İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
MALATYA ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ MYO

Yenilenebilir Enerji Üretim Tesislerinde Kullanılan Enerji Depolama Sistemlerine Yönelik Batarya Yönetim Sisteminin Yardımcı Kart Tasarımı, Geliştirilmesi ve Prototip Üretimi

Proje No: EP-2022-10

SANAYİ ORTAKLI GELİŞTİRİLEN PROJE

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Öğr. Gör. Yunus Emre EKİCİ
Elektrik ve Enerji Bölümü / Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Teknolojileri Programı

Araştırmacılar
Emre Macit (Genpark Jeneratör), Ali Taştan (Öğrenci), Doğukan Koyun (Öğrenci), Aykut İmik (Öğrenci), Vehbi Cemal Korkmaz (Öğrenci)

Kasım 2022

MALATYA

Sanayi ortaklı geliştirilen bu çalışma, EP-2022-10 numaralı proje ile İnönü Üniversitesi Malatya Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokuluna Yükseköğretim Kurulu tarafından sağlanan eğitim desteği kapsamında desteklenmiştir.

ÖZET

Ülkemizde ve dünyada hızla gelişen yenilenebilir enerji teknolojisi günden güne hayatımızın farklı alanlarında yerini sağlamlaştırmaya başlamıştır. Hâlihazırda üniversitemizde kullanılan bu teknolojinin, güncel mevzuata ve teknik gelişmelere uyum sağlayabilmesi için geliştirilmesi ve gelecek yıllarda yeni araştırmalar için Ar-Ge imkânı tanıması; sunmuş olduğumuz üniversite sanayi işbirliği projesi ile planlanmıştır. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından oluşturulan "elektrik depolama tesislerinin şebekeye entegre edilmesi ve piyasa kuralları çerçevesinde faaliyet göstermesi" başlıklı yönetmelikte ise yapılacak olan bu projenin, yönetmelikler gereği her GES santraline uygulanması zorunluluk haline gelmiştir.

Projede, bir güneş enerjisi santrali (GES) temel alınmıştırr. Gündüz üretilen enerjinin büyük bir kısmı şebekeye gönderilmekte iken; gündüz üretim fazlası olan kısmı ise ihtiyaç olmadığından şebekeye verilememektedir. Bu üretim fazlası enerjinin depolanarak gece ve/veya ihtiyaç halinde kullanılabilmesi için farklı güçlere sahip batarya grupları oluşturulacak ve elektrik enerjisi bu batarya gruplarında depolanmaktadır.

Depolanacak olan bu enerjinin düzgün olarak yönetilebilmesi ve dağıtımının yapılması gerekmektedir. Enerjinin bu şekilde kontrollü şekilde kullanılmasını Batarya Yönetim Sistemi (BYS) sağlamıştır. Proje kapsamında ve bütçe kapsamında öncelikle BYS kartlarının yardımcı kartları tasarlanmış ve prototip üretimi gerçekleştirilmiştir.

GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

Projenin amacı, güneş enerji sistemlerinde (GES) gündüz üretilen enerjinin bir kısmı şebekeye verilmekte ve kalan kısmı ise ihtiyaç olmadığından dolayı şebekeye verilememektedir. Bu sebeple kullanıcı hattına gönderilemeyen enerji bir süre sonra ceza olarak işletmeciye dönmektedir. EPDK'nın "elektrik depolama tesislerinin şebekeye entegre edilmesi ve piyasa kuralları çerçevesinde faaliyet göstermesi" başlıklı yönetmeliğinde ise bu fazla enerjinin depolanması ve daha sonra yeniden şebekeye verilmesi konusunda değişiklikler yapılmıştır. Yeni yönetmelikle birlikte GES santrallerindeki bu sorunu ortadan kaldırmak için GES sistemlerinde batarya grupları oluşturulacaktır. Bu batarya gruplarının düzgün olarak çalışabilmesi ve enerji dağıtımını gerçekleştirebilmesi için yönetim sistemi ile birlikte çalıştırılması gerekmektedir.

BYS olarak adlandırılan bu sistemin ilk başta bütçe dâhilinde yardımcı kartlarının tasarımı ve üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu proje ile GES'lerin enerji depolamada ihtiyaç duyduğu yüksek akım ve gerilim değerlerinde çalışabilecek, batarya kimyasından bağımsız bir prototip Batarya Yönetim Sistemi yardımcı kartı yapılmış ve sektöre kazandırılmıştır.

Ayrıca Genpark jeneratör ile gerçekleştirilen bu proje için sanayinin ihtiyacı olan ve yatırım yapılmak istenilen bir sisteme prototip ürün desteği sağlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Güneş Enerjisi dünya üzerinde önemli bir yere sahiptir. Güneşin ışınım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır [1]. Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir kaynak özelliği taşıdığından da fosil yakıtlara alternatif olmaktadır. Yeryüzüne her sene düşen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelerinin yaklaşık 160 katı kadardır [2].

Güneş enerjisinden yararlanma çabaları 1970'li yıllardan itibaren başlamıştır. Zaman ilerledikçe güneş enerjisi sistemlerinin maliyetleri ucuzlamaya başlamıştır. 2018 yılına gelindiğinde dünya çapında yaklaşık 486 GW güneş enerji sistemi kurulmuştur. Dünyanın herhangi bir ülkesinde sosyo-ekonomik gelişme için temel gereksinimlerden biri, güvenilir elektrik tedarik sistemlerinin sağlanmasıdır [3]. Son zamanlarda, başta Güney Afrika, Mısır, Fas, Türkiye ve Cezayir olmak üzere birçok ülkede güneş enerjisine erişimde büyük bir büyüme meydana gelmiştir. Bu büyüme güneş panellerinin veriminin artması ve GES sistem maliyetinin azalması ile ilgilidir.

Türkiye ise birçok ülkeden daha şanslı bir yapıya sahiptir [4]. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 milyon MW (MegaWatt) enerji gelmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, Türkiye'nin enerji üretiminin 1.700 katıdır [5]. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir [6]. Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilir. Türkiye'de güneşlenme süresi baz alındığında aylık veriler aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Tablo 1. Türkiye'nin güneşlenme süresi ve aylık güneşten elde edilen enerji miktarı

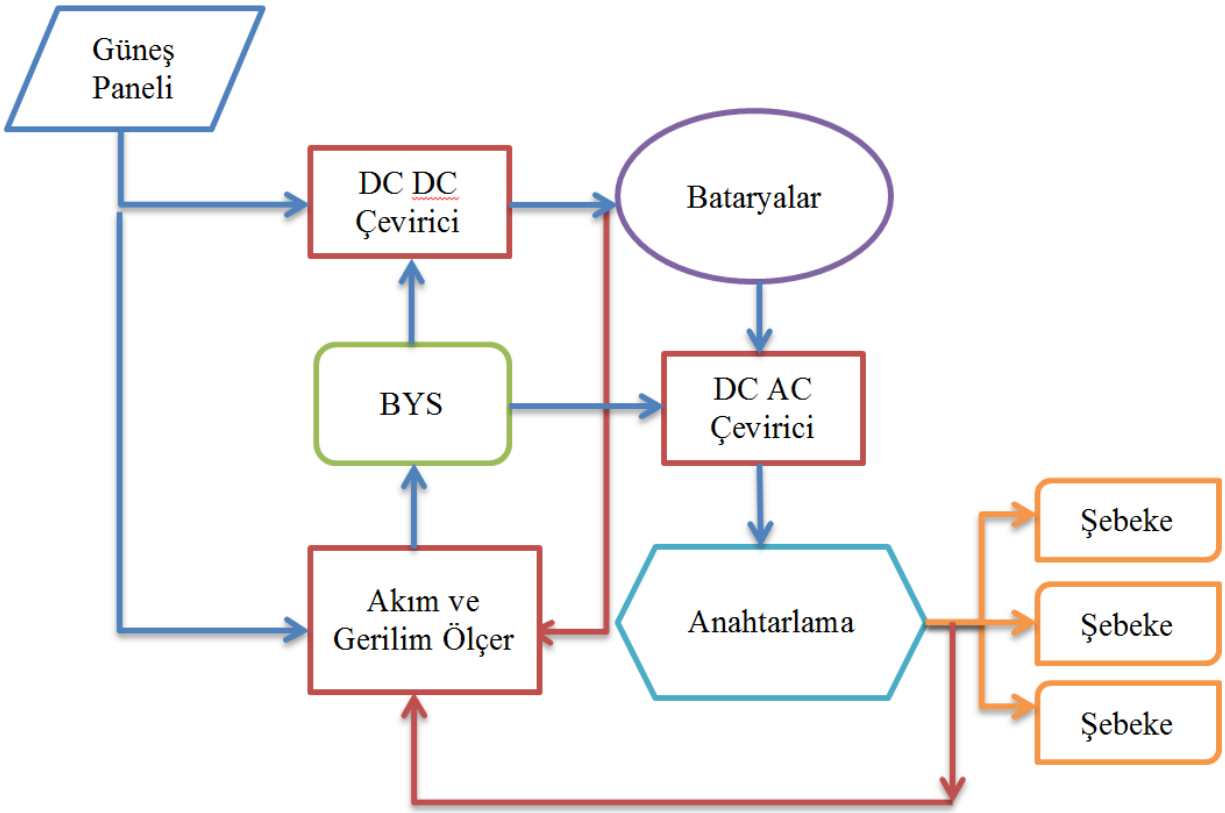
Aylar	**Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kcal/cm^2-ay)**	**(kWh/m^2-ay)**	**Güneşlenme Süresi (saat/ay)**
Ocak	4,45	51,75	103
Şubat	5,44	63,27	115
Mart	8,31	96,65	165
Nisan	10,51	122,23	197
Mayıs	13,23	153,86	273
Haziran	14,51	168,75	325
Temmuz	15,08	175,38	365
Ağustos	13,62	158,40	343
Aylül	10,60	123,28	280
Ekim	7,73	89,90	214
Kasım	5,23	60,82	157
Aralık	4,03	46,87	103
Toplam	**112,74**	**1311,00**	**2640**
Ortalama	**308,0 cal/cm^2-gün**	**3,6 kWh/m^2-gün**	**7,2 saat/gün**

Tablo 1 ile gösterilen güneş enerjisi miktarı yıl içerisinde yeterli miktarda ise yenilenebilir enerji olarak kullanılmaktadır ancak elde edilen enerji yüksek miktarda ise bu enerjinin batarya sistemlerinde depolanması gerekmektedir [7]. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından oluşturulan "elektrik depolama tesislerinin şebekeye entegre edilmesi ve piyasa kuralları çerçevesinde faaliyet göstermesi" adlı yönetmelik değişikliğinde

GES tarafından üretilen fazla enerjinin artık depolama sistemlerinde saklanması ve enerji ihtiyacı oluştuğunda yeniden şebekeye gönderilmesi zorunluluk haline gelmiştir [8], [9].

Depolama işlemi sırasında, enerji miktarının kontrollü ve dengeli olarak depolanması, uygun şartlar altında yeniden şebekeye gönderilmesi önem teşkil etmektedir [10]. Güneş enerjisinin bu şekilde kontrol edilmesini sağlayan sistem batarya yönetim sistemi (BYS) olarak adlandırılmaktadır.

Bir batarya yönetim sistemi (BYS), pillerin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol eden bir donanım/yazılım çözümüdür: temel versiyonunda, piller boşaldığında basitçe şarj eder ve gerektiğinde boşaltır [11]. Pilin çalışmasını yalnızca onları korumak için sınırlar: hızlı bozulmayı önlemek için minimum ve maksimum şarj durumu (State of Charge, ŞD) sınırlarının aşılmasına ve hızlı şarj/deşarj döngülerine izin verilmez [12]. Güneş sisteminde batarya yönetim sisteminin çalışma yapısı aşağıdaki blok diyagram ile gösterilmiştir [13].



Şekil 1. Güneş sistemi içerisinde yer alan batarya yönetim sisteminin çalışma algoritması

Güneş sistemlerindeki en büyük problemlerden biri olan düzgün depolama ve düzgün deşarj işlemlerinin yapılabilmesi için uygun bir BYS'nin sisteme entegre edilmesi gerekmektedir [14]. BYS, güneş enerjisinden elde edilen fazla enerjinin bataryalarda depolanması işlemlerinden sorumludur [15]. Aynı zamanda deşarj sırasında sistem kontrolünün yapılması, şarj esnasında dengeleme gibi görevlerinde yapılmasından da sorumludur [15]. Bu kontrolün gerçekleşebilmesi için BYS'nin bazı parametrelere sahip olması gerekmektedir. Bu parametreler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Batarya Yönetim Sistemi

Batarya Yönetim Sisteminin (BYS) kesin, net ve tek bir tanımı olmamakla beraber genel olarak şu şekilde tanımlanabilir. Bir batarya sistemini gözlemlemek, ölçümlemek amacıyla geliştirilen bir üründür. BYS aşağıdaki işlevlerden herhangi birini veya birkaçını içerebilmektedir [16], [17]:

- Pili gözlemlemek/ölçümlemek (hücre bazında)
- Pili korumak
- Pilin durumunu tahmin etmek/öngörmek
- Pilin performansını en üst seviyeye çıkarmak
- Tüm bunları kullanıcıya veya sisteme raporlamak/sunmak

Sisteme güç sağlayan batarya içerisinde depo edilen enerjinin en uygun şekilde kullanımının sağlanması ve bataryaya/sisteme zarar gelmesinin önlenmesidir. Bu amaca ulaşmak için bataryanın şarj ve deşarj süreçleri izlenerek ve kontrol edilmelidir [16], [18], [19]. Kısacası BYS, bataryaları veya batarya paketlerini önceden tanımlanmış bir akım, gerilim ve sıcaklık zarfı içinde çalışmasını sağlayan sistemlerdir. Bunu yaparken de en temel iki çıktısı Şarj Durumu (ŞD, State of Charge – SoC) ve Sağlık Durumudur(SD, State of Health – SoH). Burada ŞD GES sisteminde kullanılan bataryaların kalan enerji miktarı gibi yan çıktıları üretmesi için önem arz ederken; SD ise batarya grubunun toplam enerji depolama kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir. Literatür incelendiğinde batarya yönetim sistemleri üzerine yapılan çalışmaların 2007 yılından itibaren ciddi bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmalar hem donanım hem de yazılım üzerine yapılmıştır. Donanım üzerine yapılan çalışmaların merkezinde batarya sistemlerinin güvenlik ihtiyaçlarına ve elektriksel parametrelerine göre tasarım geliştirme faaliyetleri olduğu görülmektedir. Yazılım çalışmalarında ise SD, ŞD, kalan enerji miktarı vb. BYS çıktılarının hesaplanmasında kullanılan numerik ve sezgisel yöntemler ayrı ayrı veya tümleşik olarak uygulanmışlardır.

BYS Temel Fonksiyonları

BYS'nin bir enerji depolama sistemini yönetebilmesi için bazı girdilere ihtiyacı vardır. Bu girdiler ışığında sistemin durumunu analiz edip yönetebilmektedir. Bu girdilerden bazılar şunlardır; hücre gerilimleri, paket gerilimleri, toplam gerilim, şarj/deşarj akımı, hücre sıcaklıkları, ortam sıcaklığı, termal soğutucu giriş/çıkış sıcaklıkları vb. Bu girdilere göre BYS'nin ürettiği başlıca çıkışlar ise şarj/deşarj/acil durum için ana devre kontaktörü kontrol sinyalleri, termal kontrol için fan veya elektrikli ısıtıcı sinyali, dengeleme için kondansatör veya dengeleme direnci bağlantı sinyali, iletişim sinyalleri, arıza sinyali vb.

BYS'nin bu girişler ve çıkışlar arasındaki bağıntıyı ortaya koyan fonksiyonları şunlardır:

Batarya Parametrelerini Algılama

Batarya parametrelerinden öncelikle arıza veya aşırı akım/gerilimi önlemek için hücre gerilimleri ölçülür. Bunun yanında hücre sıcaklıkları, toplam gerilim, toplam akım, batarya bölgesinde gaz, duman, izolasyon vb. parametreler algılayıcılar marifetiyle ölçülür.

Batarya Durumlarının Kestirimi

Durum kestiriminde bataryanın doluluk oranı, sağlık durumu, deşarj derinliği ve işlev durumu kestirimi ölçülen batarya parametrelerine göre hesaplanır. Doluluk oranı ve deşarj derinliği çalışma akımı, gerilimi ve sıcaklığına bağlı olarak kestirimi yapılan durumlardır. Bataryanın sağlık durumu, batarya hücrelerinin uygun olmayan parametreler ile kullanımı ve performans düşüşünün kapsamına göre kestirilir. İşlev durumu ise bataryanın doluluk oranı, sağlık durumu ve pillerin çalışma ortamına göre kestirilir.

Batarya Güvenliği Kontrolü ve Alarmı

BYS tarafından fazla şarj durumunda yüksek gerilim kontrolü, kısa devre veya arıza durumunda yüksek akım kontrolü, bataryanın verimli çalışabilmesi için ise termal kontrol yapılmaktadır. Aşırılık durumlarında arızalar teşhis edildiğinde, sistem kontrol ünitesi veya GES ile iletişim ağı üzerinden bilgilendirilecek ve arızaları düzeltici/önleyici yönde işlem yapmaları sağlanmaktadır.

Şarj Kontrolü

Kendi bataryalarının özelliklerine ve şarj cihazının güç seviyesine bağlı olarak BYS, bataryaları şarj etmek için GES sistemini kontrol edebilir.

Dengeleme

Her batarya hücresinin algılanan parametrelerine göre, BYS hücreler arasındaki ŞD'nu olabildiğince birbirine yakın hale getirmek için pasif veya aktif dengeleme yöntemlerini kullanabilir. Bu yöntemler kendi içlerinde şu şekilde sınıflandırılabilirler.

Pasif Dengeleme

Bir dengeleme direnci üzerinden bataryadaki şarj durumu yüksek olan hücre/hücrelerin deşarj edilerek bataryanın tümden tekrar şarj edilmesini içeren iteratif yöntemdir [20]. Sabit şant direnci metodu ve anahtarlamalı şant direnci metodu olarak ikiye ayrılır.

Aktif Dengeleme

Bu yöntem, enerjiyi tüm hücreler dengelenene kadar daha yüksek şarj hücresinden daha düşük şarj hücresine aktaran kapasitör veya indüktör gibi depolama elemanlarını kullanan bir dengeleme tekniğidir [21], [22]. Tek katman kapasitörlü, anahtarlamalı kapasitörlü, çift katmanlı anahtarlamalı kapasitörlü, tek katman indüktörlü, çok katman indüktörlü, tek katman transformatörlü, tek katman manyetik çekirdekli transformatörlü, çok katman manyetik çekirdekli transformatörlü, ve transistör anahtarlamalı yeniden yapılandırılabilir olarak farklı metotlar kullanılmaktadır [23]–[25].

Termal Kontrol

Batarya paketindeki sıcaklık dağılımına ve şarj/deşarj gereksinimlerine göre BYS, bataryalar için ısıtmayı mı soğutmayı mı başlatacağına; ısıtma gücü ve soğutma gücüne karar verir. Buna göre ilgili sisteme komut gönderir.

İletişim

BYS'yi bir sistemden sökmek uygun olmadığı ve bu arada sistemin ağ işlevlerine sahip olması gerektiği için kalibrasyon, izleme, otomatik kod oluşturma, program indirme, güncelleme işlemlerinin herhangi bir sökme işi olmadan yapılması arzu edilir. Genellikle ağ protokolü olarak yaygın kullanılan Kontrolör Alan Ağı (CAN) kullanılmaktadır [26]. Ayrıca GES sistemleri ile entegre olan Modbus haberleşme sistemi de literatürde kullanılmaktadır.

Literatür taraması sonucunda geliştirilecek bu sistem ile;

- GES sistemlerinde kullanılabilecek yerli ve milli, özel BMS yardımcı kartlarının prototip üretimi gerçekleştirilecektir.
- GES için kurulacak batarya gruplarının şarj, deşarj edilmesi ve sonuçlarının fayda/maliyet parametreleri çerçevesinde değerlendirilmesi sağlanacaktır.

- Ölçekli olarak tasarlanacak prototip sistemin gerçek sistem ile arasındaki gerekli modellemenin ve analizlerin yapılması sağlanacaktır.
- Elektrikli araç teknolojilerinde CanBus haberleşme ile çalışan BYS'nin bu proje ile GES sistemlerine entegre edilmesi sağlanacaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Proje kapsamında yapılacak çalışmalar aşağıdaki gibi planlanmıştır:

Benzetim:

- Simulasyon ortamında GES sisteminin modellenmesi, firmanın belirleyeceği limit değerlere göre modelleme tarafımızca yapılmıştır.
- Model ile birlikte ölçekli sistemin işletme senaryolarının yapılması firmayla birlikte gerçekleştirilmiştir.

Tasarım/üretim

- BYS'nin yardımcı kartlarının öğrenciler ve firma ile birlikte tasarlanması
- Tasarlanan kartların üretilmesi

Uygulama

- İnönü Üniversitesi OSB Meslek Yüksek Okulu Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Teknolojileri Laboratuvarında yer alan piller üzerinde uygulamanın yapılması.
- BYS yardımcı kartların test edilmesi
- GES sisteminden elde edilen enerji ile bataryaların şarj edilmesi ve batarya paketlerinin balance şarjının yapılması
- İlgili algoritmaların geliştirilmesi tarafımızca gerçekleştirilecek
- Sistemin yük üzerinden deşarj ve güneş panelleri ile şarj edilme döngülerinin optimizasyonu firma ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

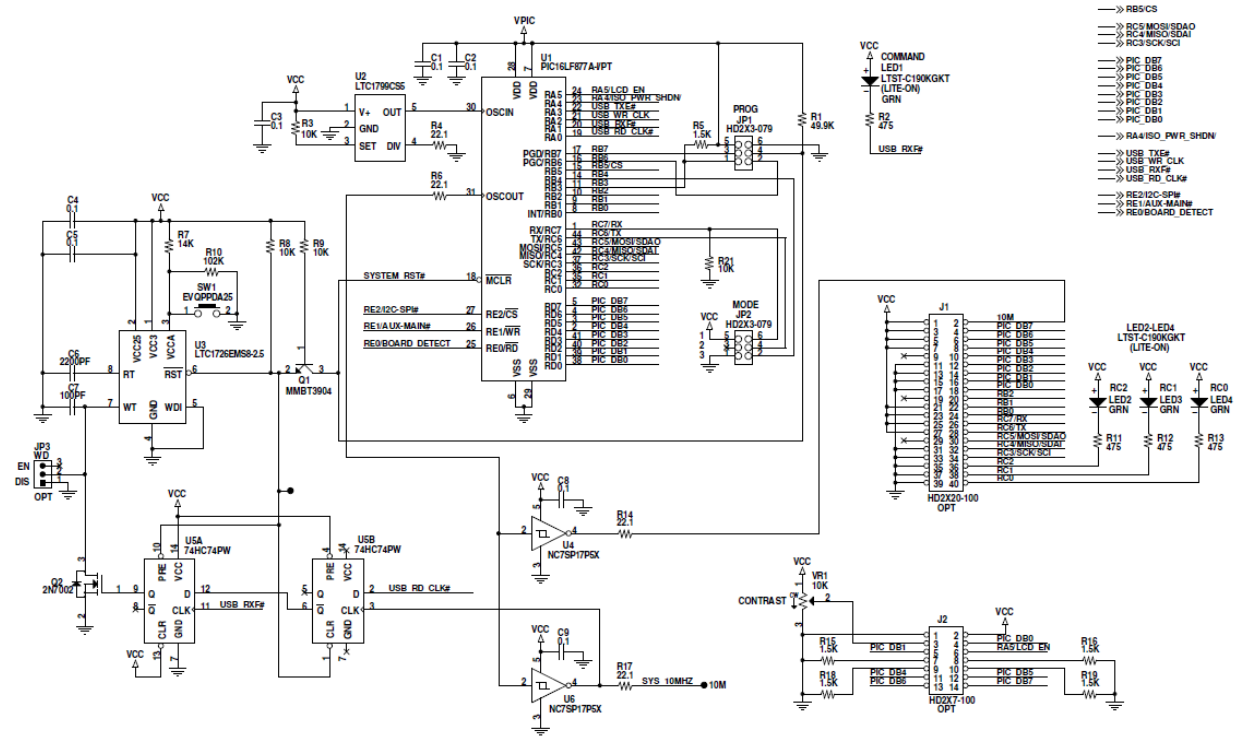
Testler

Sistemin şarj-deşarj işlemlerinin performans hesabının yapılması firma ile birlikte gerçekleştirilecektir.

BULGULAR

Yenilenebilir Enerji Üretim Tesislerinde Kullanılan Enerji Depolama Sistemlerine Yönelik Batarya Yönetim Sisteminin Yardımcı Kart Tasarımı, Geliştirilmesi ve Prototip Üretimi adlı projemizde ilk önce batarya yönetim sistemi (BYS) algoritmaları oluşturulmuştur. BYS'nin pil paketleri üzerinde ölçüm yapılabilmesi için akım sensörü, gerilim sensörü ve sıcaklık sensörleri tedarik edilmiştir. Daha sonra kablolama için farklı kesitlerde enerji ve haberleşme kabloları tedarik edilmiştir.

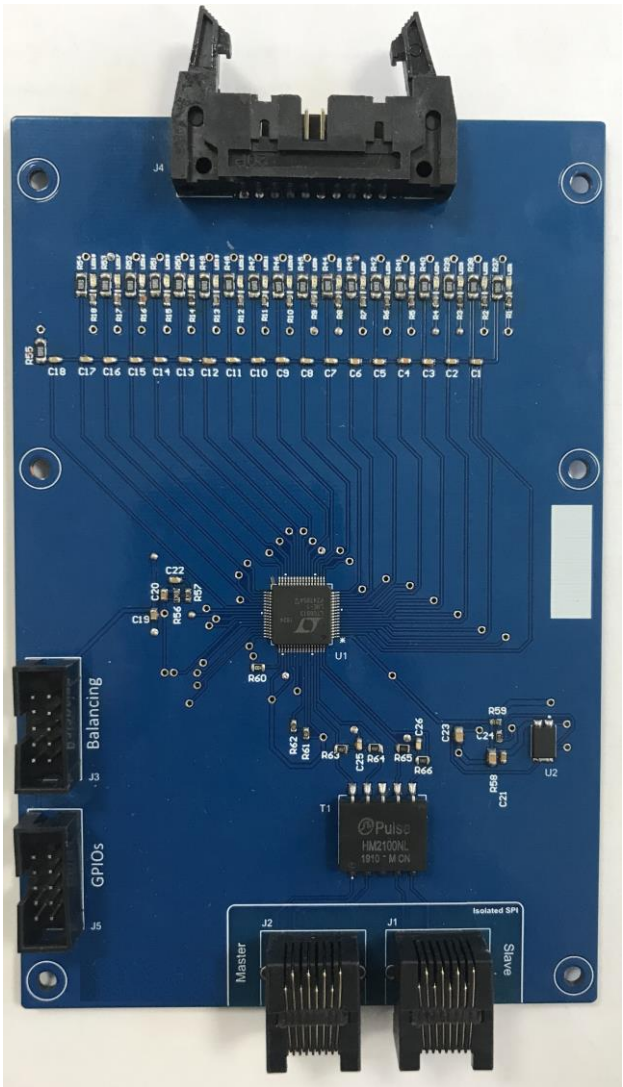
Daha sonra EP-2022-11 nolu projede yer alan güneş panelleri ve 0.5 kW'lık batarya paketi ile entegre çalışabilecek şekilde simülasyon ortamında teknik çizimleri yapılmıştır. BYS'nin farklı pilleri kontrol edebilmesi için şekil 2'de gösterildiği şekilde bir teknik şema oluşturulmuştur.



Şekil 2. BYS teknik çizimi

Şekil 2'de gösterildiği gibi teknik çizimler hizmet alımı yapılacak firmaya iletilmiştir ve ilk prototip ürün teslim edilmiştir. Projenin ilk aşamasında BYS'nin tek hat şeması, teknik çizimleri tamamlanmış olup ilk ürün teslim alınmıştır. Teslim alınan ilk ürün şekil 3a ve b'de gösterilmiştir.

Şekil 3a. BYS prototip ürün ön yüz



Şekil 3b. BYS prototip ürün arka yüz

KAYNAKLAR

[1] S. ŞEN, “YENİLENEBİLİREnerjiÜretimindeMaliyPolitikasi Araci OlarakTeşviklerSeçilmiş Bazi AvrupÜlkeleriniDeneyimleri VeTürkiye,” J. Life Econ., vol. 4, no. 1, pp. 59–76, 2017, doi: 10.15637/jlecon.185.

[2] K. B. Varınca et al., “Türkiye’de Günes Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlıgı Üzerine Bir Arastırma,” Muhendis ve Makina, vol. 4, no. 42, pp. 33–54, 2012.

[3] N. O. Adelakun and B. A. Olanipekun, “A Review Of Solar Energy,” SSRN Electron. J., no. January, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3579939.

[4] G. Varank, “Güne ş Kaynakl ı Farkl ı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin K ı yaslanmas ı ve Çözüm Önerileri,” no. March, 2015.

[5] U. L. A. Ş. Tirma, “Sek i z i nc i be ş yillik kalkinma plani,” 2005.

[6] T. Tsoutsos, N. Frantzeskaki, and V. Gekas, “Environmental impacts from the solar energy technologies,” Energy Policy, vol. 33, no. 3, pp. 289–296, 2005, doi: 10.1016/S0301-4215(03)00241-6.

[7] A. Ciocia et al., “Voltage control in low voltage grids: A comparison between the use of distributed photovoltaic converters or centralized devices,” Conf. Proc. - 2017 17th

IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2017 1st IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. EEEIC / I CPS Eur. 2017, 2017, doi: 10.1109/EEEIC.2017.7977815.

[8] Resmigazete, "ELEKTRİK ÜRETİM VE ELEKTRİK DEPOLAMA TESİSLERİ KABUL YÖNETMELİĞİ." https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/02/20200219-1.htm.

[9] Temizenerji, "Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliğinde değişiklik yapıldı." https://temizenerji.org/2021/04/29/elektrik-piyasasinda-depolama-faaliyetleri-yonetmeliginde-degisiklik-yapildi/.

[10] M. Koller, T. Borsche, A. Ulbig, and G. Andersson, "Defining a degradation cost function for optimal control of a battery energy storage system," 2013 IEEE Grenoble Conf. PowerTech, POWERTECH 2013, 2013, doi: 10.1109/PTC.2013.6652329.

[11] R. Lahon and C. P. Gupta, "Energy management of cooperative microgrids with high-penetration renewables," IET Renew. Power Gener., vol. 12, no. 6, pp. 680–690, 2018, doi: 10.1049/iet-rpg.2017.0578.

[12] M. Mehrasa, E. Pouresmaeil, H. Soltani, F. Blaabjerg, M. R. A. Calado, and J. P. S. Catalão, "Large-scale grid integration of renewable energy resources with a double synchronous controller," Appl. Sci., vol. 9, no. 24, 2019, doi: 10.3390/app9245548.

[13] M. Glavin and W. G. Hurley, "BATTERY MANAGEMENT SYSTEM FOR SOLAR ENERGY APPLICATIONS."

[14] G. Chicco and A. Mazza, "An overview of the probability-based methods for optimal electrical distribution system reconfiguration," 2013 4th Int. Symp. Electr. Electron. Eng. ISEEE 2013 - Proc., 2013, doi: 10.1109/ISEEE.2013.6674382.

[15] G. Narducci, A. Mazza, G. Chicco, and E. Bompard, "Battery storage application for covering the mismatch between scheduled and CHP plant production," 2017 52nd Int. Univ. Power Eng. Conf. UPEC 2017, vol. 2017–Janua, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/UPEC.2017.8231990.

[16] H. J. Bergveld, W. S. Kruijt, and P. H. . Notten, Battery Management Systems, 1st ed. Springer Netherlands, 2002.

[17] D. Andrea, Battery Management Systems for Large Lithium-Ion Battery Packs. Boston: ARTECH HOUSE, 2010.

[18] V. Pop, H. J. Bergveld, D. Danilov, P. P. L. Regtien, and P. H. L. Notten, Battery Management Systems Accurate State-of-Charge Indication for Battery-Powered Applications. Springer Science+Business Media B.V., 2008.

[19] H. J. Bergveld, V. Pop, and P. H. L. Notten, "Method and apparatus for determination of the state-of-charge (soc) of a rechargeable battery," WO2008099298A1, 2008.

[20] S. Kivrak, T. Ozer, Y. Oguz, and E. B. Erken, "Battery management system implementation with the passive control method using MOSFET as a load," Meas. Control, vol. 53, no. 1–2, pp. 205–213, 2020, doi: 10.1177/0020294019883401.

[21] M. Kauer, S. Narayanaswamy, S. Steinhorst, and S. Chakraborty, "Rapid Analysis of Active Cell Balancing Circuits," IEEE Trans. Comput. Des. Integr. CIRCUITS Syst., vol. 36, no. 4, pp. 694–698, 2017, doi: 10.1109/TCAD.2016.2597224.

[22] V. Pham, T. Nguyen, D. Tran, V. Vu, and W. Choi, "A new cell-to-cell fast balancing circuit for Lithium-Ion batteries in Electric Vehicles and Energy Storage System," in 2016 IEEE 8th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC-ECCE Asia), 2016, pp. 2461–2465, doi: 10.1109/IPEMC.2016.7512684.

[23] H. S, "Overview of cell balancing methods for Li-ion battery technology," Energy Storage, vol. n/a, no. n/a, p. e203, Aug. 2020, doi: https://doi.org/10.1002/est2.203.

[24] W. Han, C. Zou, L. Zhang, Q. Ouyang, and T. Wik, “Near-Fastest Battery Balancing by Cell/Module Reconfiguration,” IEEE Trans. Smart Grid, vol. 10, no. 6, pp. 6954–6964, 2019, doi: 10.1109/TSG.2019.2915013.

[25] S. Ci, N. Lin, and D. Wu, “Reconfigurable Battery Techniques and Systems: A Survey,” IEEE Access, vol. 4, pp. 1175–1189, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2545338.

[26] J. Song, J. Zhang, and X. Fan, “Routing protocol for battery management system of electric vehicles based on ad-hoc network,” IET Networks, vol. 7, no. 5, pp. 283–286, 2018, doi: 10.1049/iet-net.2017.0097.

1. İDARİ BÖLÜM

1.1. Proje Yönetimi ile İlgili Karşılaşılan Sorunlar, Darboğazlar, Risklerin Değerlendirilmesi ve Uygulanan Çözümler, Öneriler:

Proje kapsamında faaliyetlerin yürütülmesi sırasında idari olarak karşılaşılan sorunlar ele alınmalıdır. Proje işleyişi ile ilgili veya malzeme temininde yaşanan sıkıntılar ve nedenleri konusu bu bölümde ele alınmalıdır. Karşılaşılan problemler özelinde varsa çözüm önerileri ifade edilmelidir.

Açıklamalara uygun olarak hazırlayınız.

1.2. Personel Değişiklik Tablosu:

Yürütücü değişikliği, yardımcı araştırıcı değişikliği veya eklenmesi gerekçeleri ile belirtilmelidir.

PROJE PERSONELİ DEĞİŞİKLİK TABLOSU*					
T.C. Kimlik No.	**Adı, Soyadı**	**Katılma Tarihi**	**Ayrılış Tarihi**	**Projedeki Görevi**	**Ayrılma/Katılma Nedeni**

* Proje kapsamında gerçekleşecek ekip değişikliklerinin geçerli olabilmesi için, proje ekibinde değişiklik talebinin otomasyon sisteminden yapılması ve komisyon onayından geçmiş olması gereklidir.

1.3. Projede ek süre alındıysa gerekçesi ve sonucu:

Proje işleyişi sırasında çıkan aksaklıklara bağlı olarak alınan ek süre ve gerekçeleri ayrıntılı olarak bu bölümde ifade edilmelidir. Hedefe ulaşmada katkısı vurgulanmalıdır.

1.4. Proje Tamamlanma Tabloları:

İş paketlerinde gerçekleştirilen faaliyetler göz önünde bulundurularak ilerleme tablosu oluşturulmalıdır. Bunun için genel değerlendirmede iş paketlerinin ne kadarının tamamlandığını ifade etmek için %... tamamlandı şeklinde sayısal ifade kullanılmalıdır.

İş Paketleri	**Gerçekleşme oranı**
Tasarım	%100
Malzeme Temini	%100
Laboratuvar Testi	%100
Üretim ve Kartın testi	%100

1.5. Çalışma Planı Değişiklikleri:

Proje Çalışma Takvimine Uygun Yürütülememişse veya iptal edilmiş, değişiklik yapılmış olan iş paketleri varsa Gerekçeleri ve yapılan değişikliklerin hedefine ulaşıp ulaşmadığı iş paketleri bazında gerekçeleri açıklanmalıdır.

2. MALİ BÖLÜM

2.1. Genel Bütçe Dökümü:

Projede yapılan harcamalar ve bütçe durumu bu bölümde ele alınmalı ve bütçenin son hali tablo şeklinde verilmelidir.

Harcama Kalemi	**Öngörülmüş Maliyet**	**Gerçekleşen Harcama**	**Kalan Bütçe**
Demirbaş			
Tüketime Yönelik Malzeme (Genel)	5000 TL	5000 TL	0 TL
Tüketime Yönelik Malzeme (Kırtasiye)			
Yolluk Yevmiye (Araştırma Amaçlı)			
Yolluk Yevmiye (Kongre katılımı)			
Hizmet Alımı	10.000 TL	10.000 TL	0 TL
(Diğer)…			

2.2. Harcan(a)mayan Kalemlere İlişkin Açıklamalar:

Projede öngörülmüş ama gerçekleşmemiş harcamaların neden gerçekleştirilemediği konusunda bilgi verilmelidir.

2.3. Harcamalara İlişkin Zorluklar:

Harcamalarda karşılaşılan sorunlar ve nedenleri ifade edilmeli ve varsa çözüm önerileri belirtilmelidir.

3. YAYINLAR

Projeden çıkartılan yayınlar yazılacaktır.