

Hibrit Sistemler ile Mikro Şebeke Tasarımı: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Örneği

Elif Tuba Öztürk¹, Ersan Kabalcı^{2*}

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Nevşehir, TURKEY

² Electrical and Electronics Engineering Department, Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Nevşehir, TURKEY

Corresponding author: Ersan Kabalcı (e-mail: kabalcı@nevsehir.edu.tr).

Submitted on 24.06.2024, Revised on 08.07.2024, Accepted on 20.07.2024, Published online on 20.07.2024

ÖZET Dünya nüfusunun artması, hızlı kentleşme ve teknolojik gelişmeler ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanmasında fosil yakıtlı kaynakların kullanımı oldukça yaygındır. Fakat fosil yakıtlı kaynakların kullanılması birçok dezavantajı da beraberinde getirmektedir. Atmosfere salınan zararlı gazlar ile hava kirliliği oluşurken küresel ısınma ile birlikte iklim değişiklikleri meydana gelmektedir. Çevreye verilen zararın yanı sıra bu kaynakların sınırlı olması sebebiyle alternatif enerji kaynaklarına olan yönelim son zamanlarda artış göstermektedir. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile temiz enerji elde edilebilmektedir. Güneş, rüzgar gibi kaynakların birlikte kullanıldığı hibrit sistemler ile enerji üretiminde süreklilik sağlanabilmektedir. Güneş ve rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olan Nevşehir ili için gerekli incelemeler yapılmıştır. Bu çalışma ile Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesinin elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi için şebeke bağlantılı güneş, rüzgar ve hidrojen enerjisini içeren hibrit sistemler tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemlerde üretilen enerjinin fazlası şebekeye aktarılırken hem üniversitenin enerji ihtiyacı karşılanmış hem de ek kazanç sağlanmıştır. Yapılan analizler ile en uygun sistem belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER Hibrit sistem, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi.

ABSTRACT While the need for energy is increasing day by day with the increase in world population, rapid urbanization and technological developments, the use of fossil fuel resources to meet this need is quite common. However, the use of fossil fuel resources brings with it many disadvantages. While air pollution occurs due to harmful gases released into the atmosphere, climate changes occur with global warming. In addition to the damage to the environment, the tendency towards alternative energy sources has been increasing recently due to the limited nature of these resources. In our country, clean energy can be obtained by using renewable energy resources. Continuity in energy production can be achieved with hybrid systems where resources such as sun and wind are used together. Necessary investigations have been carried out for Nevşehir province, which has high solar and wind energy potential. With this study, hybrid systems containing grid-connected solar, wind and hydrogen energy were designed to meet the electricity needs of Nevşehir Hacı Bektaş Veli University. While the excess energy produced in the designed systems is transferred to the grid, the energy needs of the university are met and additional income is provided. Based on the analyses, the most suitable system was determined.

KEYWORDS Hybrid system, wind energy, solar energy.

1. GİRİŞ

Dünyada artan nüfus ve sanayileşme nedeniyle enerjiye olan gereksinim de artmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyarın üzerinde olacağı öngörülmektedir. Bu nüfusun %70'inin şehirlerde yaşaması sebebiyle 2050 yılında günümüzden %80 daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkacaktır [1]. Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtlara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Çevrenin kirlenmesine sebep olan fosil yakıtlı kaynaklara alternatif olarak

yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde öne çıkmaktadır. Bu kaynaklar sayesinde temiz ve sınırsız enerji elde edilebilmektedir. TEİAŞ verilerine göre ülkemizde 2024 yılına ait kaynak türüne göre santrallerin yıllık üretim dağılımları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1; incelendiğinde fosil yakıtlı kaynakların oranının yenilenebilir enerjili kaynakların oranından daha yüksek olduğu görülmektedir [2].

Türkiye'de 2024 yılı için toplam 81.671,53 MWh kurulu güç bulunmaktadır. Tablo1'de görüldüğü gibi

ithal kömür 18.786,34 MWh kurulu güç ile en çok elektrik üretilen kaynak olmaktadır. Barajlar 16.337,13 MWh güç ile elektrik üretimde ikinci sırada yer almaktadır. Ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde daha çok tercih edilen rüzgar ve güneş enerjisinin kurulu güçleri sırasıyla 9.029,32 MWh, 4.127,28 MWh olarak belirlenmiştir. Kaynak olarak kömürün kullanımın diğer kaynakların kullanımından daha fazla olduğu görülmektedir. Santrallerde kömürün kullanılmasıyla birlikte havaya zararlı gazların salınması sorunu ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payının toplam üretim içerisinde artırılması bu sorunun çözümünde önemli rol oynamaktadır.



Şekil 1. Kaynak türüne göre santrallerin kurulu gücü

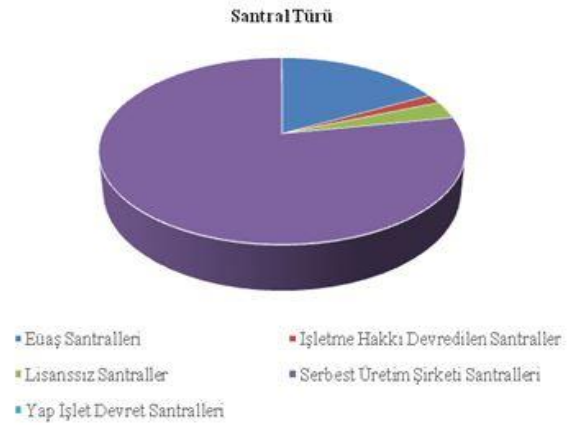
Tablo 1

Kaynak türüne göre santraller [2]

Kaynak Türüne Göre Santraller	Üretim(MWh)	Toplam İçindeki Yüzde (%)	Üretim Yüzde (%)
Akarsu	5.142,39	6,30	
Asfaltit Kömür	264,37	0,32	
Atık Isı	225,99	0,28	
Barajlı	16.337,13	20	
Biyokütle	2.317,81	2,84	
Doğalgaz	11.269,18	13,80	
Fuel Oil	280,08	0,34	
Güneş	4.127,28	5,05	
İthal Kömür	18.786,34	23	
Jeotermal	3.009,64	3,69	
Linyit	9.813,73	12,02	
LNG	0,00	0,00	
LPG	0,00	0,00	
Motorin	2,88	0,00	
Nafta	0,00	0,00	
Rüzgar	9.029,32	11,06	
Taş Kömür	1.065,34	1,30	
Toplam	81.671,53	100	

Yenilenebilir enerjinin kullanıldığı santral türleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Serbest üretim şirketi santrallerinin üretiminin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Daha

sonra Eüaş santralleri ve diğer santraller gelmektedir. Tablo 2'de santral türlerine göre üretim değerleri ve yüzdeleri görülmektedir [2]. Serbest üretim şirketi santralleri 62.787,62 MWh elektrik üretim değeri ile en çok enerji elde edilen kuruluş iken toplamda %76,88 oranına sahiptir. Yap işlet devret santrallerinde ise 64,35 MWh elektrik üretim değeri ile en az enerji elde edilirken toplam üretim içerisinde %0,08 oranına sahiptir.



Şekil 2. Santral Türü

Tablo 2
Santral Üretim Değerleri ve yüzdeleri [2]

Santral Türü	Üretim (MWh)	Toplam Üretim İçindeki Yüzde (%)
Eüaş Santralleri	13.658,10	16,72
İşletme Hakkı Devredilen Santraller	1.306,90	1,60
Lisanssız Santraller	3.854,54	4,72
Serbest Üretim Şirketi Santralleri	62.787,62	76,88
Yap İşlet Devret Santralleri	64,35	0,08
Toplam	81.671,53	100

Tablo 3'de ayrıca 2024 yılı mayıs ayında Türkiye'de birincil kaynaklara göre santral adetleri ve kurulu güç değerleri de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere elektrik üretiminde birçok kaynak türü kullanılsa da bunlar içerisinde hidrolik, termik ve yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır. Termik kaynaklar toplam üretimin yaklaşık %45'ini karşılarken bu üretimin içerisinde ithal doğalgazın ve ithal kömürün yüksek oranda kullanılması enerjide dışa bağımlılığa neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak elektrik üretim maliyetlerinin ve dış bağımlılığın azaltılması için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Literatürde Homer programı kullanılarak gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur. Kapen vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada yıllık güneş radyasyonu 4.28 kWh/m²/yıl ile 5,80 kWh/m²/yıl arasında değişen Kamerunun elektrik ihtiyacının karşılanması için güneş panelleri/yakıt

hücresi/elektrolizör/biyogaz ve güneş panelleri/pil/yakıt hücresi/elektrolizör/biyogaz olan iki farklı senaryo incelenmiştir. Çalışmada düşük, orta ve yüksek olarak üç çeşit elektrik tüketimi ele alınmıştır. Senaryo 1'de düşük elektrik tüketimi olanlar için en uygun sistemin 144 kW güneş paneli, 15 kW biyogaz jeneratörü, 11 kW dönüştürücü, 15 kW elektrolizör, 15 kW yakıt hücresi, 5000 kg hidrojen tankı olarak belirlenirken orta elektrik tüketimi olanlar için en uygun sistemin 879 kW güneş paneli, 15 kW biyogaz jeneratörü, 31.9 kW dönüştürücü, 24 kW elektrolizör, 24 kW yakıt hücresi, 5000 kg hidrojen tankı ve yüksek elektrik tüketimi olanlar için ise en uygun sistemin 11.925 kW güneş paneli, 15 kW biyogaz jeneratörü, 570 kW dönüştürücü, 266 kW elektrolizör, 266 kW yakıt hücresi, 25000 kg hidrojen tankı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3

Birincil kaynaklara göre santral adetleri ve kurulu güç [2]

Birincil Kaynak	Santral Adedi	KuruluGüç(MW)
Doğalgaz	361	24,996
LNG	1	2
Linyit	48	10,207
Taşkömür	4	841
Asfaltit Kömür	1	405
İthal Kömür	16	10,374
FuelOil	9	255
Motorin	1	1
Nafta	1	5
LPG	0	0
Atık Isı	75	330
Biyokütle	387	2,084
Termik Toplam	904	49,499
Jeotermal	63	1,691
Barajlı	145	23,854
Akarsu	616	8,327
Hidrolik Toplam	761	32,180
Güneş	21,403	14,424
Rüzgar	367	12,103
Toplam	23,498	109,897

Senaryo 2'de düşük elektrik tüketimi olanlar için en uygun sistemin 138 kW güneş paneli, 15kW biyogaz jeneratörü, 27.2 kW dönüştürücü, 15 kW elektrolizör, 15 kW yakıt hücresi, 5000 kg hidrojen tankı, 480 adet batarya olarak belirlenirken orta elektrik tüketimi olanlar için en uygun sistemin 234 kW güneş paneli, 15 kW biyogaz jeneratörü, 57.8 kW dönüştürücü, 24 kW elektrolizör, 24 kW yakıt hücresi, 5000 kg hidrojen tankı, 1023 adet batarya ve yüksek elektrik tüketimi olanlar için ise en uygun sistemin 820 kW güneş paneli, 15 kW biyogaz jeneratörü, 405 kW dönüştürücü, 266 kW elektrolizör, 266 kW yakıt hücresi, 25000 kg hidrojen tankı, 9519 adet batarya olduğu belirlenmiştir [3]. Akarsu ve Genç tarafından gerçekleştirilen çalışmada ortalama güneş ışınımı 4,54 kWh/m²/gün ortalama rüzgar hızı 4,78 m/s olan Kayserinin Kocasinan ilçesi Erkilet mahallesindeki konutun elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi için güneş

panelleri, rüzgar türbini, dizel jeneratör, batarya, yakıt hücreleri ve hidrojen depolama araçları kullanılarak hibrit bir sistem tasarlanmıştır. Yıllık elektrik ihtiyacı 812.113,39 kWh iken günlük ortalama yük talebi 2.256,50 kWh/gün olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda %68 yenilenebilir enerji oranı ile elektrik ihtiyacını karşılayan sistem belirlenmiştir. Ayrıca dizel jeneratörün kullanımı karbon emisyonunun artmasına neden olurken yakıt hücresi kullanımı ise maliyeti arttırmaktadır. Bu problemin çözümünde hidrojenin kullanımının yaygınlaşması ve maliyetinin düşmesi ile birlikte temiz enerji kullanımının arttırılabileceği sonucuna varılmıştır [4]. Açıklık ve bayır tarafından gerçekleştirilen çalışmada yıllık elektrik talebi 1.750,34 MWh olan Karabük ilinde güneş, rüzgar ve hidrojen sistemlerinin birlikte kullanıldığı bir sistem tasarlanmıştır. Tasarımda Homer programı kullanılmıştır. Bu çalışmada hibrit sistem tasarımının yararları araştırılırken maliyet ve çevreye olan etkisi de değerlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımının artması yakıt tüketiminin azalmasına neden olmuştur ve çevreye salınan zararlı gazların oranını düşürmüştür [5]. Yılmaz vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada İzmir'deki endüstriyel bölgenin günlük 24.000 kWh elektrik talebinin karşılanabilmesi için şebeke bağlantılı hibrit sistem tasarlanmıştır. Çalışmada beş farklı senaryo ile ekonomik analizlerin sonuçları karşılaştırılıp en uygun sistem belirlenmiştir. Güneş enerji santrali, rüzgar enerji santrali ve depolama birimlerini içeren beşinci senaryonun birim elektrik maliyetinin en düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Sistemin birim elektrik maliyeti 0,0730 \$ ve net şimdiki maliyeti ise 9,46 M\$ olarak hesaplanmıştır. Hibrit sistemin kurulum maliyeti 6,23 M\$, yıllık işletme maliyeti 250,101 \$ ve amortisman süresi ise 7,53 yıl olarak belirlenmiştir [6]. Yalılı Kılıç vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada Bursa'nın Osmangazi ilçesinde yer alan üç katlı bir apartmanın günlük ortalama 18 kWh elektrik talebinin karşılanması için şebeke bağlantılı güneş enerjili sistemin birlikte kullanıldığı hibrit sistem tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda birim enerji maliyeti 0,562 TL/kWh ve net şimdiki maliyeti ise 49.405,97 TL olarak belirlenmiştir. Güneş enerjili sistemlerin kullanımının yaygınlaşması ile enerji verimliliğinin arttırılabileceği sonucuna varılmıştır [7]. Tabak tarafından gerçekleştirilen çalışmada Konya'da yer alan bir fabrikanın günlük ortalama 1000 kWh elektrik talebinin karşılanması için şebeke bağlantılı güneş enerji sistemi, akü ve dizel jeneratörün birlikte kullanıldığı hibrit sistem tasarlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre 3500 kW gücünde güneş enerjisi sistemi, 2400 kW gücünde dizel jeneratör, 55 kWh batarya ve 2885 kW gücünde dönüştürücü kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sistemin net bugün

ki maliyet değeri 7,81 M\$ iken yatırım maliyeti 1,94 M\$'dir. Güneş enerji potansiyeli yüksek olan Konya ili için şebeke bağlantılı sistemin kullanılmasının ekonomik açıdan avantajlı olacağı sonucuna varılmıştır [8]. Kırbaş vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi'nde şebeke bağlantılı güneş panelleri ve rüzgar türbinlerinin birlikte kullanıldığı hibrit sistem tasarlanmıştır. Günlük ortalama 446 kWh elektrik talebinin karşılanması için ekonomik analizler gerçekleştirilmiştir. Üniversiteye kurulacak sistemin 60 kW, 80 kW ve 100 kW güç değerlerinde olması durumundaki en uygun sistem araştırılmıştır. Sonuç olarak 100 kW güce sahip hibrit sistemin şebekeden satın alınan enerjinin en düşük olduğu seçenek olarak saptanmıştır. Bu sistem 50 kW güneş paneli ve 50 kW rüzgar türbininden oluşmakta iken güneş panellerinin kullanımının artması sonucunda amortisman sürelerinin kısaldığı belirlenmiştir [9]. Yalılı Kılıç ve Adalı tarafından gerçekleştirilen çalışmada Bursa'nın Nilüfer ilçesindeki bir süpermarketin elektriksel yük ihtiyacının karşılanması için rüzgar ve güneş hibrit sisteminin Homer Pro ile tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sisteminin maliyeti 2.760.314,5 \$, sistemin kWh başına elektrik tüketim değeri 0,041 \$ olarak hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda sistemin kendisini 18 yılda karşılayabileceği belirlenmiştir [10]. Mamur vd. tarafından gerçekleştirilen çalışmada Zonguldak ilinin Kozlu ilçesindeki kamu binası olarak kullanılan Kozlu Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinin elektriksel yük ihtiyacının karşılanması için güneş ve rüzgar enerjisinin kullanıldığı hibrit sistem tasarımı ile fizibilite çalışması gerçekleştirilmiştir. Homer programı ile yapılan analizler sonucunda en uygun sistem tasarımının 36 kW rüzgar türbini ve 23 kW güneş panellerini içeren şebekeye bağlı hibrit sistem olduğu anlaşılmıştır [11]. Solmaz vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada rüzgar ve güneş enerjisinin birlikte kullanıldığı bir hibrit sistemin tasarımı Homer programı ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada tasarlanan hibrit sistem gemi üzerine yerleştirilmiştir. Tasarlanan sistem sayesinde gemideki elektrik yükü azaltılarak yakıt kullanımı düşürülmüştür. Atmosfere salınan zararlı gazların etkisi azalmıştır. En uygun sistemin birim enerji maliyeti 0,561 \$ iken geri ödeme süresi iki yıl olarak tespit edilmiştir [12]. Alzarouq vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada Libyada yenilenebilir enerji kaynaklar aracılığıyla belirlenen bölgenin elektrik ihtiyacının karşılanması amaçlanmıştır. Kullanılan cihazların elektrik tüketim değerleri toplam 250 kW olarak ölçülmüştür. Güneş ve rüzgar enerjisinin birlikte kullanıldığı hibrit sistemde batarya ile birlikte dizel jeneratörde yer almaktadır. Homer programı ile yapılan analizler sonucunda toplam enerji üretimi 2.398,02 kWh/yıl olarak

belirlenmiştir. Sistem tasarımı ile dizel jeneratörlerin kullanımının azaldığı ve bu sayede çevreye zararlı gazların minimum değere indiği tespit edilmiştir [13]. Almagrahi ve Yusupov tarafından gerçekleştirilen çalışmada Karabük Üniversitesi'nde mikro şebeke uygulamasının etkinliğini değerlendirmek için HOMER Grid yazılımını kullanarak teknolojik-ekonomik ve çevresel analizler yapılmıştır. Şebeke bağlantılı sistemde güneş panelleri, jeneratör, batarya ve dönüştürücü kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizlerde dört farklı senaryo üzerinde durulmuştur. İlk senaryo şebeke ve jeneratörden oluşurken ikinci senaryo şebeke, güneş panelleri ve jeneratörden oluşmaktadır. Üçüncü senaryo şebeke, güneş panelleri, jeneratör ve bataryadan oluşurken dördüncü senaryo şebeke, batarya ve jeneratörden oluşmaktadır. Önerilen çalışmada güneş panellerinin yer aldığı sistemler ile daha fazla elektrik üretimi gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Tasarlanan sistem sayesinde üniversite kampüsünde temiz enerji kullanımına olanak sağlandığı kanıtlanmıştır [14]. Güven ve Mete tarafından gerçekleştirilen çalışmada Balıkesir'in Erdek ilçesinin 2020 yılı aylık elektriksel yük ihtiyacının karşılanması için şebekeden bağımsız hibrit enerji sistem tasarımı Homer programında gerçekleştirilmiştir. Önerilen sistemde güneş panelleri, rüzgar türbini, batarya, dönüştürücü, yakıt hücresi, elektrolizör, hidrojen depolama, dizel ve biyogaz jeneratörü kullanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde en uygun sistemin şebekeden bağımsız güneş paneli, rüzgar türbini, dizel jeneratör ve batarya elemanlarını içeren senaryo olduğuna karar verilmiştir. Hibrit sistemin birim enerji maliyeti 0,109 \$ iken net bugünkü maliyeti ise 165 milyon dolar olarak belirlenmiştir [15]. Barakat ve Samy tarafından gerçekleştirilen çalışmada Mısırın Kahire şehrinde yer alan bir kliniğin enerji talebinin karşılanabilmesi için rüzgar türbini, güneş panelleri, yakıt hücresi, elektrolizör, hidrojen depolama ve dönüştürücüden oluşan hibrit sistemler modellenmiştir. Üç farklı senaryo üzerinde durulmuştur. İlk iki senaryoda hidrojen depolama yer alırken üçüncü senaryoda batarya tercih edilmiştir. Kurşun-asit, lityum-iyon, vanadyum redoks, nikel-demir ve çinko-brom içeren çeşitli batarya türleri kullanılarak en uygun sistemin ne olacağı araştırılmıştır. Önerilen çalışmada kurşun-asit bataryanın en uygun depolama olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Optimizasyon sonuçlarına göre güneş panelleri ve rüzgar türbinini içeren sistem ile hidrojen üretiminin mümkün olduğu yakıt hücresi kullanılarak da kapasite eksikliklerinin giderilebileceği saptanmıştır [16]. Tawil vd tarafından gerçekleştirilen çalışmada şebeke bağlantılı güneş panelleri ve yakıt hücresinden oluşan hibrit sistem tasarlanmıştır. 30 kg kapasiteli hidrojen depolama ile temiz enerji elde edilmesi

amaçlanmıştır. Homer programı ile yapılan analizler neticesinde yıl boyunca talep edilen enerjinin karşılanabileceği ve çevreye zararlı gazların salınım oranının düşürülebileceği belirlenmiştir [17]. Ogbikaya ve Iqbal tarafından gerçekleştirilen çalışmada Nijeryada yer alan üniversite kampüsünün elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi amacıyla Homer programı kullanılarak hibrit sistemler modellenmiştir. Kampüsün yük profili günlük ortalama 2.654,80 kWh/gün olarak tespit edilmiştir. Şebeke bağlantılı sistemde güneş panellerinin kampüste kurulacağı alan 17,696 m² belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda önerilen sistemin 3 yıl 5 ay gibi kısa bir sürede geri ödeyeceği anlaşılmıştır [18].

Yapılan literatür araştırmasında önerilen sistemlerde yatırım ve işletme maliyetlerinin yeterince dikkate alınmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, kaynak çeşitliliğinin de oldukça düşük kaldığı tespit edilmiştir. Literatürde görülen bu çalışmalarda yaklaşımın geliştirilmesi ve farklı tasarım örneklerinin detaylı analizlerle önerilmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada şebeke bağlantılı dört ayrı dağıtık üretim senaryosu önerilmiştir. Tasarım ve analiz işlemlerinde HOMER programı kullanılarak güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve yakıt hücreleri gibi kaynakların da dahil edildiği bu tesis modellerinde temel amaç, şebekeden tüketilen gücün azaltılması olduğu gibi önerilen tesislerde üretilen elektrik enerjisinin de şebekeye aktarılmasını içermektedir. Önerilen çalışmada ele alınan kampüsün elektriksel yük profili, bölgenin meteorolojik verileri ve hibrit mikro şebeke modellerinin tasarımı ikinci bölümde sunulmuştur. Dört ayrı senaryoda modellenen mikro şebeke tasarımlarının analizleri ise üçüncü bölümde teknik ve ekonomik yönleriyle detaylı olarak ele alınmış ve irdelenmiştir. Sistem tasarımına yönelik tartışma, değerlendirme ve sonuçlar ise dördüncü ve beşinci bölümlerde verilmiştir.

2. DAĞITIK ÜRETİM TABANLI MİKROŞEBEKE MODELİNİN TASARIMI

Bu çalışmada modellenen ve analiz edilen mikro şebeke tasarımı, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nin merkez kampüsünde gerçekleşen elektrik tüketiminin bir kısmını karşılamak amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan tasarım çalışmasına temel oluşturacak elektrik tüketim verileri temin edilerek verilerin analizi sonucunda kampüsün yük profili tespit edilmiş, yük değişimleri, talep zamanlarının özellikleri ve enerji tüketim alışkanlıkları belirlenmiştir. Elde edilen bu bilgiler ışığında yapılan tasarım çalışmasının teknik ve ekonomik özellikleri bu bölümde açıklanmıştır. Çalışmada kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar türbini ve dönüştürücünün teknik özellikleri araştırılmıştır.

Rüzgar türbini olarak Enercon E53 modeli kullanılırken bu modelin teknik özellikleri Tablo 4'te verilmiştir [19].

Tablo 4
Enercon E53 teknik özellikleri

Rüzgar Türbini	Enercon E-53
Anma Gücü	800kW
Rüzgar Başlatma Hızı	3.0 m/s
Anma Gücündeki Rüzgar Hızı	12.0 m/s
Rüzgar Durdurma Hızı	34.0 m
Rotor Çapı	52.9 m

Tasarlanan sistemde Eaton Power Xpert 1500kW dönüştürücü kullanılmıştır. Dönüştürücüye ait teknik özellikler Tablo 5'te erilmiştir [20].

Tablo 5
Eaton Power Xpert 1500kW teknik özellikleri

Dönüştürücü	Eaton Power Xpert1500kW
Maksimum DC Gerilim	1000 V
Maksimum DC Akım	3100 A
Maksimum AC Güç	1500 kW
Nominal AC Voltaj	480 V (%10-%10)
Maksimum DC Gerilim	1000 V

2.1. Elektriksel Yük Profili

Bu çalışmada Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile ilgili incelemeler gerçekleştirilmiştir. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi 17 Mayıs 2007 tarihinde kurulmuştur. Üniversitede 650'den fazla akademik personel ve 20.000 'den fazla öğrenci bulunmaktadır [21].



Şekil 3. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi [21]

Üniversite yerleşkesinde Fakülteler, Enstitüler, Meslek Yüksekokulları ve Yüksekokullar yer almaktadır. Nevşehir Hacı Bektaş Veli üniversitesinin elektrik ihtiyacının karşılanabilmesi için şebeke bağlantılı rüzgar türbini, güneş panelleri ve yakıt hücresinin birlikte kullanıldığı bir hibrit sistemin tasarlanması amaçlanmaktadır. Çalışmada Homer programı kullanılarak en uygun sistemin nasıl olacağı araştırılmıştır. 2016-2022 yılları arasındaki elektrik tüketim verilerinin ortalaması alınarak elektriksel yük profili ve tüketim trendi tespit edilmiştir. Bu veriler Tablo

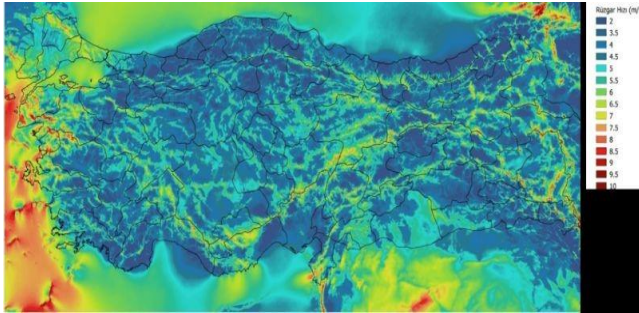
6'da gösterilmiştir. Tabloda sunulan bilgilerden de anlaşılacağı üzere yıllık 5.002,7783kWh elektrik ihtiyacı olduğu, en yüksek elektrik tüketiminin ocak ayında en düşük elektrik tüketiminin ise haziran ayında olduğu belirlenmiştir. Bu veriler Homer Pro programına yüklenmiş ve yük profili oluşturulmuştur. Tablo 6'da yıllık ortalama yük profili elektrik tüketiminin yılın her ayı için dağılımı gösterilmiştir. Derslerin olmadığı dönemlerde öğrenci sayısının azalması ile yaz aylarında elektrik tüketim verilerinin düştüğü, derslerin başladığı ve öğrenci sayısının artması ile elektrik tüketim verilerinin de yükseldiği görülmüştür.

Tablo 6
Elektriksel yük profili

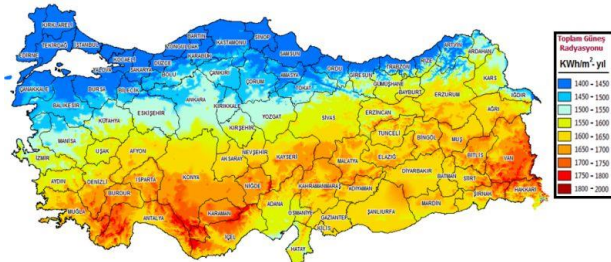
Aylar	Tüketim (kWh)
Ocak	568,02
Şubat	462,16
Mart	536,32
Nisan	380,10
Mayıs	326,93
Haziran	310,82
Temmuz	332,55
Ağustos	374,70
Eylül	333,71
Ekim	378,27
Kasım	477,38
Aralık	521,82

2.2. Meteorolojik Veriler

Türkiye fosil yakıtlı kaynakların çok az bulunduğu bir bölgede yer almaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için yeterli potansiyele sahiptir. Özellikle güneş enerjisi yönünden oldukça zengindir. Şekil 4 ve Şekil 5'te ülke geneli rüzgar ve güneş enerjisi potansiyel atlasları görülmektedir.

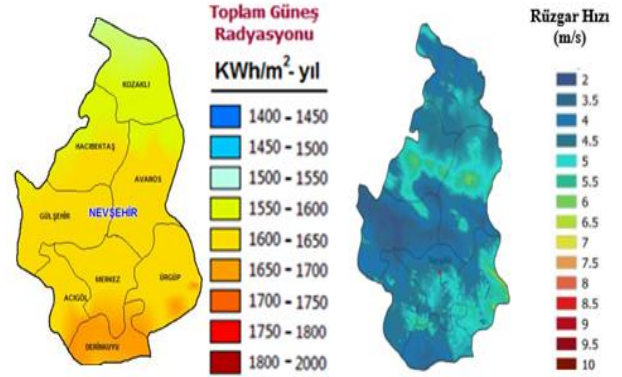


Şekil 4. Türkiye'nin yıllık ortalama rüzgar hızı dağılımı [22]



Şekil 5. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası [23]

Nevşehir ili iç Anadolu bölgesinde bulunan 8 ilçesi olan 5467 km² yüzey ölçümüne sahip bir şehirdir [22-23]. Şekil 6'da Nevşehir ili için güneş enerjisi potansiyel atlası ve 100 metrede yıllık ortalama rüzgar hızı dağılımı gösterilmiştir. Ülke genelinde olduğu gibi Nevşehir ilinde de güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir.



Şekil 6. Nevşehir ili güneş radyasyonu ve ortalama rüzgar hızı [22-23]

Homer programında yer alan NASA veritabanından elde edilen açıklık indeksi, günlük radyasyon ve ortalama rüzgar verileri Tablo 7'de Nevşehir ili için ortalama sıcaklık değerleri gösterilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde yaz aylarında günlük radyasyon değerlerinin yüksek olduğu kış aylarında bu değerlerin düştüğü görülmektedir. Ortalama rüzgar hızı 5,10 m/s'dir. Tasarlanan sistemde yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanılması kış aylarında güneşin daha az etkin olduğu zamanda rüzgar türbininin devreye girerek enerjide devamlılığın sağlanmasına olanak sunmaktadır. Yaz aylarında ise rüzgar hızının düşmesi ile güneş enerjisi ile elektrik enerjisi üretilmektedir.

Tablo 7

Aylar	Açıklık İndeksi	Günlük Radyasyon (kWh/m ² /gün)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)
Ocak	0,497	2,220	5,240
Şubat	0,510	2,980	6,330
Mart	0,536	4,170	5,900
Nisan	0,519	5,040	5,250
Mayıs	0,549	6,070	4,870
Haziran	0,618	7,160	4,570
Temmuz	0,649	7,330	4,760
Ağustos	0,636	6,480	4,650
Eylül	0,617	5,200	4,160
Ekim	0,565	3,620	5,550
Kasım	0,510	2,430	4,710
Aralık	0,463	1,870	5,180

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi için Homer programında yer alan NASA veritabanından elde edilen aylık ortalama sıcaklık verileri Tablo 8'de verilmiştir. Bu programda 1983-

2005 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık verilerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 8

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi aylık ortalama sıcaklık verileri

Aylar	Günlük Sıcaklık (°C)
Ocak	-0,69
Şubat	-0,05
Mart	3,87
Nisan	9,760
Mayıs	14,560
Haziran	18,450
Temmuz	21,590
Ağustos	21,260
Eylül	17,870
Ekim	12,310
Kasım	5,330
Aralık	0,570

3. ŞEBEKE BAĞLANTILI HİBRİT MIKROŞEBEKE TASARIMI

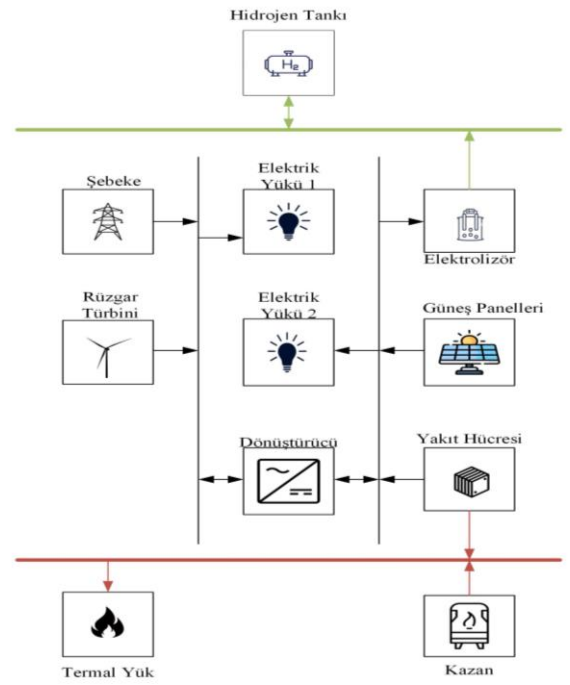
Nevşehir hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nin elektrik ihtiyacının karşılanması için yenilenebilir enerji kaynakları ile hibrit sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada dört farklı senaryo gerçekleştirilmiştir. Bu sistemler: şebeke bağlantılı rüzgar türbini sistemi, şebeke bağlantılı güneş panellerinin birlikte kullanıldığı sistem, şebeke bağlantılı rüzgar türbini, güneş panelleri, yakıt hücresi sistemi ve şebeke bağlantılı rüzgar türbini, güneş panelleri ve bataryanın yer aldığı sistemdir. Üçüncü senaryo için yakıt hücresi varken ve yokken iki farklı durum incelenmiştir. Tasarlanan üçüncü senaryonun blok diyagramları Şekil 7'de görülmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmada dört farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolardan ilki şebeke bağlantılı rüzgar türbini ile birlikte tasarlanmıştır. Tüketilen toplam elektrik enerjisinin%73,9 oranında rüzgar türbininden üretilmiş, geriye kalan%26,1 oranındaki enerji ise şebekeden karşılanmıştır. Tasarımda tüketilen 4.831,71kWh elektrik enerjisinin 1.260,38kWh kadar olan kısmı şebekeden temin edilirken 3.571,33kWh kadar elektrik enerjisi de rüzgar türbini tarafından üretilmiştir. Bu değerler Tablo 9'da görülmektedir. Çalışılan ilk senaryoda 800kW gücünde Enercon E-53 rüzgar türbini kullanılmıştır. Üreticinin teknik verilerine göre rüzgar türbininin yüksekliği 90 metre, ekonomik ömrü ise 20 yıl olarak belirtilmektedir [19].

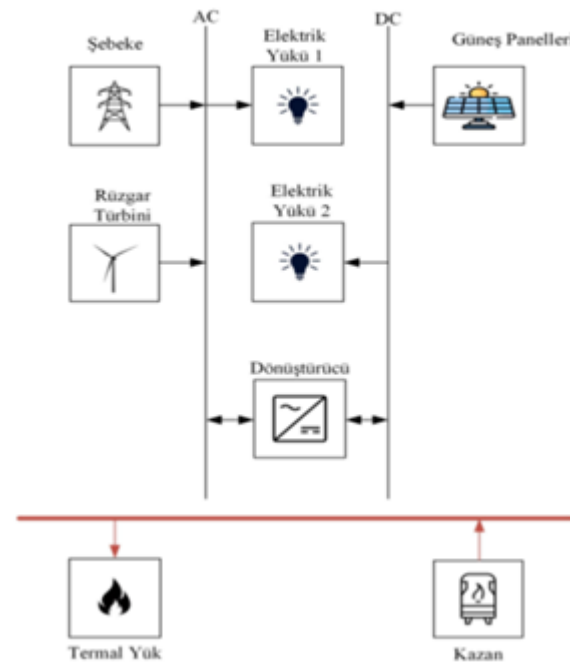
Tablo 9

Birinci Senaryoda güç kaynaklarının dağılımı

Üretim	kWh/yıl	Katılım Oranı (%)
Rüzgar türbini	3.571,33	73,9
Şebeke satın alınan	1.260,38	26,1
Toplam	4.831,71	100



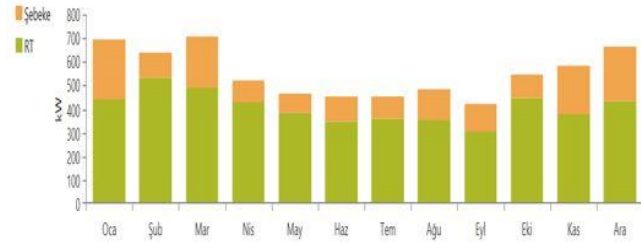
(a)



(b)

Şekil 7. Blok Diyagram, (a) Senaryo 3, (b) Senaryo 3

Şekil 8'de şebeke ve rüzgar türbininin aylık elektrik üretim değerleri görülmektedir. Rüzgar türbinindeki üretim kış aylarında artarken yaz aylarında azalmaktadır. Yıllık bazda elektrik üretiminin % 73,9'u rüzgar türbininden karşılanırken %26,1'i şebekeden karşılanmaktadır.



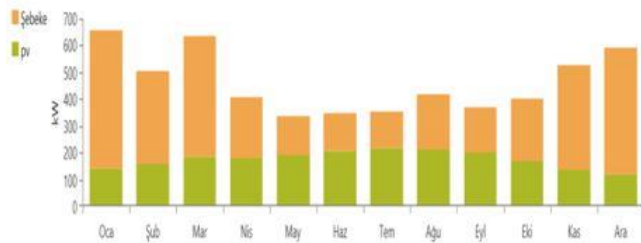
Şekil 8. Birinci senaryo aylık elektrik üretimi

İkinci senaryoda şebeke bağlantılı güneş panelleri ile birlikte tasarlanmıştır. Toplam elektrik enerjisi üretiminde güneş panelleri %51,6 oran ile 2.315,63 kWh, şebeke ise %48,4 oran ile 2.169,54 kWh enerji elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 10'da görülmektedir. Çalışılan ikinci senaryoda SchneiderConext CL 25000 E güneş paneli kullanılmıştır. Güneş paneli 1500kW kapasiteye sahipken ortalama ömrü ise 25 yıl olarak belirlenmiştir [24].

Tablo 10
İkinci Senaryo Üretim Değerleri ve Katılım oranları

Üretim	kWh/yıl	Katılım Oranı (%)
Güneş Paneli	2.315,63	51,6
Şebeke satın alınan	2.169,54	48,4
Toplam	4.831,71	100

Şekil 9'da şebeke ve güneş panellerinin aylık elektrik üretim değerleri görülmektedir. Güneş panellerinden elde edilen enerji kış aylarında daha azken şebekeden sağlanan enerji daha fazla olmaktadır.



Şekil 9. İkinci senaryo aylık elektrik üretimi

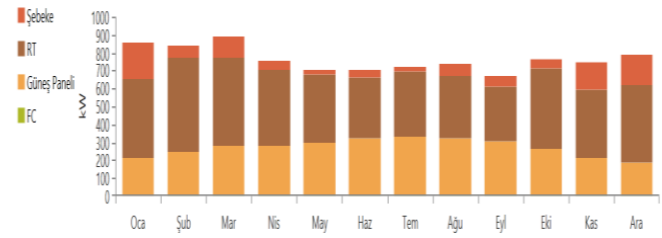
Üçüncü senaryoda şebeke bağlantılı rüzgar türbini, güneş panelleri ve yakıt hücresi ile birlikte tasarlanmıştır. Tablo 11'de üçüncü senaryonun üretim değerleri görülmektedir. Bu tasarımda iki farklı model incelenmiştir. İlk olarak yakıt hücresinin yer aldığı sistem oluşturulmuştur. Daha sonra yakıt hücresi yokken sistem yeniden tasarlanmıştır. Sistemde rüzgar türbini Enercon E-53, Schneider Conext CL 25000 E güneş paneli ve generic fuell cell yakıt hücresi kullanılmıştır. Toplam elektrik enerjisi üretiminde rüzgar türbini %53,5 oran ile 3.571,33 kWh, güneş paneli %34,7 oran ile 2.315,63kWh, yakıt hücresi %0,637 oran ile 42,56kWh ve şebekede ise %11,2 oran ile

747,86kWh enerji elde edilmiştir. Bu değerler tablo 11'de görülmektedir. Sistemde 6.677,84 kWh elektrik enerjisi üretimi gerçekleşirken şebekeden 747,86 kWh enerji satın alınmıştır.

Tablo 11
Üçüncü Senaryo Üretim Değerleri ve Katılım oranları

Üretim	kWh/yıl	Katılım Oranı (%)
Güneş paneli	2.315,63	34,7
Yakıt hücresi	42,56	0,637
Rüzgar türbini	3.571,33	53,5
Şebeke satın alınan	747,86	11,2

Şekil 10'da şebeke, rüzgar türbini, güneş paneli ve yakıt hücresinin aylık elektrik üretim değerleri görülmektedir. Çeşitli kaynakların birlikte kullanılmasıyla birlikte şebekeye olan ihtiyacı özellikle yaz aylarında oldukça azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 10. Üçüncü senaryo aylık elektrik üretimi

Üçüncü senaryoda şebeke bağlantılı sistemden yakıt hücresi çıkarıldığında yeniden tasarlanmıştır. Tablo 12'de yakıt hücresi yokken üçüncü senaryonun üretim değerleri görülmektedir. Sistemde rüzgar türbini Enercon E-53, SchneiderConext CL 25000 E güneş paneli kullanılmıştır. Toplam elektrik enerjisi üretiminde güneş paneli %34,8 oran ile 2.315,63 kWh, rüzgar türbini %53,7 oran ile 3.571,33 kWh, şebeke ise %11,5 oran ile 764,77 kWh enerji elde edilmiştir.

Tablo 12
Üçüncü Senaryo Yakıt Hücresi Yokken Üretim Değerleri ve Katılım oranları

Üretim	kWh/yıl	Katılım Oranı (%)
Güneş paneli	2.315,63	34,8
Rüzgar türbini	3.571,33	53,7
Şebeke satın alınan	764,77	11,5
Toplam	6.651,73	100

Dördüncü senaryoda şebeke bağlantılı rüzgar türbini, güneş paneli ve batarya birlikte tasarlanmıştır. Tablo 13'te elektrik üretim değerleri görülmektedir.

Tablo 13
Dördüncü Senaryo Üretim Değerleri ve Katılım oranları

Üretim	kWh/yıl	Katılım Oranı (%)
Güneş paneli	1.543,75	28,5
Rüzgar türbini	3.571,33	66
Şebeke satın alınan	295,51	5,46
Toplam	5.410,59	100

Yapılan analizler sonucunda dört farklı senaryo ile elektrik üretim değerleri incelenmiştir. Tablo 14'te her bir senaryo için yıllık şebekeden elektrik alış ve satış değerleri verilmiştir. Üçüncü senaryoda yakıt hücrelerinin kullanılmaması durumunda şebekeye aktarılan enerjinin çok daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 14
Yıllık Elektrik Alış-Satış Değerleri

Aylar	Satın Alınan Enerji (kWh)	Satılan Enerji(kWh)	Satın Alınan Net Enerji (kWh)
Birinci Senaryo	1.260,38	953,39	306,98
İkinci Senaryo	2.502,92	110,45	2.392,47
Üçüncü Senaryo	747,94	1.870,75	-1.122,81
Üçüncü Senaryo (yakıt hücresi yok)	764,77	2.339,64	-1.574,87
Dördüncü Senaryo	295,51	1.027,55	-732,04

4. SONUÇLAR

Sistem tasarımında dört ayrı senaryo oluşturulmuştur. Bu tasarımların hangisinin daha uygun olacağı araştırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı kullanıldığı durumlar ve birlikte kullanıldığı durumlar karşılaştırılmıştır. Bu iki durumun sonucunda oluşan avantaj ve dezavantajlar değerlendirilmiş ve en uygun sisteme karar verilmiştir. Dört farklı senaryo oluşturularak üniversitenin elektrik ihtiyacının karşılanması için en uygun hibrit sistemin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Şebeke bağlantısı ile sistemde üretilen elektrik enerjisinin hem elektriksel yük ihtiyacının karşılanması hem de fazla olan elektrik enerjisinin sisteme dahil edilmesine olanak sağlanmaktadır. Üniversitenin elektriksel yük talebinin ortalaması alınarak yük profili oluşturulmuştur. Tasarlanan ilk sistemde rüzgar türbinin tek başına kullanıldığı senaryo oluşturulmuştur. Birinci senaryoda 1.260,38 kWh şebekeden enerji satın alınırken 953,39 kWh enerji şebekeye satılmıştır. Tasarlanan ikinci sistemde güneş panellerinin tek başına kullanıldığı senaryo oluşturulmuştur. İkinci senaryoda 2.502,92 kWh şebekeden enerji satın alınırken 110,45 kWh enerji şebekeye satılmıştır. Bu iki tasarım enerji talebini tek başına karşılayamamıştır. Üçüncü senaryoda yakıt hücresi varken ve yokken iki durum incelenirken dördüncü senaryoda bataryanın kullanıldığı bir sistem tasarlanmıştır. Üçüncü ve dördüncü senaryo ile tasarlanan modellerin enerji ihtiyacını karşılayabileceği anlaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda üçüncü senaryonun en uygun sistem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu tasarımda 764,77 kWh şebekeden enerji satın alınırken 2.339,64 kWh şebekeye enerji satılmıştır. Bu senaryoda üniversitenin enerji talebi karşılanırken aynı zamanda şebekeye enerji aktarılmıştır. Hibrit sistemin kullanımı ile temiz enerji elde edilmesine olanak sağlanmıştır. Aynı zaman da enerji üretiminde süreklilik sağlanmıştır. Gelecekte

yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı sistemlerin yaygınlaşması ile çevreye verilen zararın azaltılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] OECD, (2012), OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction International Government Publication, Paris.
- [2] İstatistikler (teias.gov.tr)
- [3] Kapen, P. T., Nouadje, B. A. M., Chegmonhan, V., Tchuen, G., Tchinda, R., "Techno-economic feasibility of a PV/battery/fuel cell/electrolyzer/biogas hybrid system for energy and hydrogen production in the far north region of cameroon by using HOMER pro" Energy Strategy Reviews, 44, 100988, 2022.
- [4] Akarsu, B., Genç, M. S., "Optimization of electricity and hydrogen production with hybrid renewable energy systems" Fuel, 324, 124465, 2022.
- [5] Açikel, H. H., Bayır, E., "Evaluation of capacity of hybrid energy systems to decrease the environmental pollution" Fuel, 328, 125356, 2022.
- [6] Yılmaz, G., Şahin, M., Akyazı, Ö., Öztürk, B., "Şebeke Bağlantılı Hibrit Yenilenebilir Enerji Sisteminin Homer ile Ekonomik ve Çevresel Analizi: İzmir Endüstriyel Bölgesi Örneği" Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 13(3), 1090-1106, 2023.
- [7] Kılıç, M. Y., Adalı, S., "Bir Apartmanın Yenilenebilir Enerji Sistem Maliyetinin HOMER Pro Kullanılarak Belirlenmesi" Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(1), 13-20, 2022.
- [8] Tabak, A., "Konya İlinde Bir Fabrikanın Enerji Talebinin Karşılama için Hibrit Enerji Üretim Sisteminin Analizi ve Tasarımı" International Journal of Engineering Research and Development, 13(1), 220-230, 2021.
- [9] Kırbaş, İ., Kocakulak, T., "Hibrit sistemler ile enerji üretimi: Maku-Tbmyo örneği" Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 127-135, 2021.
- [10] Kılıç, M. Y., Adalı, S., "Elektrik İhtiyacının Karşılmasında Hibrit Yenilenebilir Enerji Sistemi-Süpermarket Örneği" Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1), 224-235, 2022.
- [11] Mamur, H., Yakar, M. C., Zerafet, A., "Bir Kamu Binası İçin Hibrit Enerji Sistemi Fizibilitesi" Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 11(1), 51-58, 2019.
- [12] Solmaz, M. S., Başkaya, A., Savaş, A., Akman, M., "Yenilenebilir Enerjinin Gemilerde Kullanılması: Bir Yağ Barına Kurulan Hibrit Sistemin Ekonomik ve Çevresel Analizi ile Optimizasyonu" Journal of Eta Maritime Science, 2019.
- [13] Alzarouq, A., Arab, M. B., Rezik, M., Krichen, L., "Hybrid Power Optimization at the Libyan Investment Authority: A Synergy of Homer Software and Machine Learning Application" IEEE 11th International Conference on Systems and Control (ICSC), 378-383, 2023.
- [14] Yusupov, Z., Almagrahi, N., "Techno-economic and environmental analysis of microgrid: A case study of Karabuk University" Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences/Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 41, 2023.
- [15] Güven, A. F., Mete, M., "Balıkesir İli Erdek İlçesi İçin Bağımsız Hibrit Enerji Sisteminin Fizibilite Çalışması Ve Ekonomik Analizi" Konya Journal of Engineering Sciences, 9(4), 1063-1076, 2021.
- [16] Barakat, S., Samy, M. M., "A Hybrid Photovoltaic/Wind Green Energy System for Outpatient Clinic Utilizing Fuel Cells and Different Batteries as a Storage Devices" In 2022 23rd International Middle East Power Systems Conference (MEPCON) (1-6), 2022.
- [17] Tawil, I. H., Albarghot, M. M., Abrahim, E. B., "A Sizing and Dynamic Model for a Green Hydrogen as Energy Storage Technique for the Hybrid System 50KW Solar PV with PEM Fuel Cell" In 2023 14th International Renewable Energy Congress (IREC) (1-6), 2023.
- [18] Ogbikaya, S., Iqbal, M. T., "Design and sizing of a microgrid system for a University community in Nigeria" In 2022 IEEE

12th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC) 1049-1054, 2022.

- [19] Enercon E-53 - 800,00 kW - Rüzgar türbini (wind-turbine-models.com)
- [20] Eaton | Power Xpert Solar 1500/1650 kW | Solar Inverter Datasheet | ENF Inverter Directory (enfsolar.com)
- [21] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (nevsehir.edu.tr)
- [22] Rüzgar - Enerji İşleri Genel Müdürlüğü - T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- [23] Güneş - T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- [24] Conext-CL-E-20-25-Datasheet_web-1.pdf (se.com)

EXTENDED ABSTRACT

Research Problem: The aim of this study is to meet the electricity needs of Nevşehir Hacı Bektaş Veli University with the microgrid to be designed. The microgrid design modeled and analyzed in this study was designed to meet some of the electricity consumption in the central campus of Nevşehir Hacı Bektaş Veli University. In this context, electricity consumption data that will form the basis of the design study was obtained and because of the analysis of the data, the load profile of the campus was determined, load changes, characteristics of demand times and energy consumption habits were determined.

Literature Review: When the national and international literature is examined, it is seen that there are many studies on microgrids. In these studies, many different software are used to analyze microgrids. One of the analysis methods of the microgrid created with renewable energy sources is the Homer program. One of the studies in the national literature is Akarsu and Genç that propose a hybrid system is designed to meet the electricity demand of a house in Kayseri, Turkey. The average daily load demand was determined as 2,256.50 kWh/day. As a result of the analysis with Homer, the system that meets the electricity demand was determined. Kırbaş et al. designed a grid-connected hybrid system at Mehmet Akif Ersoy University in Burdur. Economic analyzes were carried out to meet the daily average electricity demand of 446 kWh. The most suitable system to be installed at the university was investigated. As a result, the hybrid system with a power of 100 kW was found to be the option with the lowest energy purchased from the grid. Mamur et al. They designed a hybrid system to meet the electrical load requirement of Kozlu Vocational and Technical Anatolian High School in Kozlu district of Zonguldak province. The most appropriate system design was determined by analyzing with Homer program. Ogbikaya and Iqbal, one of the studies in the international literature, designed a hybrid system to meet the electricity demand of a university campus in Nigeria. The load profile of the campus was determined as 2,654.80 kWh/day on average. In the grid-connected system, the area where the solar panels will be installed on the campus is determined

as 17,696 m². As a result of the analysis, it is understood that the proposed system will pay back in a period of 3 years and 5 months. Barakat and Samy designed a hybrid system to meet the energy demand of a clinic in Cairo, Egypt. Three different scenarios were considered. In the first two scenarios, hydrogen storage was used, while in the third scenario, batteries were preferred. Various battery types including lead-acid, lithium-ion, lithium-ion, vanadium redox, nickel-iron and zinc-bromine were used to investigate the most suitable system. In the proposed study, it was concluded that the lead-acid battery is the most suitable storage. Almagrahi and Yusupov conducted techno-economic and environmental analyses with HOMER to evaluate the effectiveness of microgrid implementation at Karabuk University. Solar panels, generator, battery and converter were used in the grid-connected system. In the proposed study, it was determined that more electricity is generated with the systems with solar panels. It has been proved that the designed system enables the use of clean energy in the university campus.

Methodology: In the study, scenarios where renewable energy sources such as solar, wind and hydrogen are used together are created. In the study where the energy need of the public building is investigated. A load profile was created by averaging the electricity consumption values between 2016-2022. It was determined that there is an annual electricity requirement of 5,002,7783kWh. The average wind speed of Nevşehir province was obtained as 5.10 m/s from the NASA database in the Homer program. Average temperature values were determined according to the months and averaged. Four different grid-connected scenarios were created in the design. In the first scenario, only wind turbine is used, while in the second scenario, only solar panels are used. In the third scenario, a fuel cell is used in addition to solar panels and wind turbine. In the third scenario, the fuel cell was removed and analyzed again. In the fourth scenario, solar panels, wind turbine and battery are used.

Result and Conclusions: Four different scenarios were created in the system design. It was investigated which of these designs would be more appropriate. The cases where renewable energy sources are used separately and the cases where they are used together are compared. The advantages and disadvantages of these two cases were evaluated and the most suitable system was decided. As a result of the analysis, the third scenario was found to be the most appropriate system and 764.77 kWh of energy was taken from the grid while 2,339.64 kWh of energy was supplied to the grid. In this scenario, the energy demand of the university was met while at the same

time energy was transferred to the grid. With the use of the hybrid system, environmental damage has been reduced.