

Ev Tipi Yenilenebilir Hibrit Sistem İçin Mikro-Genetik Algoritma ile Optimal Yük Planlaması

Özay CAN, Nedim TUTKUN

Düzce Üniversitesi

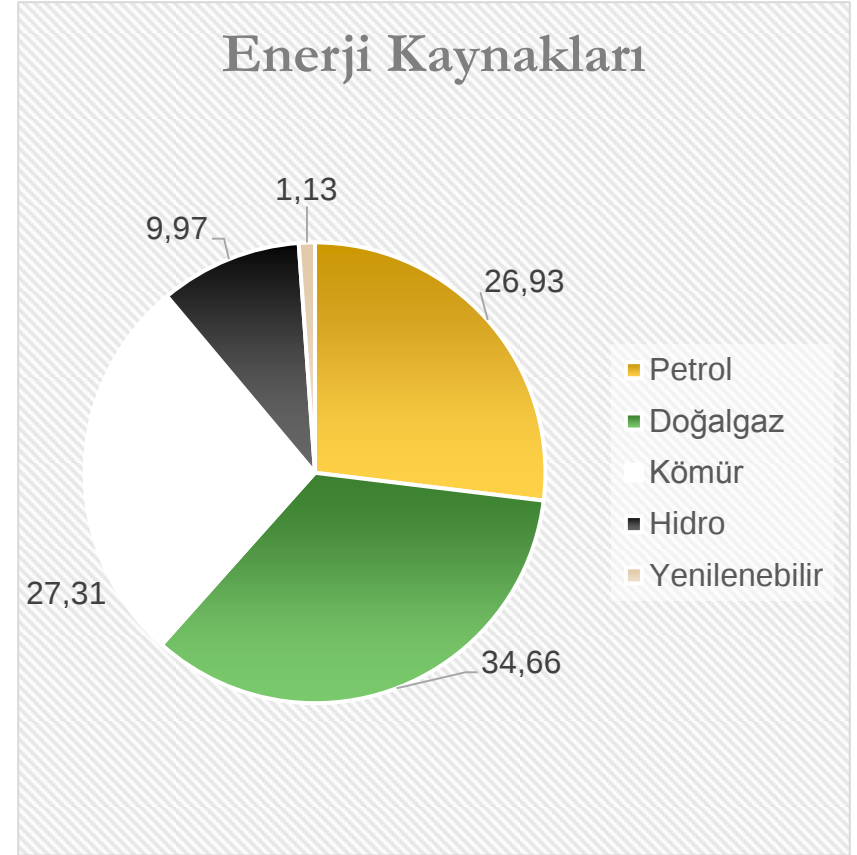
Elektrik/Elektronik Mühendisliği

Kapsam

- Giriş
- Hibrit Sistem ve Güç Planlaması
- Sonuçlar ve Tartışma
- Yorum

Giriş

- Son yıllarda ülkemizde yaşanan sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve artan nüfus insan hayatındaki en önemli ihtiyaçlardan birisi olan enerji ihtiyacında, sürekli bir artışa neden olmaktadır.
- Günümüzde, doğalgaz, petrol, kömür gibi geleneksel yakıtlar enerjinin büyük kısmını karşılamasına rağmen, bu kaynakların çevreye olumsuz yönde etkileri olmaktadır.
- Bu nedenle sınırlı güç ihtiyacının karşılanmasında alternatif kaynaklara yönelim öngörülenden daha hızlı bir şekilde artmaktadır.



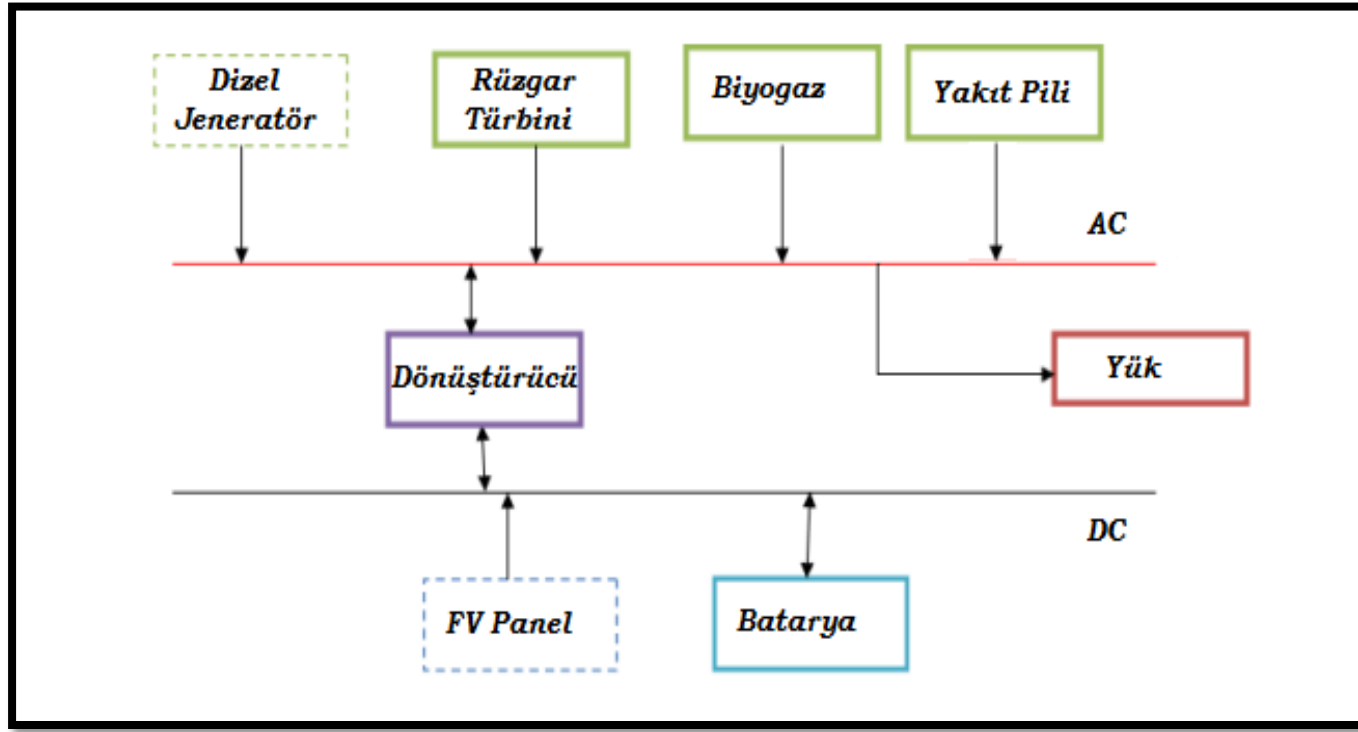
Giriş



- Türkiye özellikle güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretme noktasında zengin bir potansiyele sahiptir.
- Türkiye nüfusunun büyük çoğunluğu bağlaşımlı şebeke yapısı nedeniyle elektrik enerjisine erişim imkanına sahiptir.
- Bu şebekenin ulaşamadığı yerlerde elektrik enerjisini temin etmek için güneş ve rüzgarı esas alan yenilenebilir mikro-hibrit enerji sistemlerini kurmak mümkündür.

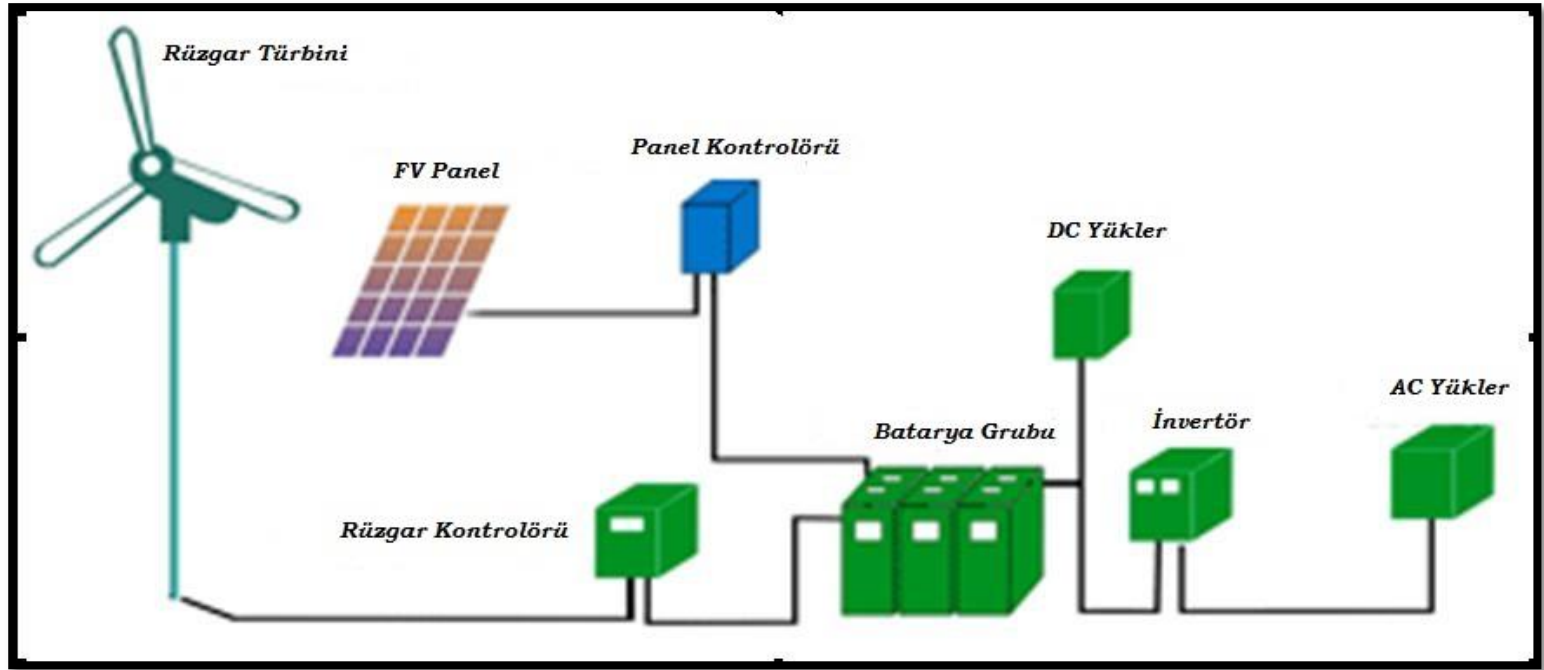
Giriş

- Hibrit sistemler genel olarak güneş panelleri, rüzgar türbinleri, yakıt pilleri, biyogaz, bataryalar, dizel jeneratörler ve yüklerden meydana gelmektedir.



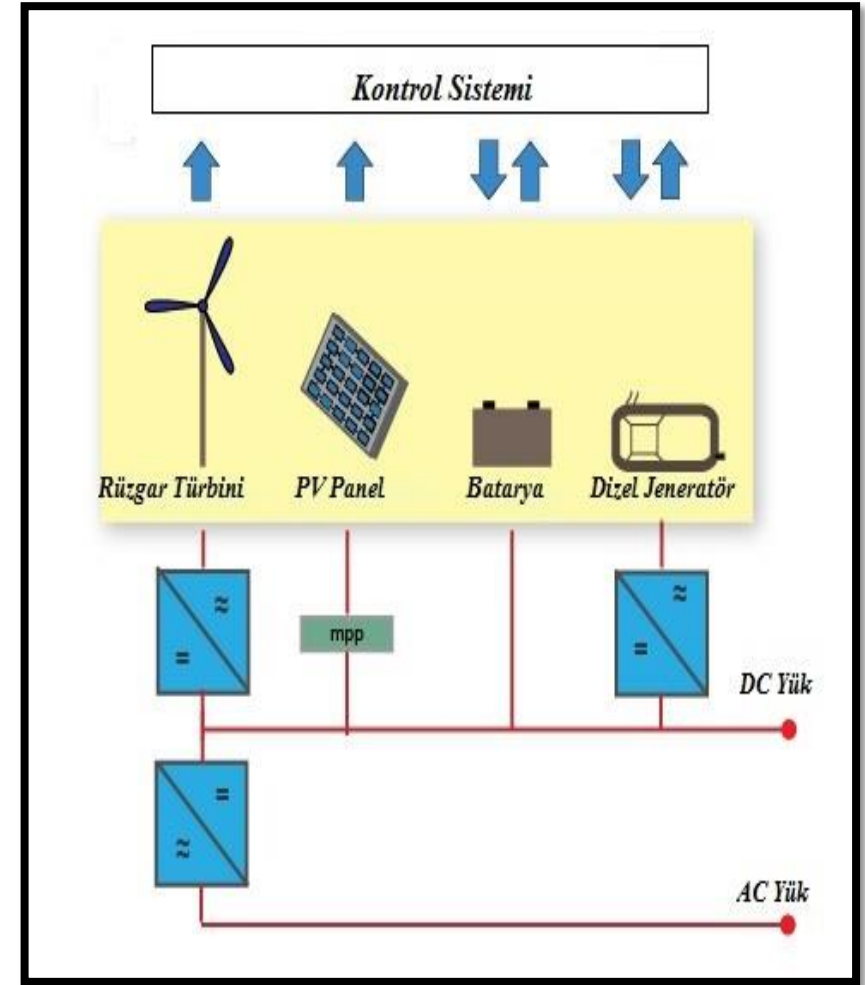
Giriş

- Ancak düşük maliyetli enerji üretimi için çok bileşenli hibrit sistem yerine daha çok rüzgar türbinleri, fotovoltaik paneller ve akülerden oluşan bir hibrit sistem tercih edilir.
- Böyle bir sistem kırsal kesimde yer alan tipik bir konutun enerji ihtiyacını sürekli olarak en az maliyetle karşılayacak şekilde dizayn edilir.



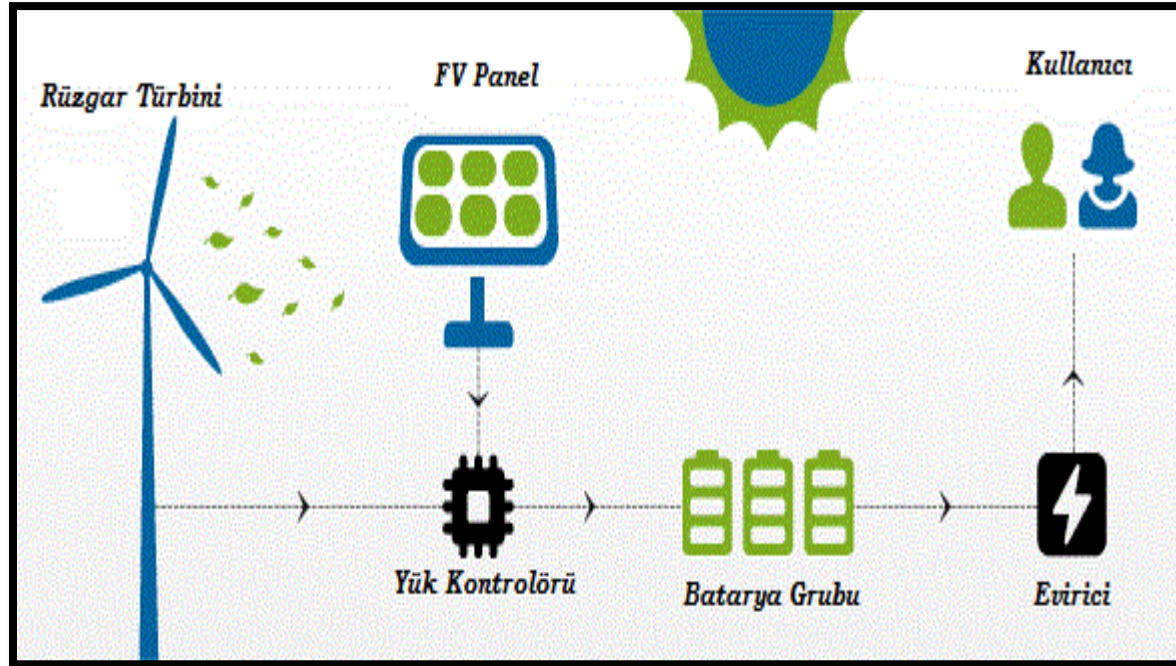
Giriş

- Rüzgar ve güneş enerjisinin düzensiz olması nedeniyle sürekli enerji temini mümkün olmayabilir.
- Böyle durumlarda aynı yükleri fire vermeden beslemek için bir dizel jeneratörün hibrit sisteme entegre edilmesi gerekir. Bu işletim maliyetiyle birlikte yatırım maliyetini de önemli ölçüde arttırır.
- Bu nedenle maliyeti daha aşağıda tutmak için sistemin beslediği yüklerin günlük saatlik periyotlarla planlanmasına gerek duyulur.



Rüzgar/FV Hibrit Sistem

Optimal güç planlamasını gerçekleştireceğimiz yenilenebilir hibrit sistemin bir benzeri şekilde gösterilmiştir. Şekilde gösterildiği üzere hibrit sistem rüzgar türbini, fotovoltaik panel ve bataryalardan meydana gelmektedir.



Rüzgar/FV Hibrit Sistem



Rüzgar/FV Hibrit Sistem



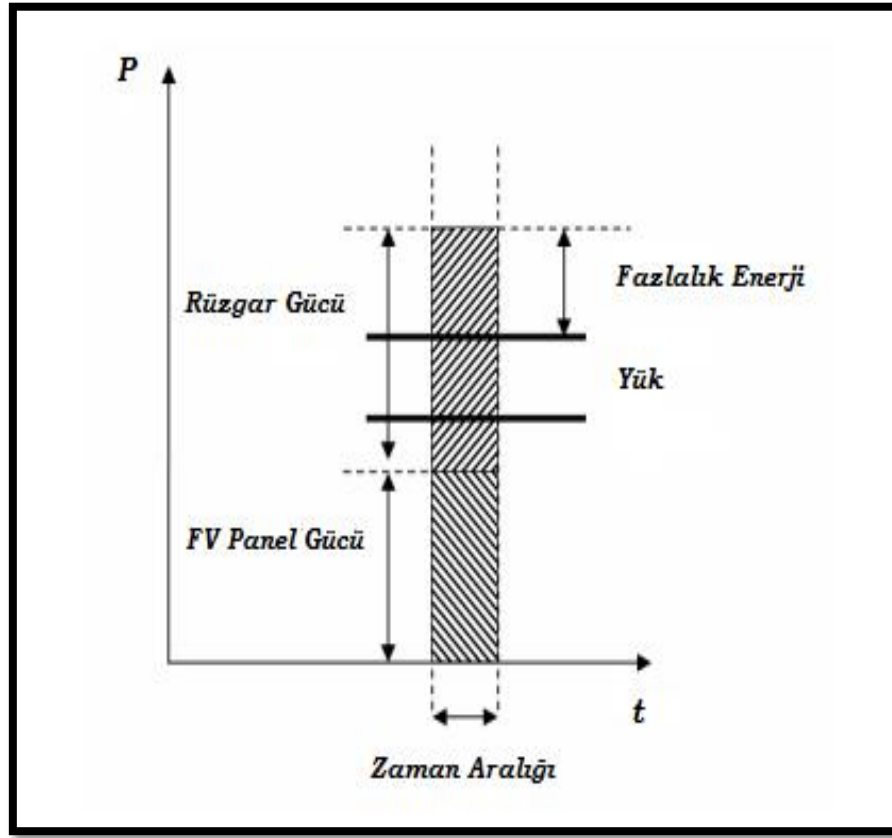
Rüzgar/FV Hibrit Sistem

Sistemdeki bataryalar üretilen enerjinin tüketilen enerjiden daha az olduğu durumlarda sistemi beslemede ihtiyaç duyulan fazla enerjinin depolanması için kullanılır. Her bir bataryanın saatlik bazda şarj ve deşarj kapasitesi 200 Wh'tir. Hibrit sistemin 3 adet çalışma modu vardır.



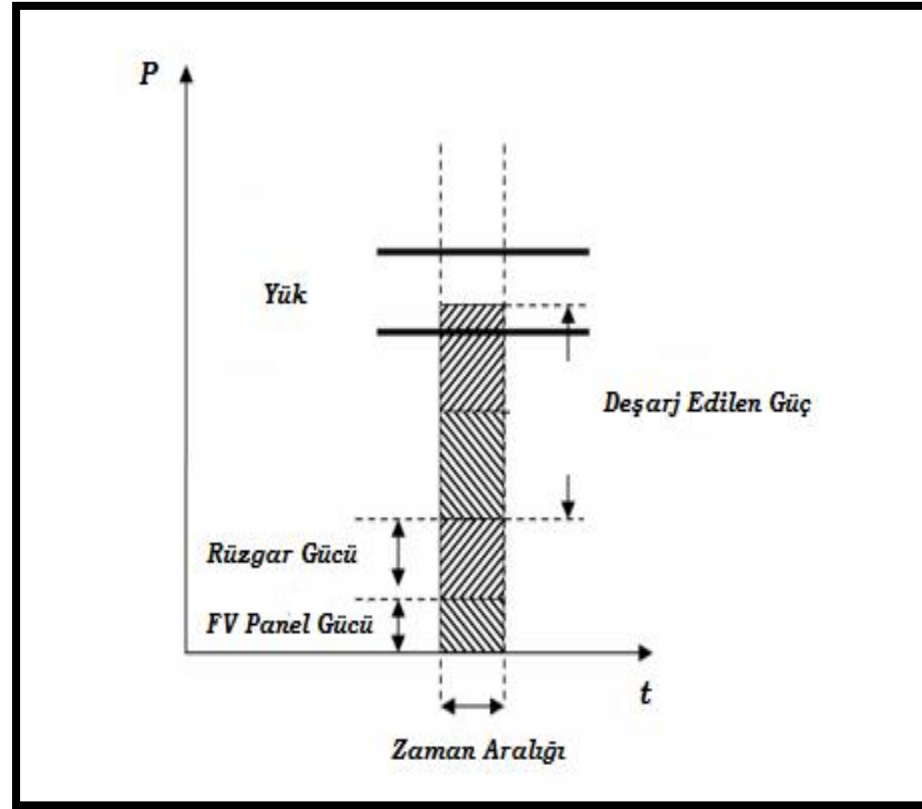
Hibrit Sistem Çalışma Modu

Birinci mod üretilen enerjinin tüketilen enerjiden fazla olması durumudur ve bu durumda fazla enerji bataryalarda depolanır.



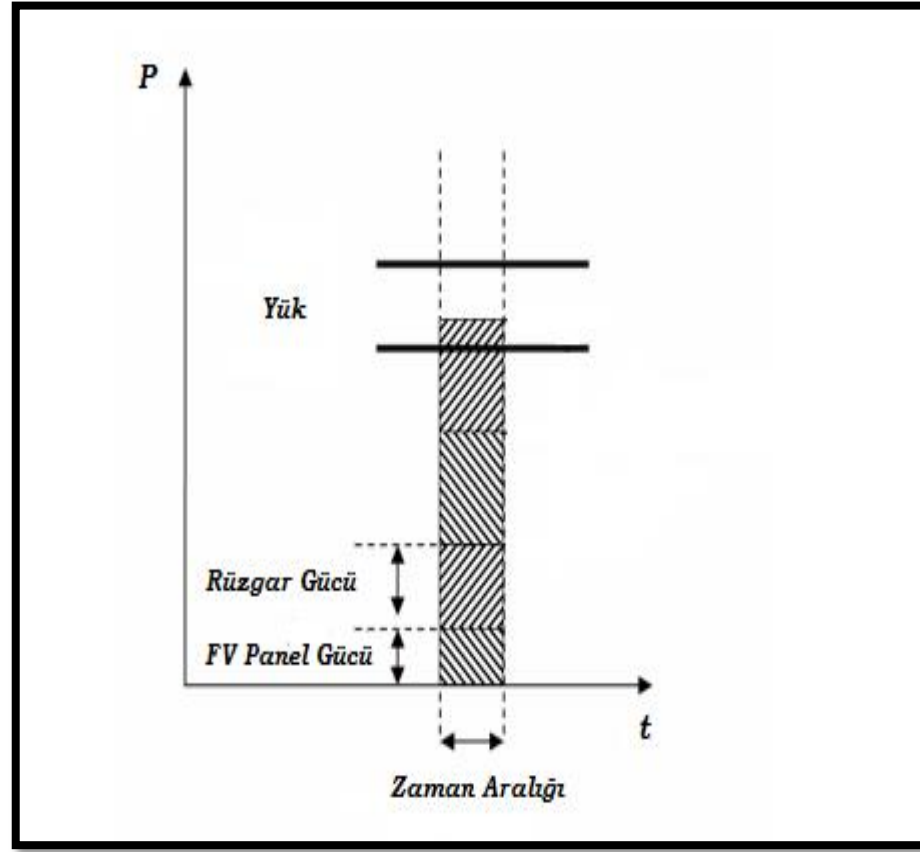
Hibrit Sistem Çalışma Modu

İkinci çalışma modunda, eğer üretilen güç yükü karşılayamayacak değerde ise bataryalarda depolanan enerji kullanılır.



Hibrit Sistem Çalışma Modu

Son olarak, üretilen güç ve depo edilen gücün yetersiz olduğu durumlarda bazı acil olmayan yükler devreden çıkarılır.



Amaç Fonksiyonu

$$M = \text{Min} \left[\Delta t \sum_{t=1}^{24} [c_w P_w(t) + c_s P_s(t) - c_c P_c(t) + c_d P_d(t) + c_u P_u(t) - c_e P_e(t)] \right]$$

- Burada; Δt periyodik zaman aralığını,
- P_w rüzgar türbini tarafından üretilen rüzgar gücünü,
- P_s fotovoltaiik paneller tarafından üretilen gücü,
- P_l yük talep gücünü,
- P_c bataryalara şarj edilen gücü,
- P_d bataryalardan deşarj edilen gücü,
- P_u eksik gücü,
- P_e fazlalık gücü ve
- P_{st} depolama gücünü ifade etmektedir.

Kısıtlar

Aşağıdaki kısıtlara bağlı olmak kaydıyla

1. $\sum_{t=1}^{24} [P_w(t) + P_s(t) + P_d(t) - P_c(t) - P_e(t) + P_u(t) - P_l(t)] = 0$
2. $P_{wmin} \leq P_w(t) \leq P_{wmak}$
3. $P_{smin} \leq P_s(t) \leq P_{smak}$
4. $P_c \leq 200 \text{ W}$
5. $P_d \leq 200 \text{ W}$
6. $P_d(t) - P_{st}(t - 1) \leq 0$
7. $P_{st}(0) = 100 \text{ W}$

Birim Maliyetler

- c_w ; rüzgar gücünün birim maliyeti: 0.1
- c_s ; güneş enerjisi gücünün birim maliyeti: 0.1
- c_c ; bataryalara şarj edilen gücün birim maliyeti: 0.1
- c_d ; bataryalardan deşarj edilen gücün birim maliyeti: 0.15
- c_u ; eksik gücün birim maliyeti: 0.4
- c_e ; fazladan üretilen gücün birim maliyeti: 0

(Birim maliyetler TL/kWh cinsinden verilmiştir.)

Mikro-Genetik Algoritma (MGA)

- Mikro GA (MGA) işleyiş açısından klasik GA'yla benzerlik göstermesine rağmen farklı olarak daha az sayıda popülasyona sahiptir.
- MGA optimizasyon probleminin olası çözümlerinden oluşan bir başlangıç popülasyonunun üretilmesiyle başlar.
- Popülasyondaki her bir olası çözüm kromozom veya string olarak isimlendirilir.
- Kromozom optimize edilmesi gereken problemin bütün özelliklerini taşır. Bu özelliklerin her biri ise gen olarak adlandırılır.

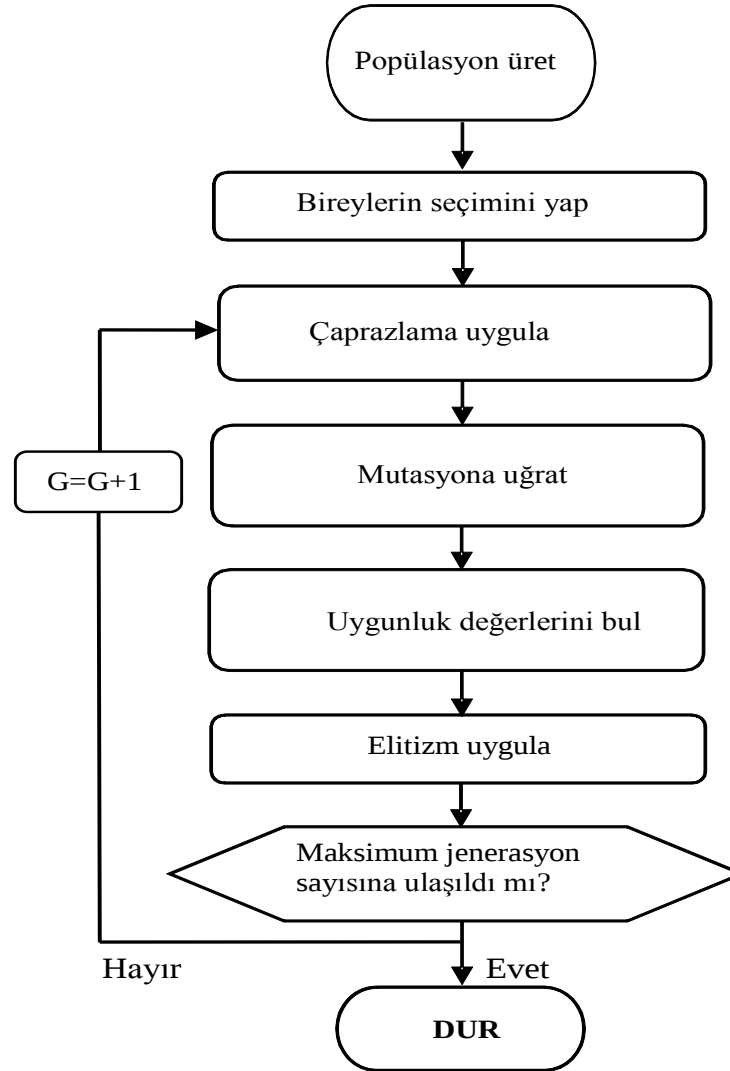
Mikro-Genetik Algoritma (MGA)

- Başlangıç popülasyonunun üretilmesinden sonra popülasyonda bulunan bütün kromozomların uygunluk değerleri amaç fonksiyonunu kullanarak elde edilen uygunluk fonksiyonu ile bulunur.
- Uygunluk fonksiyonu elde edilen sonucun hedeflenen sonuca yakınlık miktarını hesaplar.
- Uygunluk fonksiyonu sonuçlarına göre en iyi uygunluk değerine sahip kromozom çiftleri rastgelelik prensibini esas alan rulet çemberi ile belirlenir.
- Seçim operatörü ile belirlenen kromozom çiftlerine %60 olasılıklı çaprazlama operatörü uygulanarak yeni bireyler üretilir.

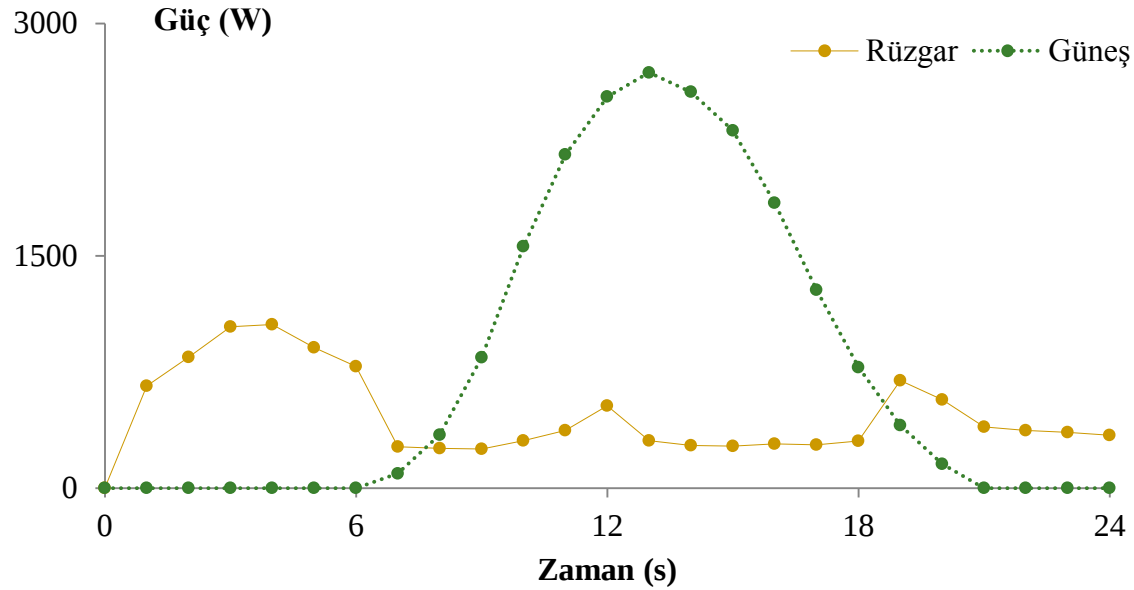
Mikro-Genetik Algoritma (MGA)

- Çaprazlama sonrasında elde edilen kromozomlar %5 olasılıkla mutasyona tabi tutulur. Bunun sonucunda mutasyona uğramış kromozomlardan farklı birkaç birey üretilir.
- Son olarak, en iyi bireyin bir sonraki jenerasyonda kaybolmasını önlemek için elitist strateji uygulanır.
- Böylece bir jenerasyon tamamlanmış olur ve durdurma kriteri sağlanıncaya kadar genetik süreç devam eder.
- Bu çalışmada, başlangıç popülasyonunda kullanılan kromozom sayısı 10, değişken sayısı 9, aritmetik çaprazlama ve düzensiz mutasyon tipi kullanılmıştır.

MGA Akış Şeması



Sonuçlar ve Tartışma



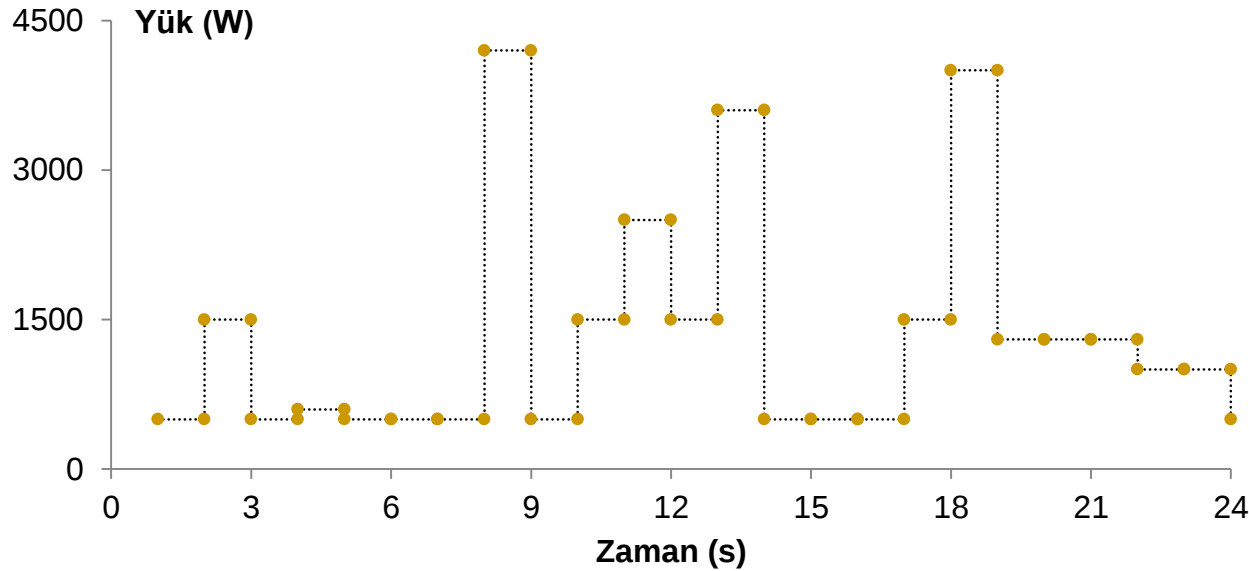
- Şekilde bir yıllık ölçümler sonucu elde edilen saatlik ortalama rüzgar gücü ve güneş enerjisi gücü değerleri gösterilmiştir.
- Bu güç değişim değerleri kullanılan rüzgar türbinleri ve fotovoltaik panellerden elde edilen değerler olup bu değişimler kullanılan türbin ve panel sayısına göre farklılık göstermektedir.

Yük Profili

CİHAZIN ADI	GÜÇ (KW)	SÜRE (SAAT)	ÇALIŞMA ARALIĞI
BULAŞIK MAK.	1	3	9-17
ÇAMAŞIR MAK.	1	2	9-12
KURUTMA MAK.	3	1	13-18
SAÇ KUR. MAK.	2	1	8-9
FIRIN	3	1	18-19
TOST MAK.	1,7	1	8-9
AYDINLATMA	0,5	6	18-24
DİZÜSTÜ BİLG.	0,1	2	18-24
TELEVİZYON	0,3	3	18-24
ELEKTRİK SÜP.	1,2	1	9-17
BUZDOLABI	0,3	24	0-24
KOMBİ	0,2	24	0-24
TOPLAM	14,3		

- Çizelgede tipik bir konutta kullanılan elektrikli aletlerin güç değerleri, günlük muhtemel çalışma süreleri ve hangi zaman dilimlerinde çalıştırılması gerektiği gösterilmiştir.
- Söz konusu elektrikli cihazların oluşturduğu yük profiline bakıldığında toplam kurulu gücün 14,3 kW olduğu görülmektedir.
- Planlamasız saatlik güç dağılımında minimum ve maksimum güç tüketimi 0,5 kW ila 4,5 kW arasında değişmektedir.

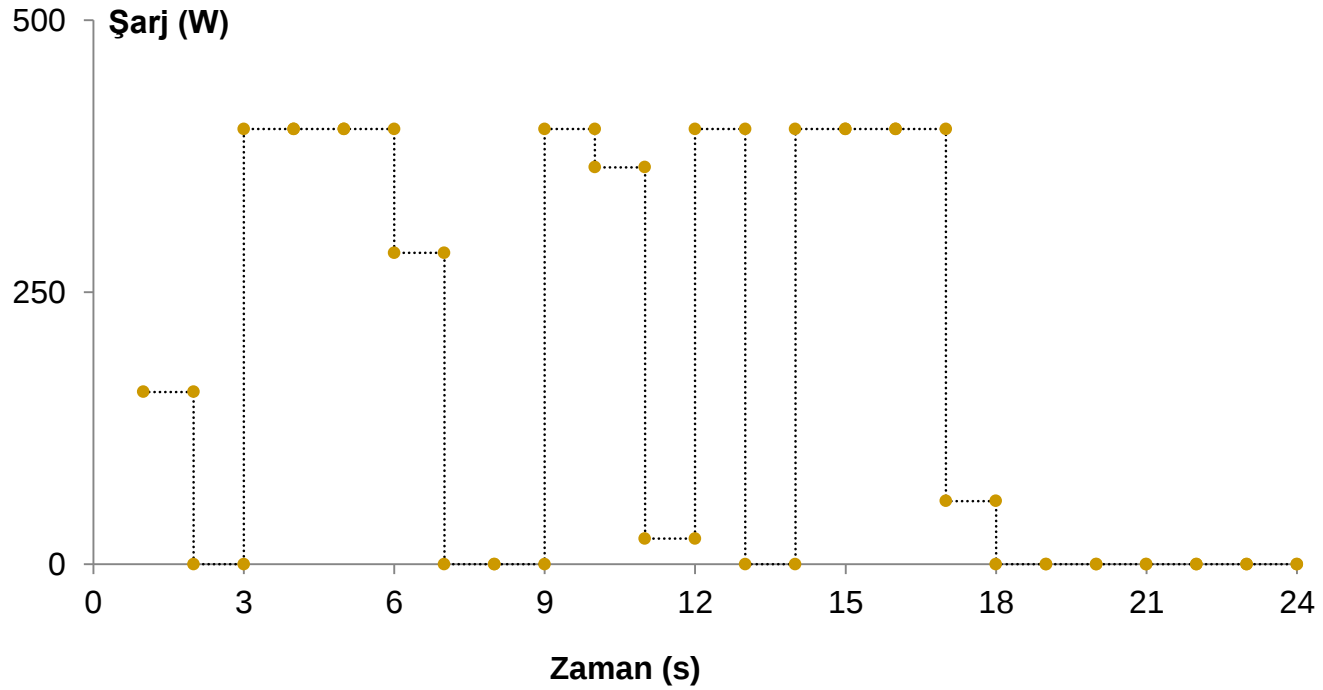
Optimal Yük Değişimi



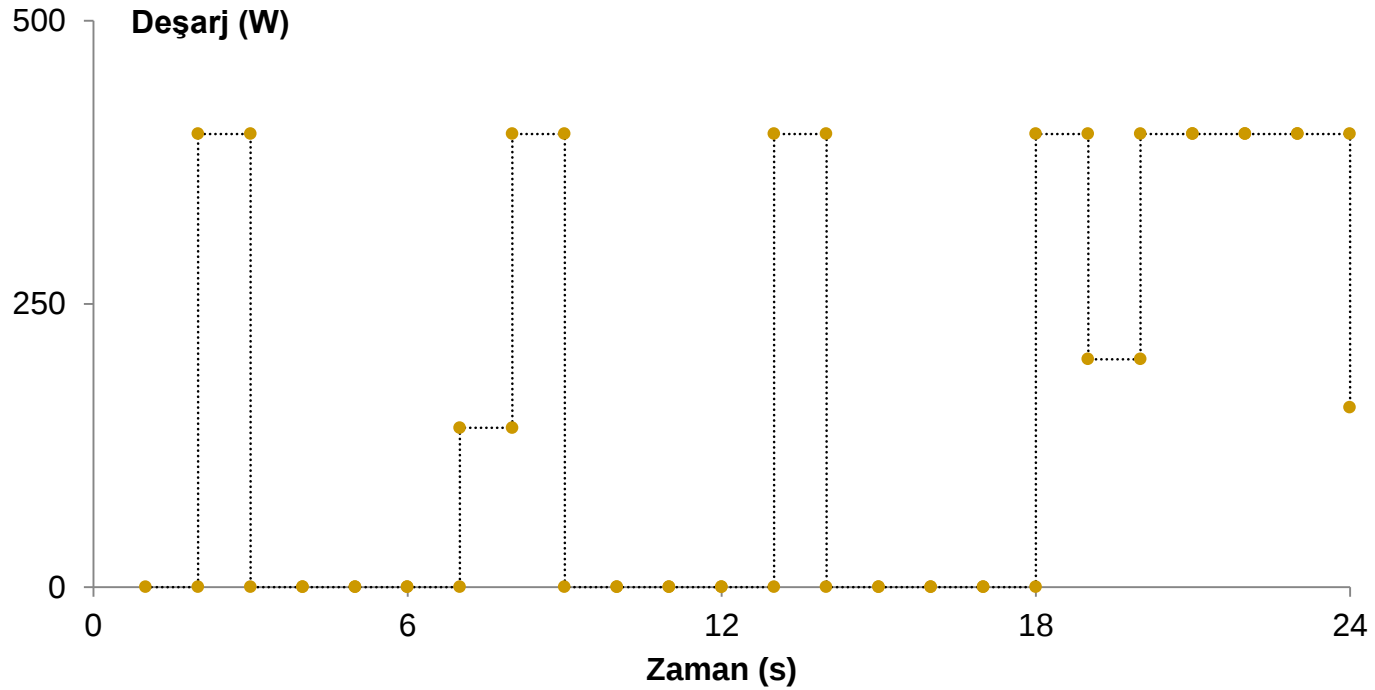
Geliştirilen MGA yazılımı 400 jenerasyon için çalıştırılmak suretiyle;

- Günlük bazda en düşük işletim maliyetini veren optimal yük dağılımı elde edilmiştir.
- Burada yükün 0,5 kW ila 4,2 kW arasında değiştiği ve en büyük tüketimin 08:00-09:00 saatleri arasında olduğu görülmektedir.

Şarj Edilen Güç



Deşarj Edilen Güç



Sonuçlar ve Tartışma

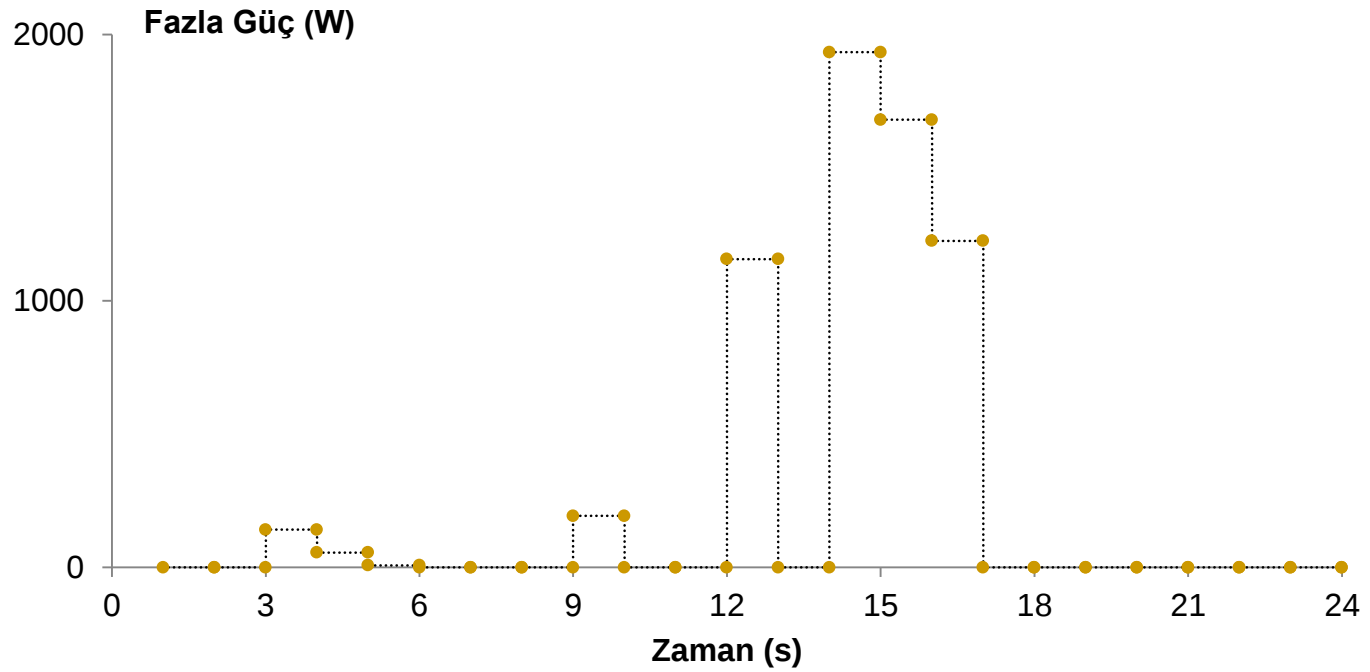
Bataryalara şarj edilen ve bataryalardan deşarj edilen güç değişimlerine bakıldığında, bataryalar

- rüzgar enerjisinin yüksek değerlerde olduğu saatlerde (03:00-06:00 ve 09:00-10:00) ve güneş enerjisinin yüksek değerlerde olduğu saatlerde (12:00-13:00 ve 14:00-17:00) tamamen şarj olurken,
- 02:00-03:00, 08:00-09:00, 13:00-14:00, 18:00-19:00 ve 20:00-24:00 saatleri arasında tamamen deşarj olmaktadır.

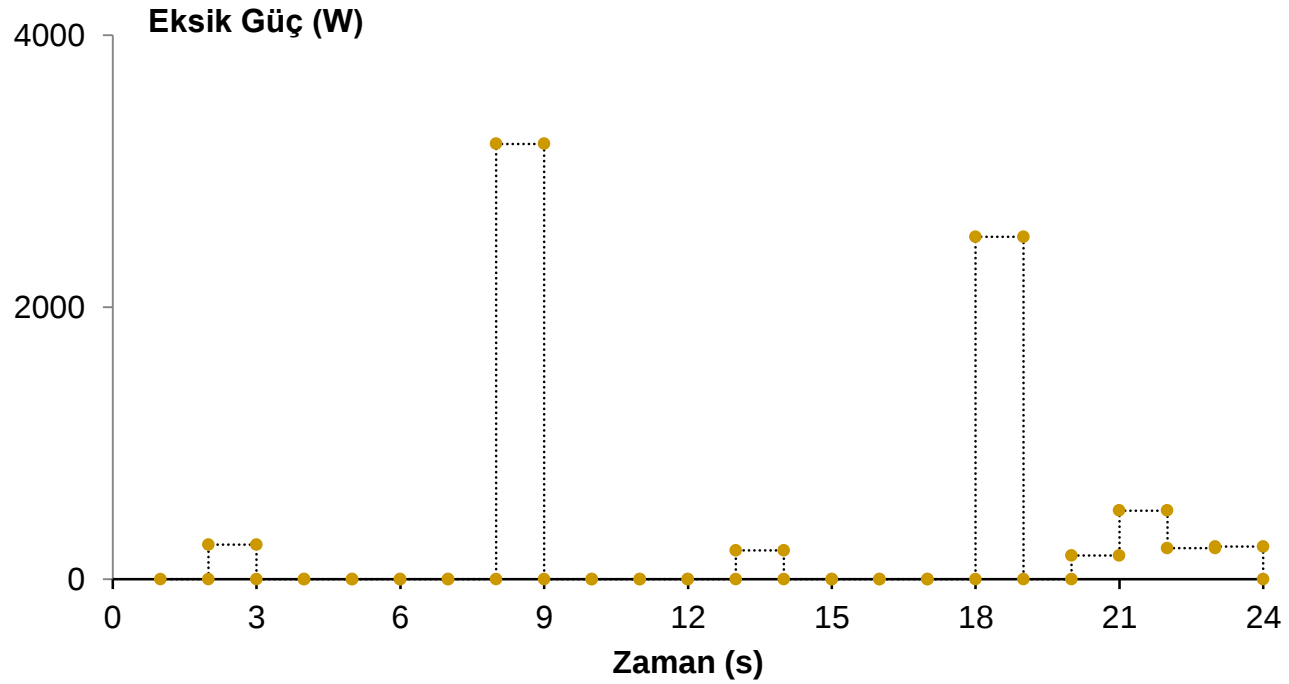
Sonuçlar ve Tartışma

- Fazladan üretilen güç değişimine bakıldığı zaman, 03:00-05:00, 09:00-10:00, 12:00-13:00 ve 14:00-17:00 saatleri arasında üretilen güç yükü karşılamaktadır ve fazladan güç oluşmaktadır.
- Eksik güç grafiğinden görüldüğü üzere, 02:00-03:00, 08:00-09:00, 13:00-14:00 ve 18:00-24:00 saatleri arasında üretilen güç ve bataryalarda depo edilen güç miktarı yükü karşılayamamaktadır.

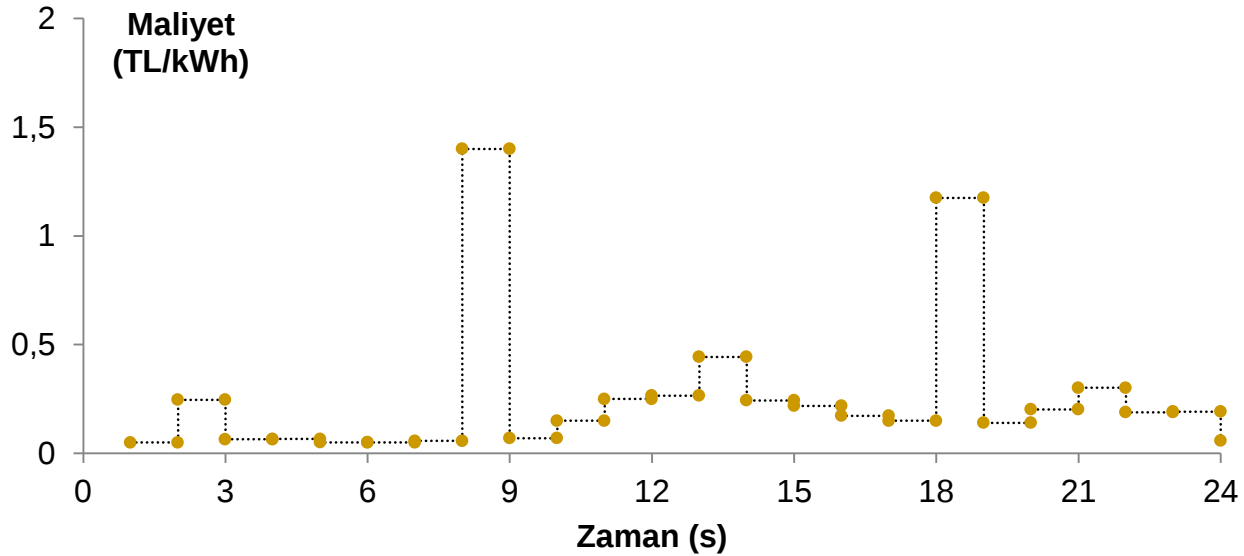
Fazla Güç



Eksik Güç



Maliyet



- Şekilde günlük bazda birim maliyet değişimini gösterilmektedir.
- Değişime bakıldığında, sistemin birim maliyeti ortalama olarak 0,26 TL/kWh.
- 08:00-09:00 ve 18:00-19:00 saatleri arasında bu saatlerdeki eksik güç nedeniyle maliyetin en yüksek değerlerine çıktığı görülmektedir.

Yorum

Bu çalışmada MGA yöntemi yardımıyla optimal güç planlaması gerçekleştirilerek;

- Sistemin işletim maliyeti yaklaşık %20 civarında azaltılmıştır.
- Gün içerisinde tüketilen yüklerin büyük çoğunluğu en az maliyetle beslenmiş, fakat belirli saatlerdeki güç eksikliği nedeniyle yükün küçük bir kısmı karşılanamamıştır.
- Kullanılan yöntem birey sayısının minimum olması nedeniyle sonuca ulaşma konusunda diğer yöntemlere oranla daha hızlı olabilmektedir.
- Aynı zamanda kullanılan zaman aralığı genişletilerek daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

TEŞEKKÜRLER