Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi
Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

Accepted Research Article (Uncorrected Version)

Makale Başlığı / Title	Küçük ve mikro ölçekli enerji yatırımı için hibrit enerji modeli Hybrid energy model for small and micro scale energy investments
Yazarlar / Authors	Mustafa YILDIZ[1], Ferhat BİNGÖL[2]
Referans No / Reference No	PAJES-60329
DOI	10.5505/pajes.2018.60329

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.

Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, XX(X), XX-XX, 20XX

[illegible]

Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

[illegible]

Mustafa YILDIZ[1], [illegible][2*]

[1,2]Enerji [illegible]

mustafayildiz@iyte.edu.tr, ferhatbingol@iyte.edu.tr

Geliş Tarihi/Received 13.11.2017, Kabul Tarihi/Accepted 07.05.2018

doi: 10.5505/pajes.2018.60329

[illegible] Corresponding Author [illegible] Research Article

[illegible]

[illegible] Hibrit [illegible] (Hybrid Otpimization Tool)-HOT [illegible] mikro sistemlerin ekonomik modelini tehlikeye atmayacak belirsizlikte [illegible]

Abstract

Turkey has announced the new regulations regarding roof-top solar and small-scale wind turbines in 2017. Although there are different studies conducted for both technologies there is not a clear methodology to assess hybrid energy systems. This study includes calculation model, named as Hybrid Optimization Tool abbreviated as HOT, proposed to get maximum amount of energy produced by micro scale wind-solar hybrid energy system based on the total installed capacity of these two resources for the specified location. It provides end user to estimate annual energy production via simple inputs. It has been compared with well-known commercial software; HOMER. As a result, it has been found that the model is able to predict results which can be used for the pre-analysis stage on the feasibility studies of micro scale hybrid systems working with acceptable uncertainties which do not endanger the economic model.

Anahtar kelimeler: Hibrit enerji, [illegible], Fizibilite

Keywords: Hybrid energy, Wind, Solar, Assessment

1 [illegible]

[illegible] eklenen 52.6 GW kapasite ile birlikte 539 [illegible] 2018 [illegible] 2017 [illegible] GW [illegible] 215 MW [illegible] [5]. [illegible]

[illegible] yapar [illegible]

[illegible] [6] [illegible] [8], [22] [illegible] sistem [illegible] [23]-[29] [illegible] 12 [illegible] tahmininin [illegible] [30], [31] [illegible] Enlibelgin [illegible]

bilinmesi, ...

denetlenerek onaylanan WMO/CIMO No. 8 [29]

yapm...

2.1 ... enerji

adet ...

... [30], [31] ile ...

... parametreleri ...

(1)

eder. Bu nedenle ...

(2)

... al.. 2015) (Denklem 3 ve 4);

(3)

(4)

(Denklem 5) dikey ...

hesaplanabilir [27].

(5)

(6)

[kg/m³] ...

temsil eder [32].

olan ...

tipi ...

2.2 ... enerjisi

WMO/CIMO No.8 ...

yerisini toplayan piranometre, ... anemometre ...

Piranometre yere paralel olarak ...

istasyonuna en ...

Fotovoltaik (PV) paneller ile ...

(8)

Burada ...

[kWh/m²] ...

... kablo verimlilikleri

N330 tipi PV panel olup bir panel 330W kapasiteye sahiptir

[34] ... %19 olarak ...

Á Ì ą Î Í Á Ë Ô Á Ä ą Ò 8 ! Î Ã Á Ë Á ĥ Á ø ą Ä Á Ë É ... sonra ...
Ë Õ Ì Ì Á Î ą Ì Á Î É Ë É Ð Á Ò Á Í Å Ô Ò Å Ô Å Ë Â ...

(9)

0 6 Ð Á Î Å Ì Ð É Ë Ç Ì ë Ä Å ø Å Ò É É Ó Í É Î Ä ... veridir. Bu nedenle hassas ...
Denklem 10 gibi ...

(10)

3 2 Ì Ú Ç Ý Ò Î Å ĥ È É Â Ò É Ô Å Î Å Ò Ê É ... modellenmesi

2 Ì Ú Ç Ý Ò Î Å ĥ È É Â Ò É Ô Å Î Å Ò Ê É Ó É Ó Ô Å Í É ... modelleme ... ile devam ... otomatik olarak ... saatlik ... İlde Veri setinde. İYTE ve Urla'da ...

4 Bulgular

" Õ ë Á Ì ą ĥ Í Á Ä Á d Ú Í É Ò 9 Ì Ë Ó Å Ë 4 Å Ë Î Ï Ì Ï Ê É % Î Ó Ô É Ô Ì Ó Ì - Á Ë É Î Å - Ì È Å Î Ä É Ó Ì É ø É " É Î Á Ó ą Î Á Ö Å d Ú Í É Ò 8 ... daha ...

Tablo 1. d 9 4 % - Á Ë É Î Å ... 3 É Ó Ô Å Í É Ö Å Ò É Ç É ...

Proje Adı: Makine - Ì È Å Î Ä É Ó Ì É ø É Hibrit Enerji Sistemi			Konum: Urla			Tarih
			Boylam: 465440			
Saha Adı: - % +			Enlem: 4241273			
2 Ì Ú Ç Ý Ò 6 Å Ò É Ó			' Ì Î Å ĥ 6 Å Ò É Ó É		% Î Å Ò Ê É d È Ô É	
	Weibull A (m/s)	Weibull k (-)	Hava 9 Ï ø Õ Î Ì Õ (kg/m³)	Solar Radyasyon (kWh/m²/gün)	Ortalama 3 ą Ã Á Ë Ì (°C)	Enerji d È Ô É Ù (kWh)
Ocak	7.94	1.11	1.251	2.17	7.7	29123
¤ Õ Â Á Ĉ	10.46	1.97	1.249	3.03	8.0	41681
Mart	8.60	1.48	1.237	4.43	10.8	43167
Nisan	9.33	1.59	1.216	5.82	15.7	35173
- Á Ù ą Ó	7.68	1.82	1.193	7.28	21.4	30172
Haziran	9.18	2.08	1.174	8.34	26.1	45124
Temmuz	11.27	2.56	1.164	8.23	28.8	59216
! ø Õ Ó Ô	12.44	2.62	1.165	7.34	28.5	63129
% Ù Ì Ì Ì	10.06	2.14	1.180	5.86	24.5	51632
Ekim	9.64	2.01	1.202	4.07	19.2	13657
+ Á Ó ą Í	10.56	1.91	1.227	2.56	13.3	22764
! Ò Á Ì ą	10.19	1.77	1.237	1.82	9.0	34289
Ortalama	9.78	1.92	1.210	5.08	17.8	39094
Toplam				60.95		469127

Tablo 2: Urla-[illegible] hibrit [illegible] enerji sistemi [illegible] örneği

Proje [illegible] Hibrit Ene[illegible] | Konum: Urla | Tarih

Boylam

Saha Adı: URLA | Enlem:

	Rüzgar Verisi		Güneş Verisi		Enerji İhtiya[illegible]	
	Aylık Or[illegible] Rüzgar (m/s) [illegible]	Hava Yoğunluğu (kg/m³)	Solar Radyasyon (kWh/m²/Gün)	Ortalama Sıcaklık [illegible]	1 Evin Enerji İhtiyacı (kWh)	100 Evin Enerji İhtiyacı (kWh)
Ocak	6.21	1.251	2.17	7.7	718.0	71800
Şubat	7.22	1.249	3.03	8.0	673.0	67300
Mart	6.43	1.237	4.43	10.8	533.0	53300
Nisan	5.57	1.216	5.82	15.7	481.0	48100
Mayıs	4.74	1.193	7.28	21.4	254.0	25400
Haziran	4.65	1.174	8.34	26.1	298.5	29850
Temmuz	5.35	1.164	8.23	28.8	200.0	20000
Ağustos	5.15	1.165	7.34	28.5	262.0	26200
Eylül	5.02	1.180	5.86	24.5	282.0	28200
Ekim	6.31	1.202	4.07	19.2	493.0	49300
Kasım	5.88	1.227	2.56	13.3	434.0	43400
Aralık	6.14	1.237	1.82	9.0	533.0	53300
Ortalama	5.72	1.210	5.08	17.8	430.1	43010
Toplam			60.95		5161.5	516150

Tablo 3: HOT hesaplama adımları [illegible] adımlar girdi ö[illegible]

Adı[illegible]	İşlem
1	Veri giriş tablosu [illegible] girdi olarak
2	HOT içerisinde ilgili kısımlara rüzgâr hızı ölçüm yü[illegible] radyasyon PV panel kapasitesi, akım taşıma indirgeme faktö[illegible] Aynı zamanda birim rüzgâr türbini ve aynı kapasitede[illegible] PV pan[illegible]
3	Türbin güç eğrisi bilgileri girilir. [illegible] girdilerden biridir.
4	Weibull parametrelerine göre ölçüm yüksekliğinde rüzgâr h[illegible] hızları ilgili kısma direkt girilebilir.
5	Formül (6) ile gövde yüksekliğinde rüzgâr hızı ortalaması ola[illegible]
6	Gövde yüksekliğinde hesaplanan rüzgâr hızları ile türbin[illegible]
7	6. adımda hesap[illegible] gelen kayıplar dikkate al[illegible] üretilen net enerji miktarı hesaplanır.
8	Solar radyasyon. PV panel kapasitesi, [illegible] taşıma indirgeme faktör[illegible] enerji değeri hesaplanır.
9	2. adımda girilen aylık enerji ihtiyacı, her ay iç[illegible] panelin net enerji [illegible] üretimine bölünür ve [illegible] daha eko[illegible]
10	Birinci enerji kaynağı güneş olursa, hibrit sistem o[illegible] ile tama[illegible] kaynağının rüzgâr olması durumunda aylı[illegible] aylık rüzgâr türbin sayısı bulunur. Tam olmayan rakamla[illegible] karşılanmasının önüne geçilir. Her ay için bu işlem o[illegible] bölünür ve aylık PV panel rakamı hesaplanır. Tam k[illegible] türbini ve PV panel ile aylık ihtiyaç duyulan enerji mikta[illegible]
11	Her ay için bulunan rakamların ortalaması alınır ve tek [illegible] durumunda r[illegible] tam sayıya. PV panel sayısı bir [illegible]
12	Oluşan konfigürasyon ile aylık rüzgâr ve güneş veri[illegible] talebi ile arasındaki fark her ay için hesaplanır.
13	Her ay için fazla ya d[illegible] alı[illegible] satılan enerjinin değeri hesaplanır ve toplamı ile 1 yıl iç[illegible]
14	Yıllık ödeme/kazanç değeri pro[illegible]
15	Belirlenen konfigürasyon ile 2. adımda girilen birim [illegible] yatırım maliyeti olacaktır hesaplanır.
16	15. adım ve 14. [illegible] fark yatırımcının proje ö[illegible]
17	Bilinen enerji tüketimi için bilinen birim enerji mali[illegible] maliyeti. hesaplanır
18	16. ve 17. Adımlarda hesaplanan değerler arasındaki fark ya[illegible]
19	16. adımda hesaplanan net yatırım maliyeti ile proje [illegible] maliyeti hesaplanır.
20	18. adımda hesaplanan değerin 16. adımda hesaplanan değere [illegible]

Tablo 4: [illegible]

	İYTE						URLA								
Konfigürasyon No.	1			2			1			2			3		
Model	HOT	HOMER PRO	ORAN (%)	HOT	HOMER PRO	ORAN (%)	HOT	HOMER PRO	ORAN (%)	HOT	HOMER PRO	ORAN (%)	HOT	HOMER PRO	ORAN (%)
Rüzgar Türbini Kapasitesi [kW]	100	100		200	200		100	100		100	100		100	100	
PV Panel Kapasitesi [kW]	178.2	180		46.2	40		534.6	525.0		660.0	650.0		396.0	400.0	
Toplam Kapasite [kW]	278.2	280		246.2	240		634.6	625.0		760.0	750.0		496.0	500.0	
Yıllık Enerji Üretimi [kWh]	494628	582386	84.9	620435	651555	95.2	730344	991933	73.6	879442	1192434	73.8	565552	791431	71.5
20 yıllık Toplam Kazanç [USD]	38276	226287	16.9	298841	364857	81.9	390022	948396	41.1	697377	1352569	51.6	44411	537014	8.3
20 yıllık Enerji Maliyeti [USD/kWh]	0.091	0.072	126.4	0.074	0.066	112.1	0.137	0.080	171.3	0.138	0.072	191.7	0.136	0.089	152.8
20 Yıllık Karlılık Oranı [%]	30.2	50.4	59.8	42.8	51.8	82.6	-9.7	23.0	-42.1	-8.8	23.5	-37.4	-11.5	21.6	-53.1

[illegible]

Buna ek olarak, sistemlerin ekonomik olarak daha uygun hale gelm[illegible]

5 [illegible]

[illegible]

6 Kaynaklar

[1] Global Wind Energy Council (GWEC). Global Wind Statistics [illegible] 2018.

[2] Turkish Wind Energy Association [illegible] Ankara, Turkey, 2018. [illegible]

[3] Strateji [illegible] Tabii [illegible] Enerji ve Tabii Kaynaklar [illegible] 2016.

[4] Solar Power Europe [illegible] 2021 [illegible] 82, 2017.

[5] Enerji ve Tabii Kaynaklar [illegible] Ankara, Turkey, 49, 2017.

[6] Abbasi, T, Abbasi SA. *Renewable Energy Sources: Their* [illegible] *and Pollution*. PHI Learning Pvt. Ltd., New Delhi, India, 2010.

[7] [illegible] 2013.

[8] Borowy BS, Salameh ZM. "Methodology for optimally sizing the combination of a battery bank and PV array in a wind/PV hybrid system". *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 11(2), 367-375, 1996.
[9] Barley, CD, Debra JL, Lawrence F. *Sizing wind/photovoltaic hybrids for households in inner Mongolia*. National Renewable Energy Laboratory, 1997.
[10] Vick BD, Clark R, Ling J, Ling S. "Remote solar, wind and hybrid solar/wind energy systems for purifying water". *J. Sol. Energy Eng*, 125(1), 107-111, 2003.
[11] Zhou W, Yang H, Fang Z. "Battery behavior prediction and battery working states analysis of a hybrid solar–wind power generation system". *Renewable Energy*, 33(6), 1413-1423, 2008.
[12] (Ï Ã Á Ï ø Ì Õ & Kurban M. "A novel hybrid (wind – photovoltaic) system sizing procedure". *Solar Energy* 83(11), 2009
[13] Engin M. "Sizing and Simulation of PV-Wind Hybrid Power System". *International Journal of Photoenergy*, 13, 85-98, 2013.
[14] Li J, Wei W, Xiang J. "A Simple sizing algorithm for stand-alone PV/Wind/Battery hybrid microgrids". Energies, 5(12), 5307-5323, 2012.
[15] Matthew Z. "Dual- source energy storage – control and performance, advantages in advanced vehicles". *EVS20*, Long Beach, California, November 2003
[16] Diaf S, Diaf D, Belhamel M, Haddadi M, Louche A. "A methodology for optimal sizing of autonomous hybrid PV/wind system". *Energy Policy* 35(11), 5708-5718, 2007.
[17] Yang H, Wei Z, Chengzhi L. "Optimal design and techno-economic analysis of a hybrid solar–wind power generation system" *Applied Energy* 86(2), 163-169, 2009.
[18] Nfah EM, Ngundam JM, Tchinda R. "Modelling of solar/diesel/battery hybrid power systems for far-north Cameroon". *Renewable Energy*, 32(5), 832-844, 2007.
[19] Nfah EM, Ngundam JM. "Modelling of wind/Diesel/battery hybrid power systems for far North Cameroon". *Energy Conversion and Management*, 49(6), 1295-1301, 2008.
[20] Rehman S, Sahin AZ., "A wind-solar PV hybrid power system with battery backup for water pumping in remote localities". *International Journal of Green Energy*, 13(11), 1075-1083, 2012.
[21] Bayod-2 ĭ Ê Õ Ì Á -<, Á ĥ Õ Ò Ï Á Ò Ï - % Gracia- Á ,Ò Ô þ Î Å "Sizing criteria of hybrid photovoltaic–wind systems with battery storage and self-consumption considering interaction with the grid". *Solar Energy*, 98(C), 582-591, 2013.
[22] Nogueira CE, Vidotto ML, Niedzialkoski SK, Melegari de Souza SN, Chaves LI, Edwiges T, Bentes dos Santos D, Werncke I. "Sizing and simulation of a photovoltaic-wind energy system using batteries, applied for a small rural property located in the south of Brazil". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 151-157, 2014.
[23] Belmili H, Haddadi M, Bacha S, Almi MF, Bendib B, "Sizing stand-alone photovoltaic–wind hybrid system: Techno-economic analysis and optimization". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 821-832, 2014.
[24] Mokheimer, Esmail MA, et al., "A New Study for Hybrid PV/Wind off-Grid Power Generation Systems with the Comparison of Results from Homer". *International Journal of Green Energy*, 12(5), 526-542, 2015.
[25] Yang, Hongxing, Lin Lu, and Wei Zhou., "A novel optimization sizing model for hybrid solar-wind power generation system". *Solar Energy*, 81(1), 76-84, 2007.
[26] Meteoroloji Genel - İ Ä İ Ò 2 Ï ú Ç & Á Ò Ö Å ' İ Î Å ĥ % $ Á Ù Á Ì ą , É Ó Á Î Ó " Á ĥ Ö Õ Ò Õ Ï Ä Á Ô ą Ä Î ą Á 4 Å Â . Ì Ó ø É Ö Å 3 Õ " Á Ê Ĕ Ă Å Ò Ê ą ø ą Ë Á Ò Á ĥ 4 İ 2012.
[27] Seguro JV, Lambert TW, "Modern estimation of the parameters of the Weibull wind speed distribution for wind energy analysis". *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 85(1), 75-84, 2000.
[28] Troen I, Petersen, E. *European Wind Atlas*, 2 É Ó Ĝ . Á Ô É Ï Laboratory, Roskilde, 1989.
[29] Hansen, MOL, Aerodynamics *of Wind Turbines*. 2nd ed. Lyngby, Denmark, T&F Group, 2000.
[30] Polaris America LLC, *Power Curve- P25-100*, 2005.
[31] Panasonic Electric Works Europe AG. *Photo voltaic module ( ) 4 Ή 6 " (. χ χ τ 3 * ψ*. 2016. " (. χ φ ω 3 *