



PROTOTİP BİR GÜNEŞ PANELİ VE RÜZGÂR TÜRBİNİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

1. Çağatay Ersin

Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu

2. Emine Irmak Ersin

Ahmet Mecbur Efendi Bilim Ve Sanat Merkezi

3. Ali Kemal Yakut

Süleyman Demirel Üniversitesi Teknoloji Fakültesi

Özet

Bu çalışma; sistem üzerinde ölçüm yapılmak istenen bir noktada, yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş ve rüzgâr enerjisi potansiyelini saptamak üzere ölçümler yaparak bulguların verimliliğini tespit etmek ve yapılacak yatırımların niteliklerine karar verme noktasında yardımcı yazılım geliştirilmesini sağlamaktır. Sistem tasarımında güneş paneli, rüzgâr türbini, akım sensörü arduino mikrodenetleyici ve Visual Studio programı ile c# diliyle yazılmış bir arayüz bulunmaktadır. Sistem üzerine 5 watt gücünde bir güneş paneli ve örnek bir rüzgâr türbini yerleştirilmiştir. Arduino uno mikrodenetleyicisi, gerilim bölücü oluşturularak güneş paneli ve rüzgâr türbinin gerilim değerleri okunacaktır. Okunan anlık değerler arduino uno mikrodenetleyici ile kayıt altına alınacak ve microsoft access veri tabanına aktarılacaktır. Ayrıca sistem üzerinde bulunan voltmetre ile de güneş panelinin ve rüzgâr türbinin ürettiği gerilim değeri görülecektir. Akım, gerilim ve güç parametrelerinden oluşan ortalama güç, ortalama gerilim ve ortalama akım değerleri de program aracılığıyla aynı yöntemle hesaplanabilecektir. Sistemin çalışma prensibi ölçüm yapılmak istenen belirli bir bölgeye konuşlandırılmış olan güneş paneli ve bir rüzgâr türbininden okunan akım, gerilim ve güç değerleri akım algılayıcıları ve mikro denetleyici ile hesaplanarak kayıt altına alınarak arayüz aracılığıyla grafiklere dönüştürmektir. Kaydedilmiş olan değerlere istenildiği zaman veri ya da grafik halinde ulaşılabilecektir. Bölgedeki güneş enerji verimliliği ve rüzgâr enerji verimliliği tespit edilmesinde ve kullanıcı için alternatif enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjilerinden hangisinin fayda sağlayacağına karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Paneli, Rüzgar Türbini, Akım, Gerilim, Güç, Mikrodenetleyici, Veritabanı

Abstract

In this study, at a point where measurement is intended on the system, detecting the productivity of findings, and providing the development of utility software at the point of deciding on the qualifications of the investments to be made by measuring the solar and wind energy potential from renewable energy sources. This system design includes solar panel, wind turbine, current sensor arduino micro-controller, and Visual Studio program, and an interface written in C # language. The system was installed a sample wind turbine, and a solar panel with 5 watts of power. Ardiuno uno micro-controller, the voltage values of the solar panel and the wind turbine will be read by creating voltage divider. The read instantaneous values will be recorded with the Arduino uno micro-controller, and transferred to the Microsoft access database. In addition,with the voltmeter on the system, the value of the tension produced by the solar panel and the wind turbine will be seen. Average power, consisting of current, voltage and power parameters, average voltage and average current values can be calculated in the same way through the program. The operating principle of the system is to be converted into graphs through the interface, the current, voltage and power values read from a wind turbine with a solar panel, which is located in a specific region where the measurement is desired, recording them with current sensors and micro-controller. The saved values will be available as data, or graphics when requested. It is thought that the alternative energy sources for the users will be decided which of the wind and solar energies will benefit, and to determine the solar energy efficiency in the region and wind energy efficiency.

Keywords: Solar Panel, Wind Turbine, Current, Voltage, Power, Microcontroller, Database

Giriş

Dünya var olduğundan beri artan nüfus ve buna bağlı olarak tükenen enerji kaynakları alternatif enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacı oluşturmuştur. Geçmişten günümüze enerji tarihine bakılırsa, enerji kullanımı ve tüketimi gelişmişliğin en önemli göstergesi olmuştur. Üretimde ve kişisel kullanım alanlarında etkin enerji çeşidine göre de gelişmişlik seviyesi ile ilgili fikir elde edilebilir.

Herhangi bir değişime ya da dönüşüme uğrayıp uğramadığına göre enerjiler birincil ve ikincil enerjiler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Doğadaki enerjilerin herhangi bir değişim veya dönüşüm göstermemiş biçimi birincil enerji; birincil ya da diğer ikincil enerjilerin dönüştürülmesi sonucu elde edilen türü de ikincil enerjidir. Birincil enerjiler güneş, rüzgâr, hidrolik, petrol, kömür jeotermal, nükleer; ikincil enerjiler elektrik, termik, mekanik, kimyasal, elektromanyetik ve ışık enerjileridir[1]. Yeni, temiz veya yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle gibi enerji kaynakları enerjinin üretimi ve dönüştürülmesi sırasında karşılaşılan çevresel ve iklimsel problemleri daha az ortaya çıkarmaları nedeniyle son yıllarda giderek artan bir biçimde kullanılmaktadırlar [2].

Dünya enerji sektörü, iklim değişikliğinin korkulan sonuçları nedeniyle radikal bir yapısal değişimin eşliğindedir. Özellikle yeterli fosil kaynaklara sahip olmayan ve enerjide dış bağımlılığı artan sanayileşmiş ülkeler bu

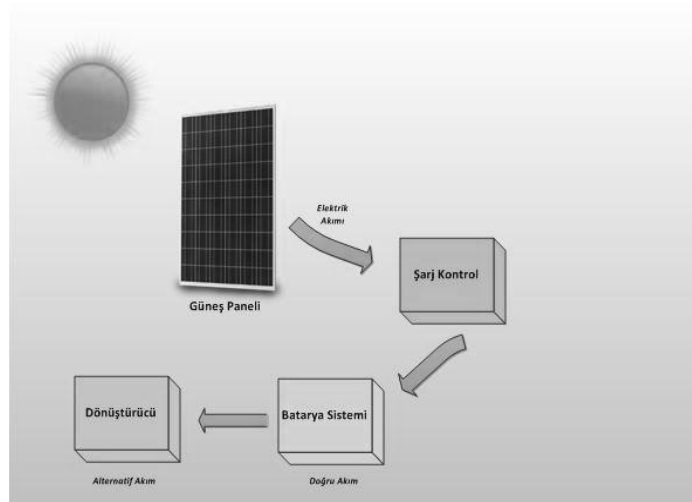
radikal değişim sürecinde, hem güvenli enerji kaynaklarına yönelme hem de yenilenebilir enerji ve temiz teknolojileri satma yoluyla ekonomilerini güçlendirerek krizi fırsata çevirmeye çalışmaktadır [3].

2. GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ

Güneş enerjisi, kaynağı güneş olan ısı ve parlak ışıktır. Şüphesiz ki; diğer enerji kaynaklarının oluşumuna katkıda bulunan güneş enerjisi dünyamızın en önemli enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi kaynağını güneşteki füzyon, hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşmesiyle oluşur Güneş kütlelerinin saniyede 5 milyon tonluk kısmı ısı ve ışığa dönüşür ve bu enerjinin 1010 MW'lık kısmı dünyaya ışık olarak gelir. Bir yılda yeryüzüne düşen güneş enerjisi miktarı dünya enerji üretiminin 7500 katından daha fazladır. Güneşin dünyaya bir yılda gönderdiği enerji miktarının sadece %1'inin, %10 verimle enerjiye dönüştürüldüğü düşünülürse; dünyadaki toplam enerji üretim kapasitesinin dört katı kadar enerji üretilmesi mümkün olur [4]. Güneş enerjisinden faydalanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmıştır. Güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından azalma göstermiştir, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir birincil enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir [5].

2.1 Güneş Enerjisi Sistemleri

Güneş panelleri veya polar PV modüller güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren yarı iletken malzemeden yapılmış devre elemanlarıdır ve kullanım alanları gün geçtikçe hızla artmaktadır. Güneş pilleri, elektrik enerjisinin gerekli olduğu her uygulamada kullanılabilir. Güneş pili modülleri uygulamaya bağlı olarak, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir güneş pili sistemi oluştururlar. Bu sistemler, özellikle yerleşim yerlerinden uzak, elektrik şebekesi olmayan yörelerde, jeneratöre yakıt taşımının zor ve pahalı olduğu durumlarda kullanılmaktadırlar [6]. Güneş panelli sistemlerde MPPT yapılmasının amacı, mevcut yatırımdan maksimum enerji sağlayarak verimi yükseltmektir. Bu durum ise ancak panel gerilimi ve panelden çekilen akım değerlerinin sürekli olarak takip edilip, maksimum gücün hesaplanması yolu ile yapılır[7]. Güneş paneli sistemleri şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Güneş paneli sistemleri

3. RÜZGAR ENERJİSİ

Güneş enerjisinin yanı sıra git gide önem kazanan bir diğer yenilenebilir enerji türü de rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisidir. Bu enerjinin belli bir bölümü yararlı olan enerjiye (elektrik, pompalama, v.s.) dönüştürülebilir. Havanın özgül kütlesi az olduğundan, rüzgârdan sağlanacak enerjinin miktarı, yine rüzgârın hızına bağlıdır. Rüzgârın hızı yükseklikle, gücü ise, hızın küpü ile orantılı olarak artar. Sağlayacağı enerji; gücüne ve estiği sürece bağlıdır [8]. Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde aynı derecede ısıtmamasından dolayı ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkları rüzgârı ortaya

çıkarmaktadır. Öyle ki rüzgâr enerjisinin varlığı için güneş enerjisinin var olması gereklidir. Çünkü güneş enerjisi, rüzgâr enerjisinin dolaylı bir ürünüdür. Rüzgâr enerjisi güneşin dünyanın yüzeyini eşit miktarda ısıtmamasından dolayı sıcaklık, yoğunluk ve basınç farklarından kaynaklanan yatay hava hareketleri olarak tanımlanmaktadır [9].

Rüzgâr enerjisinin başlıca kullanım alanları;

- Elektrik üretme
- Pilleri şarj etme
- Su depolama
- Taşımacılık
- Su pompalama
- Tahılların öğütülmesi
- Soğutma olarak özetlenebilir.

3.1 Rüzgar Türbini

Rüzgâr Türbinleri, hareket halindeki havanın kinetik enerjisini mekanik veya elektrik enerjisine dönüştüren elemanlardır. Bir rüzgâr türbini genel olarak kule, kanatlar, rotor, dişli kutusu, jeneratör(alternatör), elektrik-elektronik elemanlardan oluşur. Rüzgârın kinetik enerjisi rotorda mekanik enerjiye çevrilir. Rotor milinin devir hareketi hızlandırılarak gövdedeki jeneratöre aktarılır. Jeneratörden elde edilen elektrik enerjisi aküler vasıtasıyla depolanır veya doğrudan alıcılara ulaştırılır. Rüzgâr türbinleri iki önemli aerodinamik kuvvetle çalışır. Bunlar sürüklenme kuvveti ve kaldırma kuvvetleridir. Sürüklenme kuvveti, cisim üzerinde akış yönünde meydana gelen bir kuvvettir. Örneğin düz bir plaka üzerinde meydana gelebilecek maksimum sürüklenme kuvveti hava akışının cisim üzerine doksan derece dik geldiği durumda iken; minimum sürüklenme kuvveti ise hava akışı cismin yüzeyine paralel iken meydana gelir [10]. Tarih boyunca çeşitli evrimler geçiren rüzgâr makinelerinde kullanılan türbinler farklı tiplerdedir. Rüzgâr türbinleri için, dönme eksenini, kanat sayısı, güç, jeneratör yapısı ve kontrol sistemlerine göre değişik sınıflandırmalar yapılmaktadır. Temel olarak rüzgâr türbinleri dönme eksenine göre yatay eksenli rüzgâr türbinleri ve dikey eksenli rüzgâr türbinleri olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Yatay eksenli rüzgâr türbini ve dikey eksenli rüzgâr türbini şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Yatay eksenli ve dikey eksenli rüzgar türbini

Günümüzde sıklıkla kullanılan ticari rüzgâr türbinlerinde üç kanatlı rotor kullanılır ve kanatların rüzgâra karşı konumu bilgisayar kontrollü motorlar ile sağlanır. Modern türbinler saatte 320 km rüzgâr hızına dayanıklı, yüksek verimli ve düşük tork salınımına sahiptir. Türbin kanadı 20 ile 40 metre olup bazı yüksek güçlü türbinlerde daha fazla olabilir. Kanatlar dakikada 10-22 devir ile dönerler. Yaklaşık olarak 90 metre/saniye hızında esen rüzgâr, kanatları 22 devir/dakika hızında döndürür. Çok yüksek rüzgâr hızlarında türbinin zarar görmemesi için kanatlar,

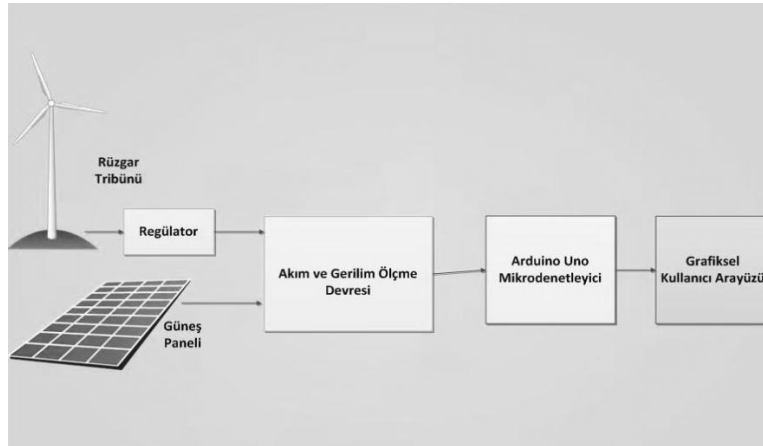
fren sistemi ile otomatik olarak durur. Türbin kulesinin boyu 60–90 m arasında olabilir. Rüzgar türbini yapısı şekil 3’ te gösterilmiştir.



Şekil 3. Rüzgar türbini yapısı

4. SİSTEMİN TASARIMI

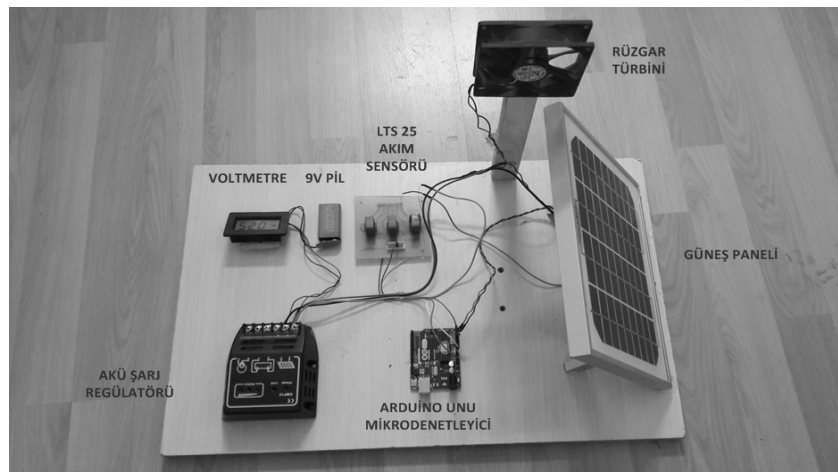
Projenin amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjisinin akım, gerilim ve güç değerlerinin hesaplanmasıdır. Hesaplanan anlık değerler kaydedilip hangi enerji türünün daha verimli olduğunu arayüz aracılığıyla grafiksel olarak görülmesidir. Sistem prototip olarak tasarlanmıştır. Sistem tasarımında güneş paneli, rüzgar türbini, LTS 25 akım sensörü, Arduino uno mikrodenetleyici ve Csharp diliyle yazılmış bir arayüz bulunmaktadır. Sistem üzerine 10 watt gücünde bir güneş paneli ve rüzgar türbini yerleştirilmiştir. Rüzgar ve güneş enerjisiyle oluşan akım ve gerilim değerlerini rüzgar türbininden ve güneş panelinden LTS 25 akım sensörü ile anlık okunmuştur. Okunan anlık değerler Arduino uno mikrodenetleyici ile kayıt altına alınmıştır ve bilgisayara aktarılmıştır. Gerilim ve akım değerleri çarpılarak rüzgar ve güneş enerjisinin güç değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca akım gerilim ve güç parametrelerinden ortalama güç, ortalama gerilim ve ortalama akım değerleri de hesaplanmıştır. C Sharp programlama diliyle bir arayüz oluşturulmuştur. Kaydedilen anlık değerler bu arayüzde günlük, haftalık, aylık ve yıllık değerler olarak microsoft access veri tabanında tutulmuştur. Arayüze tarih aralığı girilmiştir. Kullanıcı seçtiği tarih aralıklarında bu parametrelerin grafiksel gösterimine ulaşabilecektir. Böylece sistemin ölçüm yapıldığı yerlerdeki güneş ve rüzgâr enerjisinin maksimum akım gerilim ve güç değerleriyle ortalama değerleri arayüz aracılığıyla gözlemlenecektir. Ölçülen yerlerde rüzgâr enerjisinin mi güneş enerjisinin daha verimli olabileceğine karar verilecektir. Ayrıca ölçülen değerlere göre bu bölgelere kurulan rüzgâr veya güneş enerji sistemlerinin günün hangi saatinde daha verimli olduğu, hangi aylarda bu enerji türlerinden elde edilecek verimin yüksek olduğu saptanacaktır. Buna göre o bölgeye bu iki enerji türünden hangisinin kurulacağı, ne kadar güç elde edilebileceği belirlenecektir. Arayüz aracılığıyla hesaplanan değerler maksimum akım, maksimum güç, maksimum gerilim değerleriyle ortalama güç, ortalama gerilim ve ortalama akım değerlerini Access veri tabanına aktarılabilir. Sistemin blog diyagramı şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Sistemin blok diyagramı

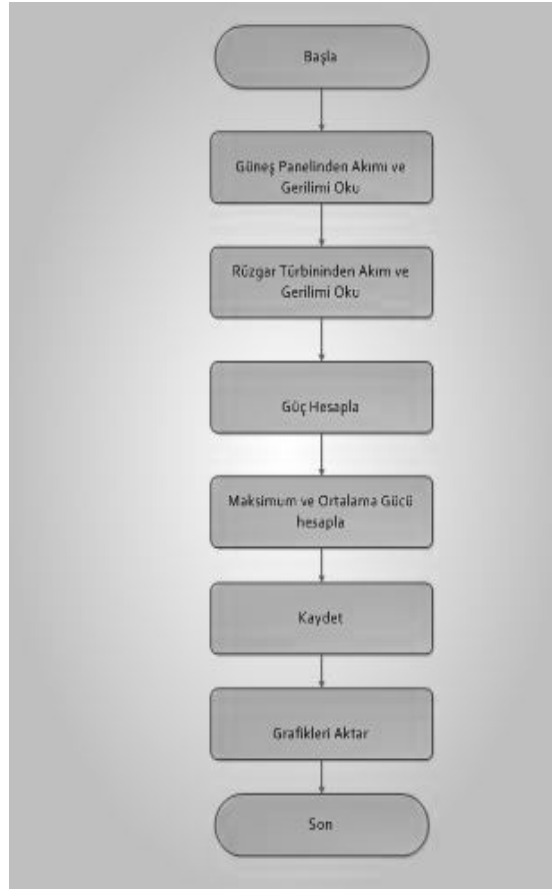
5. PROJENİN ÇALIŞMASI

Bu çalışmada rüzgâr türbininden ve güneş panelinden anlık akım ve gerilim değerleri arduino uno mikrodenetleyici ile okunmuştur. Okunan akım ve gerilim değerleriyle ortalama güç minimum ve maksimum güç hesaplanmıştır. Bu değerler mikrodenetleyici ile kayıt altına alınmıştır. CSharp programlama dili kullanarak detaylı bir arayüz oluşturulmuştur. Bu arayüz sayesinde güneş paneli ve rüzgâr türbinünü akım gerilim ve güç değerleri günlük haftalık ve aylık periyotları takip edilmektedir. Sisteme kaydedilen anlık değerler grafiksel olarak gösterilmektedir. Ölçülen akım ve gerilim sayesinde sistemin ortalama güç değerine, maksimum ve minimum güç noktalarına ulaşılmaktadır. Kaydedilen değerler ve grafikler Access programına aktarılarak da kayıt altına alınabilmektedir. Sistem prototip olarak geliştirilmiştir ve taşınabilmektedir. Taşındığı bölgede yenilenebilir enerji kaynaklarından hangisinin daha verimli olduğunu ortalama güç değerleriyle göstermektedir. Kullanıcı bu sistem sayesinde o bölgede rüzgâr enerjisinin mi yoksa güneş enerjisinin mi daha verimli olduğunu grafikler yardımıyla gözlemleyecektir. Sistem üzerine güneş paneli ve örnek bir rüzgâr türbini yerleştirilmiştir. Rüzgâr türbini ve güneş paneline akü şarj regülâtörü bağlanmıştır Ardino uno mikrodenetleyicisi gerilim bölücü oluşturularak güneş paneli ve rüzgâr türbini gerilim değerleri okunmuştur. Ardino Uno'lu mikrodenetleyici anlık akım ve gerilim değerlerini kayıt altına almış, seri port aracılığıyla Visual Studio programı ile hazırlanmış kapsamlı programa aktarılmıştır. Ayrıca sistem beslemeli voltmetre ile ölçülmüş ve kullanıcıya ekranda görmesi için sunulmuştur. Sistem tasarımı şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Sistemin tasarımı

Oluşturulan sistemde gerilim ve akım değerleri çarpılarak rüzgâr ve güneş enerjisinin güç değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca akım, gerilim ve güç parametrelerinden oluşan ortalama güç, ortalama gerilim ve ortalama akım değerleri de program aracılığıyla ulaşılabilir. Sistem çalışma arayüzünün akış şeması şekil 6'da gösterilmiştir. Bu sistem sayesinde kullanıcılar düşük maliyet ile herhangi bir bölgenin en verimli enerji türüne karar verebilecekler ve bu bölgede o enerji türünün en verimli olduğu zaman aralığını tespit edebileceklerdir. Ayrıca o bölgede rüzgâr ve güneşten en yüksek üretebilecek gerilim güç ve akımı tespit edecekler bu verilere istenilen zaman ulaşılabilirlerdir. Kullanıcılar herhangi bir bölgeye yenilenebilir enerji kaynaklarıyla besleyecekleri bir sistem kuracaklarında en fazla ne kadar güç tüketebileceklerine de karar vermiş olacaklardır.

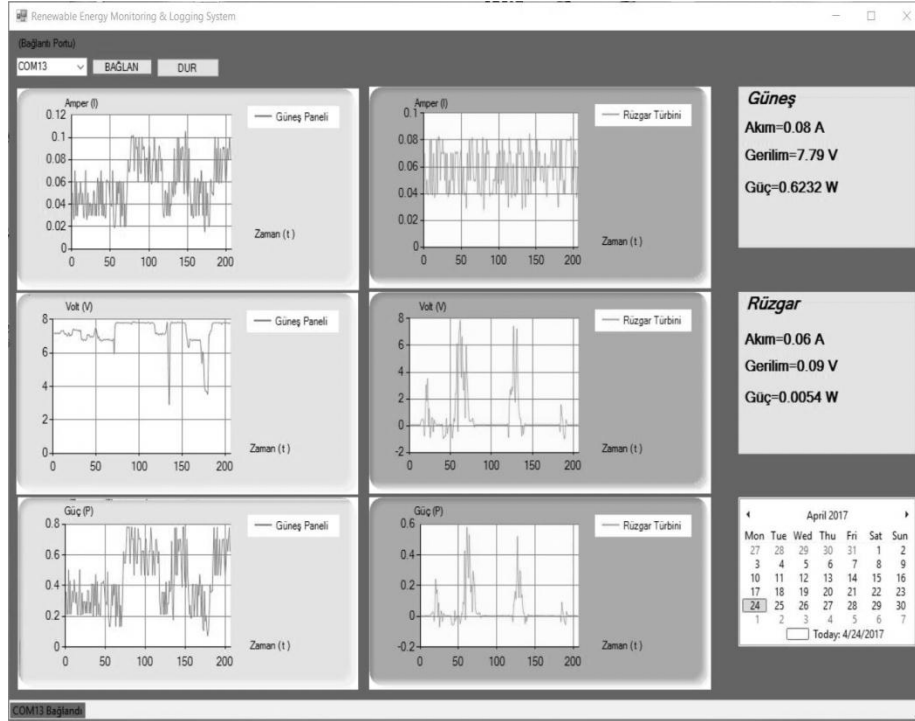


Şekil 6. Sistemin akış şeması

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada rüzgâr ve güneş enerjisi belirli bölgelerde incelenmiştir. Bir bölgede rüzgâr enerji ve güneş enerjisi sisteminin ekonomik ve teknik olarak kurulup kurulamayacağına, ölçüm sonucu elde edilen değerler irdelenerek karar verilmiştir. Kullanıcı kurulan sistemin maksimum ve ortalama güç değerlerini arayüz aracılığıyla grafiksel ve verisel olarak gözlemlenmiştir. Birden fazla yenilenebilir enerji kaynağının kullanımıyla yani melez bir sistemle nasıl enerji elde edilip, yüklerin nasıl beslenebileceği de incelenmiştir. Sistemi çalıştırdıktan sonra ortalama ve maksimum akım gerilim güç değerlerine göre verim saptanmıştır. Verime göre enerji türü seçimine karar verilmiştir. Büyük sistemlerin kurulmasına ön hazırlık yapmıştır. Yaşadığımız çağın ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda gelecekte bu tip sistemlerin kullanımının artacağı ve bu tarz sistemlerin klasik enerji üretim yöntemlerine alternatif olabileceği de söylenebilmektedir. Birden fazla yenilenebilir enerji kaynağının kullanımıyla yeni melez bir sistemle nasıl enerji elde edilip, yüklerin nasıl beslenebileceği de incelenmiştir. Sistemi çalıştırdıktan

sonra ortalama ve maksimum akım, gerilim ve güç değerlerine göre verim saptanmıştır. Verime göre enerji türü seçimine karar verilmiştir. Ve büyük çaplı maliyetleri yüksek sistemlerin kurulmasına ön hazırlık yapmıştır. Yaşadığımız çağın teknolojik ihtiyaçları düşünüldüğünde gelecekte bu tip yenilenebilir ve çevre dostu sistemlerin kullanımının artacağı ve bu tarz sistemlerin klasik enerji üretim yöntemlerine alternatif olabileceği de söylenebilmektedir. Ürettiğimiz bu ilk örnek sistem sayesinde bu iki artan enerji türünün verimli çalışabileceği bölgelere kurulması sağlanacaktır. Sistem programının arayüzü şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Sistemin arayüzü

İleride yapılacak olan çalışmalarda sisteme internet tabanlı çevrimiçi veri aktarımı yapan bir bölüm eklenip veriler internet ortamına anında kaydedilip kullanıcının uzaktan verilere erişimi sağlanabilecektir. Başka bir öneri ise günümüz teknolojisinde Android tabanlı sistemler çok yaygın bulunduğundan sistemin Android tabanlı yapılarak kontrol edilmesi kullanıcı kolaylığı sağlayabilecektir. İleride yapılacak olan çalışmalarda sisteme internet tabanlı çevrimiçi veri aktarımı yapan bir bölüm eklenebilir. Veriler internet ortamına anında kaydedilip kullanıcının uzaktan verilere erişimi sağlanabilecektir. Başka bir öneri ise günümüz teknolojisinde android tabanlı sistemler çok yaygın bulunduğundan sistemin kontrolü ve grafik arayüzünün online takibi android tabanlı yapılarak sistem revize edilebilir. Kullanıcı sistemi kurduğu bölgedeki güneş ve rüzgar değerlerini android tabanlı bir cihaz ile saptayabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada emeği geçen Öğretim görevlisi Fatih ISSI' ya teşekkürlerimi sunarım.

REFERANSLAR

- [1] Yavuzcan, G., 1994. Enerji Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 383, Ankara.

- [2] Çolak, I., Bayindir, R., Sefa, I., Demirtaş, M., 2004. Design of a Hybrid Energy Power System Using Solar and WindEnergy, 2nd International Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, Tebriz-Iran. 776-778.
- [3] Karataş, A., 2012. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 44s, Edirne.
- [4] Goswami, Y., 2008. Survey of Solar Energy Resources, World Energy Council Publish, Syf. 3,2007.
- [5] Koç, E., Şenel, M., C., 2013. Dünyada Ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina Dergisi, 32-44.
- [6] Nayir, A., Pecen, R., 2011. Yenilenebilir Enerji Sistemleri Gözleme ve Uygulama Laboratuvarı. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 5-8 Ekim, Elazığ, 279-283.
- [7] Demirtaş, M., Sefa, İ., Irmak, E., Çolak, İ., 2008. Güneş Enerjili Sistemler İçin Mikrodenetleyici Tabanlı Da/Da Yükselten Dönüştürücü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 720-730.
- [8] Çakır, A., M., 2007. İskenderun-Belen Bölgesi Rüzgâr Enerjisi ve Elektrik Üretim Potansiyeli, Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78s, İskenderun.
- [9] Varınca, K., B., Gönüllü, M., T., “Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”, I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi 21-23 Haziran 2006.
- [10] Nurbay, N., Çınar, A., 2005. Rüzgâr Türbinlerinin Çeşitleri ve Birbirleriyle Karşılaştırılması. Erişim Tarihi: 27.01.2017.