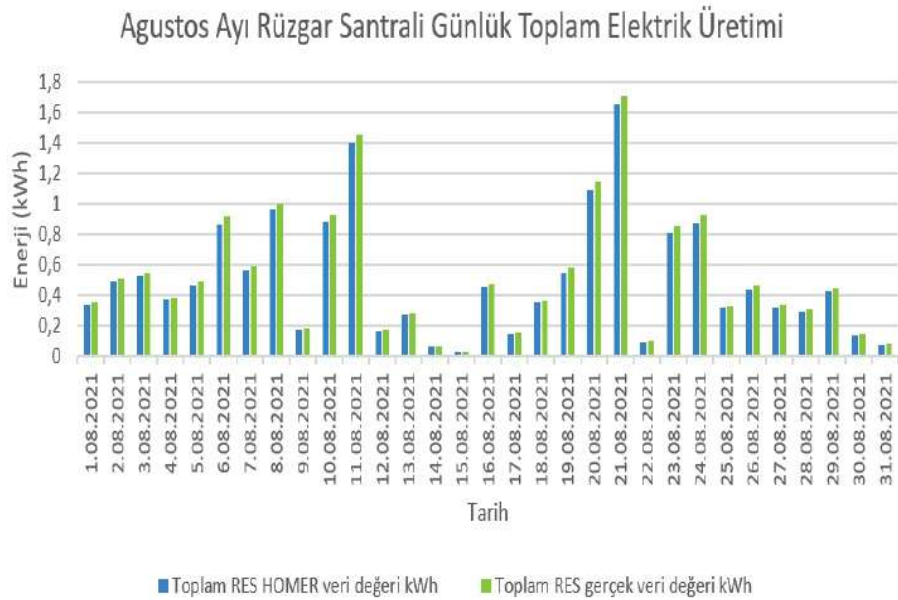


Şekil 4.93. Temmuz ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.93'teki grafik incelendiğinde rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı gerçek veri değerinin HOMER veri değerinden yüksek olduğu görülmüştür.

AGUSTOS ayına ait hesaplamalar ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.94'te Ağustos ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.94. Ağustos ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.94'teki Ağustos ayı rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde elektrik üretiminin en yüksek olduğu 21.08.2021 tarihidir. 22.08.2021 tarihinde bir önceki güne göre elektrik üretimi düşmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
393,72 kWh	111,6 kWh	0 kWh

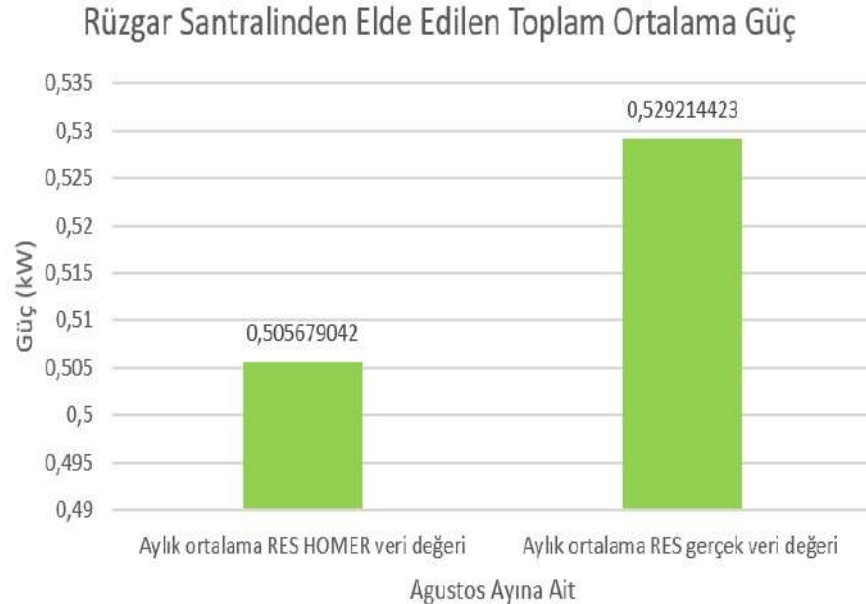
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
376,224 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.95’te Ağustos ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

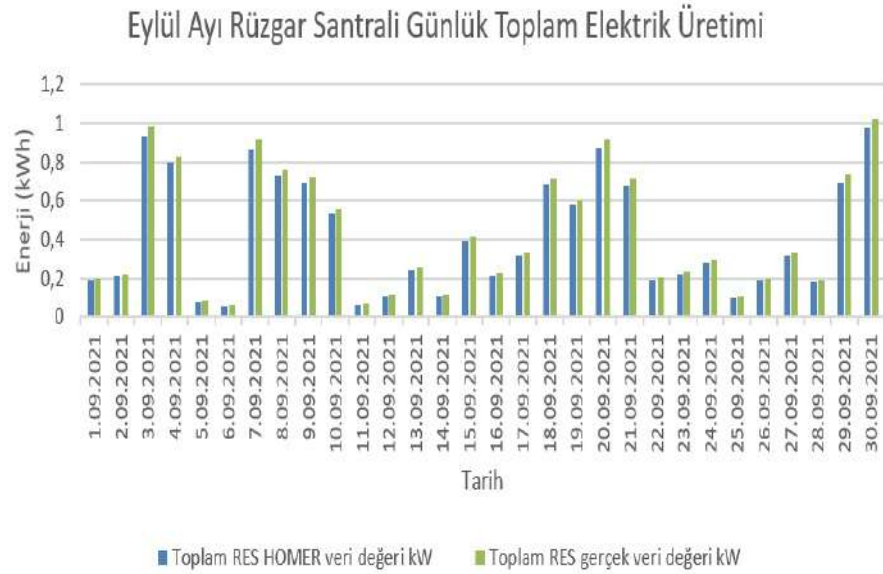


Şekil 4.95. Ağustos ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.95’teki grafik incelendiğinde mart ayı ve şubat ayına göre elektrik üretimi düşmüştür.

EYLÜL ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.96'da Eylül ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.96. Eylül ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.96'daki Eylül ayı rüzgâr santralinden üretilen elektrik miktarı grafiği incelendiğinde en yüksek HOMER üretiminin 30.09.2021 tarihinde ve en düşük HOMER üretiminin 06.09.2021 tarihinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
315,044 kWh	100,8 kWh	0 kWh

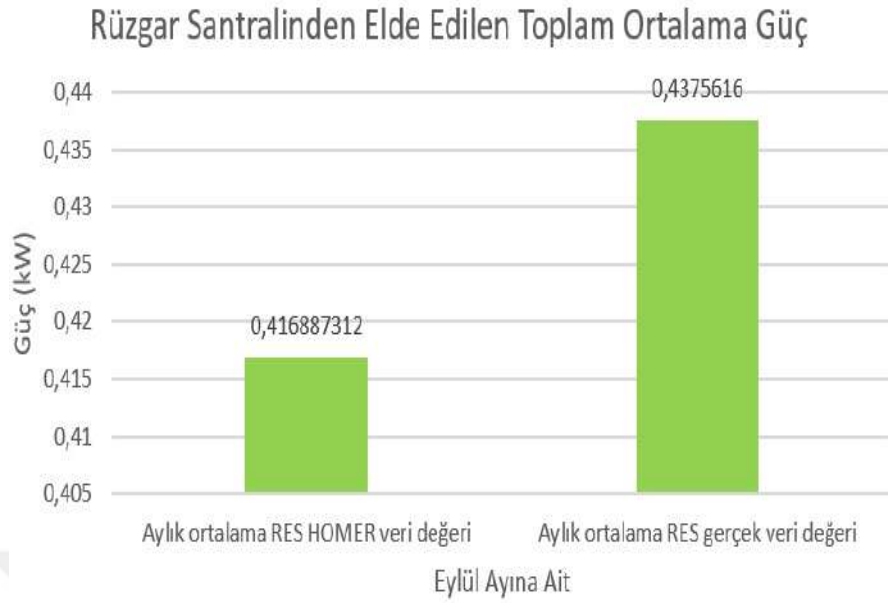
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
300,158 kWh	100,8 kWh	0 kWh

HOMER'de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.97’de Eylül ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

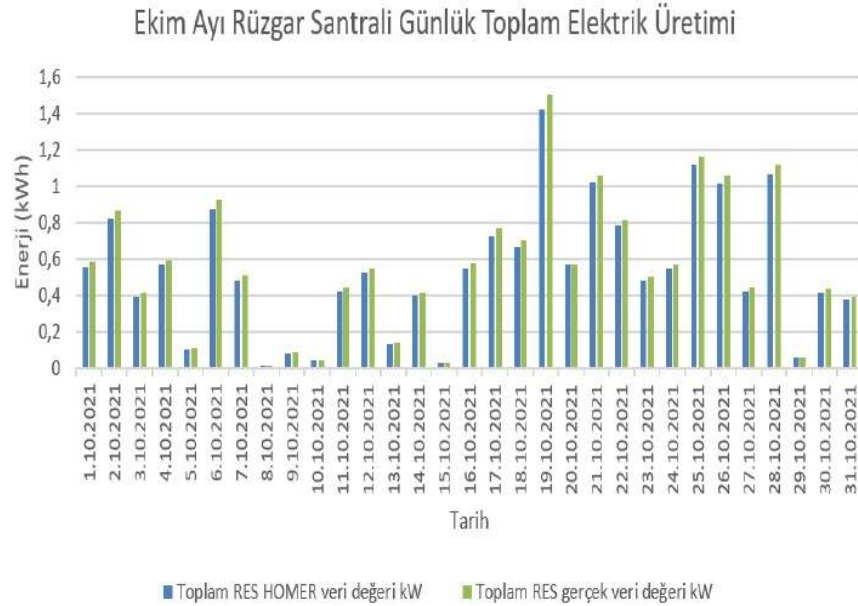


Şekil 4.97. Eylül ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.97’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı agustos ayına göre HOMER’de ve gerçekte elektrik üretiminin azaldığı görülmüştür.

EKİM ayına ait hesaplamalar ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.98’de Ekim ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.98. Ekim ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.98’deki Ekim ayı rüzgâr santralinden üretilen elektrik miktarı grafiği incelendiğinde en yüksek gerçek üretimin 19.10.2021 tarihinde ve en düşük gerçek üretimin 08.10.2021 tarihinde olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
420,319 kWh	111,6 kWh	0 kWh

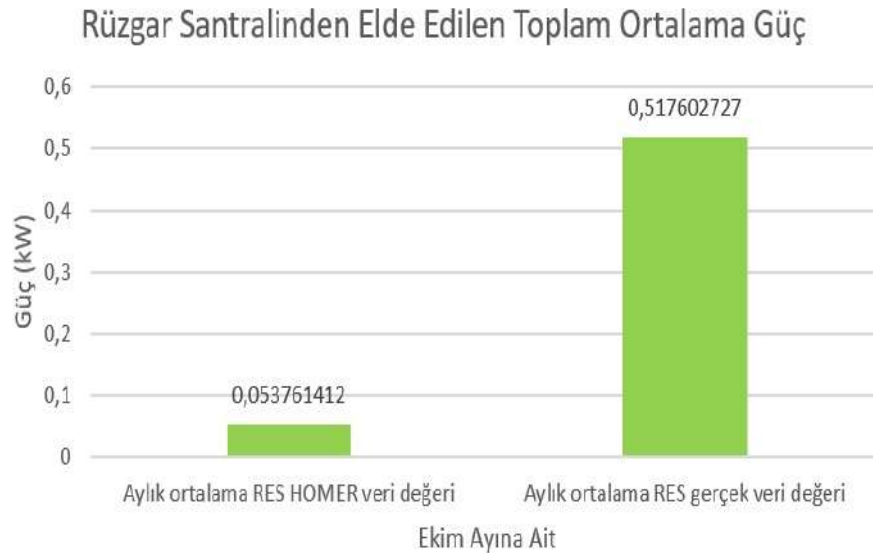
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
401,275 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.99’da Ekim ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

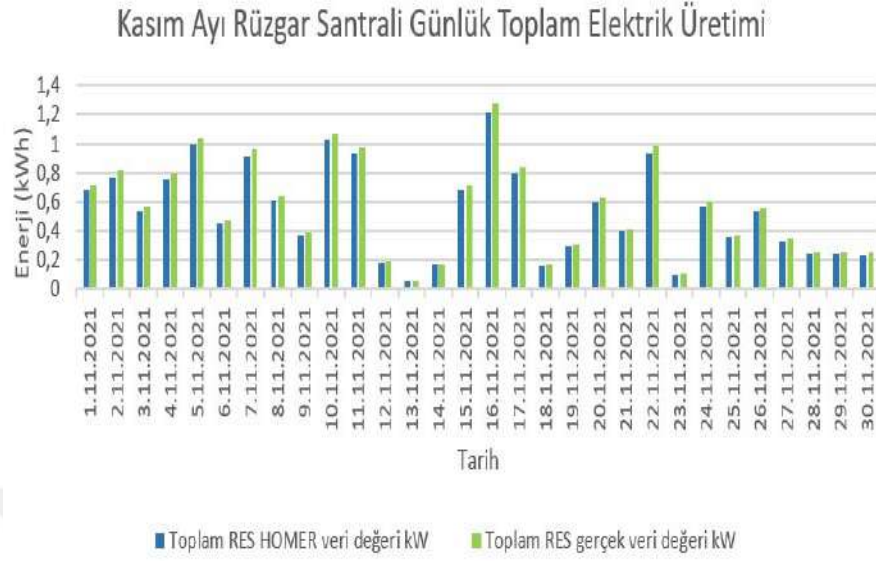


Şekil 4.99. Ekim ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.99’daki grafiğe göre rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı HOMER’de 0,539348356 kWh olduğu görülmektedir.

KASIM ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.100’de Kasım ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.100. Kasım ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.100’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde en düşük 13.11.2021 tarihinde elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

KASIM ayına ait rüzgâr santralinden üretilen toplam elektrik miktarı ve toplam elektrik tüketiminin hesaplaması;

Tüketici gücü = 80 Watt

Tüketici sayısı = 3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80 = 240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
406,198 kWh	108 kWh	0 kWh

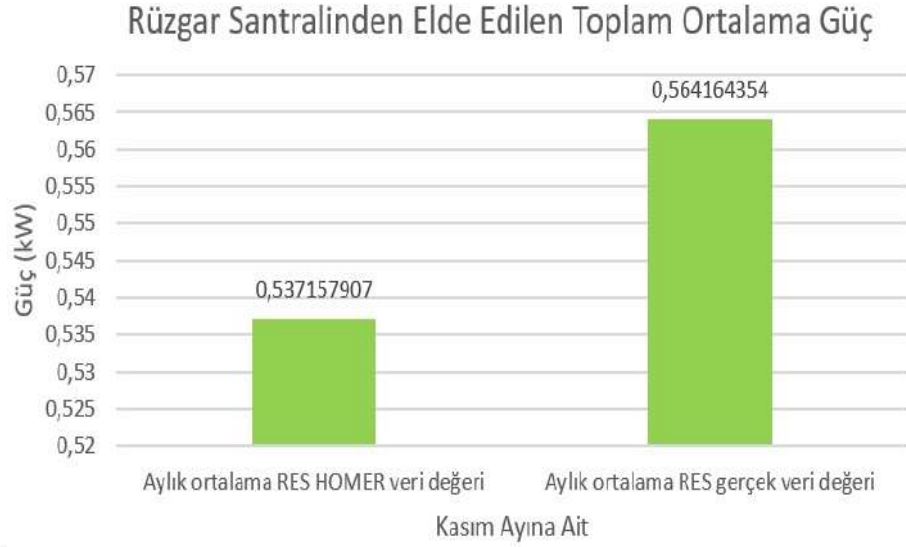
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
386,754 kWh	108 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

Şekil 4.101’de Kasım ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.

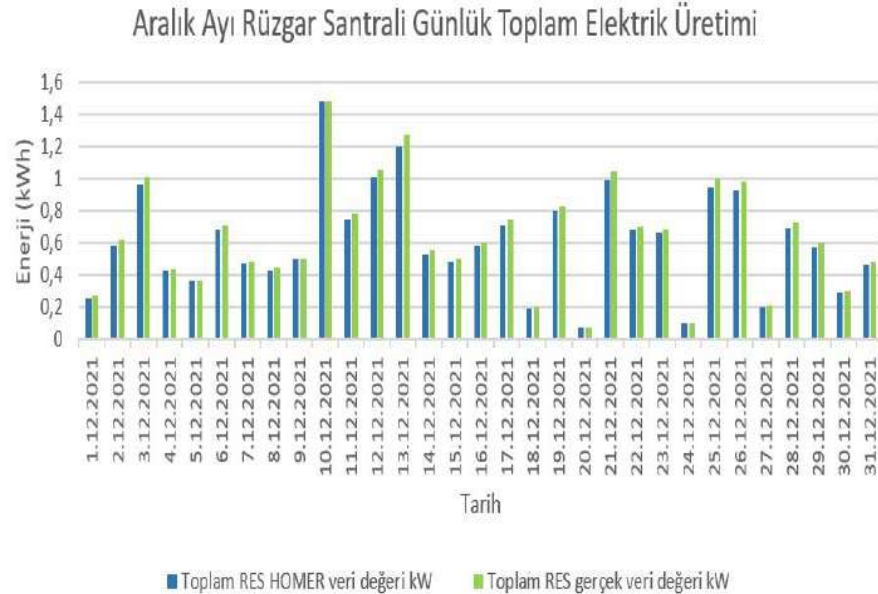


Şekil 4.101. Kasım ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.101’deki rüzgâr santralinden üretilen toplam ortalama enerji grafiği incelendiğinde HOMER programı hava durumunu tahmin ederek kendi bulmuş olduğu rüzgâr hızı, hava şartları gibi parametrelere göre elektrik üretim miktarı hesaplamasını yaptığı için elektrik üretim miktarının gerçek veri değerinden düşük çıktığı görülmüştür.

ARALIK ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.102’de Aralık ayı RES günlük toplam elektrik üretimi görülmektedir.



Şekil 4.102. Aralık ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük enerji değerleri

Şekil 4.102’deki rüzgâr santrali elektrik üretim miktarı incelendiğinde en yüksek 10.12.2021 ve en düşük 20.12.2021 tarihinde elektrik üretimi olduğu görülmüştür.

Tüketici gücü =80 Watt

Tüketici sayısı =3 adet

Tüketici toplam gücü= Tüketici sayısı x Tüketici gücü = 3 x 80=240 Watt

Günlük tüketicinin çalıştığı süre =15 saat

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
476,047 kWh	111,6 kWh	0 kWh

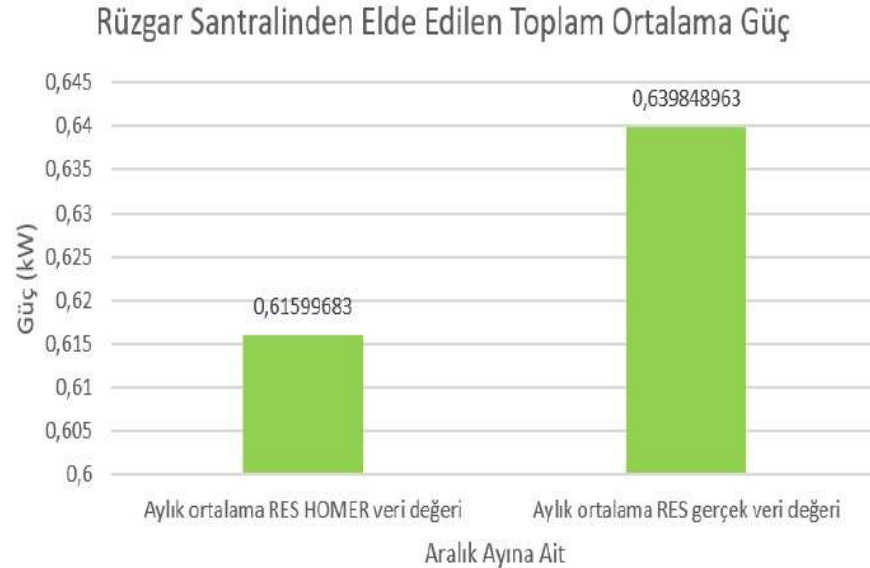
Gerçekte rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

HOMER Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji
458,302 kWh	111,6 kWh	0 kWh

HOMER’de rüzgâr santralinden üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayabilmiştir.

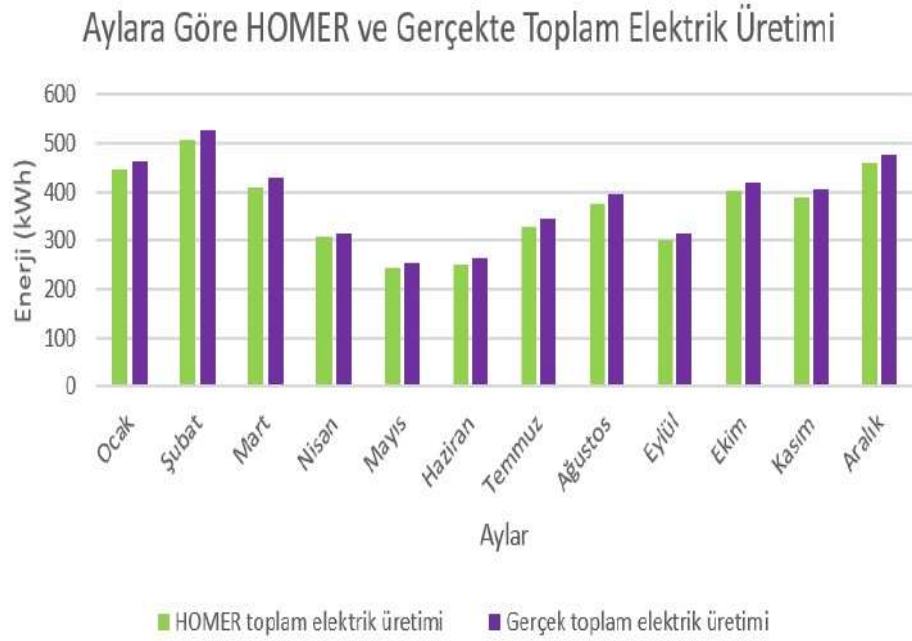
Şekil 4.103’te Aralık ayı RES günlük ortalama elektrik gücü görülmektedir.



Şekil 4.103. Aralık ayı RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen günlük ortalama toplam güç değeri

Şekil 4.103’teki rüzgâr santralinden üretilen toplam ortalama enerji grafiği incelendiğinde HOMER veri değerinin gerçek veri değerinden düşük çıktığı görülmüştür.

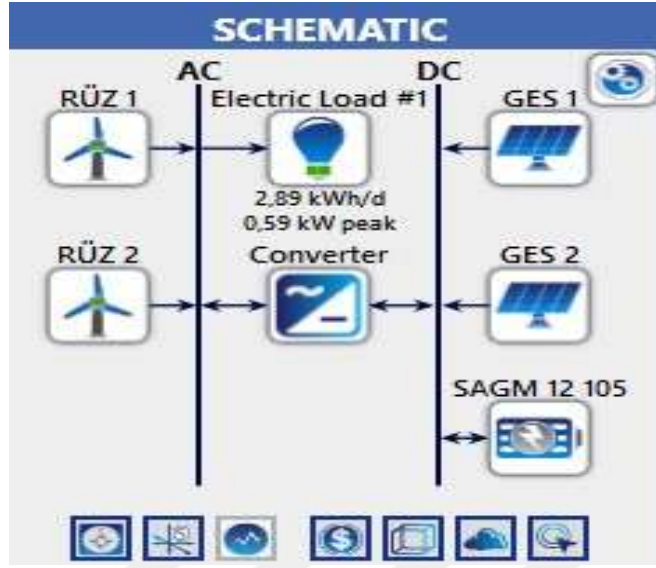
Şekil 4.104'te RES santralinde HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen aylık toplam enerji değerleri görülmektedir.



Şekil 4.104. RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri

Şekil 4.104'teki rüzgâr santrali elektrik üretimi grafiği aylara göre HOMER ve gerçekte toplam elektrik üretimini göstermektedir.

4.4. Sistemde Güneş, Rüzgâr, Batarya Ve Puant Saat Olması Durumu



Şekil 4.105. Sistemin HOMER modeli

Şekil 4.105'deki ekran görüntüsü verilen HOMERde Rüz 1 ve Rüz 2 2000 W'lık iki ayrı rüzgâr türbini, AC ve DC: Bara, Electric load: Elektrik yükü (tüketici veya alıcı gücü 2890 W'lık), Converter: 5000 VA/5000 W tam sinüs akıllı inverter, GES 1 ve GES 2: Çatı tipi 1100 W ve alüminyum konstrüksiyon üzerine kurulu 1100 W santraller, Trojan Sagm: Sistemde kullanılan 12 V 105 A'lik akü.

Sistemde sabit olarak alıcı yükü;

1 adet 370 Watlık su motoru

9 adet 80 Watlık sokak led armatürü

Puant saat gücü olarak sisteme bağlanan yük;

1 adet 1800 Watlık elektrikli soba

Sistemde bağlı olan yük;

$1 \cdot 1800 = 1800$ Watt

$9 \cdot 80 = 720$ Watt

Puant saat toplam yük miktarı;

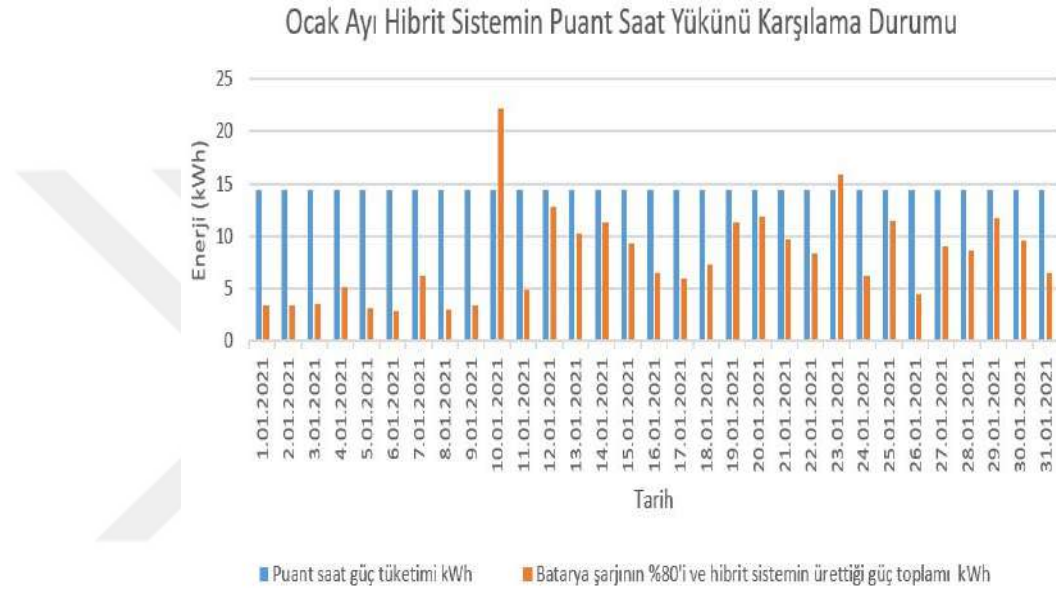
$1800 + 720 + 370 = 2890$ Watt = 2,89 kW

Puant saat gücü olarak 1800 Watlık bir adet soba, 280 Watlık 9 adet led sokak aydınlatma armatürü ve 1 adet 370 Watlık sulama motoru bağlanmıştır. Puant saat gücü 2,89 kW olarak sisteme eklenmiştir. Hibrit sistemde yani güneşten ve rüzgârdan üretilen güçler toplanmıştır. Bataryada depolanan enerjinin %30'u kayıp olarak alınmıştır. Batarya da şarj - deşarj esnasında %30'luk kayıp düşüldükten sonra kalan gücün % 80'i hesaplanmıştır. % 80'i hesaplanmasının sebebi bataryanın tam deşarj olmaması için

depolanan gücün %20'i bataryalarda kalacak şekilde ayarlanmıştır. Toplam sistemin karşılayacağı enerji bataryanın şarj – deşarj esnasındaki kaybı ve bataryanın deşarj olmaması için degerler hesaplandıktan sonra bataryada kalan enerji ve hibrit sistemin üretmiş olduğu enerji toplanarak bulunmuştur. Grafiklerde batarya şarjının %80'i ve hibrit sistemin ürettiği enerji toplamı ile puant enerji grafik halinde gösterilmiştir.

OCAK ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.106'da Ocak ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.106. Ocak ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.106'daki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğine bakıldığında 10.01.2021 ve 23.01.2021 tarihlerinde hibrit sistem puant saat yük ihtiyacını karşılayabilmiştir. Ocak ayın da diğer günler üretim tüketim ihtiyacını karşılayamamıştır.

Sisteme eklenen alıcılar;

1 adet 370 Watlık su motoru

9 adet 80 Watlık sokak led armatürü

1 adet 1800 Watlık elektrikli soba

Tüketici Toplam Gücü = Su Motoru + Toplam Armatür Gücü + Elektrikli Soba

Tüketici Toplam Gücü = 370 + 9 x 80 + 1800 = 2890 Watt = 2,89 kW

Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayı için sisteme eklenen alıcılar sabit olarak kullanılmıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında aynıdır.)

(GTEÜ) Ocak ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 10,27319 kWh

(RTEÜ) Ocak ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 152,6458 kWh

(HTEÜ) = Ocak ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 10,27319 + 152,6458 = 162,91899 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 31 x 0,7 = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,873 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 109,368 - 21,873 = 87,495 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

(TEÜ) = 162,91899 + 87,495 = 250,41399 kWh

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

TET = 2,89 x 31 x 5 = 447,95 kWh

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

Sistemin enerji açığı = 250,41399 - 447,95 = - 197,53601 kWh

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Ocak ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

Bataryadan karşılanan enerji = 162,91899 – 447,95 = - 285,03101 kWh

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır. Bataryadan 87,495 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

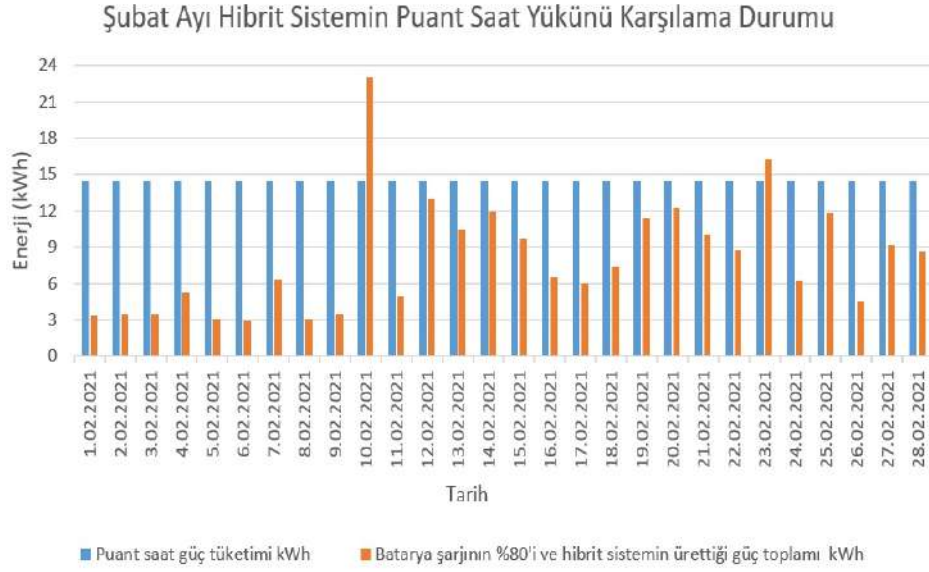
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
250,41399 kWh	447,95 kWh	87,495 kWh	- 197,53601 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,495 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 197,53601 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü arttırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

ŞUBAT ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.107'de Şubat ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.107. Şubat ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.107'deki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğine bakıldığında 10.02.2021 ve 23.02.2021 tarihlerinde hibrit sistem puant saat yük ihtiyacını karşılayabilmiştir. Şubat ayın da diğer günler üretim tüketim ihtiyacını karşılayamamıştır.

Sisteme eklenen alıcılar;

1 adet 370 Watlık su motoru

9 adet 80 Watlık sokak led armatürü

1 adet 1800 Watlık elektrikli soba

Tüketici Toplam Gücü = Su Motoru + Toplam Armatür Gücü + Elektrikli Soba

Tüketici Toplam Gücü = 370 + 9 x 80 + 1800 = 2890 Watt = 2,89 kW

Şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz, agustos eylül, ekim, kasım ve aralık ayı için sisteme eklenen alıcılar sabit olarak kullanılmıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Agustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında aynıdır.)

(GTEÜ) Şubat ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 9,88538388 kWh

(RTEÜ) Şubat ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 137,9277759 kWh

(HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

$$(HTEÜ) = 9,88538388 + 137,9277759 = 147,81315978 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

$$(ABDEŞ) = 12 \times 4 \times 105 \times 28 \times 0,7 = 98,784 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$(ABDO) = 98,784 \times 0,2 = 19,7568 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 98,784 - 19,7568 = 79,0272 \text{ kWh}$$

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TEÜ) = 147,81315978 + 79,0272 = 226,84035978 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 28 \times 5 = 404,6 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 226,84035978 - 404,6 = - 177,75964022 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 147,81315978 - 404,6 = - 256,78684022 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 79,0272 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

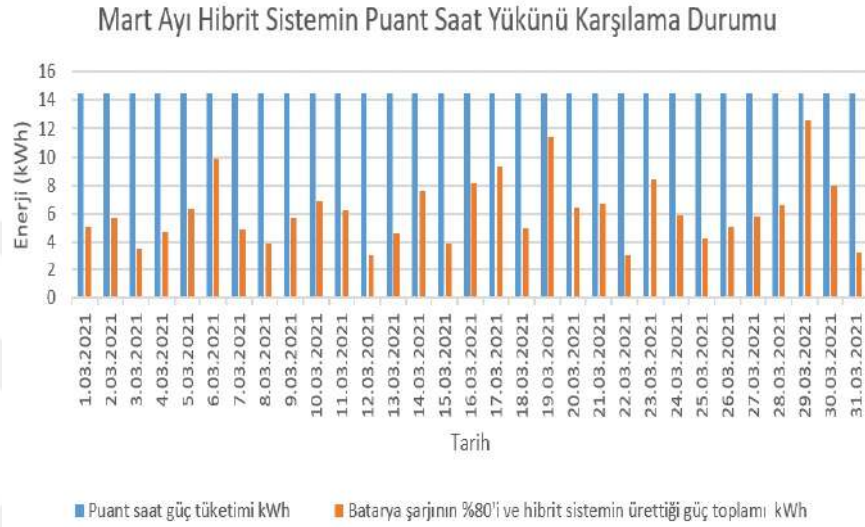
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
226,84035978 kWh	404,6 kWh	79,0272 kWh	- 177,75964022 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 79,0272 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 177,75964022 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

MART ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.108'de Mart ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.108. Mart ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.108'deki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğine bakıldığında 29.03.2021 tarihinde hibrit sistemin puant saat yük ihtiyacını en fazla karşıladığı tarihtir.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Mart ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 13,3688785 kWh

(RTEÜ) Mart ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 92,1756101 kWh

(HTEÜ) Mart ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 13,3688785 + 92,1756101 = 105,5444886 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kW

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 109,368 - 21,8736 = 87,4944 \text{ kWh}$$

$$(TEÜ) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (HTEÜ) + (BTE)$$

$$(TEÜ) = 105,5444886 + 87,4944 = 193,0388886 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 193,0388886 - 447,95 = - 254,9111114 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Mart ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 105,5444886 - 447,95 = - 342,4055114 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

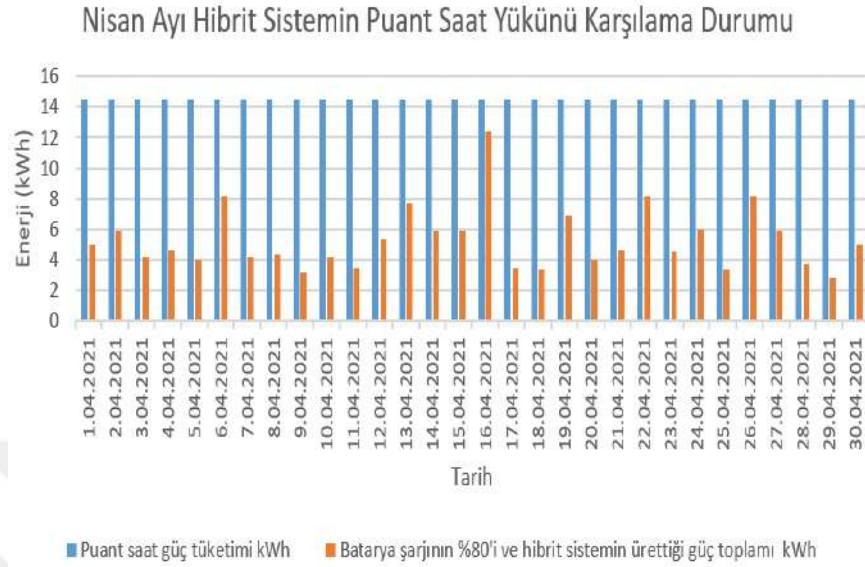
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
193,0388886 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 254,9111114 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 254,9111114 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

NİSAN ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.109’da Nisan ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.109. Nisan ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.109’deki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğinde hibrit sistemin puant saat elektrik ihtiyacını karşılayamamıştır. Santrallerden alınan saatlik verilere bakıldığında güneş santrali puant saat zaman diliminde 17.00’da elektrik üretimi olduğu diğer saatlerde üretim olmadığı, rüzgâr santralinde arasıra üretim olduğundan hibrit sistem puant saat yük ihtiyacını karşılayamamıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Nisan ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 13,02246244 kWh

(RTEÜ) Nisan ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 61,61738788 kWh

(HTEÜ) Nisan ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 13,02246244 + 61,61738788 = 74,63985032 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30’luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 30 x 0,7 = 105840 Wh = 105,840 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20’lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 105,840 x 0,2 = 21,168 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 105,840 - 21,168 = 84,672 \text{ kWh}$$

$$(TEÜ) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (HTEÜ) + (BTE)$$

$$(TEÜ) = 74,63985032 + 84,672 = 159,31185032 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 30 \times 5 = 433,5 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 159,31185032 - 433,5 = - 274,18814968 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Nisan ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 74,63985032 - 433,5 = - 358,86014968 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 84,672 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

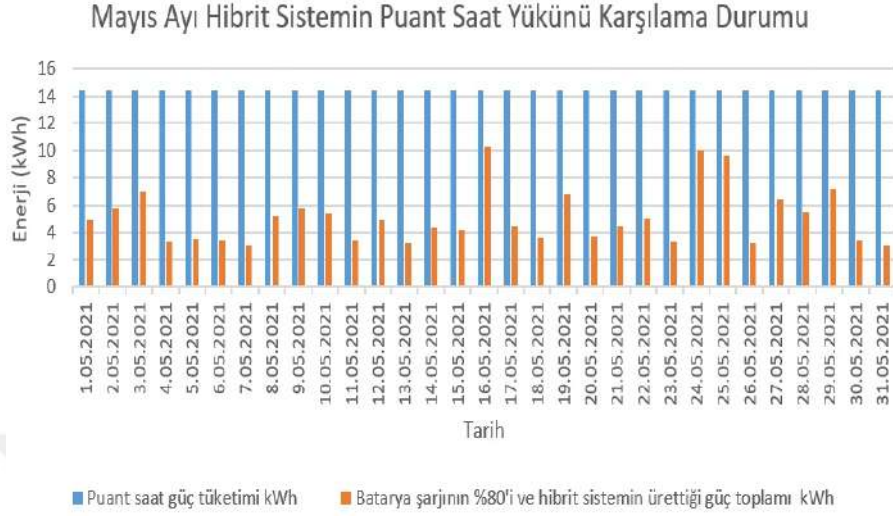
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
159,31185032 kWh	433,5 kWh	84,672 kWh	- 274,18814968 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 84,672 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 274,18814968 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü arttırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

MAYIS ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.110'da Mayıs ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.110. Mayıs ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.110'daki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğine bakıldığında hibrit sistemin puant saat yük ihtiyacını karşılayamamıştır. Güneş santrali 17.00 ve 18.00 da üretim yaptığı, rüzgâr santralinin puant saat zaman diliminde arasıra üretim yaptığı saatlik verilerdeki bilgilerden ulaşılmıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Mayıs ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 16,00324064 kWh

(RTEÜ) Mayıs ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 55,40996744 kWh

(HTEÜ) Mayıs ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 16,00324064 + 55,40996744 = 71,41320808 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 109,368 - 21,8736 = 87,4944 \text{ kWh}$$

$$(\text{TEÜ}) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (\text{HTEÜ}) + (\text{BTE})$$

$$(\text{TEÜ}) = 71,41320808 + 87,4944 = 158,90760808 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 158,90760808 - 447,95 = - 289,04239192 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Mayıs ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 71,41320808 - 447,95 = - 376,53679192 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
158,90760808 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 289,04239192 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 289,04239192 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü arttırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

HAZİRAN ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.111’de Haziran ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.111. Haziran ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.111’deki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiği incelendiğinde 15.06.2021 tarihinde hibrit sistem puant saat yükünü karşılayabilmiştir. Haziran ayının diğer tarihlerinde hibrit sistem puant yük ihtiyacını karşılayamamıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Haziran ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 18,66387804 kWh

(RTEÜ) Haziran ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 68,25514886 kWh

(HTEÜ) Haziran ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 18,66387804 + 68,25514886 = 86,9190269 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30’luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 30 x 0,7 = 105840 Wh = 105,840 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20’lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 105,840 x 0,2 = 21,168 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 105,840 – 21,168 = 84,672 kWh

$$(TE\ddot{U}) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (HTE\ddot{U}) + (BTE)$$

$$(TE\ddot{U}) = 86,9190269 + 84,672 = 171,5910269 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 30 \times 5 = 433,5 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) –Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 171,5910269 - 433,5 = - 261,9089731 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Haziran ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 86,9190269 - 433,5 = - 346,580,9731 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 84,672 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

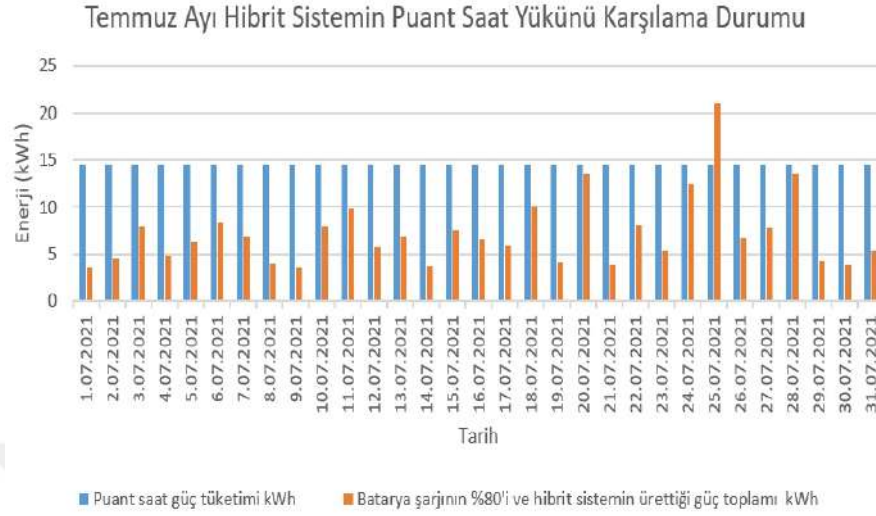
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
171,5910269 kWh	433,5 kWh	84,672 kW	- 261,9089731 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 84,672 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 261,9089731 kW'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

TEMMUZ ayna ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.112’de Temmuz ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.112. Temmuz ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.112’deki Güneş santrali yazın gündüzün uzun olmasından dolayı puant saatin 17.00, 18.00 ve 19.00 saatlerinde üretim yaptığı, rüzgâr santralinin ise arasıra üretim yaptığı saatlik veriler bilgisinde görülmüştür. Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğinde 25.07.2021 tarihinde hibrit sistemin puant saat yükünü karşılayabildiği görülmüştür.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Temmuz ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 20,89496111 kWh

(RTEÜ) Temmuz ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 115,5146032 kWh

(HTEÜ) Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 20,89496111 + 115,5146032 = 136,4095643 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30’luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20’lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 109,368 - 21,8736 = 87,4944 \text{ kWh}$$

$$(TEÜ) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (HTEÜ) + (BTE)$$

$$(TEÜ) = 136,4095643 + 87,4944 = 223,9039643 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 223,9039643 - 447,95 = - 224,0460357 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 136,4095643 - 447,95 = - 311,5404357 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

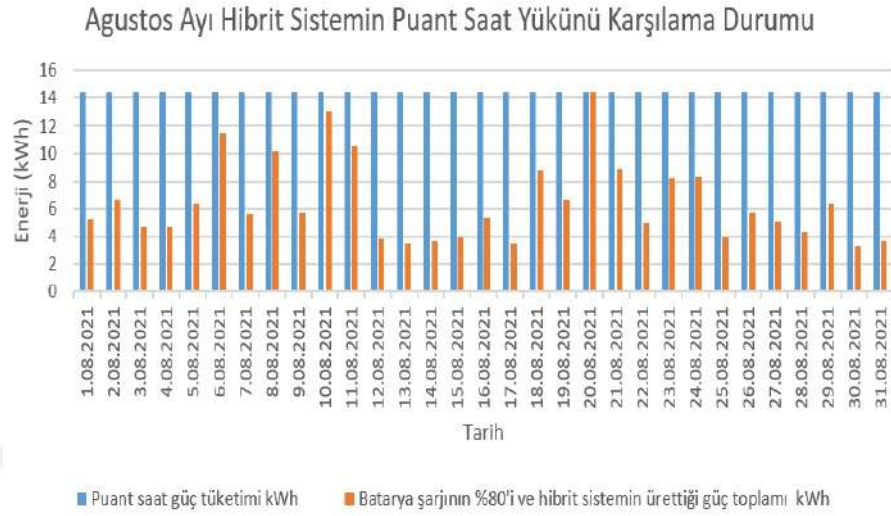
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
223,9039643 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 224,0460357 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr, güneş ve bataryadan üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 224,0460357 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

AGUSTOS ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.113'te Ağustos ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.113. Ağustos ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.113'teki Güneş santrali yazın gündüzün uzamasından dolayı puant saatin 17.00, 18.00 ve 19.00 saatlerinde üretim yaptığı, rüzgâr santralinin ise arasıra üretim yaptığı saatlik veriler bilgisinde görülmüştür. Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğinde hibrit sistemin puant saat yükünü karşılması 30.08.2021 tarihinde en az olduğu görülmüştür.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Ağustos ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 37,02187561 kWh

(RTEÜ) Ağustos ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 189,3530806 kWh

(HTEÜ) Ağustos ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 37,02187561 + 189,3530806 = 226,3749562 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 109,368 - 21,8736 = 87,4944 \text{ kWh}$$

$$(\text{TEÜ}) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (\text{HTEÜ}) + (\text{BTE})$$

$$(\text{TEÜ}) = 226,3749562 + 87,4944 = 313,8693562 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 313,8693562 - 447,95 = - 134,0806438 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Ağustos ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 226,3749562 - 447,95 = - 221,5750438 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

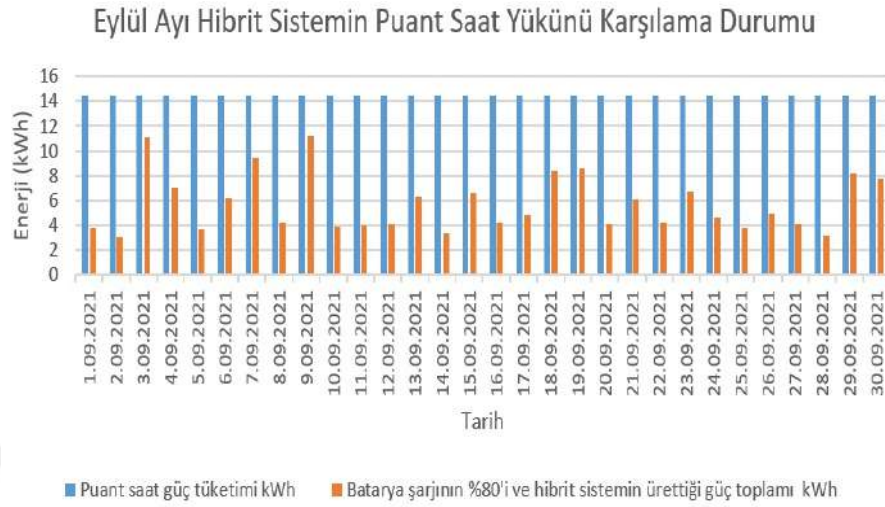
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
313,8693562 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 134,0806438 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 134,0806438 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü arttırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

EYLÜL ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.114'te Eylül ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.114. Eylül ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.114'teki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğinde hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu 03.09.2021 ve 09.09.2021 tarihlerinde en fazla olduğu görülmüştür.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Eylül ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 12,33983986 kWh

(RTEÜ) Eylül ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 75,41406698 kWh

(HTEÜ) Eylül ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 12,33983986 + 75,41406698 = 87,75390684 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 30 x 0,7 = 105840 Wh = 105,84 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 105,84 x 0,2 = 21,168 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 105,84 – 21,168 = 84,672 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TEÜ) = 87,75390684 + 84,672 = 172,42590684 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 30 \times 5 = 433,5 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) –Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 172,42590684 - 433,5 = - 261,07409316 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Eylül ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 87,75390684 - 433,5 = - 345,74609316 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 84,672 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
172,42590684 kWh	433,5 kWh	84,672 kWh	- 261,07409316 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 84,672 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 261,07409316 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

EKİM ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.115'te Ekim ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.115. Ekim ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.115'teki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğinde hibrit sistemin puant saat yükünü karşılması sonbahar mevsiminden dolayı azaldığı görülmüştür.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Ekim ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 1,298998 kWh

(RTEÜ) Ekim ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 20,74306 kWh

(HTEÜ) Ekim ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 1,298998 + 20,74306 = 22,04205 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 48 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 109,368 – 21,8736 = 87,4944 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TE\ddot{U}) = 22,04205 + 87,4944 = 109,53645 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) –Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 109,53645 - 447,95 = - 338,41355 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Ekim ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 22,04205 - 447,95 = - 425,90795 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

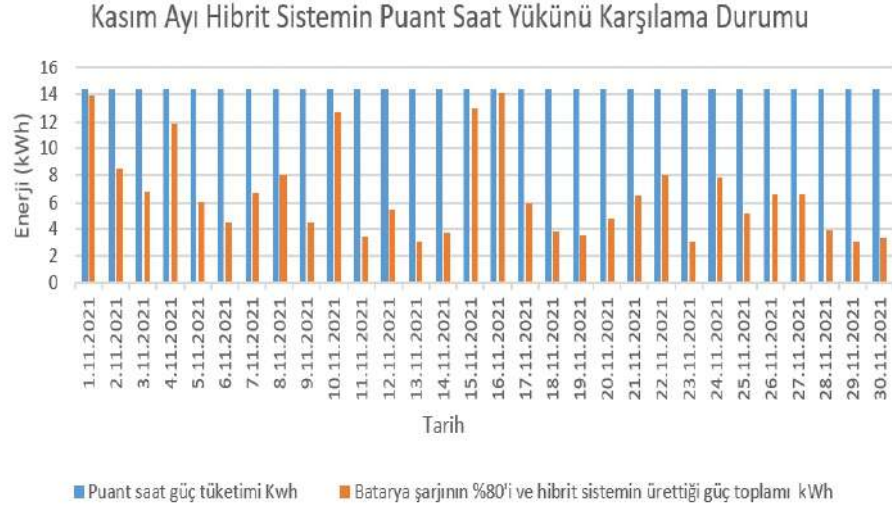
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
22,04205 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 338,41355 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 338,41355 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

KASIM ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.116'da Kasım ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.116. Kasım ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.116'daki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumuna bakıldığında hibrit sistem puant saat yük ihtiyacını kasım ayı boyunca karşılayamadığı görülmüştür.

(GTEÜ) Kasım ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 1,62295034 kWh

(RTEÜ) Kasım ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 116,3734869 kWh

(HTEÜ) Kasım ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 1,62295034 + 116,3734869 = 117,9964372 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerjisi hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 30 x 0,7 = 105,840 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 105,840 x 0,2 = 21,168 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 105,840 – 21,168 = 84,672 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

(TEÜ) = 117,9964372 + 84,672 = 202,6684372 kWh

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 30 \times 5 = 433,5 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 202,6684372 - 433,5 = - 230,8315628 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 202,6684372 - 433,5 = - 230,8315628 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

Bataryadan 84,672 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

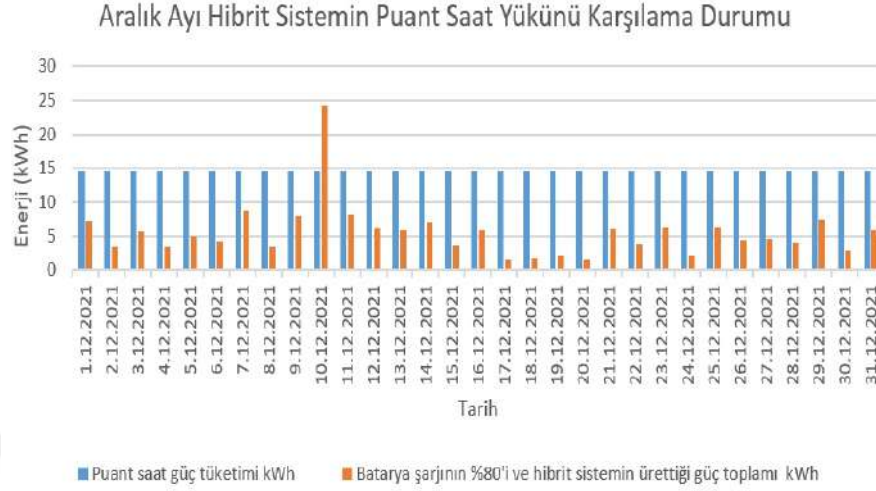
Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
202,6684372 kWh	433,5 kWh	84,672 kWh	- 230,8315628 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 84,672 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 230,8315628 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

ARALIK ayına ait hesaplama ve grafikler aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.117’de Aralık ayı hibrit sistemin puant saat yük talebini karşılama grafiği görülmektedir.



Şekil 4.117. Aralık ayı puant saat yükünü karşılama durumu

Şekil 4.117’deki Hibrit sistemin puant saat yükünü karşılama durumu grafiğine bakıldığında 10.12.2021 tarihinde hibrit sistemin puant saat yük ihtiyacını karşıladığı görülmüştür.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 5 saat

(GTEÜ) Aralık ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 0 kWh

(RTEÜ) Aralık ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 106,5769349 kWh

(HTEÜ) Aralık ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 0 + 106,5769349 = 106,5769349 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30’luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x Ait olduğu ayın gün sayısı x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 31 x 0,7 = 109368 Wh = 109,368 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20’lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 109,368 x 0,2 = 21,8736 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 109,368 – 21,8736 = 87,4944 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TE\ddot{U}) = 106,5769349 + 87,4944 = 194,0713349 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Ait olduğu ayın gün sayısı x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 2,89 \times 31 \times 5 = 447,95 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) –Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 194,0713349 - 447,95 = - 253,8786651 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılayamamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Mart ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 106,5769349 - 447,95 = - 341,3730651 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılayamamıştır.

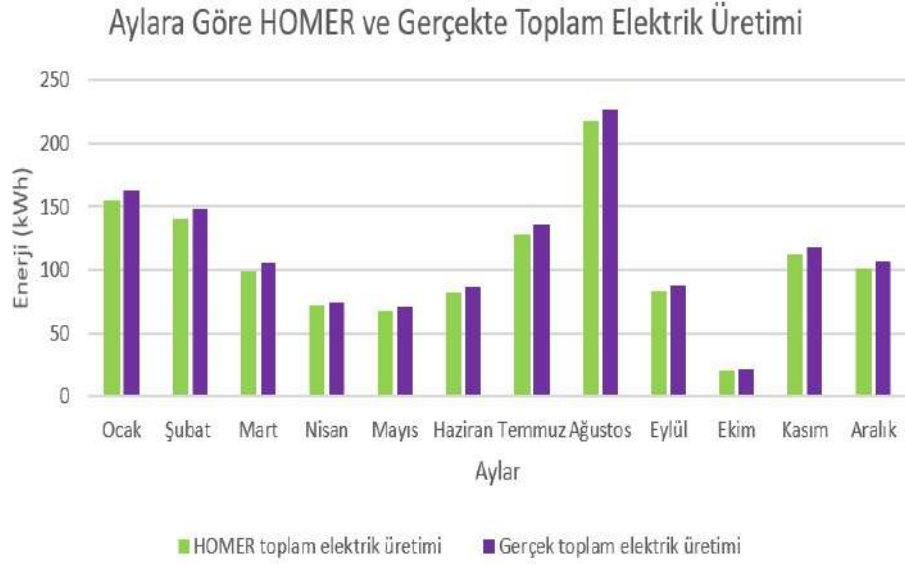
Bataryadan 87,4944 kWh'lık enerji karşılanmıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
194,0713349 kWh	447,95 kWh	87,4944 kWh	- 253,8786651 kWh

Hibrit sistemde rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik tüketilen elektriği karşılayamamıştır. Tüketilen elektriğin 87,4944 kWh'ı bataryadan karşılanmıştır. Hibrit sistem 253,8786651 kWh'lık gücü karşılayamamıştır. Bunun için güneş santrali, rüzgâr santrali kurulu gücü artırılmalı veya mikro hes, jeneratör eklenebilir.

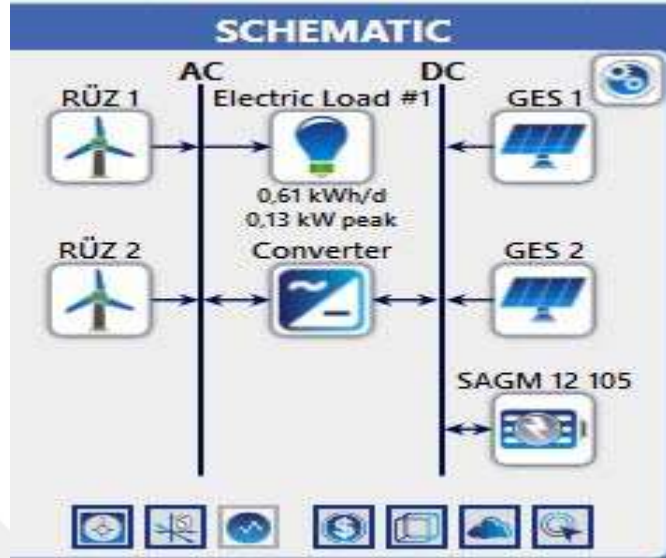
Şekil 4.118'deki GES ve RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri



Şekil 4.118. GES ve RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri

Şekil 4.118'deki elektrik üretimi grafiği aylara göre HOMER ve gerçekte toplam elektrik üretimini göstermektedir.

4.5. Sistemde Güneş, Rüzgâr, Batarya Ve Gün İçerisinde Enerji İhtiyacı Olması Durumu



Şekil 4.119. Sistemin HOMER modeli

Şekil 4.119’da ekran görüntüsü verilen HOMERde Rüz 1 ve Rüz 2 2000 W’lık iki ayrı rüzgâr türbini, AC ve DC: Bara, Electric load: Elektrik yükü (tüketici veya alıcı gücü 610 W’lık), Converter: 5000 VA/5000 W tam sinüs akıllı inverter, GES 1 ve GES 2: Çatı tipi 1100 W ve alüminyum konstrüksiyon üzerine kurulu 1100 W santraller, Trojan Sagm: Sistemde kullanılan 12 V 105 A’lik akü.

Bu senaryoda ayın herhangi bir gününde birkaç saatlik enerjinin artması durumu göz önüne alınmıştır.

Sisteme eklenen alıcılar;

1 adet 370 Watlık su motoru

3 adet 80 Watlık sokak led armatürü

Tüketici Toplam Gücü = Su Motoru + Toplam Armatür Gücü

Tüketici Toplam Gücü = 370 + 3 x 80 = 610 Watt = 0,61 kW

Tüketici toplam gücü Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayı için sabit kullanılmıştır.

Günlük tüketicinin çalıştığı süre = 3 saat

OCAK ayı 09.01.2021 tarihi 15.00 ile 18.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

(GTEÜ) Ocak ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 2,0215 kWh

(RTEÜ) Ocak ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 0,12305 kWh

(HTEÜ) Ocak ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

$$(HTE\ddot{U}) = 2,0215 + 0,12305 = 2,1446 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$(ABDEŞ) = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$(ABDO) = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TEÜ) = 2,1446 + 2,8224 = 4,967 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 0,61 \times 3 = 1,83 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 4,967 - 1,83 = 3,137 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 2,1446 - 1,83 = 0,3146 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
4,967 kWh	1,83 kWh	0 kWh	0 kWh

ŞUBAT ayı 02.02.2021 tarihi 11.00 ile 14.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

(GTEÜ) Şubat ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 1,0868083 kWh

(RTEÜ) Şubat ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 1,14438646 kWh

(HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 1,0868083 + 1,14438646 = 2,23119476 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 0,7 = 3528 Wh = 3,528 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

(ABDO) = 3,528 x 0,2 = 0,7056 kWh

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

BTE = 3,528 – 0,7056 = 2,8224 kWh

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

(TEÜ) = 2,23119476 + 2,8224 = 5,05359476 kWh

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

TET = 0,61 x 3 = 1,83 kWh

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

Sistemin enerji açığı = 5,05359476 – 1,83 = 3,22359476 kWh

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Şubat ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

Bataryadan karşılanan enerji = 2,23119476 – 1,83 = 0,40119476 kWh

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılana n Enerji	Sistemin Enerji Açığı
5,05359476 kWh	1,83 kWh	0 kWh	0 kWh

MART ayı 27.03.2021 tarihi 07.00 ile 12.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ wat} = 0,61 \text{ kWh}$$

$$\text{Günlük tüketicinin çalıştığı süre} = 5 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Mart ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 0,78909514 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Mart ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 2,9174656 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Mart ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 0,78909514 + 2,9174656 = 3,70656074 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$\text{(TEÜ)} = 3,70656074 + 2,8224 = 6,52896074 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 0,61 \times 5 = 3,05 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 6,52896074 - 3,05 = 3,47896074 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş, rüzgâr ve batarya tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Mart ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 3,70656074 - 3,05 = 0,65656074 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
6,52896074 kWh	3,05 kWh	0 kWh	0 kWh

NİSAN ayı 17.04.2021 tarihi 17.00 ile 23.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kWh}$$

$$\text{Tüketicinin günlük çalıştığı süre} = 6 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Nisan ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 0,52394128 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Nisan ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 0,27077808 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Nisan ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 0,52394128 + 0,27077808 = 0,79471936 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$\text{(TEÜ)} = 0,79471936 + 2,8224 = 3,61711936 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 0,61 \times 5 = 3,05 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 3,61711936 - 3,05 = 0,56711936 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Nisan ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 0,79471936 - 3,05 = - 2,25528064 \text{ kWh}$$

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılayamamıştır. Güneş ve rüzgâr ile bataryadan tüketim karşılanmıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
3,61711936 kWh	3,05 kWh	2,25528064 kWh	0 kWh

MAYIS ayı 29.05.2021 tarihi 00.00 ile 08.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

$$\text{Tüketicinin günlük çalıştığı süre} = 8 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Mayıs ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 0,92843464 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Mayıs ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 3,0581336 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Mayıs ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 0,92843464 + 3,0581336 = 3,98656824 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

(TEÜ) = 3,98656824 + 2,8224 = 6,80896824 kWh

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

TET = 0,61 x 8 = 4,88 kWh

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

Sistemin enerji açığı = 6,80896824 – 4,88 = 1,92896824 kWh

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Mayıs ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

Bataryadan karşılanan enerji = 3,98656824 - 4,88 = - 0,89343176 kWh

Sonuç negatif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılayamamıştır. Güneş ve rüzgâr ile bataryadan tüketim karşılanmıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
6,80896824 kWh	4,88 kWh	0,89343176 kWh	0 kWh

HAZİRAN ayı 25.06.2021 tarihi 07.00 ile 21.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

Tüketici Toplam Gücü = 370 + 3 x 80 = 610 Watt = 0,61 kW

Tüketicinin günlük çalıştığı süre = 14 saat

(GTEÜ) Haziran ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi = 3,99517162 kWh

(RTEÜ) Haziran ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi = 10,85643808 kWh

(HTEÜ) Haziran ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

(HTEÜ) = 3,99517162 + 10,85643808 = 14,8516097 kWh

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

(ABDEŞ) = 12 x 4 x 105 x 0,7 = 3528 Wh = 3,528 kWh

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$(ABDO) = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kW}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kW}$$

$$(TEÜ) \text{ Toplam elektrik üretimi} = (HTEÜ) + (BTE)$$

$$(TEÜ) = 14,8516097 + 2,8224 = 17,6740097 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 0,61 \times 14 = 8,54 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 17,6740097 - 8,54 = 9,1340097 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Haziran ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 14,8516097 - 8,54 = 6,3116097 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
17,6740097 kWh	8,54 kWh	0 kWh	0 kWh

TEMMUZ ayı 17.07.2021 tarihi 08.00 ile 14.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

Tüketicinin günlük çalıştığı süre = 6 saat

$$(GTEÜ) \text{ Temmuz ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 8,5141456 \text{ kWh}$$

$$(RTEÜ) \text{ Temmuz ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 0,6221768 \text{ kWh}$$

$$(HTEÜ) \text{ Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = (GTEÜ) + (RTEÜ)$$

$$(HTEÜ) = 8,5141456 + 0,6221768 = 9,1363224 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$(ABDEŞ) = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$(ABDO) = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TEÜ) = 9,1363224 + 2,8224 = 11,9586224 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 0,61 \times 6 = 3,66 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 11,9586224 - 3,66 = 8,2986224 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 9,1363224 - 3,66 = 6,3116097 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
11,9586224 kWh	3,66 kWh	0 kWh	0 kWh

AGUSTOS ayı 10.08.2021 tarihi 09.00 - 11.00 ile 13.00 – 16.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ wat} = 0,61 \text{ kWh}$$

Tüketicinin günlük çalıştığı süre = 5 saat

$$(GTEÜ) \text{ Agustos ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 6,9839072 \text{ kWh}$$

$$(RTEÜ) \text{ Agustos ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 6,901271 \text{ kWh}$$

(HTEÜ) Ağustos ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi = (GTEÜ) + (RTEÜ)

$$(HTEÜ) = 6,9839072 + 6,901271 = 13,8851782 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$(ABDEŞ) = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$(ABDO) = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$BTE = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

(TEÜ) Toplam elektrik üretimi = (HTEÜ) + (BTE)

$$(TEÜ) = 13,8851782 + 2,8224 = 16,7075782 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 0,61 \times 5 = 3,05 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 16,7075782 - 3,05 = 13,6575782 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Ağustos ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 13,8851782 - 3,05 = 10,8351782 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
16,7075782 kWh	3,05 kWh	0 kWh	0 kWh

EYLÜL ayı 03.09.2021 tarihi 07.00 – 15.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

$$\text{Tüketicinin günlük çalıştığı süre} = 8 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Eylül ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 3,81402 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Eylül ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 10,52485 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Eylül ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 3,81402 + 10,52485 = 14,33887 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$\text{(TEÜ)} = 14,33887 + 2,8224 = 17,16127 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 0,61 \times 8 = 4,88 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 17,16127 - 4,88 = 12,28127 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Eylül ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 14,33887 - 4,88 = 9,45887 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşıl原因anan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
17,16127 kWh	4,88 kWh	0 kWh	0 kWh

EKİM ayı 28.10.2021 tarihi 09.00 - 14.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

$$\text{Tüketicinin günlük çalıştığı süre} = 5 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Ekim ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 4,97582 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Ekim ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 9,21648 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Ekim ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 4,97582 + 9,21648 = 14,1923 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$\text{(TEÜ)} = 14,1923 + 2,8224 = 17,0147 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 0,61 \times 5 = 3,05 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 17,0147 - 3,05 = 13,9647 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Ekim ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 14,1923 - 3,05 = 11,1423 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
17,0147 kWh	3,05 kWh	0 kWh	0 kWh

KASIM ayı 09.11.2021 tarihi 10.00 ile 14.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

$$\text{Tüketicinin günlük çalıştığı süre} = 4 \text{ saat}$$

$$\text{(GTEÜ) Kasım ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 0,96870062 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Kasım ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 3,8121732 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Kasım ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 0,96870062 + 3,8121732 = 4,78087382 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$\text{(TEÜ)} = 4,78087382 + 2,8224 = 7,60327382 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$\text{TET} = 0,61 \times 4 = 2,44 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 7,60327382 - 2,44 = 5,16327382 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 4,78087382 - 2,44 = 2,34087382 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
7,60327382 kWh	2,44 kWh	0 kWh	0 kWh

ARALIK ayı 28.12.2021 tarihi 07.00 ile 12.00 saatleri elektrik tüketiminin artması durumu;

$$\text{Tüketici Toplam Gücü} = 370 + 3 \times 80 = 610 \text{ Watt} = 0,61 \text{ kW}$$

Tüketicinin günlük çalıştığı süre = 5 saat

$$\text{(GTEÜ) Aralık ayı güneş santrali toplam elektrik üretimi} = 4,14700898 \text{ kWh}$$

$$\text{(RTEÜ) Aralık ayı rüzgâr santrali toplam elektrik üretimi} = 8,3503066 \text{ kWh}$$

$$\text{(HTEÜ) Aralık ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi} = \text{(GTEÜ)} + \text{(RTEÜ)}$$

$$\text{(HTEÜ)} = 4,14700898 + 8,3503066 = 12,49731558 \text{ kWh}$$

Bataryada depolanan enerjinin şarj - deşarj durumunda meydana gelebilecek %30'luk kayıp enerji hesabı;

Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) = Akü gerilimi (DC) x Akü adeti x Akü akımı (A) x 0,7 (% 30 kayıp)

$$\text{(ABDEŞ)} = 12 \times 4 \times 105 \times 0,7 = 3528 \text{ Wh} = 3,528 \text{ kWh}$$

Bataryanın tam deşarj olmaması için bataryada kalacak %20'lik enerji hesabı;

Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) x 0,2 (% 20 bataryada kalan enerji)

$$\text{(ABDO)} = 3,528 \times 0,2 = 0,7056 \text{ kWh}$$

Bataryadaki toplam enerji (BTE) = Aylık bataryada depolanan enerjinin şarj – deşarjı (ABDEŞ) - Aylık bataryanın deşarj olmama hesabı (ABDO)

$$\text{BTE} = 3,528 - 0,7056 = 2,8224 \text{ kWh}$$

$$\text{(TEÜ) Toplam elektrik üretimi} = \text{(HTEÜ)} + \text{(BTE)}$$

$$(TE\ddot{U}) = 12,49731558 + 2,8224 = 15,31971558 \text{ kWh}$$

(TET) Toplam elektrik tüketimi = Tüketici toplam gücü (kW) x Günlük tüketilen zaman (saat)

$$TET = 0,61 \times 5 = 3,05 \text{ kWh}$$

Sistemin enerji açığı = Toplam Elektrik Üretimi (TEÜ) – Toplam Elektrik Tüketimi (TET)

$$\text{Sistemin enerji açığı} = 15,31971558 - 3,05 = 12,26971558 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr tüketimi karşılamıştır.

Bataryadan karşılanan enerji = (HTEÜ) Temmuz ayı hibrit sistemin toplam elektrik üretimi - (TET) Toplam elektrik tüketimi

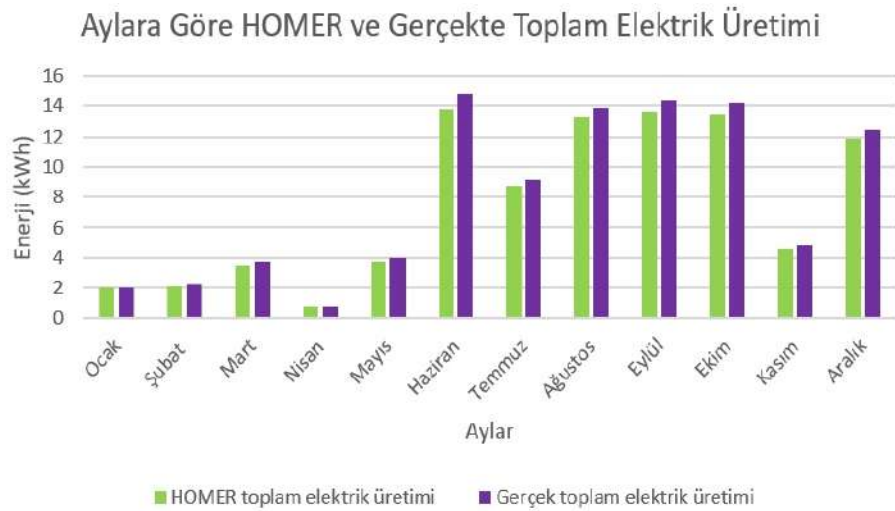
$$\text{Bataryadan karşılanan enerji} = 12,49731558 - 3,05 = 9,42931558 \text{ kWh}$$

Sonuç pozitif çıktığı için güneş ve rüzgâr elektrik tüketimini karşılamıştır.

Gerçek Üretim Tüketim Tablosu

Toplam Elektrik Üretimi	Toplam Elektrik Tüketimi	Bataryadan Karşılanan Enerji	Sistemin Enerji Açığı
15,31971558 kWh	3,05 kWh	0 kWh	0 kWh

Şekil 4.120. GES ve RES santrali gerçek uygulama ile üretilen aylık toplam enerji değerleri



Şekil 4.120. GES ve RES santrali HOMER ve gerçek uygulama ile üretilen toplam enerji değerleri

Şekil 4.120'deki elektrik üretimi grafiği aylara göre HOMER ve gerçekte toplam elektrik üretimini göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Senaryo 1’de güneş, rüzgâr ve bataryadan oluşan hibrit sistem kullanılmıştır. Kaynak olarak güneş ve rüzgâr enerjisi kullanılmıştır. Batarya kullanılarak güneş ve rüzgârın kararsız ve kesintili yapısı ortadan kaldırılmıştır. Yük ihtiyacı arttığında batarya, güneş ve rüzgârdan karşılanmaya çalışılmıştır. Fazla üretim olduğunda batarya şarj edilmiştir. Bataryanın şarjı olduğu için güneşin veya rüzgârın olmadığı zamanlarda bataryadan tüketim karşılanmıştır. Genelde rüzgâr ve güneşin üretimleri farklı zamanlarda olduğu için tüketim batarya ile birlikte güneş ya da rüzgâr tarafından karşılanmıştır. Batarya dolu ve tüketim az olduğunda rüzgârdan üretim var ise rüzgâr şarj kontrol ünitesi ile kontrol edilen dump load direnci üzerinden fazla üretilen elektrik deşarj edilir. Senaryo 1 tüketicinin günlük kullanacağı enerji ihtiyacını en iyi karşılayabilecek senaryodur.

Senaryo 2’de güneş ve bataryadan oluşan sistem kullanılmıştır. Bataryanın şarjı için güneş santrali kaynak olarak kullanılmıştır. Bu senaryoda güneşin kararsız ve kesintili yapısından dolayı enerji ihtiyacı güneş santralinde üretim olmadığı zamanlarda yalnızca bataryadan, üretimin olduğu zamanlarda batarya ile güneş santralinden karşılanmıştır.

Senaryo 3’de rüzgâr ve bataryadan oluşan sistem kullanılmıştır. Bataryanın şarjı için rüzgâr santrali kaynak olarak kullanılmıştır. Bu senaryoda rüzgârın kararsız ve kesintili yapısından dolayı enerji ihtiyacı rüzgâr santralinden üretim olmadığı zamanlarda yalnızca bataryadan, üretimin olduğu zamanlarda batarya ile rüzgâr türbininden karşılanmıştır.

Senaryo 4’te güneş, rüzgâr ve bataryadan oluşan hibrit sistem kullanılmıştır. Bu senaryoda puant zaman dilimi olan akşam 17:00 ile 22:00 arasında enerji ihtiyacı artırılarak rüzgâr, güneş ve batarya hibrit sistemin puant saat yükünü karşılayamamıştır. Bu senaryo diğer senaryolara göre en verimsiz senaryodur. Bu senaryoda mutlaka güç artırımı yapılmalıdır. Güç artırımı olduğu zaman verimi artacaktır.

Senaryo 5’te güneş, rüzgâr ve bataryadan oluşan hibrit sistem kullanılmıştır. Bu senaryoda günün herhangi bir zaman diliminde enerji ihtiyacı artırılarak oluşturulan hibrit sistem ve bataryadan karşılanmıştır. Bu senaryoda tüketicinin enerji ihtiyacı gündüz saatlerinde ise sistemde güneş, rüzgâr, batarya olacağından ve tüketicinin enerji

ihtiyacı gece saatlerinde ise rüzgâr ve batarya olacağından hibrit sistem tüketicinin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Gündüz ve pik zaman diliminde senaryo 1 ve senaryo 5 iyi, gece zaman diliminde senaryo 1 ve senaryo 3 iyi, en iyi senaryolar senaryo 1 ve senaryo 5'tir.

Gece yapılan işlerde ve tarımsal sulamalarda senaryo 3 ve senaryo 5 kullanılabilir. Gündüz çalışan işlerde senaryo 2 ve senaryo 5 kullanılabilir.

Puant zaman dilimindeki güç ihtiyacı gündüz zaman diliminde kullanılırsa senaryo 1 senaryo 4'ten daha iyidir.



5.2. Öneriler

Hibrit sistemler enerji nakil hatlarının çekilmesinin zor olduğu yerlerde ve sadece bir tane yerleşim yeri olan, sulama sistemleri, bağ evleri, yayla evleri gibi uzak yerleşim yerlerinde uzun iletim ve dağıtım hatları için kullanılabilir.

Şebekeden bağımsız çalışan sistemlerde elektrik ihtiyacı tamamen karşılanmalıdır. Bu yüzden güneşin veya rüzgârın olmadığı ya da her iki enerji kaynağının olmadığı durumlarda aküde depolanan enerji ile birlikte tüketicinin ihtiyacı karşılanmış olur.

Rüzgâr, güneş ve bataryadan oluşan sistem puant saat yükünü karşılayamadığı için yük ihtiyacını karşılayabilecek şekilde dizel jeneratör veya mikro HES eklenmelidir. Ya da güneş santrali ve / veya rüzgâr santrali gücü artırılmalıdır.

Off grid sistemlerde sistem yükü karşılanırken sistem aşırı yüklenmemelidir. Güneş santralinden ve rüzgâr santralinden yeterli üretim olmadığı zamanlarda batarya zarar görebilir.

Ülkemizde enerjide dışa bağımlılığı ortadan kaldırmak için hibrit sistemler yaygınlaştırılmalıdır.

Mikro şebekelerin yaygınlaştırılması enerjinin verimli, kaliteli ve sürekliliği için önemlidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kararsız yapısını ortadan kaldırmak için hibrit sistemler kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdelilah, B., Mouna, A., Sirdi, M. Nk., and Hossain, A., 2018, Solar Charge Controller with a Data Acquisition System Based on Arduino, International Conference on Electronic Engineering and Renewable Energy (ICEERE'2018), Morocco, hal-01779876.
- Al-Barazanchi, S. ve Vural, A., 2015, Modeling and Intelligent Control of A Stand-alone PV-Wind-Diesel-Battery Hybrid System, *IEEE International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT)*, 423-430.
- Altinelenerji, 2021, <https://www.altinelenerji.com.tr/performans-grafikleri/i2000-ruzgar-turbini-performans-grafigi.pdf> [Ziyaret Tarihi: 10 Temmuz 2021].
- Altinelenerji, 2021, <https://www.altinelenerji.com.tr/i-2000-rüzgâr-türbini>. [Ziyaret Tarihi: 10 Temmuz 2021].
- Efe, S. B., ve Kocaman, B., Yenilenebilir enerji kaynaklı hibrit sistemin fiziksel olarak gerçekleşmesi ve analizi, <https://isites.info/PastConferences/ISITES2017/ISITES2017/papers/A10-ISITES2017ID286.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 3 Mayıs 2021].
- Enerjimar, 2021, <https://enerjimar.com/p-18801-orbus-5000va-48v-5000w-tam-sinus-akilli-inverter-sarj-kontrol-cihazli.html> [Ziyaret Tarihi: 10 Haziran 2021].
- Gepa, 2021, <https://gepa.enerji.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 29 Ağustos 2021].
- Gittigidiyor, 2021, https://www.gittigidiyor.com/ev-elektronigi/2000-Watt-48v-ruzgar-turbini-yerli-sarj-kontrol-cihazli-2kw_pdp_594808893. [Ziyaret Tarihi: 10 Temmuz 2021].
- Gupta A., Saini R., Sharma M., 2009, Steady - state modelling of hybrid energy system, *Third International Conference on Electrical Engineering (ICEE)*, Lahore, Pakistan, 9-11 April.

- Hamza M, Shehroz M, Fazal S, Nasir M, Khan H. A., 2017, Design and analysis of solar PV based low-power low-voltage DC microgrid architectuRES for rural electrification, *In Power & Energy Society General Meeting*, Chicago.
- HOMERenergy, 2021, <https://www.HOMERenergy.com/> [Ziyaret Tarihi: 10 Agustus 2021].
- Jaszczur, M., Hassan, Q., and Palej, P., 2019, An Optimisation Of The Hybrid Renewable Energy Systems, *E3S Web of Conferences*, 113, 03022.
- Kırçıçek, Y., 2020, Rüzgâr akıntı enerjisinden oluşan hibrit enerji üretim sisteminde akıllı enerji yönetimi, Doktora Tezi, *Karabük Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği*, Karabük.
- Kocaman, B., 2015, Yenilenebilir enerji kaynaklı mikro şebekelerde enerji yönetimi, Doktora Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli.
- Shashi, K. K., ve Rekha, J., 2015, Modeling Simulation and Performance Analysis of Hybrid Power Generation System, *International Journal of Innovative REsearch in Science*, Hindistan, Vol. 4, Issue 7.
- Lagorse J., Somoes M., 2008, Hibrit Sistemlerin Çok Etmenli Bulanık Mantık Tabanlı Enerji Yönetimi, *IAS Yıllık Toplantısı (IEEE Industry Applications Society)*, Kanada, 45(6):1-7.
- Naidu, R. B., Jose, S., Singh, D., and Bajpai, P., 2018, A Unified Distributed Control Strategy for DC Microgrid with Hybrid Energy Storage Devices, *Proceedings of the National Power Systems Conference (NPSC)*, Tiruchirappalli, India.
- Ndukwe, C., Iqbal, T., 2019, Sizing and dynamic modelling and simulation of a standalone PV based DC microgrid with battery storage system for a remote community in Nigeria, Memorial University, *Journal of Energy Systems*, Kanada, Volume 3, Issue 2.

- Nimma, S. K., Al-Falahi, A. D. M., Nguyen, D. H., , S. D. G. Jayasinghe, G. D. S., Mahmoud, T. S., and Negnevitsky, M., 2018, Grey Wolf Optimization-Based Optimum Energy-Management and Battery-Sizing Method for Grid-Connected Microgrids, *Energies*, 11 (4), 847.
- Pathare, M., Shetty, V., Datta, D., Valunekar, R., Sawant, A., and Pai, A., 2017, Designing and implementation of maximum power point tracking(MPPT) solar charge controller, International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE), Navi Mumbai, pp. 1-5.
- Patsialis, T., Kougiyas, I., Theodossiou, N., Ve Droege P., 2017, A Technical Study on Energy Storage and Management for Grid Optimization in Isolated Areas, *International Journal of Renewable Energy Sources*.
- Rokonuzzaman, Md., Shakeri, M., Hamid, A. F., Mishu, K. M., Pasupuleti, J., Rahman, S. K., Tiong, K. S.,and Amin, N., 2020, IoT-Enabled High Efficiency Smart Solar Charge Controller with Maximum Power Point Tracking-Design, Hardware Implementation and Performance Testing, *Electronics*, 9 (8), 1267.
- Sader, 2021, <https://www.sader.com.tr/upload/urunler/sagm-12-1051575015868.pdf> [Ziyaret Tarihi: 20 Augustos 2021].
- Saiju, R., 2008, Hybrid Power System Modelling-Simulation and Energy Management Unit Development, Doctoral Thesis *Universität Kassel, Elektrische Energieversorgungssysteme Elektrotechnik/Informatik*, Panauti, Nepal.
- Saji, D., Babu, S. P., and Srijith, C. S., 2019, Smart Solar Charge Controller for Traffic and Street Light Applications, 2019 2. Uluslararası Enerji ve Gömülü Sürücü Kontrolü Konferansı (ICPEDC), Hindistan, pp 567-571.
- Simão, M., ve Ramos, H.M., 2020, Hybrid Pumped Hydro Storage Energy Solutions Towards Wind and PV Integration: Improvement on Flexibility, Reliability and Energy Costs, *Water*, 12, 2457.

- Tribioli, L., Cozzolino, R., Evangelisti, L., and Bella, G., 2016, Energy Management of an Off-Grid Hybrid Power Plant With Multiple Energy Storage Systems, *Energies*, İtalya, 9(8):661.
- Ye, L., Sun, H. B., Song, R. X., Li, Cheng, L., 2011, Dynamic modeling of a hybrid wind/solar/hydro microgrid in EMTP/ATP, *China Agricultural University Journal of Elsevier*, China, 96-106.
- Yimen, N., Tchotang, T., Kanmogne, A., Idriss, A. İ., Musa, B., Aliyu, A., Okonkwo, C. E., Abba, I. S., Tata, D., Meva'a, L., Hamandjoda, O., and Dagbasi, M., 2020, Optimal Sizing and Techno-Economic Analysis of Hybrid Renewable Energy Systems—A Case Study of a Photovoltaic/Wind/Battery/Diesel System in Fanisau, Northern Nigeria, *Processes*, 8 (11), 1381.
- Yurdakul, H., Delitay, C. E., Akyazı, Ö., ve Şahin, E., 2020, Güneş Enerji Sistemleri için Arduino Tabanlı Matlab/Simulink Programı Üzerinden Denetlenen Bir Akü Şarj Ünitesi Tasarımı ve Uygulaması, *Journal of Investigations on Engineering & Technology*, Cilt 3, Sayı 1, 17-22.
- Zhang, L., Xin, He., Wu, Jing., Ju, L., and Tan, Z., 2017, A Multiobjective Robust Scheduling Optimization Mode for Multienergy Hybrid System Integrated by Wind Power, Solar Photovoltaic Power, and Pumped Storage Power, *North China Electric Power University, Hindawi Mathematical Problems in Engineering REsearch Article*, China, Volume 2017, 15 paGES.