



Alınış tarihi (Received): 21.08.2019

Kabul tarihi (Accepted): 08.05.2020

1 kW Rüzgâr Türbini için Enerji Üretim ve Gelir Hesabı: Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması

İbrahim ÇELİK^{1,*}, Ceyhun YILDIZ¹, Mustafa ŞEKKELİ², Habip Yusuf HASIRCI³

¹Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksek Okulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Elbistan/K. Maraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Onikişubat/K. Maraş

³Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 79000, Kilis

*Sorumlu yazar: icelik@ksu.edu.tr

ÖZET: Günümüzde, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak elektrik enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de elektrik enerji üretiminin büyük bir kısmında sınırlı olan fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) kullanılmaktadır. Ancak Türkiye’de bu yakıtların yetersizliği nedeniyle elektrik enerjisi üretimindeki dışa bağımlılık oldukça yüksektir. Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılması ülkenin stratejik ve ekonomik menfaatleri açısından büyük önem arz etmektedir. Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr enerjisi büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada ilk olarak Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden Kahramanmaraş’ta bulunan ölçüm istasyonundan saatlik rüzgâr hızı ve yönü verileri alınmıştır. İkinci olarak, bu veriler iki parametrelili Weibull dağılımını elde etmek için Rüzgâr Atlası Analiz ve Uygulama Programına (WAsP) aktarılmıştır. Rüzgâr türbini (1 KW) yıllık enerji üretimi bu dağılım eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır. Rüzgâr türbini enerji üretiminin evin yıllık enerji talebini nasıl karşıladığı konusunda iki farklı senaryo incelenmiştir. Bu senaryoların ilkinde üretilen enerjinin tamamının şebekeye aktarılmış olmasıdır. İkincisinde ise üretilen enerjinin bir kısmının konut tarafından tüketilmesi kalan kısmının şebekeye aktarılmasıdır. Bu sistemde bu iki durum için maliyet ve ekonomik analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda ikinci senaryonun daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Rüzgâr Enerjisi, WAsP, Weibull dağılımı

Energy Generation and Revenue Calculation for 1 KW Wind Turbine: A Case Study of Kahramanmaraş

ABSTRACT: Nowadays, depending on the level of development of countries, the need for electrical energy is increasing day by day. The limited fossil fuels (petrol, coal and gas reserves) are used as in many countries to a major part of the electric energy generation as in Turkey. Because of the insufficient of these fuels in Turkey, the dependence on foreign sources for electric energy generation is very high. In this context, the effective use of renewable energy sources is greatly important for the strategic and economic interests of the country. The wind energy between renewable energy sources has great potential in Turkey. In this study, firstly the Turkish State General Directorate of Meteorological Service, the measurement station in Kahramanmaraş, taken from hourly wind speed and direction data. Secondly, these data have transferred to the Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP) for obtaining two-parameter Weibull distribution. The wind turbine (1 KW), annual energy generation has calculated using this distribution curve. Two different scenarios have been studied on how wind turbine energy generation meets the annual energy demands of the house. The first of these scenarios is that all of the energy generation has transferred to the grid. In the second, the part of the energy generation has consumed by the house and the remaining part of the energy generation has transferred to the grid. The cost and economic analysis have performed for these two scenarios in this system. As a result of these analyzes, the second scenario has found to be more advantageous.

Keywords– Wind Energy, WAsP, Weibull distribution

1. Giriş

Geleneksel enerji kaynakları, dünya üzerinde sınırlı miktarda ve belirli bölgelerde bulunmaktadır. Ayrıca bu enerji kaynaklarını kullanan enerji dönüşüm tesisleri çevre ve insan sağlığı üzerinde çoğu zaman geri dönüşümü mümkün olmayan olumsuz etkiler oluşturmaktadır (çelik ve ark., 2018; çelik ve ark., 2019). Bu durumlar ülkeleri, çevresel etkileri düşük ve sürdürülebilir alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Bu enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması konusunda birçok ülke teşvik mekanizmaları oluşturmuştur (Mihaylova ve ark., 2019). Böylece alternatif enerji kaynakları yatırımcılar ve araştırmacılar için ilgi çeken bir konu haline gelmiştir. Günümüzde temiz ve tükenmez alternatif enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, hidroelektrik enerji ve rüzgâr enerjisinin öne çıktığı görülmektedir. Bu üç kaynak türünden elektriksel enerji üretimi, iletimi ve dağıtımı konusunda birçok araştırma yapılmıştır (Yüksel, 2013; Stoppato, 2008; Pryor ve Barthelmie, 2010 ;Şekelli ve ark., 2015). Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu kapsamda yapılan bu çalışmada mikro ölçekli bir rüzgâr türbini için Türkiye şartlarında yıllık elektrik enerjisi üretimi hesaplanmıştır. Ayrıca yıllık elektrik enerjisi üretimi değerinin, bir konutun yıllık elektriksel enerji ihtiyacını karşılaması amacıyla kullanım durumu incelenmiştir.

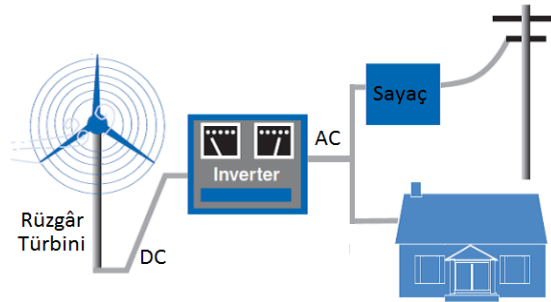
Konu ile ilgili literatür taraması yapılmış ve bazı çalışmalar özetlenmiştir (Ata ve Çetin, 2008; Gökçöl ve ark., 2008; Kishore ve ark.,2013; Ribeiro ve ark.,2016; Karadöl ve ark., 2017). Bunlardan Ata ve Çetin çalışmasında 3 kW gücünde bir rüzgâr türbini kurularak akü grubu ve bir inverter ile beraber işletilmiştir. Kurulum ve işletim Manisa ilinde gerçekleştirilmiştir. Sistemin yıllık bazda üretebileceği enerji miktarı, rüzgâr türbinine yakın (Akhisar) bir ölçüm istasyonundan alınan veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Enerji hesabı Rayleigh dağılım fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sistemin yılda 7926,86 kWh üretebileceği görülmüştür. Gökçöl ve ark. çalışmasında bir evin elektriksel enerji ihtiyacını sadece rüzgâr enerjisinden karşılamak amacıyla bir sistem tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Sistem bataryalar ve bir rüzgâr türbininden oluşmaktadır. Sistemde kullanılacak türbinlerin farklı modellerden seçilmiş olması durumunun enerji üretim maliyetine etkisi irdelenmiştir. Hesaplamalarda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’ne (DMİ) ait Gebze ölçüm istasyonundan alınan veriler kullanılmıştır. Enerji hesabı saatlik ortalama rüzgâr hızı ve o hızda elde edilen türbin çıkış gücü kullanılarak yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Proven marka ve 2,5 kW güçteki türbinin en düşük maliyetle enerji ihtiyacını karşılayabilecektir. Ayrıca seçilen bu türbinin 20 yılda 46684 kWh enerji üretebileceği de hesaplanmıştır. Kishore ve ark. çalışmasında ev tipi uygulamalar için geliştirilen küçük ölçekli, kompakt, taşınabilir ve uygun maliyetli bir rüzgâr türbini sunmuşlardır. Bu rüzgâr türbini tipik rüzgâr hızının 5 m/s’nin altında olduğu yerlere monte edilmiştir. Rüzgâr türbini 2.7 m/s’de elektrik enerjisi üretimine başlamakta ve 5 m/s’de 0,83 W’a kadar elektrik enerjisi üretmektedir. Ribeiro ve ark. çalışmasında küçük ölçekli yenilenebilir enerji kaynakları arasında özellikle rüzgâr ve güneş enerjisinin konum, bölge ve şekil etkisinin elektrik enerjisi üretimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışma Brezilya’nın iki bölgesi (Rio de Janeiro and Fortaleza) için gerçekleştirilmiştir. Burada rüzgâr türbinlerinin ve güneş panellerinin farklı bölgeler için farklı parametrelere göre üretimi irdelenmiştir. Karadöl ve ark. tarafından Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Yerleşkesine güneş panelleri, rüzgâr türbini ve akülerden oluşan hibrit bir sistem kurulumu gerçekleştirilmiştir. Sistemdeki rüzgâr türbini gücü 500 W’tır. Bir haftalık işletim sonucunda rüzgâr türbininin ürettiği enerjinin 13477,2 Wh olduğu görülmüştür. Literatürdeki çalışmalara genel olarak bakıldığından yaklaşımın bir prototip sistem kurularak üretimlerin değerlendirilmesi şeklinde olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ili bölgesinde kurulacak küçük ölçekli bir rüzgâr türbini enerji üretimi hesaplanarak bazı değerlendirmeler çıkarımlar yapılmıştır. Hesaplamalarda ildeki DMİ gözlem istasyonundan alınan gerçek rüzgâr hız ve yön değerleri kullanılmıştır. Senelik enerji üretimi hesabında literatürde kabul görmüş Weibull dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. Ayrıca rüzgâr hızından güce dönüşüm, piyasada temin edilebilir bir küçük rüzgâr türbini güç eğrisi kullanılarak yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen üretimler iki farklı senaryoda irdelenmiştir. İlk senaryo, üretilen enerjinin doğrudan elektrik şebekesine aktarılmasıdır. İkinci senaryo ise hesaplanan üretim ile bir konutun enerji ihtiyacının karşılanmasıdır. Her iki durum için elde edilen sonuçlar makalenin ilgili bölümlerinde verilmiştir. Çalışmanın literatüre katkısı, Kahramanmaraş bölgesinde küçük ölçekli bir rüzgâr türbini üretiminin ilk defa Weibull dağılım fonksiyonu kullanılarak yapılması olmuştur.

Bu makale beş bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde çalışma konusu hakkında genel bilgiler, kısa bir literatür özeti ve çalışmanın ana hatları verilmiştir. İkinci bölümde, çalışmada tasarlanan sistem ve hesaplamalarda kullanılan yöntemler detaylı olarak anlatılmıştır. Üçüncü bölümde elde edilen bulgular verilmiştir. Dördüncü bölümde ise çalışma ışığında varılan sonuç ve bazı çıkarımlar bulunmaktadır. Son bölüm olan beşinci bölümde, çalışmada faydalanılan kaynaklar verilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Kahramanmaraş koşullarında mikro ölçekte bir rüzgâr türbininin şebeke bağlantılı çalışma durumu incelenmiştir. Bu sistemin bir temiz enerji evinin toplam enerji ihtiyacının ne kadarını karşıladığı ve sistemin ekonomik olarak analizi gerçekleştirilmiştir. Kurulacak olan bu sistem 1 adet 1kW gücünde rüzgâr türbini, 1 adet 48V/220V, 50Hz, 1kVA tam sinüs inverter ve çift yönlü sayaçtan oluşmaktadır. Şekil 1'de bu sistemin prensip şeması görülmektedir.



Şekil 1. Kurulu sistem

Figure 1. Installed system

2.1. Rüzgâr Türbini

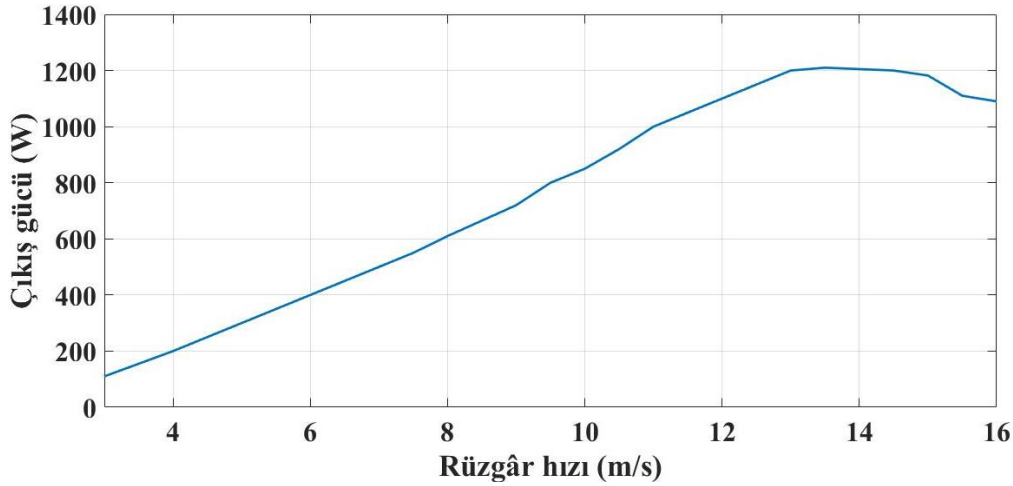
Bu sistemde 1 kW nominal gücünde mikro ölçekli bir rüzgâr türbini kullanılmıştır. Bu türbinin 9m direk üzerine monte edildiği varsayılmıştır. Rüzgâr türbini, rüzgâr hızının esme yönüne göre kuyruk açısını değiştirmektedir. Ayrıca yüksek rüzgâr hızlarında elektromanyetik frenleme sayesinde türbinin zarar görmesini engellemektedir. Bu türbine

ait çeşitli karakteristik özellikler Çizelge 1’de verilmiştir. Rüzgâr türbinine ait güç eğrisi ise Şekil 2’de ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Rüzgâr türbinine ait bazı karakteristik özellikler (energypower, 2019).

Table 1. *Some characteristic features belong to wind turbine (energypower, 2019).*

Model	S 1000
Nominal çıkış gücü	1000 W
Maksimum çıkış gücü	1200 W
Rotor çapı	2,18 m
Süpürme alanı	3,73 m ²
Türbin kanat sayısı	3
Devreye girme rüzgâr hızı	3 m/s
Nominal rüzgâr hızı	10 m/s
Güvenli maksimum rüzgâr hızı	60 m/s



Şekil 2. Rüzgâr türbini güç eğrisi (1 KW)

Figure 2. *Wind turbine power curve (1 KW)*

2.2. Temiz enerji evi enerji tüketimi

Bu çalışmada kurulacak olan sistem ile temiz enerji konutunun ihtiyacını karşılamak amaçlanmıştır.

Bu konutta kullanılan cihazlara ve günlük haftalık tüketilen enerji miktarları hakkında bilgiler Çizelge 2’de ifade edilmiştir. Burada haftalık olarak tüketim ortalama 20230 Wh ve günlük tüketimin ise ortalama 2890 Wh’dir.

Çizelge 2. Konutta günlük kullanılan cihazların toplam enerji tüketimi (Kutlu, 2016).

Table 2. Total energy consumption of daily used devices (Kutlu, 2016).

Elektronik Cihazın Adı	Günlük kullanım süreleri	Harcanan enerji	Toplam harcanan enerji
Buzdolabı No-Frost	4(gün/hafta)	2000W/gün	8000Wh
Bulaşık Makinası	2(saat/hafta)	1200Wh	2400Wh
Çamaşır Makinası	6(saat/hafta)	1180Wh	7080Wh
55 Ekran TV	10(saat/hafta)	110Wh	1100Wh
Bilgisayar	3(saat/hafta)	250 Wh	750Wh
Aydınlatma	15(saat/hafta)	60 Wh	900Wh
Haftalık Enerji Toplamı			20230 Wh
Günlük Enerji Toplamı			2890 Wh

2.3. Enerji üretim hesabı

Rüzgâr türbini enerjisi üretimi hesaplayabilmek için öncelikle 2 parametreleri Weibull eğrisi elde edilmelidir. Bu eğri Denklem 1’de ifade edilmiştir (Razali ve ark., 2009).

$$f(v_i) = (k/A)(v_i/A)^{k-1}e^{-\left(\frac{v_i}{A}\right)^k} \quad 1$$

Burada $f(v_i)$ gözlemlenen rüzgâr hızı v_i ’nin olasılık fonksiyonunu, k ile A ise sırasıyla şekil ve ölçek parametrelerini ifade etmektedir. Weibull eğrisi, WAsP yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Bu eğri elde edilirken Kahramanmaraş’ta Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne ait ölçüm istasyonundan 2016 Ocak ayından itibaren 3 yıllık, saatlik rüzgâr hızı ve yönü verisi kullanılmıştır. Bu veriler sayesinde 0° ile 360° arasında değişen yön değerleri için 30° ’lik 12 sektöre ayrılarak her sektör için iki parametrelili Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonuna ait bilgiler Çizelge 3’teki gibi elde edilmiştir. Ayrıca burada her sektöre ait rüzgâr hızlarının frekansları da bulunmaktadır.

Çizelge 3. Her sektör için frekans dağılımları ve Weibull katsayıları.

Table 3. Frequency distribution and Weibull coefficients for every sector.

Numarası	Açısı	Frekansı (%)	Weibull A (m/s)	Weibull k
1	0	6.7	1.8	0.78
2	30	6.4	1.3	0.72
3	60	17.4	6.3	1.82
4	90	7.2	1.8	0.88
5	120	5.1	0.7	0.83
6	150	4.6	0.7	1.23
7	180	4.7	0.7	0.97
8	210	6.6	1.4	0.74
9	240	23.6	6.1	2.63
10	270	7.7	2.7	1.03
11	300	4.8	0.5	0.64
12	330	5.3	0.5	0.52

Yıllık enerji üretim hesabı yaparken ise her sektör için Denklem 1’deki ifade kullanılmaktadır. Burada her sektör için enerji üretim hesabı yapılarak bunların toplamı ile yıllık enerji üretimi bulunmaktadır. Bu denklemde V_{ci} rüzgâr türbininin devreye girdiği

hızı, V_{co} ise rüzgâr türbininin devreden çıktığı hızı ifade etmektedir. $P(V_i)$ ise türbin güç eğrisinden elde edilen türbinin v_i hızında ürettiği güç değeridir (Nielsen ve ark., 2009)

$$E\ddot{U} = 8760 \times f_i \times \left[\int_{V_{ci}}^{V_{co}} f(V_i)P(V_i)dV_i \right] \quad (2)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Rüzgâr türbini ile şebekeye bağlantılı bu sistemler, elektrik şebekesinin ulaştığı yerleşim yerlerinde bulunan evlerin elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistem Kahramanmaraş bölgesinde yapılan ölçümler neticesinde elde edilen 2 parametrelili Weibull eğrisi kullanılarak incelenmiş olup her sektör için enerji üretim değerleri Çizelge 4'teki gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4. Her sektör için enerji üretim değeri

Table 4. Energy generation values for every sector

Sektör	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Üretim (KWh)	165	10,1	71,5	124,8	36,5	12,2	9,1	21,1	60,1	492,8	328	55,4
Toplam (KWh)												1386,6

Kurulacak olan bu sistemde kullanılan ekipmanlar için yaklaşık maliyetler Çizelge 5'te verilmiştir. Bu maliyetler piyasadaki alınan fiyatlar kullanılarak oluşturulmuştur. 1 kW gücündeki şebeke bağlantılı bu sistemin toplam maliyeti 10520 TL olarak hesaplanmıştır. Yatırım maliyetinin %49,9'unu rüzgâr türbini, %32'sini inverter, %18'ini ise direk ve diğer donanımlar oluşturmaktadır. Ayrıca sistemin ekonomik analizi Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Sistem maliyeti

Table 5. System cost

Ekipman	Adet	Birim Fiyat
S-100 Rüzgâr türbini	1	5250 TL
GoodWE 1000 Watt İnverter	1	3370 TL
Direk	1	1700 TL
Diğer donanım	1	200 TL
Toplam Tutar		10520 TL

Çizelge 6. Sistemin ekonomik analizi

Table 6. Economic analysis of the system

Sistem maliyeti (TL/Wh)	7,58 TL
Yıllık üretim (KWh)	1386,60
Yıllık temiz enerji ev tüketim (KWh)	1054,85
Yıllık üretim (KWh) (20 yıl)	27732,2

Burada iki çalışma senaryosu göz önünde bulundurulmuştur. Bunlara ilişkin amortisman süreleri ise Çizelge 7'de ifade edilmiştir. Bunlardan ilki, üretilen enerjinin hepsinin şebekeye basıldığı çalışma şeklidir. Bu durumda KWh başına satış bedelinin 7.3 cent (1\$=5.8878 TL, Merkez bankasının dolar kuru değeri 16.01.2020 tarihine göre alınmıştır)

olması sebebiyle yıllık olarak bu satıştan 595,974 TL'lik gelir elde edilecektir. Bu şekilde sistem kendisini 17 yıl 8 aylık bir sürede amorti edecektir. İkincisi ise, sistemde üretilen enerjinin %76'lık kısmının temiz enerji evi tarafından tüketildiği %24'lük kısmının ise çift yönlü sayaçla şebekeye basıldığı durum varsayılmıştır. Bu durumda ise eve gelecek olan aylık fatura bedelinin KWh başına tüketim bedeli 0,710229 TL olması sebebiyle yılda 749,185 TL'lik fatura ödemesi yapılmayacaktır. Ayrıca yıllık olarak üretilen enerji fazlasından dolayı 142.59 TL'lik satış yapılacaktır. Bu durumda ise sistem yıllık olarak 891,775 TL kazanç sağlayacaktır. Bu şekilde sistem kendisini 11 yıl 10 aylık bir sürede amorti edecektir.

Çizelge 7. Sistemin amortisman süresi

Table 7. Redemption period of the system

İlk durum	17 yıl 8 ay
İkinci durum	11 yıl 10 ay

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde şebeke bağlantısı olan bir eve kurulacak olan 1 KW güce sahip küçük ölçekli bir rüzgâr türbini kurulumu incelenmiştir. Bu sistem için kullanılacak ekipmanlar ve maliyetleri ortaya koyulmuştur. Sistemin yıllık enerji üretimi hesabı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne ait saatlik rüzgâr hızı ve yönü verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sistemin ekonomik olarak analizi ortaya koyulmuştur. Bu analiz iki çalışma durumu için irdelenmiştir. İlkinde üretilen elektrik enerjisinin tamamının şebekeye basıldığı durumdur. İkincisi ise temiz enerji evinin ihtiyacı karşılandıktan sonra arta kalan elektrik enerjisinin sisteme basılması durumudur. Bu çalışma durumlarından ikincisinde amortisman süresi daha kısa olmaktadır. Ayrıca evler için kurulacak olan küçük ölçekli şebeke bağlantılı sistemlerde, evin enerji ihtiyacından daha yüksek üretim gerçekleştirebilen bir sistem kurulumu yapmak sistemi daha avantajlı kılmaktadır. Sonuç olarak Kahramanmaraş Onikişubat ilçesinde kurulacak olan bu sistemde, bakım masrafının olmaması ve 20 yıl kullanım ömrü için inceleme yapılması neticesinde evin tüketim enerjisinden daha yüksek üretim gerçekleştirecek türbin seçimi yapılması durumunda sistemi kurmanın yararlı olacağı görülmektedir.

5. Kaynaklar

- Ata R., Çetin, 2008. 3 Kw Otonom Bir Rüzgâr Türbini Kurulumu ve Enerji Eldesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 23(1), 41-47.
- Çelik, İ., Yıldız, C., Şekkeli, M., 2018. Rüzgâr Enerji Santrali kurulumunda rüzgâr türbinlerinin mikro yerleşimi için bir optimizasyon modeli. Gazi Üniversitesi Fen Bilim. Derg. Part C Tasarım ve Teknol. 6(4), 898-908.
- Çelik, İ., Yıldız, C., Şekkeli, M., 2019. Deniz üstü Rüzgâr Enerji Santrallerinde Rüzgâr Türbini Çıkış Gücü Hesabında Temel İz Etkisinin Değerlendirilmesi için Bir Model. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. 9(1): 1-9.
- Gökçöl, C. , Sunan, E., Dursun, B., 2008, Rüzgâr Enerjisi Kullanılarak Gebze'de Bir Evin Elektrik İhtiyacının Karşılınması, 26-30 Kasım 2008, Bursa
- Karadöl, I., Keçecioğlu, O.F., Açıkgöz, H., Şekkeli, M., 2017. Examination of Solar and Wind Energy Hybrid System for Kahramanmaraş Region. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 2 (2017), 89-96.
- Kishore, R. A, Coudron, T., Priya, S.,2013. Small-scale wind energy portable turbine, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 116 (2013), 21-31.

- Kutlu, N., 2016. Isparta İlinde Bir Evin Elektrik İhtiyacını Karşılacak Panel Sayısı, Verimi ve Ekonomik Analizinin Hesabı, Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 1 (1), 41-52.
- Mihaylova, M., Radulescu, R., Razo-Zapata I., Juradob, S., Arcoa, L. Avellanab, N., Now, A., 2019. Comparing stakeholder incentives across state-of-the-art renewable support mechanisms. *Renewable Energy*. 131, 689-699.
- Nielsen, M., Jørgensen, H. E., Frandsen, S. T. (2009). Wind and wake models for IEC 61400-1 site assessment. In *EWEC 2009 Proceedings online EWEC*
- Pryor, S.C., Barthelmie, R.J., 2010. Climate change impacts on wind energy: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010(14), 430-437.
- Razali, A.M., Salih A.A., Mahdi A.A., 2009. Estimation Accuracy of Weibull Distribution Parameters. *Journal of Applied Sciences Research*. 5(7), 790-795.
- Ribeiro, A.E., Arouca, M.C., Coelho D.M., 2016. Electric energy generation from small-scale solar and wind power in Brazil: The influence of location, area and shape. *Renewable Energy*. 85(2016), 554-563.
- Stoppato, A. 2008. Life cycle assessment of photovoltaic electricity generation.. *Energy*. 2008(33), 224-232.
- Şekkeli, M., Yıldız C, Karik, F., Sözen, A. 2015. Wind Energy in Turkey Electricity Market. *Gazi Journal of Engineering Science*, 1 (2015), 253-264.
- Yuksel, İ, 2013. Renewable energy status of electricity generation and future prospect hydropower in Turkey. *Renewable Energy*. 50 (2013), 1037-1043.
- <https://energypower.gr/wp-content/uploads/2015/12/technika-charaktiristika12.pdf> (Erişim Tarihi 23.07.2019)