



Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 23.12.2024
Kabul Tarihi : 03.02.2025

Received Date : 23.12.2024
Accepted Date : 03.02.2025

HİBRİT ÜRETİM SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞTIRMALI MALİYET ANALİZİ COMPARATIVE COST ANALYSIS IN HYBRID GENERATION SYSTEMS

Rümeysa Aybüke KORKMAZ^{1*} (ORCID: 0009-0001-3768-7892)
Ahmet Serdar YILMAZ¹ (ORCID: 0000-0002-5735-3857)

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Rümeysa Aybüke KORKMAZ, korkmazrumeysaaybuke@gmail.com

ÖZET

Dünya da nüfus artışı ve sanayi sektörünün genişlemesi, merkezi şebekeye yük olan elektrik talebinin sürekli artmasının sebepleridir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye olumsuz etkileri ve rezervlerin sınırlı olması sebebi ile yenilenebilir enerji kaynakları sera gazı emisyonunu azalttığı için güvenilir, düşük maliyetli bir enerji kaynağı haline gelmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin Kahramanmaraş ilinde seçilen bölgenin elektrik ihtiyacının karşılanması 2 tane senaryo da hibrit enerji sistemi tasarımı yapılmıştır. Bu sistemde Türkiye Kahramanmaraş ili için gerçek verilere dayanan Yenilenebilir Enerjide Hibrit Optimizasyon Modeli (HOMER) yazılımı kullanılmıştır. HOMER Pro yazılımı, üretim sistemi için sera gazı karbon emisyonunu azaltmak amacıyla çeşitli durumlar için net bugünkü maliyeti ve enerji birim maliyetini azaltır. Ayrıca, hassasiyet parametre sonuçları ve optimizasyon sonuçları, güneş ışınımı, rüzgar hızı ve yenilenemeyen girdiler gibi girdi parametrelerinden simülasyon sonuçları elde edilir. Simülasyon sonuçları, sistemin performansını karşılaştırır ve sistemin net bugünkü maliyet, enerji maliyeti ve enerjinin seviyelendirilmiş maliyetini azaltacak olan hibrit enerji sistemlerinin uygun kombinasyonunu doğruladı.

Anahtar Kelimeler: Hibrit enerji sistemleri, Enerji ekonomisi, HOMERpro.

ABSTRACT

Population growth and the expansion of the industrial sector in the world are the reasons for the constantly increasing demand for electricity, which puts a burden on the central grid. Due to the negative effects of non-renewable energy sources on the environment and limited reserves, renewable energy sources have become a reliable, low-cost energy source as they reduce greenhouse gas emissions. The main purpose of this study is to meet the electricity needs of the selected region in Kahramanmaraş province of Turkey. A hybrid energy system design has been made in 2 scenarios. In this system, Hybrid Optimization Model in Renewable Energy (HOMER) software, based on real data for Kahramanmaraş province of Turkey, was used. HOMER Pro software reduces the net present cost and unit cost of energy for various cases to reduce the greenhouse gas carbon emission for the production system. Additionally, sensitivity parameter results and optimization results are obtained from simulation results from input parameters such as solar irradiance, wind speed, and non-renewable inputs. Simulation results compare the performance of the system and confirm the appropriate combination of hybrid energy systems that will reduce the net present cost, cost of energy and levelized cost of energy of the system.

Keywords: Hybrid energy systems, Energy economy, HOMERpro.

GİRİŞ

Fosil yakıtların tükenmesi, enerji güvenliği ve iklim değişikliği konusunda artan endişeler yenilenebilir enerji kaynakları arayışına yol açmıştır. Artan enerji talebini karşılamak için karbon emisyonunun azaltılması için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaya başlanmıştır. Hibrit enerji santralleri, birden fazla bağlantı noktasına sahip olan ve yenilenebilir enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerle donatılmış enerji santralleridir.

Literatür çalışmalarında, rüzgar enerjisi ve güneş enerjisini verimli ve ekonomik bir şekilde kullanmak için hibrit yenilenebilir enerji santrallerini optimize etmek gereklidir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve fotovoltaik paneller, rüzgar türbinleri, piller, dönüştürücüler, elektrolizörler ve hidrojen tanklarının ilişkili maliyetleri göz önünde bulundurulmuş rüzgar-fotovoltaik şebeke dışı sistemlerinin tekno-ekonomik analizini gerçekleştirmişlerdir. Sistem, hidrojen yakıt ikmal istasyonu için hidrojen ve elektrokoagülasyon atık su arıtma reaktörü için elektrik sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar ile önerilen sistemin Çek Cumhuriyeti'ndeki endüstriyel veya izole topluluklarda su arıtımı ve yeşil hidrojen tedariki için uygunluğunu kanıtlamışlardır (Rizk-Allah vd., 2024).

Güneş, rüzgar ve dizel jeneratörleri içeren kaynaklar dikkate alınmış ve piller, yakıt hücreleri ve hidrojen depolama gibi depolama yöntemleri elektrik üretimi, maliyet ve emisyonlar açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, Kayseri'deki yenilenebilir enerji sistemleri için optimum çözümün güneş, rüzgar, dizel jeneratör, pil ve hidrojen depolamayı içeren hibrit bir sistem olduğunu göstermiştir. Bu hibrit sistem en ekonomik olanıdır ve enerji maliyeti 0,376 \$/kWh'dir (Akarsu vd., 2022).

Çalışmalarında kurulu güç kapasiteleri 5-50 kW arasında değişen 10 adet hibrit enerji sistemi senaryo için tasarım yapmışlardır. Senaryolar oluşturulurken güneş panelleri ve rüzgâr türbinlerinin kurulu gücü dikkate alınmış her senaryo için uygun seviyede güneş ve rüzgâr enerjisi seçmişlerdir. Sistemlerinde güneş paneli tarafından üretilen doğru akımı alternatif akıma dönüştürmek için sistem voltajı ve akımına uygun invertörler kullanmışlardır. Şebekeye bağlı durumlarda kullanılan rüzgâr türbinleri ise yapılarında invertör bulunduğundan başka bileşenler kullanılmadan doğrudan şebekeye bağlanabilir. Rüzgâr türbininden üretilen enerji hesaplanırken; Balıkesir'in İli rüzgâr hızı ölçümleri kullanmışlardır. Senaryo tasarımlarında üretilen hibrit enerji değerlerini hesaplarken özellikle sistem bileşenlerinin verimi dikkate almışlardır. Hibrit enerji sisteminin kurulu gücü arttıkça üretilen enerjinin de arttığı gözlemlenmiştir (Atik vd., 2022).

Çalışmalarında, Şebeke Güç Fiyatı (GPP) ve Şebeke Geri Satış Fiyatı'nın (GSP) bu kaynaklara olan eğilimi nasıl etkilediğini araştırmaktadırlar. Özellikle, yüksek GPP ve GSP fiyatları, yenilenebilir enerji yatırımcıları için finansal kârlarla sonuçlanarak onları bu alana yatırım yapmaya teşvik etmektedir (Halmous vd., 2024).

Rana ve arkadaşları, daha verimli ve maliyet etkin bir simülasyon tabanlı çalışma sağlayarak enerji ticareti sektörünün boşluğunu doldurur. Sonuçlar, önerilen sistemin %22 daha düşük net bugünkü maliyete, %66 daha düşük dengelenmiş elektrik maliyetine, %25,5 daha düşük işletme ve bakım maliyetine ve %4,36 daha düşük başlangıç maliyetine sahip olduğunu göstermişlerdir (Rana vd., 2024).

Yılmaz ve arkadaşları, İzmir ilinde bulunan endüstriyel bölgenin elektrik ihtiyacının karşılanması için çalışmalarında şebeke bağlantılı hibrit enerji sistemi tasarımı yapmışlardır. Elektrik tüketiminden kaynaklanan yıllık emisyon değerleri %82 azaltılmışlardır (Yılmaz vd., 2023).

Çalışmalarında, küçük bir otelin enerji gereksinimlerini karşılayan belirli bir Casablanca sahası için geliştirilmiş bir mikro şebeke mimarisini ve bir vaka çalışması örneğini göstermişlerdir. Tasarlanmış iki model, şebekeye bağlı bir sistem ve şebekeden bağımsız bir sistem, her biri 2117,93 kWh/gün yük varsayımı kullanılarak incelenme yapılmıştır. Hibrit konfigürasyonunun 243,55 kg/yıl CO₂ emisyonu bu sistemi aynı zamanda çevre dostu hale getirmiştir. (Kouihi vd., 2023)

Çalışmalarında, güneş enerji santrali, rüzgar enerji santrali, dönüştürücü ve pil depolamasıyla entegre eden simülasyonu yapılmış bağımsız bir hibrit güç sistemi modeli sunmuşlardır. Sistem, hibrit enerji sistemlerinin en iyi boyutunu elde etmek için HOMER Pro'da değerlendirilmiştir. Sonuç olarak hibrit sistem, sistemin güvenilirliğini artırmaya yardımcı olurken aynı zamanda maliyetleri de düşürmektedir. Meteorolojik veriler, Cezayir'deki illerin enerji kaynaklarının çeşitliliği ve bolluğu nedeniyle yenilenebilir enerjilerin kullanımına uygun olduğunu göstermişlerdir. (Bensalmi vd., 2024)

Ulusal şebekeye ödenen elektrik miktarını azaltmak için tasarlanan sistemin güneş, rüzgar ve dönüştürücülerle ilgilendiği Rukomo köyündeki Gicumbi bölgesi için bir hibrit sistemi modellenmiştir. Bu çalışma, üretilen gücü, yayılan gazları, net mevcut maliyeti ve elektrik maliyetini değerlendirir. Önerilen hibrit modelin kırsal köye %64 oranında azaltılmış gaz emisyonuyla elektrik sağlayabileceği ve elde edilen simüle edilmiş sonuçların sistem işletme maliyetlerinde 67405 M\$/Yıl önemli bir azalma gösterdiği açıkça belirlenmiştir. (Niringiyimana vd., 2023)

Najafi ve arkadaşları, 1 MW'ı aşan güç kapasitesine sahip büyük endüstriyel fabrikalar için on ayrı hibrit sistem konfigürasyonu incelemişlerdir. İncelenen sistemin genel konfigürasyonunda kullanılan şebeke, güneş enerji santrali, rüzgar enerji santrali, dönüştürücü ve dizel jeneratör kullanılmışlardır. Yenilenebilir enerjini kullanılması katılım dışı cezasını kabul edip sadece şebekeyi kullanana kadar daha uygun maliyetli olduğunu göstermişlerdir. (Najafi vd., 2024)

Jain ve arkadaşları, Hindistan'ın Madhya Pradesh eyaletinde bir enstitüsü için HOMER Pro yazılımı kullanmışlardır. Hibrit yenilenebilir enerji sistemi için yedi kombinasyon üzerinden en iyi kombinasyon olan güneş enerji santrali, rüzgar enerji santrali, dizel jeneratör, depolama sistemi ve dönüştürücü olduğu sonucuna varmışlardır. Optimum senaryo için ek enerji üretiminin 806257 kWh olduğunu bulmuşlardır.%90,8'ini yenilenebilir enerji kaynağından karşılanmıştır. (Jain vd., 2023)

Bangladeş'teki kırsal bölgedeki eğitim kurumlarının enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji tabanlı bir mikro şebekenin uygulanabilirliğini ve avantajlarını göstermektedir. Dört senaryo üzerinden en uygun olan şebeke bağlantılı güneş enerji santrali, rüzgar enerji santrali, depolama sistemi ve dönüştürücü olduğu sonucuna varmışlardır.%81'ini yenilenebilir enerjiden karşılanmıştır. Okul, şebekeye yıllık 4.294,103 kWh satın alabilir ve 10.337,27 kWh geri satabilir olduğunu ve şebeke bağımlılığı azaltmasını hedeflemişlerdir. Sistem tasarımı gerçekten CO2 emisyonlarını yılda 2.713,87 kg oranında azaltarak emisyonları yalnızca şebekeye bağlı bir kurulumla kıyasla %65,03 oranında düştüğü sonucuna varmışlardır.(Ali vd.,2024)

Bu çalışmada, HOMER Pro yazılımı demo versiyonu kullanılarak, iki senaryo karşılaştırması yapıp senaryo 1 şebeke bağlantısı ve senaryo 2 güneş PV, pil depolama ve rüzgar türbinlerinden oluşan şebekeye bağlı optimum tasarım analizi yapılmıştır. Senaryo 1 ve 2 arasında hibrit enerji sistemi kullanarak karbon emisyonunu en düşük hale getirmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Lokasyon Belirlenmesi

Türkiye'nin Kahramanmaraş ilinin Andırın ilçesinde kırsal bir alandan bir yerleşim yeri seçilmiştir. Seçilen alan, Türkiye'nin 37°34.0'K ve 36° 27.5'D sinde yer almaktadır. Seçilen alanda güneş ve rüzgar enerjisinden üretim potansiyeli olmasından dolayı seçilmiştir. Şekil 1 HOMER Pro yazılımından alınmıştır.



Şekil 1. Seçilen Lokasyon

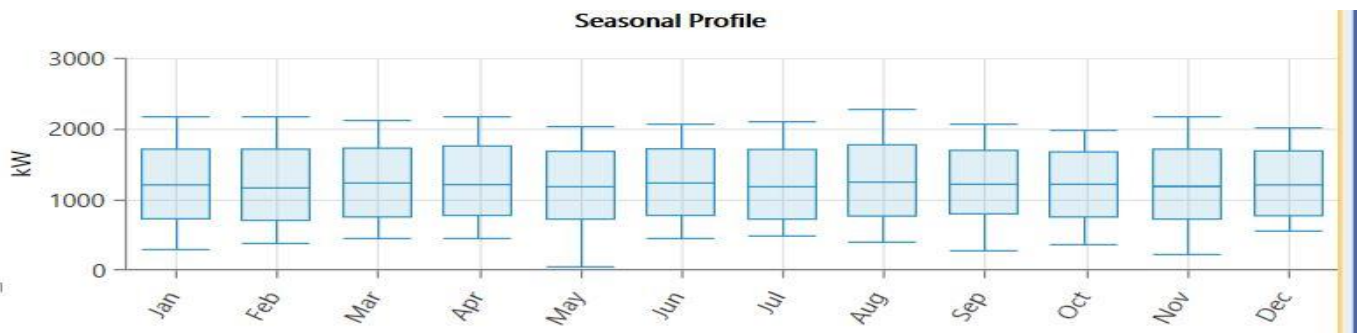
Yük Profilleri

Yapılan çalışmada Kahramanmaraş ilinde belirlenen bölgenin elektrik ihtiyacının karşılanması amaçlanmıştır. Homer Pro yazılımı, bölgenin enerji talebini 24.000 kWh/gün ve pik gücünün 1.870,38 kW olacak şekilde yük profilini modellemiştir. Yerel dağıtım şirketinin ortalama yük verilerinden alınmıştır. Günlük yük profilinde de anlaşıldığı üzere sistemimiz vardiyalı sistemdir. Vardiyalı sistemde elektrik tüketimi hemen hemen eşit miktarda olmaktadır. Vardiyalı bir işletmenin günlük yük profili Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Günlük Yük Profili

Saat	Yük(kW)
00.00	1150
01.00	1170
02.00	1190
03.00	1150
04.00	1150
05.00	1150
06.00	1200
07.00	1230
08.00	1240
09.00	1240
10.00	1245
11.00	1250
12.00	1240
13.00	1240
14.00	1300
15.00	1270
16.00	1280
17.00	1270
18.00	1280
19.00	1275
20.00	1275
21.00	1200
22.00	1180
23.00	1180

Şekil 2’de aylık yük profili maksimum, ortalama gün maksimum, ortalama, ortalama gün minimum ve minimum yük profilini vermektedir.

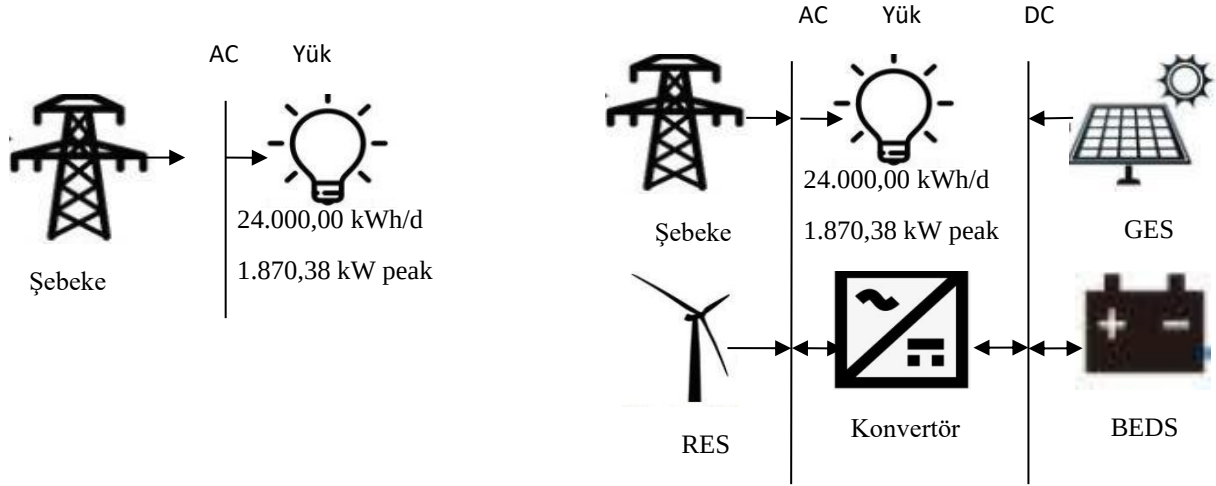
**Şekil 2. Aylık Yük Profili**

Üretim Modellemesi

Çalışmada şebeke bağlantılı iki farklı enerji sistemi modeli incelenmiştir. Şekil 3’te, modellemesi yapılan blok diyagramları verilmiştir. Senaryolarda kullanılan hibrit enerji üretim sistemi bileşenleri olarak güneş paneli, rüzgar türbini, dönüştürücü ve batarya depolama sistemi modelleri ve birim maliyetleri Tablo 2’de verilmiştir. Homer yazılımından dolayı veriler dolar olarak hesaplanmıştır. (Yılmaz vd., 2023; Ghorbani M., 2024).

Senaryo 1’de elektrik yük ihtiyacı sadece şebeke sisteminden karşılanmaktadır. Şekil 3b’de elektrik yük ihtiyacı AC baradan şebeke ve rüzgar enerji sisteminden, DC baradan ise güneş enerji sistemi ve batarya enerji depolama

sisteminden karşılanmaktadır. Batarya sisteminde güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi üretiminin fazla olduğu zamanlarda şarj olmaktadır. Üretimin az olduğu dönemlerde ise batarya deşarj olmaktadır. Konvertör çift yönlü çalışmakta ac baradan ve dc baradan gelen akımı çevirmektedir.



a) Senaryo 1

b) Senaryo 2

Şekil 3. Sistemin Homer Modellemeleri

Tablo 2. Bileşenlerin Enerji Maliyetleri

Bileşenler	Model	Kurulum Maliyeti (\$)	Yenileme Maliyeti(\$)	İşletme ve Bakım Maliyeti(\$/yıl)
Güneş Paneli	Generic flat plate	640	640	0
Rüzgar Türbini	Generic 1.5 MW	3 000 000	3 000 000	30 000
Dönüştürücü	System Converter	300	300	0
Batarya	Generic 1MWh Li-Ion	500 000	500 000	5 000

SİMÜLASYON SONUÇLARI

Kahramanmaraş ilinde bulunan günlük 24.000 kWh elektrik tüketimine sahip sanayi bölgesinin enerji ihtiyacını karşılamak hibrit enerji üretim sisteminin analizi ve tasarımı HOMER Pro yazılımı kullanılarak yapılmıştır. 2024 yılı verilerine göre şebekeden elektrik alışı fiyatı ve şebekeye elektrik satış fiyatı kWh başına 0,090 \$ olarak belirlenmiştir. Şekil 3a ve Şekil 3b için HOMER programına bilgileri girilen şebeke elektrik fiyatı sonucunda simülasyon yapılmış olup şebekeden alınan elektrik miktarı, şebekeye satılan elektrik miktarı ve yıllık elektrik üretimi miktarı Tablo 3'te verilmiştir. Şekil 3a ve Şekil 3b için senaryo maliyet analizleri incelenmiştir. Senaryo 1'de şebekeden elektrik satın alınmıştır. Senaryo 2 'de hibrit enerji üretim sistemi için 18001 kW'lık güneş enerji santrali, 1500 kW'lık 1 adet rüzgar enerji santrali, 8418 kW'lık dönüştürücü kullanılmış ve 1MWh'lık lityum iyon batarya depolama sistemi kurulmuştur.Yapılan incelemelerde senaryolar net şimdiki maliyeti, birim elektrik maliyeti, işletme maliyeti, başlangıç maliyeti ve amortisman süresi karşılaştırma sonuçları Tablo 4 'te verilmiştir.

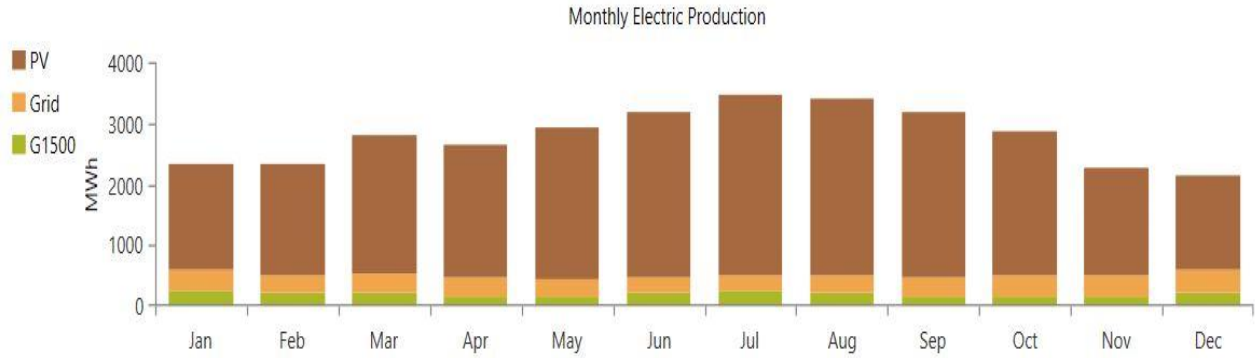
Tablo 3. Üretim Senaryoları

Senaryo	Güneş Enerji Santralleri (kW)	Rüzgar Enerji Santralleri (kW)	Batarya Depolama Sistemi (Adet)	Dönüştürücü(kW)	Şebeke Kullanımı (%)	Şebekeden Satın Alınan Elektrik Miktarı (kWh/yıl)	Şebekeye Satılan Elektrik Miktarı (kWh/yıl)
Senaryo 1	-	-	-	-	100	8 760 000	-
Senaryo 2	18 001	1 500	1	8 418	11,2	3 761 125	19 187 832

Tablo 4. Senaryo Maliyet Analizi

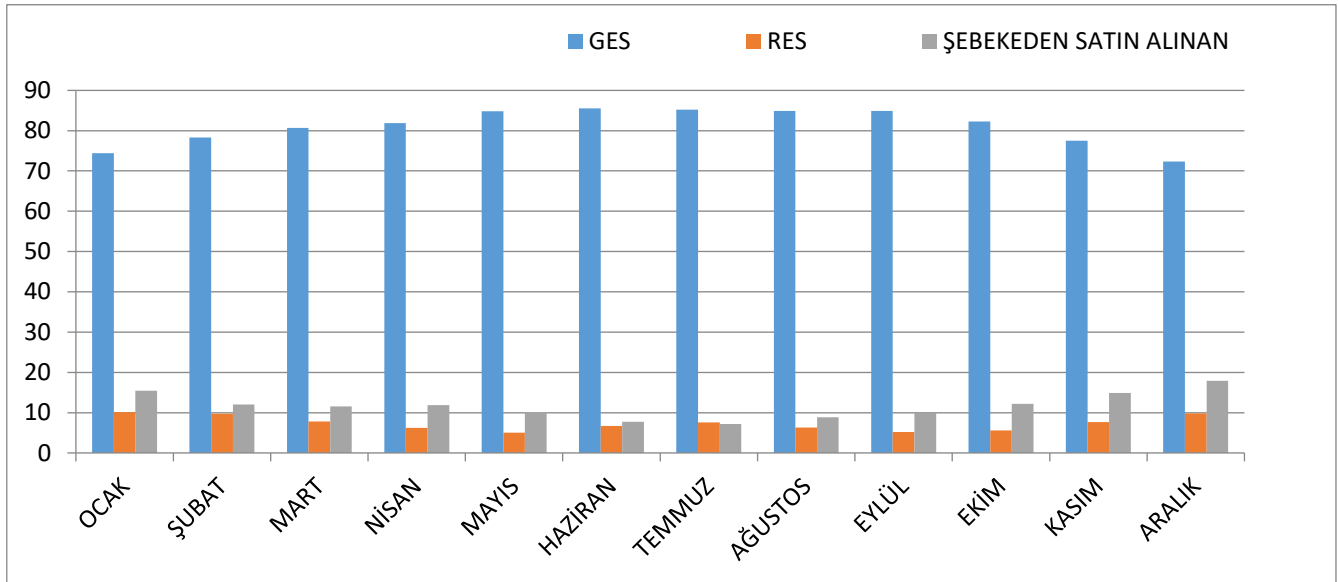
Senaryo	Net Şimdiki Maliyeti (\$)	Birim Elektrik Maliyeti (\$/kWh)	İşletme Maliyeti (\$/yıl)	Başlangıç Maliyeti (\$)	Amortisman Süresi (Yıl)
Senaryo 1	-	\$0,090	\$788.400	-	-
Senaryo 2	\$1,51 M	\$0,00418	-\$1,24 M	\$17,5 M	7,2

Tasarlanan 2 farklı senaryonun maliyet analizi yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda birim elektrik maliyeti en düşük olan sistem depolamalı hibrit enerji sistemi Senaryo 2 olduğu görülmüştür. Senaryo 2'deki hibrit enerji sisteminde birim elektrik maliyeti 0,0041 \$, net şimdiki maliyeti 1,51 M\$ olarak hesaplanmıştır. Senaryo 2'de bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının ve şebekenin aylık elektrik üretimindeki payları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Sistem Bileşenlerine Göre Elektrik Üretimi

Şekil 4'te görüldüğü üzere güneş enerji santralinin yıllık elektrik üretimi 27.442.222 kWh, rüzgar enerji santralinin yıllık elektrik üretimi 2.393.953 kWh ve şebekeden satın alınan yıllık elektrik miktarı ise 3.761.125 kWh olarak analiz edilmiştir.



Şekil 5. Sistem Bileşenlerine Göre Elektrik Üretim Yüzdesi

Şekil 5'te sistem bileşenlerine göre güneş enerji santralleri, rüzgar enerji santralleri ve şebekeden satın alınan elektrik miktarları yüzdesi verilmiştir. Güneş enerji santralinde en verimli Temmuz ayında 2.962.522 kWh ve Ağustos ayında 2.893.268 kWh üretim olmuştur. Rüzgar enerji santralinde en verimli üretim ise Temmuz ayında 263.345 kWh ve Ocak ayında 236.923 kWh olmuştur. Şebekeden satın alınan elektrik miktarı en çok Aralık ayında 383.092 kWh ve Ocak ayında 361.156 kWh olmuştur.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, önerilen hibrit enerji sistemi için yenilenebilir enerji kaynağı yerine daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı kullanılıyor. Bu nedenle, elektrik üretimi için sürdürülebilir, uygun maliyetli ve temiz enerji sistemidir. Çevreye duyarlı yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı hibrit enerji sistemlerinin kurulmasının çevresel ve ekonomik açıdan avantajlı olduğu anlaşılmaktadır. Yıllık CO₂ salınımına göre senaryo 1 ve senaryo 2 karşılaştırıldığında %57'lik bir düşüş görülmektedir. Bu sayede yılda 3.159.289 kg CO₂ 'nin doğaya salınımı engellenmiştir. Çalışmada CO₂ emisyonunu yılda 2.377.031 kg azaltmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, farklı yöntemler kullanarak bir şebekenin maliyet analizi optimizasyonunun yapılması ve optimizasyonun geliştirilmiş yönteminin seçilmesi için HOMERpro yazılımında karşılaştırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Akarsu B. & Genç M.S. (2022). Optimization of electricity and hydrogen production with hybrid renewable energy systems. Fuel, Volume 324, Part A . <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124465>

- Ali Md.F., Sheikh Md.R.I., Akter R., Islam K.M.N. & Ferdous A.H.M.I. (2024). Grid-connected hybrid microgrids with PV/wind/battery: Sustainable energy solutions for rural education in Bangladesh. Results in Engineering, Volume 25, March 2025, 103774. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103774>
- Atik I. & Sekin A. (2022). Hibrit yenilenebilir enerji sistem tasarımı: Balıkesir örneği. DUJE (Dicle University Journal of Engineering) 13:3 ,Sayfa 517-529. Doi: 10.24012/dumf.1148223
- Bensalmi W., Belhani A. & Bouzid-Daho A. (2024). Evaluation of Algeria's energy potential: hybrid energy system analysis and sizing with HOMER pro. 2024 2nd International Conference on Electrical Engineering and Automatic Control (ICEEAC). <https://doi.org/10.1109/ICEEAC61226.2024.10576241>
- Ghorbani M., Nazififard M. & Khorasanizadeh H. (2024). Evaluating the Environmental Benefits of a Photovoltaic-Based Microgrid for Industrial Hydrogen Production in Hot and Dry Region of Iran . International Conference on Technology and Energy Management (ICTEM) . <https://doi.org/10.1109/ICTEM60690.2024.10632007>
- Halmous A., Oubbati Y. & Lahdeb M. (2024). Techno-Economic Study of Grid-Connected Hybrid Renewable Energy Systems Optimized by Homer Pro. 2024 2nd International Conference on Electrical Engineering and Automatic Control (ICEEAC). <https://doi.org/10.1109/ICEEAC61226.2024.10576327>
- Jain S., Singh P., Chaudhary V.& Pandit M. (2023). Optimal design of an off-grid hybrid system using HOMER Pro. 2023 International Conference on Computer, Electronics & Electrical Engineering & their Applications (IC2E3). <https://doi.org/10.1109/IC2E357697.2023.10262800>
- Kouih M., Moutchou M., & ElMahjoub A.A. (2023). Optimized Design of Hybrid PV-Wind System Using HOMER – Case Study: Small Hotel in Casablanca. 2023 International Conference on Digital Age & Technological Advances for Sustainable Development (ICDATA). <https://doi.org/10.1109/ICDATA58816.2023.00027>
- Najafi M., Kiani H., Nazari M.H., Gharepetian G.B., Hosseinian S.H. & Sarbazi J. (2024). Evaluating the Non-participation Penalty in Renewable Energy Utilization to Supply a Portion of Electricity for large Industries in Iran. 2024 9th International Conference on Technology and Energy Management (ICTEM). <https://doi.org/10.1109/ICTEM60690.2024.10631920>
- Niringiyimana E., Wanquan S., Dushimimana G. & Niyigena J.B. (2023). Hybrid Renewable Energy System Design and Optimization for Developing Countries Using HOMER Pro: Case of Rwanda. 2023 7th International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA) . <https://doi.org/10.1109/ICGEA57077.2023.10125739>
- Rana A. & Grof G. (2024). Prosumer potential assessment and techno-economic feasibility analysis of rural electrification. Energy Conversion and Management: X , Volume 22, April 2024, 100542 <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100542>
- Rizk-Allah R.M., Hassan I. A., Snasel V. & Hassanien A.E. (2024) . An optimal standalone wind-photovoltaic power plant system for green hydrogen generation: Case study for hydrogen refueling station . Results in Engineering, Volume 22 . <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102234>
- Yılmaz G., Şahin M., Akyazı Ö. & Öztürk B. (2023). Şebeke Bağlantılı Hibrit Yenilenebilir Enerji Sisteminin Homer ile Ekonomik ve Çevresel Analizi: İzmir Endüstriyel Bölgesi Örneği . Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 13(3), 1090-1106 . <https://doi.org/10.31466/kfbd.1292005>