



## **Bir Kamu Binası İçin Hibrit Enerji Sistemi Fizibilitesi**

**Hayati MAMUR\*1, Mert Can YAKAR, Atakan ZERAFET**

<sup>1</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 45140, Manisa

(Alınış Tarihi: 02.12.2018, Kabul Tarihi: 20.05.2019)

\* İlgili yazar: [hayati.mamur@cbu.edu.tr](mailto:hayati.mamur@cbu.edu.tr)

### **Anahtar Kelimeler**

Yenilenebilir enerji kaynağı  
Rüzgâr enerjisi  
Güneş enerjisi  
Hibrit sistem

**Özet:** Günümüzde bir binanın elektrik enerjisi ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanabilirliğinin belirlenmesi sıcak bir çalışma alanıdır. Bu çalışmada, bir kamu binası olan Kozlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nin (Kozlu EML) güneş ve rüzgâr yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik ihtiyacının karşılanması için bir fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. İlk olarak seçilen kamu binasının yıllık elektrik enerjisi giderleri, maksimum ve minimum elektrik enerjisi harcanan aylar ve yıllık ortalama enerji harcaması hesaplanmıştır. Daha sonra da rüzgâr ve güneş hibrit şebeke bağlantılı yenilenebilir enerji kaynağı sisteminin kurulması için analizler yapılmıştır. Analizler normal hesaplamalar ile yapıldıktan sonra detaylı hesaplamalar için HOMER programı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, 36 kW rüzgâr türbini ve 23 kW güneş panelli şebeke bağlantılı hibrit yenilenebilir enerji sisteminin Kozlu EML'nin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabileceği belirlenmiştir. Bu durumda Aralık ayında elektrik enerjisinin bir kısmı şebekeden satın alınırken, diğer aylarda şebekeye elektrik enerjisi verebileceği tespit edilmiştir. Bunların sonucunda da kurulan sistemin 7,8 yıl sonra kendini amorti edebileceği belirlenmiştir.

## **Hybrid Renewable Energy System Feasibility For A Public Building**

### **Keywords**

Renewable energy resource  
Wind energy  
Solar panel  
Hybrid system

**Abstract:** Today, determining the feasibility of a building's electricity energy with renewable energy sources is a hot field of study. In this study, a feasibility study was conducted in order to meet the electricity needs of solar and wind renewable energy resources of Kozlu Vocational and Technical Anatolian High School (Kozlu EML) which is a public building. Firstly, annual electricity energy expenses, maximum and minimum electricity energy spent months and annual average energy expenditure of the selected public building were calculated. Afterwards, analyses were carried out to establish a renewable energy source system connected to the wind and solar hybrid grid. HOMER program was used for detailed calculations. As a result of the analyses, it has been determined that the hybrid renewable energy system with 36 kW wind turbine and 23 kW solar panel grid can meet the electrical energy demand of Kozlu EML. In this case, it was determined that while some of the electricity energy was purchased from the network in December, it could supply electricity to the grid in other months. As a result, it was determined that the installed system would pay off itself after 7.8 years.

### **1. Giriş**

Enerjiye olan ihtiyacın hızla artmasıyla birlikte enerji kaynaklarının ileri bir zamanda tükenmesi kaçınılmazdır. Fosil yakıtlı geleneksel enerji kaynaklarının sürekli kullanılması zararlı sera gazı salınımlarının artmasına neden

olmaktadır. Bu fosil yakıtlı enerji kaynakları ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması sürdürülebilir bir çevre ve enerji politikaları için gereklidir. Ayrıca bu durum enerji çeşitliliğini de arttıracaktır (Balamurugan vd., 2009; Bauwens, 2016).

Rüzgâr ve güneş enerji sistemleri şebekeye bağlı veya bağlantısız olarak elektrik enerji üretimi yapabilirler (Mamur, 2015). Şebekeden bağımsız çalışan güneş enerji sistemleri çıkış gerilimlerinin doğru akım olmasından dolayı doğru akım (DA) yükleri direkt olarak besleyebilirler. Eviriciler yardımıyla da alternatif akım (AA) yüklere enerji sağlarlar. Verimleri de %30'ların altındadır (Kabul ve Yaşar, 2014).

Rüzgâr enerjisi sistemleri ise genellikle AA çıkış gerilimine sahiptirler ancak yine dönüştürücüler yardımıyla DA'ya daha sonra da AA'ya çevrilerek cihazları beslerler (Wagh ve Walke, 2017; Özcan, 2009; Güven, 2016). Verim değerleri de %35'lerin altındadır.

Bir binanın veya konutun elektrik ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı özendirilmektedir. Bu konuda yönetmelikler çıkarılmaktadır. Bu bakımdan, yenilenebilir enerji kaynağı olarak da rüzgâr ve güneş enerji kaynaklarının birlikte kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır (Şenol ve Musayev, 2017). Çünkü eğer yalnız güneş enerji kaynağı kullanılsa geceleri elektrik enerjisi üretimi yapılamayacak ve sistemde bulunan akü grubunun enerjisi harcanacaktır (Kabul ve Yaşar, 2017). Rüzgâr enerji çevrim sistemlerinin kullanımı ile birlikte elektrik enerjisi üretiminin sürekliliği sağlanmaktadır. Rüzgâr olduğunda geceleri ve gündüzleri de rüzgâr türbinlerinden faydalanılmaktadır (Fathima ve Palanisamy, 2015; Harish ve Kumar, 2016).

Hibrit yenilenebilir enerji kaynakları ile konutların veya belirli bir gölgedeki yerleşim alanının elektrik enerjisinin sağlanması için fizibilite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, Özcan (2009) yük olarak belirlediği Gebze'de bulunan bir fabrikanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak şebeke bağlantılı örnek bir hibrit enerji sisteminin modellenmesini ve analizini gerçekleştirmiştir. Uysal (2011) Selçuk Üniversitesi Kampüs alanı içerisinde, rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisinin analizi yapmıştır. Ata ve ark. (2015) kampüslerinde bulunan KYK binasının elektrik enerjisi ihtiyacının hibrit enerji sistemi tarafından karşılanabilmesi için gerekli hesaplamaları ve analizleri yapmışlardır. 1 MW rüzgâr türbininin 70 m kule yüksekliğine kurulması durumunda yapılan hesaplama ve analizlerden, ortalama rüzgâr hızının 6,8 m/s ve yıllık enerji üretiminin 3.015,216 kWh olacağını hesaplamışlardır.

Bu çalışmanın amacı, yük olarak belirlenen Kozlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinin (Kozlu EML) elektrik enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş ve rüzgâr enerjisi ile karşılanması için bir fizibilite çalışması yapmaktır. Bunun gerçekleştirilmesi için HOMER hibrit yenilenebilir enerji analiz programından yararlanılmıştır. Bu program ile şebeke bağlantılı örnek bir rüzgâr-güneş hibrit enerji sisteminin modellenmesi, benzetimi ve iyileştirmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre seçilen kamu binasının rüzgâr-güneş yenilenebilir enerji kaynakları ile 7,8 yılda kendi yatırımını karşılayacağı daha sonra kazanca geçileceği belirlenmiştir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde genel bir giriş yapıldıktan sonra, ikinci bölümünde kullanılan materyal ve metotlara değinilmiştir. Üçüncü bölümünde de elde edilen bulgular sunularak bu sonuçlar hakkında yorumlar yapılmıştır. Son olarak da dördüncü bölümde sonuçlar verilmiştir.

## 2. Materyal ve Metotlar

Öncelikle, Zonguldak Kozlu EML'nin fiziki özellikleri araştırılarak yapı planları incelenmiştir. Bu sayede okul binasının enerji verimliliği etüdü çalışmasına altyapı hazırlanmıştır. Bu kamu binasına ait bir yılın elektrik enerjisi tüketimleri incelendiğinde Kasım-Mart ayları arasındaki dönemde yoğunluğun arttığı gözlemlenmiştir. Okula ait bir yıllık elektrik tüketim değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

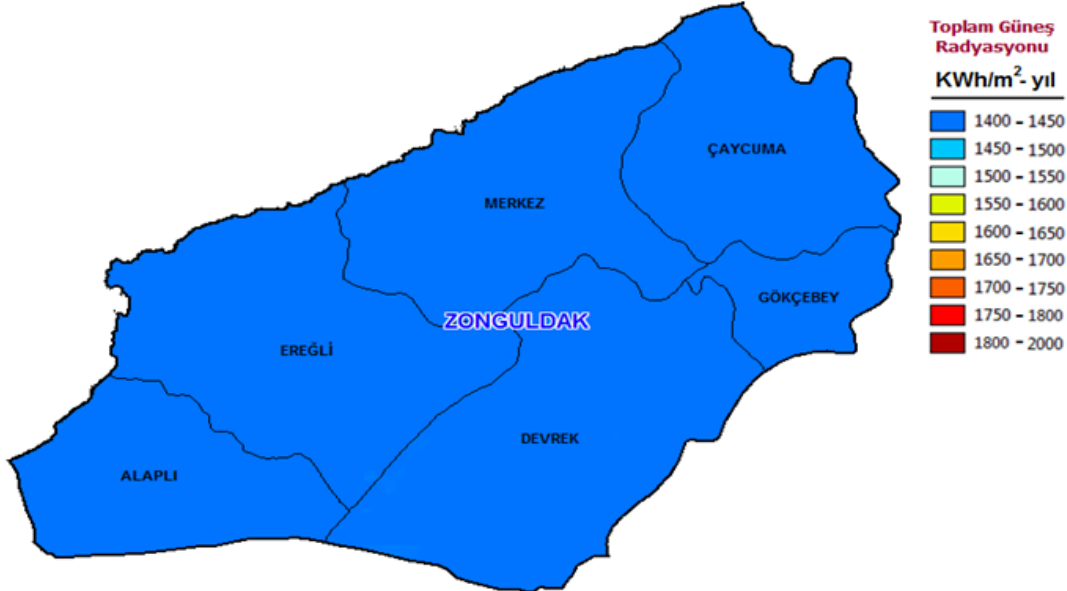
**Tablo 1.** Kozlu EML'nin Mart 2016 ve Şubat 2017 tarihleri arasındaki elektrik enerjisi tüketimi (Kozlu EML electricity consumption)

Fatura tarihi	Elektrik Tüketimi (kWh)	Fatura Tutarı (₺)
Ocak	5.791	2.432,22
Şubat	6.198	2.603,16
Mart	5.404	2.269,68
Nisan	3.259	1.368,78
Mayıs	2.694	1.131,48

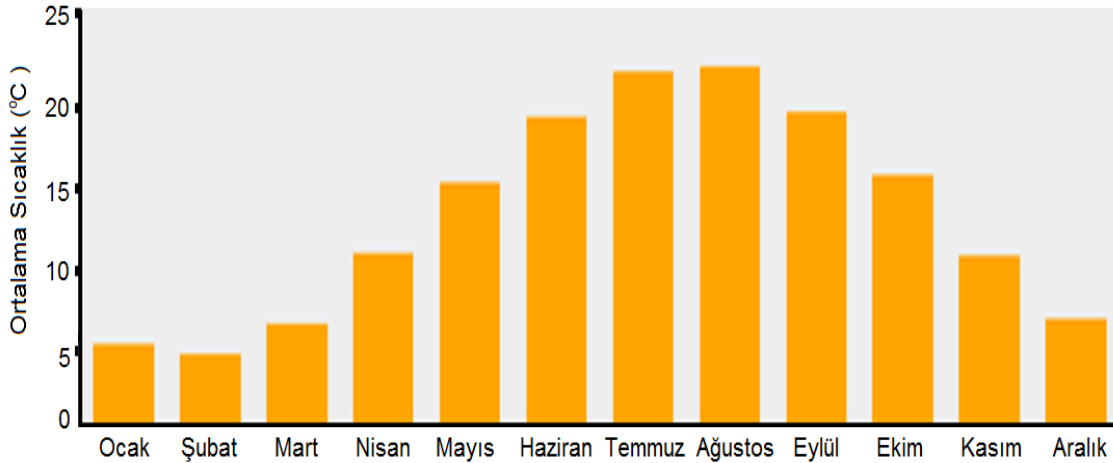
Haziran	1.662	698,04
Temmuz	480	201,6
Ağustos	520	218,4
Eylül	567	238,14
Ekim	2.526	1.060,92
Kasım	5.714	2.399,88
Aralık	9.638	4.047,96
<b>Toplam Tutar</b>	<b>44.453</b>	<b>18.670,26</b>

Güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için önemli faktörlerden biri güneşlenme süreleridir. Zonguldak ilinin ortalama güneş radyasyon değeri 3,67 kWh/m<sup>2</sup>-gün iken ortalama güneşlenme süresi ise 6,51 sa. olmaktadır. Şekil 1'de Zonguldak iline ait güneş radyasyon haritası sunulmuştur. Bu verilere göre Zonguldak ilinde 1400-1450 kWh/m<sup>2</sup> güneş radyasyonunun olduğu belirlenmiştir.

Yine güneş enerjisi değerlerinin hesaplamasında kullanılacak olan Zonguldak iline ait aylık ortalama sıcaklık değerleri de Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün internet sitesinden alınmış ve bu veriler de Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu verilere göre de en yüksek ortalama sıcaklıkların Temmuz ve Ağustos aylarında yaklaşık 20°C olduğu görülmektedir.



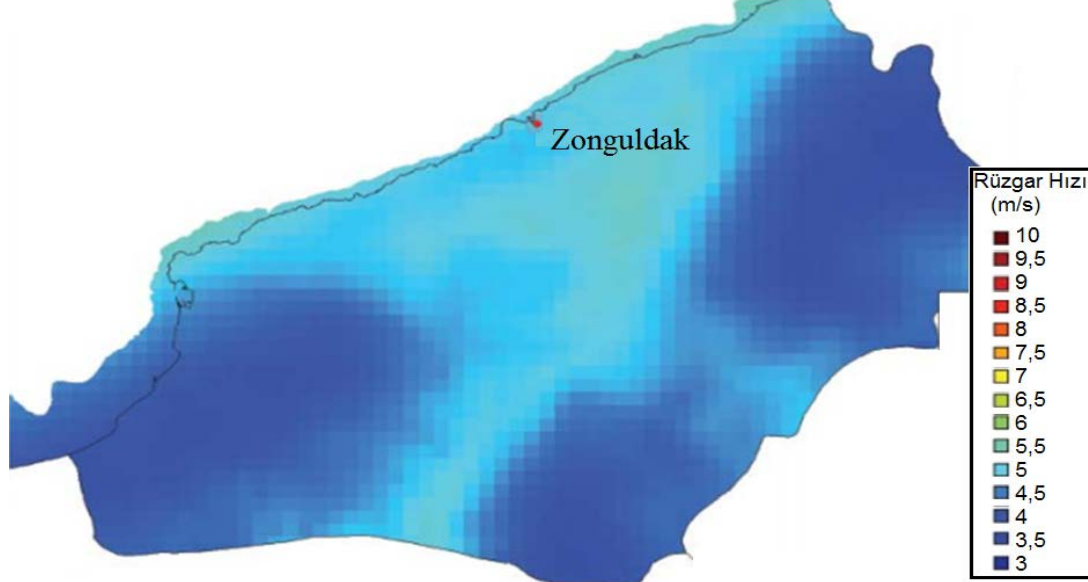
Şekil 1. Zonguldak iline ait güneş radyasyon haritası (Solar radiation map of Zonguldak).



Şekil 2. Zonguldak iline ait aylık ortalama sıcaklık grafiği (The average annual temperature in Zonguldak).

NASA Surface verilerine göre Zonguldak iline ait 50 m yükseklikteki rüzgâr verileri belirlenmiştir. Bu veriler Şekil 3'te sunulmuştur. Bu sonuçlara göre 50 m yükseklikteki ortalama rüzgâr hızı 5,91 m/s'dir. Kozlu ilçesi ortalama rüzgâr hızı, rüzgâr haritası dikkate alındığında yaklaşık 5-6 m/s aralığında olduğu görülmüştür. Ekonomik bir rüzgâr enerji santral yatırımı için 7 m/s üzerinde rüzgâr hızı gerekmektedir (Li ve Chen, 2008).

Yine Zonguldak iline ait ortalama rüzgâr hızı verileri de Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu tablodaki rüzgâr hızı değerlerine dikkat edildiğinde en yüksek ortalama rüzgâr hızı değerlerinin Ocak ayında olduğu görülmektedir. En düşük ortalama rüzgâr hızı değerlerinin de Nisan ayında olduğu dikkate çarpmaktadır.



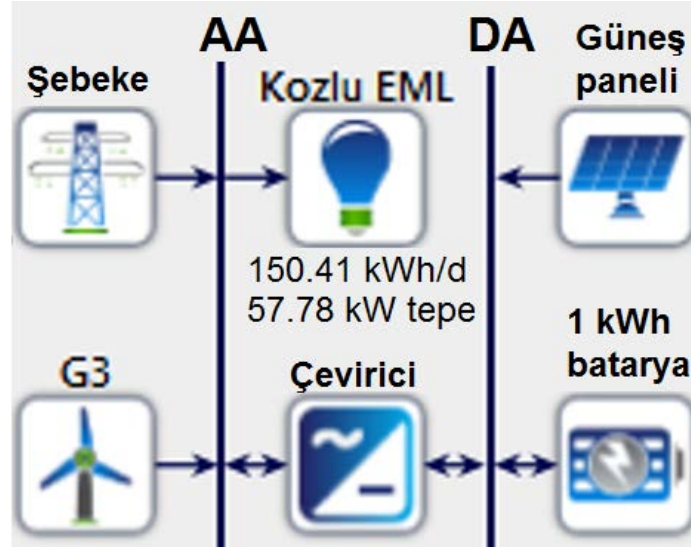
Şekil 3. 50 m için Zonguldak iline ait rüzgâr hızı dağılımı (Wind speed distribution of Zonguldak province for 50 m)

Tablo 2. Zonguldak ili için aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri (Average monthly wind speed values for Zonguldak)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(m/sn.)	7,1	6,6	5,9	5	4,9	4,6	5,4	5,8	5,6	5,9	6,3	6,9

Kozlu ilçesine tek başına kurulacak bir rüzgâr enerji santrali ekonomik olmadığından hibrit bir sistem üzerinde çalışma yapılmıştır. Kozlu EML Tablo 1'deki 2016-2017 yılındaki elektrik enerjisi tüketimleri incelendiğinde en fazla enerji tüketiminin Aralık ayında olduğu gözükmektedir. Aralık ayı ve düşük tüketimli yaz ayları ortalama elektrik enerjisi hesabının dışında tutulduğunda ortalama tüketimin 4512 kWh olduğu bulunmuştur. Bu ortalama değer üstünde kalan aylardaki enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için şebeke bağlantısı yapılması gerektiği öngörülmüştür. Bu hesaplama sonucunda ve gerçekleştirilen fizibilite raporuna göre; 23 kW fotovoltaik güç sistemi ile 36 kW gücünde bir rüzgâr türbini kurulmasının uygun olacağı ortaya çıkmıştır. Ayrıca Kozlu EML çatı uygulamalı olarak 23 kWh gücünde bir fotovoltaik güç sistemi kurulması planlanmıştır. Tasarlanan sistemin sematik yapısı Şekil 4'de verilmiştir.

HOMER programında çatı uygulamalı olarak kullanılacak toplamda 23 kW'lık her biri 250 W gücünde olan 92 tane Generic marka düz güneş panelinin her birinin panel verimi %16'dır. Güneş panelinin ömrünün 25 yıl ve tehdit faktörünün de %80 olduğu programda tanımlanmıştır. Ayrıca 1 kW'lık elektrik kapasitesinin birim fiyatı 2288 ₺ olarak hesaplanmış ve girilmiştir. Aynı değer yerine konulmasında da 2288 ₺ girilmiştir. Yıllık bakım maliyeti 35 ₺ olarak tespit edilmiştir. Kurulacak olan hibrit sistemde diğer elemanlarla farklı kapasiteli panelleri birleştirmek için araştırma kısmına 10, 13, 17, 20 ve 23 kW değerleri girilmiştir. Burada amaç bu panel kapasitelerinden hangisinin daha karlı olacağına ya da sisteme yeteceğine karar verebilmektir.



Şekil 4. Tasarlanan sistem (The designed system)

Elektrik hattı kısmında sistem çıkış gücü tipi olarak DA seçilmiştir. HOMER tam bu noktada AA iletim hattının beslenebilmesi için DA çıkışını AA'ya dönüştüren bir çevirici eklenmesi gerektiğini öneriler kısmında gösterir. Çevirici için Generic marka, 1 kW için 792 ₺ fiyatında, yerine koyma fiyatı 792 ₺ olan, 15 yıllık ömür biçilen verimliliği %90 olan çevirici verileri kullanılmıştır. En iyi maliyetin belirlenmesi için de programda araştırma kısmına 5, 10, 15 ve 20 değerleri girilmiştir. Yıllık bakım maliyeti 35 ₺ kaydedilmiştir.

HOMER programı kullanılarak 36 kW güce sahip rüzgâr türbini verilerinin girişi yapılmıştır. Rüzgâr türbini olarak Generik marka 3 kW'lık rüzgâr türbini seçilmiştir. Bir tanesinin maliyeti 7 bin 40 ₺ olarak hem maliyet kısmına hem de yerine tekrar koyma kısmına girilmiştir. Yıllık bakım maliyeti de 350 ₺ olarak kaydedilmiştir. Bunların ömrü 20 yıl, kurulacak kule yüksekliği 17 m'dir. En iyi maliyetin belirlenebilmesi için programda araştırma bölümüne 8, 9, 10, 11 ve 12 yazılmıştır. Bu türbinlerin teknik özellikleri şu şekildedir: 3 kanatlı, en iyi çalışma hızı 15 m/sn., elektrik enerjisi üretimine başlama hızı 4 m/sn., devreden çıkma rüzgâr hızı 24 m/sn., kapasite faktörü de %14,23'dir. Buna göre bu rüzgâr türbininden yıllık olarak alınabilecek güç değeri 44260,9 kWh/yıl olarak bulunmuştur.

Fazla enerjiyi sonradan kullanım için depolayacak batarya grubu tanımlaması HOMER programında yapılmıştır. Yine internette yapılan güncel fiyat araştırmaları sonucunda 1 kW'lık birim kapasite değeri için 1284 ₺ fiyat değeri, geri koyma fiyatı 1284 ₺ ve bakım maliyeti de 352 ₺ olarak belirlenmiştir. En iyi ekonomik değerlerin bulunması için araştırma kısmına da 3, 5 ve 7 kW değerleri yazılmıştır.

Kozlu EML'nin enerji gereksinimi yazın düşük, kış aylarında yüksek olduğundan sistem şebekeye bağlandığında enerji fazlası şebekeye satılarak gelir elde edilebilir. Yıllık enerji tüketim ortalamasının üstünde olan kış aylarında ve tepe ay olan Aralık ayında şebekeden elektrik satın alınarak ihtiyaç giderilebilir. Şebeke güç fiyatı 0,42 ₺/kWh ve şebeke geri fiyatı 0,26 ₺/kWh olarak ve net satın alma da yıllık olarak hesaplanması için HOMER programında tanımlanmıştır.

Tüm donanımlar sisteme eklendiğinde şematik yapı elde edilmiştir. Tasarlanan rüzgâr-güneş hibrit yenilenebilir enerji sisteminde fotovoltaik paneller DA baraları beslerken rüzgâr türbinleri de AA baralarını beslemektedir. DA-AA baraları arasında bir çevirici sistemi düşünülmüştür. Kozlu EML'nin beslemesi de AA baraları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca güneş paneli sisteminden elde edilen fazla enerjinin depolanması için bir batarya grubuna da yer verilmiştir. Üretilen enerjinin fazlası da şebeke bağlantısı ile enterkonnekte sisteme verileceği hesaba katılmıştır.

HOMER programı araştırma kısmında girilen türbin, panel, çevirici ve batarya değerlerini dikkate alarak en iyi sonuçlardan duyarlılık vakalarına göre 600 tane sonuç bulmuştur. Bu sonuçlardan en ekonomik olanı seçilmiştir. Bunun sonucunda kurulan hibrit sistemdeki elemanların verimlilikleri, şebekenin yıl boyunca her ay satın aldığı ve sattığı enerji miktarı, sistemin önümüzdeki 25 yıl boyunca aylık gider grafiği kesin değerlerle belirlenmiştir. Dahası hibrit enerji sisteminin doğaya ne kadar zararlı salınım yaptığı yine bu programda tespit edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

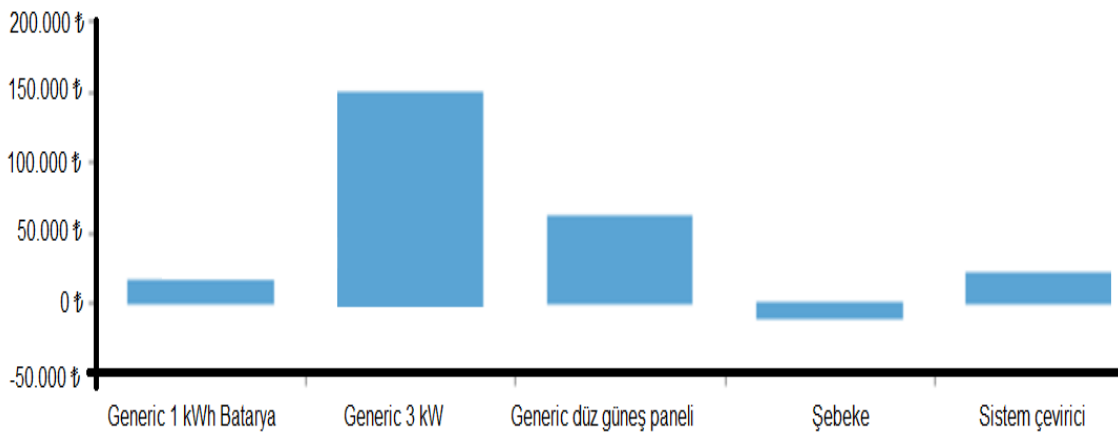
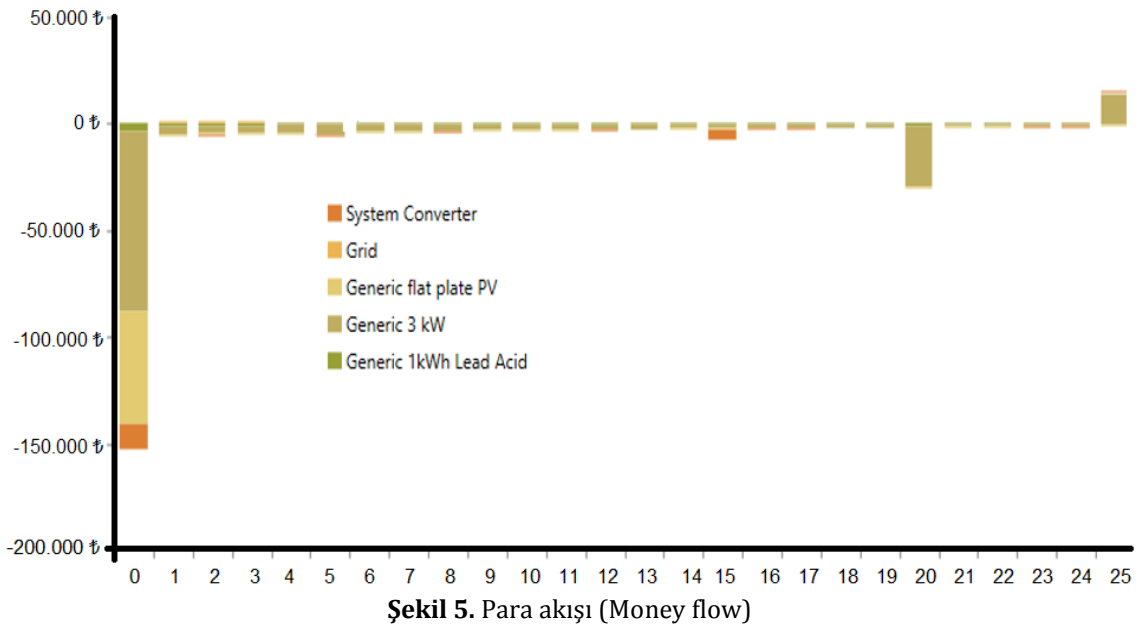
Kozlu EML'den alınan son on iki aylık elektrik enerjisi tüketim değerleri üzerinde analiz yapılarak hafta içi ve hafta sonu olmak üzere saatlik yük değerlerine ulaşılmıştır. Bu analiz çalışmasında öğrenci ve personelin okulda olduğu 08.00–20.00 saatleri için aylık toplam elektrik tüketiminin %82'sinin harcandığı öngörülmüştür. Gece 20.00–08.00 için ise bu oranın %10 olabileceği düşünülmüştür. Hafta sonu için belirlenen oran ise %8'dir.

HOMER programı ile en iyileştirmesi yapılan sistemin para akışı Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil 5'deki grafik 25 yıllık zaman dilimindeki para akışını göstermektedir. Bu grafiğe göre kurulumu yapılan sistemin ilk yıl gideri 152.836 ₺ olmuştur. Bununla birlikte Şekil 6'da da en iyileştirilen sistemin maliyet özet analiz değerleri verilmiştir. Burada sistemin en yüksek maliyetini rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri oluşturmuştur. Tablo 3'de de bu maliyet özet analizlerinin detayları sunulmuştur.

Şebeke bağlantısı olmadan hibrit enerji kurulumu tercih edilseydi, kurulum için gereken maliyet daha da fazla olacaktır. Yıllık net şebekeye satılan enerji yani şebekenin sisteme dâhil edilmesiyle elde edilen kazanç değeri yıllık 861,61 TL olmuştur.

Şebekeye verilen ve şebekeden alınan elektrik enerji miktarı Tablo 4'de detayları ile sunulmuştur. Kurulumda kullanılan 15 kW değerlikli çevirici için analizler incelendiğinde kapasite faktörünün %21,9 olduğu görülmüştür. Güneş panelleri için analizlerde ortalama çıkış gücünün 3,58 kW, ortalama günlük çıkış gücü 85,9 kWh/gün belirlenmiştir. Kapasite faktörü %15,6 olup 1 yıllık toplam enerji üretimi ise 31,367 kWh/yıl'dır.

Diğer taraftan rüzgâr türbininin duyarlılık sonuçlarındaki analiz değerlendirmelerine göre ortalama güç çıkışı 5,12 kW, kapasite faktörü %14,2 ve yıllık toplam üretim 44.880 kWh/yıl değerinde belirlenmiştir.



**Tablo 3.** Maliyet özet analizlerinin detayları (Details of cost summary analysis)

Donanım	Maliyet (₺)	Yerine koyma (₺)	İyileştirme ve bakım (₺)	Kurtarma ücreti (₺)	Toplam (₺)
Generic 1 kWh batarya	3.852,00	1.228,05	13.651,46	-692,08	18.039,42
Generic 3 kW	84.480,00	26.932,84	54.295,57	15.178,39	150.530,03
Generic düz güneş paneli	52.624,00	0,00	10.466,12	0,00	63.090,12
Şebeke	0,00	0,00	-11.138,48	0,00	-11.138,48
Sistem çevirici	11.880,00	5.040,37	6.825,73	-948,65	22.792,45
Sistem	152.836,00	33.201,26	74.100,40	16.819,12	243.318,54

**Tablo 4.** Şebekeye verilen ve şebekeden alınan elektrik enerji miktarı (The amount of electricity supplied to the grid and taken from the grid)

Ay	Satın alınan enerji (kWh)	Satılan enerji (kWh)	Net satın alma (kWh)	Tepe gereksinim (kW)	Enerji ücreti (₺)
Ocak	3.401	3.460	-59	29	528,84
Şubat	3.169	2.548	621	30	668,65
Mart	3.496	2.662	835	30	776,43
Nisan	1.360	2.749	-1.389	17	-143,67
Mayıs	1.036	2.663	-1.626	16	-257,06
Haziran	383	3.036	-2.653	8	-628,38
Temmuz	42	5.688	-5.646	3	1.461,17
Ağustos	66	6.372	-6.306	3	-1628,93
Eylül	70	5.452	-5.382	3	-1388,08
Ekim	996	3.677	-2.681	13	-537,61
Kasım	3.781	2.721	-1.060	30	880,65
Aralık	7.346	2.910	4.436	49	2.328,72
<b>Yıllık</b>	<b>25.149</b>	<b>43.936</b>	<b>-18.790</b>	<b>49</b>	<b>-861,61</b>

### 3. Sonuç

Bu çalışmada, rüzgâr-güneş hibrit güç sistemindeki enerji ihtiyacının karşılanacağı Kozlu EML için aylık enerji tüketim bilgileri alınmıştır. Okulun yaz aylarında çok fazla enerjiye gereksinimi olmadığından üretilecek enerjinin şebekeye satılabilmesi adına tasarlanan sistem şebeke bağlantılı kurulmuştur. Elektrik tüketimi açısından diğer aylarla büyük fark bulunan Aralık ayı içinse aynı şebekeden enerji satın alınabileceği öngörülmüştür. Fizibilite çalışmasında ise yaz ayları ve Aralık ayı hesabın dışında tutularak, diğer ayların ortalama elektrik enerjisi tüketim değerleri göz önüne alınmıştır. Bunların sonucunda rüzgâr türbini ve güneş paneli kapasitesi 36 ve 23 kW seçilmiştir. Güneş panelinin daha üst kapasite değerlerde seçildiği durumlarda maliyette gereksiz bir artış ve Aralık ayında bile şebekeye satabilecek kadar enerji üretimi oluşmuştur. Sistemin

kurulumuyla birlikte son bir yılın toplam elektrik fatura değeri yani 18.670,26 ₺ kadar kar sağlanmış olacaktır. Aynı zamanda sistem şebekeye sattığı enerji sayesinde her yıl 861,61 ₺ kar elde edilebilecektir. Bu iki değer toplamının sistem kurulumu için gerekli maliyete bölünmesiyle sistemin kendisini 7,82 yılda karşılayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi (No: 2018-137) tarafından desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışma, International Conference on Science and Technology (ICONST 2018, 5-9 Eylül, Prizren, Kosova) de yayınlanmış konferans bildirilerinden seçilmiş ve genişletilerek basılmıştır.

### **Kaynaklar**

Ata, R., Dolaşır, E., Ceylan, C. (2015). Celal Bayar Üniversitesi Muradiye KYK Kız Yurdu için Hibrid Enerji Sistemi Fizibilite Çalışması. EMO Dergisi.

Balamurugan, P., Ashok, S., Jose, T. L. (2009). Optimal Operation of Biomass/Wind/PV Hybrid Energy System for Rural Areas, International Journal of Green Energy, 6(1), 104-116.

Bauwens, T. (2016). Explaining the Diversity of Motivations Behind Community Renewable Energy, Energy Policy, 93, 278-290.

Fathima, A. H., Palanisamy, K. (2015). Optimization in Microgrids with Hybrid Energy Systems-A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 431-446.

Güven, A. F. (2016). Bahçelievler Belediye Başkanlık Binasının Enerji İhtiyacının Güneş ve Rüzgâr Sistemi ile Karşılanması, Optimizasyonu ve Maliyet Analizi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(1), 24-36.

Harish, V. S. K. V., Kumar, A. (2016). A Review on Modeling and Simulation of Building Energy Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 56, 1272-1292.

Kabul, A., Yaşar, E. (2014). Isparta İlinde Fotovoltaik/Termal (PV/T) Hibrit Sistemin Performans Analizi, SDU International Journal of Technological Science, 6(1), 31-43.

Kabul, A., Yaşar, E. (2017). Fotovoltaik/Termal (PV/T) Hibrit Sistemlerin Soğutma Tekniklerinin Deneysel Olarak İncelenmesi, SDU International Journal of Technological Science, 9(1), 17-32.

Li, H., Chen, Z. (2008). Overview of Different Wind Generator Systems and Their Comparisons, IET Renewable Power Generation, 2(2), 123-138.

Mamur, H. (2015). Design, Application, and Power Performance Analyses of a Micro Wind Turbine, Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 23(6), 1619-1637.

Özcan, H. (2009). Bir Hibrid Enerji Sisteminin Modellenmesi ve Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye.

Şenol, Ü., Musayev, Z. (2017). Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimimin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1), 23-31.

Uysal, N. (2011). Konya İli için Rüzgâr ve Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi ve Kullanımının Araştırılması, Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye.

Wagh, S., Walke, P. V. (2017). Review on Wind-Solar Hybrid Power System, International Journal of Research in Science & Engineering, 3.