



ARM Mikrodenetleyici Tabanlı Gömülü Pil ile Yedekleme ve Uzaktan Görüntüleme Sistemi

Sadık ARSLAN^{a,1} (sadik.arslan@kentkart.com.tr)

^aKentkart Ege Elektronik A.Ş., Ar-Ge Departmanı, 35220 İZMİR

Özet – Genellikle bakımı kolay olmayan uzaklıklarda, sahada bulunan elektronik ve gömülü sistemlerin kesintisiz çalışması önemlidir. Tasarlanan bu sistemde, sahadaki cihazlara başarılı bir şekilde kesintisiz güç aktarımı sağlanmıştır. Elektrik şebekesinden beslenen cihazlar için elektrik kesilmesi durumunda pil ile yedekleme işlemi otomatik olarak gerçekleştirmiştir. Bunlarla birlikte, pilden veya şebekeden beslenme durumu ve pilin gerilim seviyesi gibi bilgiler ayarlanabilir periyodik aralıklarda sunucuya HSPA veya GPRS arayüzü ile bilgilendirme işlemi gerçekleştirilmektedir. ARM ailesinden bir mikrodenetleyici kullanarak gerçekleştirilen çalışmada, sistem elektrik kesilmesi ve pil gerilim düşmesi sorunlarını doğrudan sunucuya acil durum bilgisi şeklinde gönderir.

Anahtar Kelimeler –
ARM mikrodenetleyici,
pil ile yedekleme, voltaj
kontrolü, uzaktan
görüntüleme

Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research 9 (2014) 01-12

ARM Microcontroller Based Embedded Battery Backup and Remote Monitoring System

Abstract – Uninterruptable working is very important for electronic and embedded systems that located field where has hard maintain conditions. In this system, uninterruptible power transmission to field devices is successfully done. When network power cut situation, battery back-up procedure is done automatically for network powered devices. The source of energy and voltage level of the battery information are sent periodically which are adjusted time intervals by the HSPA or GPRS to the system server. At power cut and low battery voltage conditions, the ARM microcontroller based designed system sends an emergency condition message.

Keywords –
ARM microcontroller,
battery back-up,
voltage control,
remote monitoring

Received: 02.12.2013

Accepted: 12.02.2014

¹Sorumlu Yazar

1. Giriş

Özellikle sahada bulunan ve bakımı kolay yapılmayacak mesafede bulunan elektronik gaz, su sayaçları, güvenlik ekipmanları, kameralar, otomatik dolum cihazları gibi sistemlerin şebeke enerjisinin kesilmesi durumunda da çalışması gerekmektedir. Yaşanacak herhangi bir kesinti, gömülü elektronik sistemlerin yazılım akışı için de bir sorun oluşturup beklenmedik durumlar ile karşılaşılabilir. Veri kayıpları yaşanmakta ve firmalar maddi kayıplara uğramaktadırlar.

Yapılan bu çalışmada elektrik kesintisi esnasında sistemin beslenmesi pile devredilerek kaynak yedekleme işlemi yapılır ve böylece elektronik sistemlerin kesintisiz beslenmesi sağlanır. Bu işlem ile oluşabilecek maddi kayıplar ve elektronik sistemin çalışmasının kesilmesinden kaynaklı sistemsel hatalar en düşük seviyeye indirilir.

Kesinti koşulunun bitmesi durumunda ise tekrar şebekeye besleme değişikliği yapılır ve böylece pilin fazla kullanımından doğacak erken pil bitmesi sorunu önlenmiş olunur. Kullanılan pil tekrar şarj edilerek kullanıma hazır hale getirilir.

Enerji kesilmesi probleminin yanında, şebeke geriliminin dalgalanması durumlarında da elektronik sistemlerin beslemeleri düşebilir veya yükselebilir. Bu şebeke gerilim dalgalanmaları esnasında, elektronik sistemlerin beslemesinde kullanılan ve şebekeden dönüştürülen doğru akım (Direct Current, DC) kaynaklarında da gerilim dalgaları olabilmektedir. Bu koşullarda tasarlanan sistem, yükün beslemesini pile aktararak yükü korumuş olur.

Yedekleme için kullanılan pilin voltaj seviyesi de önemli bir parametredir. Bu seviyenin sistemler için belirli bir değerin altına düşmesi kritik olmaktadır. Bu çalışmada pilin seviye kontrolü periyodik aralıklarla yapılmaktadır. Pil voltajının belirli bir seviyenin altına düşmesi durumunda şarj devresi yardımıyla pil doldurulur.

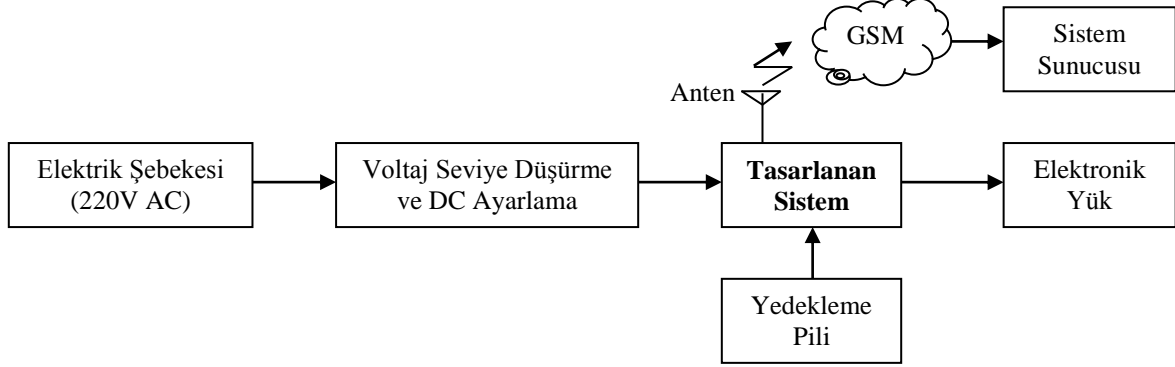
Yük sisteminin beslenme kaynağı, pil voltaj seviyesi gibi bilgilerin merkeze ulaştırılması için Global System for Mobile Communications (GSM), maliyeti düşük bir seçenektir. Bu nedenle tasarlanan sistemde General Packet Radio Service (GPRS) veya 3. nesil (3G) haberleşme teknolojilerinden olan High Speed Packet Access (HSPA) arayüzü kullanılmıştır. HSPA, ağın veri iletim kapasitesinin yüksek olması nedeniyle tercih edilebilir, GPRS ise genellikle daha geniş alanlarda çekim sağladığı için tercih edilebilir. Bu çalışmada iki ağın da bulunduğu koşullarda HSPA tercih edilmiştir.

Tüm bu işlemlerin elektronik olarak gerçekleştirilmesi için ARM mikrodenetleyici tabanlı bir entegre devre kullanılmıştır. Tasarlanan sistemin çalışması için koşullara bağlı akış diyagramları oluşturulmuş ve sistemin yazılımsal kodu C programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

Şekil 1’de, sahada bulunan herhangi bir elektronik yük için beslenme diyagramının basit bir çizimi görülebilir. Bu çizimde de görülebileceği gibi elektrik şebekesinden alınan alternatif akım (Alternative Current, AC) kaynağın voltajı düşürülür ve DC olarak doğrultulur. Bu işlem ile elektronik sistemleri içeren yüklerin beslenmesi için dönüşümler gerçekleştirilmiş olur. Şekil 2’de ise tasarlanan sistemin genel çizimi görülebilir. Burada pilin ve DC olarak ayarlanmış güç kaynaklarının tasarlanan sisteme girdiği, yükün buradan beslendiği ve ayrıca GSM altyapısını kullanarak uzaktan okuma yapıldığı görülebilir.



Şekil 1. Şebekeden elektronik yük besleme sistemin basit görünümü



Şekil 2. Tasarlanan sistemin genel görünümü

2. Sistemin Modellenmesi ve Donanımsal Tasarım

Sistemin tasarımı bittiğinde piyasada satılması istendiğinden öncelikli olarak Türk Standartları Enstitüsü'nde bulunan ilgili standartlar belirlenmiştir. Bu standartların öngördüğü çerçevede tasarım süreci yürütülmüştür. Kullanılan TS EN 13757-2, TS EN 13757-3 ve TS EN 13757-4 standartları ve açıklamaları Tablo 1'de verilmiştir (Türk Standartları Enstitüsü, 2013).

Tablo 1. Kullanılan TSE standartları

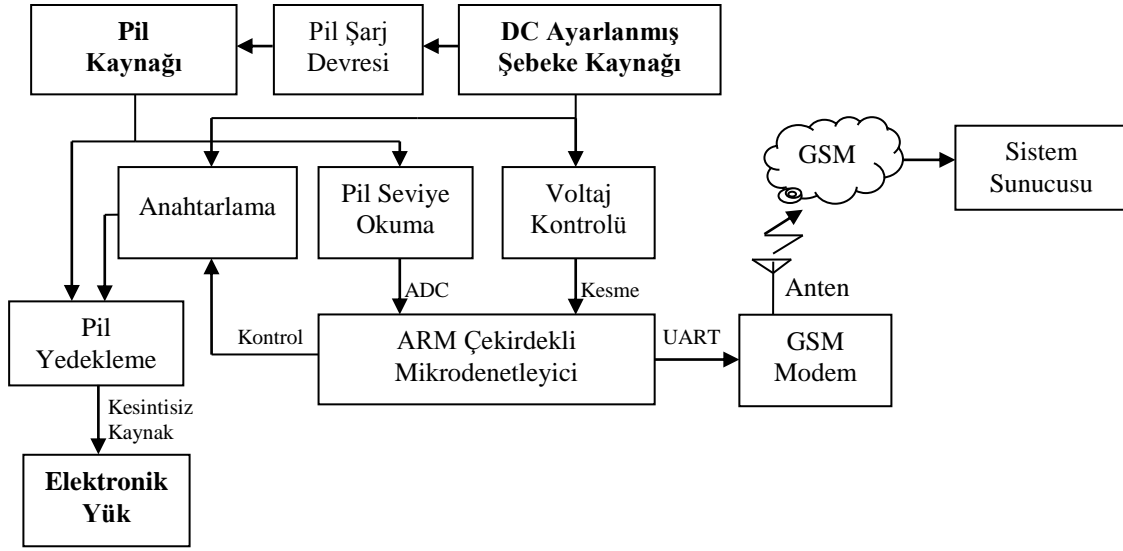
Standart	Açıklama
TS EN 13757-2	Ölçü aletlerinde haberleşme sistemleri ve uzaktan okuma - Bölüm 2: Fiziki ve hat katmanı
TS EN 13757-3	Ölçü aletlerinde haberleşme sistemleri ve uzaktan okuma - Bölüm 3: Atanmış uygulama katmanı
TS EN 13757-4	Ölçü aletlerinde haberleşme sistemleri ve uzaktan okuma - Bölüm 4: Telsiz ölçme aleti okuma

2.1 Sistemin Genel Yapısı

Tasarlanan sistem Şekil 3'deki diyagramdan da görüleceği üzere toplamda 8 temel bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler:

1. Sistemin tamamen kontrolünü gerçekleştiren ARM çekirdekli bir mikrodenetleyici kullanılarak yapılan Mikrodenetleyici bloğu,

2. Pilden şebekeye ve şebekeden pile geçişlerin gerçekleştirildiği Pil Yedekleme sistemi,
3. Düzensiz şebeke durumlarında, şebekedeki istenmeyen gerilim hareketliliklerini algılayıp mikrodenetleyiciyi uyararak Voltaj Kontrol bölümü,
4. Pilden şebekeye veya şebekeden pile geçişlerin otomatik olmadığı durumlarda anahtarlanmanın yapılmasını sağlayan Anahtarlama bölümü,
5. Pilin gerilim seviyesini ölçmek için kullanılan Pil Okuma bloğu,
6. Kaynakların ve sistemin durumunu bilgi olarak sunucuya veren GSM Modem bloğu,
7. Gerektiğinde şarj seviyesi azalan pilin tekrar doldurulmasını sağlayan Pil Şarj bloğu,
8. Tüm bilgilerin gönderildiği ve değerlendirmelerin yapıldığı sistem sunucusu bloğu, şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3. Tasarlanan sistemin diyagramı

2.2. Sistemin Donanımı ve İncelenmesi

Cep telefonları, tablet bilgisayarlar, kablosuz cihazlar v.b. birçok taşınabilir ve şebekeye bağlanmayan sistemde pil ömrü ve pilin verimli kullanılması konusu kritiktir. Toh T-K. ve arkadaşları pil ömrünün uzatılması için kablosuz ağlar üzerine yaptıkları çalışmada düğümlerdeki anahtarlamaların pil ömrü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Jurdak R. ve arkadaşları da su altı sensör ağları için pil ömrü performans çalışmaları yapmışlardır. Bu ve benzeri kablosuz sistemler için yapılan incelemelerde, ana hedef pil ömrünün mümkün olduğunca verimli kullanılmasıdır. Simunic T. ve arkadaşları gibi birçok araştırmacı da gömülü sistemlerin pil ömrünün donanımsal ve yazılımsal olarak uzatılması ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Geliştirdikleri kod optimizasyonu yöntemi ile ARM ile tasarlanan gömülü sistemlerde %90'lara varan enerji tasarrufu sağlamışlardır. Bu çalışmaya konu olan tasarımda ARM çekirdekli mikrodenetleyici kullanarak mümkün olduğunca az enerji tüketen sistem üzerinde çalışıldı.

Rakhmatov D. ve arkadaşları, çalışmalarında taşınabilir cep bilgisayarının değişken yüklerle göre pil ömrünün hesaplamalarını yapmışlardır. Yaptıkları hesaplamalarda pil tüketimi için 1 numaralı Peukert Numarası denklemini kullanmışlardır. Bu denklem ile sabit ve değişken yükler altında uzun zamanlı yaklaşımsal hesaplamalar yapmışlardır.

$$T = \frac{C}{I^n} \quad (1)$$

Eşitlik 1'deki C kapasitedir, Ah (ampersaat) birimi ile ölçülür. T zamandır, h (saat) ile ölçülür. I akımdır, A (amper) ile ölçülür. n ise pilin katsayısıdır, pillerde bu katsayı 1,1 ile 1,4 arasında değişir ve katsayı pil üretici firma tarafından hesaplanır.

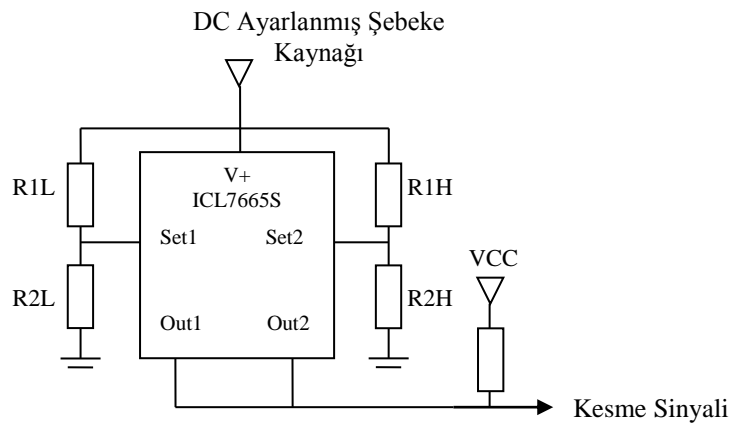
Tasarlanan sistemde kesintisiz beslenmesi gereken yükün voltaj aralığı 9V-15V, çektiği akımın da 2A'e kadar çıkabileceği düşünülerek koşullar belirlenmiştir. Tasarlanmış olacak sistemin çalışmadığı, bekleme koşulunda bulunduğu durumda ise pili fazla tüketmemesi için en fazla 5mA (12V'da) tüketmesi istenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda pil yedekleme sisteminin tasarımına başlanmıştır. Öncelikle voltaj kontrol, pil yedekleme ve mikrodenetleyici bloklarının bağımsız olarak incelenmesi ve tasarımı yapılmıştır.

2.2.1. Voltaj Kontrol Devresi

Tüm AC veya DC kaynaklardan çalışan elektronik sistemlerin alt ve üst çalışma aralıkları vardır. Bu aralıkların dışına çıktığında sistemlerin çalışması bozulacağından voltaj kontrolü ve voltaj seviyesi görüntülemesi oldukça önemlidir. Pickard H.W.'nin çalışmasında belirlenmiş voltaj aralığının üstünde ve altında olduğunda besleme gerilimi kapatılmaktadır. Böylece elektronik sistem herhangi bir problem yaşamadan korumaya alınmış olmaktadır. Bu çalışmada da benzer bir yöntem izlenmiştir.

Bu özelliklere uygun olabilecek Intersil firmasından ICL7665S entegre devresi üzerinde çalışılmıştır. Bu devre ile Basit Eşik Algılayıcı, Histeresis ile Eşik Algılayıcı, Tek Kaynak Hata Monitörü ve Çok Kaynak Hata Monitörü gibi birçok farklı devre yapılabilmektedir (ICL7665S veri sayfası). Tüm bu devre topolojileri laboratuvar ortamında kurulmuştur ve Şekil 4'te görülebilecek olan Tek Kaynak Hata Monitörü devresi sistem için seçilmiştir. Bu devrenin avantajı en iyi pasif enerji tüketimi ve kesme sinyalinin voltaj seviyesinin sistem ile uyumudur. Alt seviye voltaj sınırı R1L ve R2L voltaj bölücü dirençleri ile, üst seviye voltaj sınırı ise R1H ve R2H voltaj bölücü dirençlerinin ayarlanması ile elde edilmektedir.

Tasarlanan sistemde şebekeden gelen DC gerilimin dalgalanmalarında ve şebekenin kesilmesi hallerinde kesme çıkışı "0" a düşer. Normal çalışma aralığında ise seviye "1" dir. Bu devre 4V'dan 16V'a kadar değişen gerilim aralıklarında çalışıp kesme üretebilmektedir. Böylece hedeflenen 9V-15V voltaj aralığı kolaylıkla sağlanmış olur.

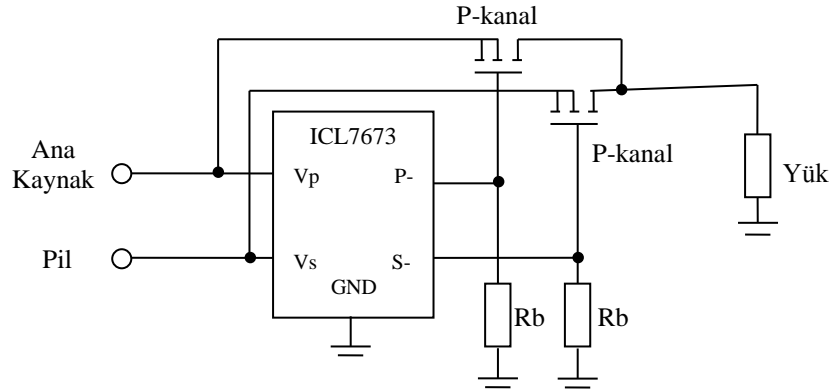


Şekil 3. Tek Kaynak Hata Monitörü devresi

2.2.2. Pil Yedekleme Devresi

Pil yedekleme sistemleri, birçok farklı alanda gerekli olan kesintisiz enerjiyi sağlayan sistemlerdir. Bir çok araştırmacı bu konu üzerinde çalışmış ve farklı alanlarda projeler geliştirmişlerdir. Drori Z. ve Mark I. otomobiller için alarm beslemesinin kesintisiz olarak sağlanmasını sağlayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada otomobil çalışırken alarm pili aküden şarj olmaktadır. Otomobilin besleme sisteminde problem olması durumunda, pil yedekleme sistemi devreye girip alarmın devamlı çalışması sağlanmaktadır. Zhan Y. ve arkadaşları pil ve proton-exchange membrane fuel cell (PEMFC) arasında geçişler yapılarak kesintisiz güç kaynağı tasarlamışlardır. Bu çalışmada, melez kesintisiz güç kaynakları pil yedekleme sistemleri ile tasarlanmış ve sistemlerin performanslarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Prasad A. R. ve Natarajan E. güneş pillerinden ve rüzgar enerjisinden alınan enerjilerin kullanılmasını sağlayan melez bir yedekleme sistemi tasarlamışlardır. Tasarladıkları sistemde gerekli olduğu durumlarda güneş pilinden veya rüzgar enerjisinden gelen enerji pil yedekleme sistemi kontrolü ile AC olarak yüke, DC olarak pile veya pilden DC olarak yüke aktarılma yapılmaktadır. Eitan B. ve Hong C. H. ana kaynak ve pillerden oluşan iki besleme opsiyonlu sistem geliştirmişlerdir. Static Random Access Memory (SRAM) beslemesinde kullanılan bu P-Kanal Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) ile gerçekleştirilen devrenin benzeri bizim çalışmamızda da kullanılmıştır.

Elektronik yüke kesintisiz enerjinin sağlanması için pil ve şebeke arasındaki geçişlerin kusursuz bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu amaçla Intersil firmasından ICL7673 entegre devresi çalışmalar için seçilmiştir. Seçilen bu entegre devre çerçevesinde İki diyot ile Pil Yedekleme, Basit Pil Yedekleme, BJT ile Yüksek Akımlı Pil Yedekleme ve MOSFET ile Yüksek Akımlı Pil Yedekleme devre topolojileri bulunmaktadır (ICL7673 veri sayfası). Tüm devreler laboratuvar ortamında kurulmuştur ve ICL7673 entegresinin üzerinden geçebilen akım 80mA ile sınırlı olduğu için MOSFET ile Yüksek Akımlı Pil Yedekleme devresi seçilmiştir. En iyi pasif akım tüketimine sahip olan devre 2A MOSFET'ler ile kurulmuştur ve Şekil 4'de görülebilir. Tasarlanan devrede pil yedekleme sistemi şebeke ile pil arasındaki geçişleri otomatik olarak gerçekleştirilir. Güç kaynağı kesildiğinde pilden beslenme işlemi gerçekleştirilir. Hangi kaynağın gerilimi yüksek ise o kaynaktan kullanım sağlanır. 5V'dan 15V'a kadar değişen aralıklarda anahtarlama yapabilmektedir. Bu voltaj aralığı da hedeflenen 9V-15V voltaj aralığını kolaylıkla sağlamış olmaktadır.



Şekil 4. MOSFET ile Yüksek Akımlı Pil Yedekleme devresi

2.2.3. Mikrodenetleyici Bloğu

NXP LPC2129 mikrodenetleyicisi, gürültüye karşı yüksek koruma sağladığı, aktif ve bekleme modlarında daha az akım tükettiği için tercih edilmiştir. Bu mikrodenetleyicinin 4 kanallı 10-bit Analog to Digital Converter (ADC) dönüştürücüleri, Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) ve I2C bağlantıları, gerçek zamanlı saat, kesme girişleri, genel tanımlı giriş-çıkışları (GPIO) aktif olarak projede kullanılmaktadır (LPC2129 veri sayfası).

Proje kapsamında sistemin tüm elektronik komponentlerini içeren şema ve baskılı devreler blokların belirlenmesi sonrasında çizilmiştir. Prototip elektronik kartlar testler ve yazılımsal çalışmalar için üretilmiştir.

3. Sistem Yazılımı ve Sistemin İşleyişi

Sistemin mikrodenetleyicisi olan LPC2129 entegresinin yazılımsal programla çalışmaları IAR Embeded Workbench programı kullanılarak C programlama dilinin kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Sistemin yazılım ilk çalışmaları prototip elektronik kartlar üzerinde yapılmıştır.

3.1. Yazılım Yapısı

Mikrodenetleyici temelde pilin voltaj seviyesini ölçer, pilin seviyesi ve gücün kaynağı (pil veya şebeke) bilgilerini sunucuya periyodik olarak gönderir. Pilin voltaj seviyesi mikrodenetleyici üzerindeki ADC yardımıyla okunur. Gücün kaynağının nereden geldiği gömülü sistem yazılımının içindeki bir değişkende saklanır. Sonuçta voltaj seviyesi ve kaynak bilgisi periyodik olarak HE910 Telit GSM modül (HE910 veri sayfası) ile gönderilir. Mikrodenetleyici UART arayüzünü kullanarak GSM modül ile AT komutlarını (AT komutları referans kaynağı) kullanarak haberleşir.

Tüm bu işlemler yapılırken Şekil 5'ten de görülebileceği gibi GSM modem, mikrodenetleyici, pil şarj devresi gibi donanımsal komponentlerin üzerine bazı yazılımsal sürücü bölümleri yazılmıştır. Böylece her donanımsal bloğu kontrol eden bağımsız bir kod parçası oluşturulmuştur. Temelde işletim sistemi sürücülerine mantıksal olarak benzeyen bu sürücü kodları işletim sistemlerindeki yapı gibi ayrı ayrı derlenmez. Ayrı ".c" uzantılı dosyalarda bulunan bu sürücü kodları mikrodenetleyici programı ile birlikte bir kerede derlenecek şekilde tasarlanmıştır. AT komutlarını kullanarak GSM haberleşmelerini sağlayacak olan Radyo Arayüz Katmanı yazılmıştır. Bu kod katmanı ana programa mesaj gönderme, alma v.b. haberleşme fonksiyonları verir.

Tasarlanan Radyo Arayüz Katmanı'nda GPRS veya 3G haberleşme teknolojilerinden olan HSPA arayüzü kullanımı tercihi yapılmaktadır. Örneğin aynı anda yeterli sinyal seviyesinde GPRS ve HSPA bağlantısı mevcut ise veri iletim kapasitesinin ve hızının yüksek olması nedeniyle HSPA kullanılır. HSPA bulunmuyor GPRS bulunuyor ise mecburi olarak GPRS kullanımı seçimi yapılır. Herhangi bir ağ bulunmuyor ise gerekli bilgiler mikrodenetleyicinin kendi hafızasına gelecekte iletim yapılması için kaydedilir.

Ana Program ve Kesme Servis Rutini	ana_program.c			radyo_arayuz.c
	ICL7665S.c	pil_ADC.c	pil_sebeke_a.c	GSM.c
Sürücü Katmanı Donanım Katmanı	Voltaj Kontrol	Pil Okuma	Anahtarlama	GSM Modem

Şekil 5. Sistemin yazılım yapısı

GSM aracılığı ile alınan bilgiler sistem sunucularına kaydedilir. Kaydedilen bilgiler, sahada bulunan elektronik yüklerin beslenme durumlarının bilgileri, periyodik bakım, acil müdahale kontrol v.s. amaçları ile sunucuda yorumlanır.

Sistemde aktif ve bekleme modları olmak üzere iki adet mod vardır:

1. Aktif Mod: Aktif mod mikrodenetleyicinin uyanık olduğu ve yazılımsal işlemlerin yapıldığı moddur. Yüke enerji transferinin yanında, tasarlanan sistem de enerji tüketmektedir.
2. Bekleme Modu: Bu mod mikrodenetleyicili sistemin en az akım tükettiği ve çevresel blokların çalışmasının durduğu moddur. Kesme sinyali gelene kadar ve periyodik işlemlerin gerçekleşeceği uyanma zamanına gelene kadar bekleme modundan çıkılmaz. Bekleme modunda yüke ihtiyacı olduğu kadar enerji transferi vardır, yükün enerjisinden herhangi bir kısıtlama yapılmaz, müdahalede bulunulmaz.

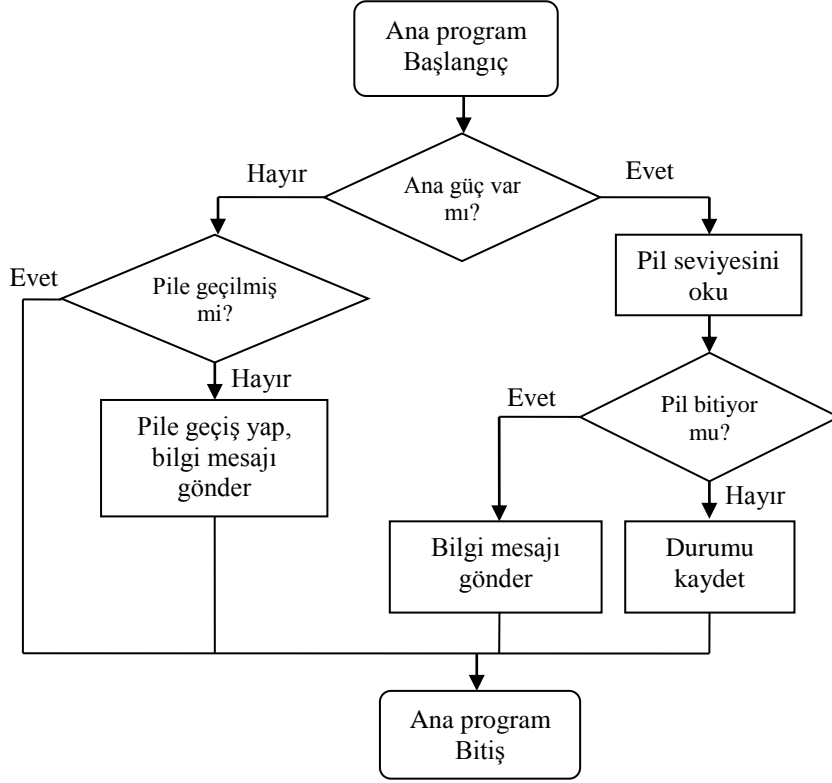
3.2. Yazılım Akışı

Elektrik kesintisi durumunda, pil yedekleme bloğu otomatik olarak pile kaynak anahtarlama yapmaktadır. Voltaj kontrol bölümü ise mikrodenetleyici için bir kesme sinyali üretir. Mikrodenetleyici bu kesme sinyalini kendi yazılımsal kesme servis rutini işlemlerine alır. Mikrodenetleyici anahtarlama bloğunun kaynağının seviyesini pil olacak şekilde değiştirir ve raporlama için pilin voltaj seviyesini okur. Sonuçta yeni gücün kaynağı ve pil voltaj seviyesi GSM modem aracılığı ile sunucuya aktarılır.

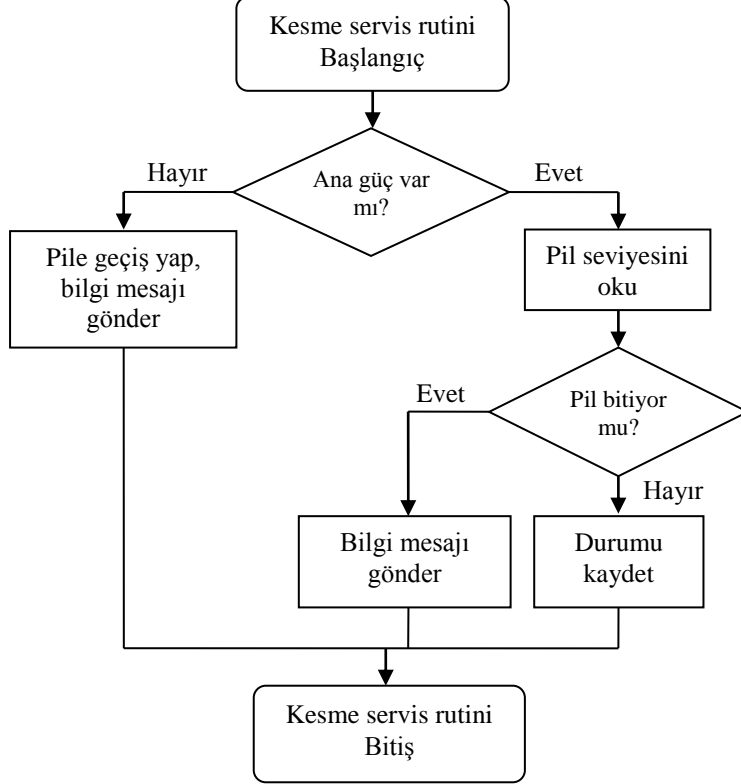
Elektrik kesintisinin bitmesi durumunda, pil yedekleme bloğu gücün kaynağını elektrik şebekesine otomatik olarak aktarır. Voltaj kontrol bölümü bu koşulda kesme sinyali üreterek mikrodenetleyiciyi uyarır. Mikrodenetleyici de pilin voltaj seviyesini okur ve anahtarlama bloğunun kaynağının seviyesini elektrik şebekesine alır. Sonuçta yeni gücün kaynağı ve pilin voltaj seviyesi GSM modül aracılığı ile sunucuya raporlanır.

DC olarak ayarlanmış şebeke kaynağının voltaj seviyesi dalgalanırsa, voltaj kontrol bloğu mikrodenetleyici için kesme sinyali üretir. Mikrodenetleyici de anahtarlama yaparak gücün kaynağını pile dönüştürür. Böylece yük durumundaki elektronik sistemler kesintisiz ve güvenli bir güç kaynağına sahip olmuş olurlar.

Sistemin periyodik olarak çalışan ana programı ve kesme servis rutini için çalışma senaryoları ve akış diyagramları Şekil 6 ve Şekil 7'den görülebilir.



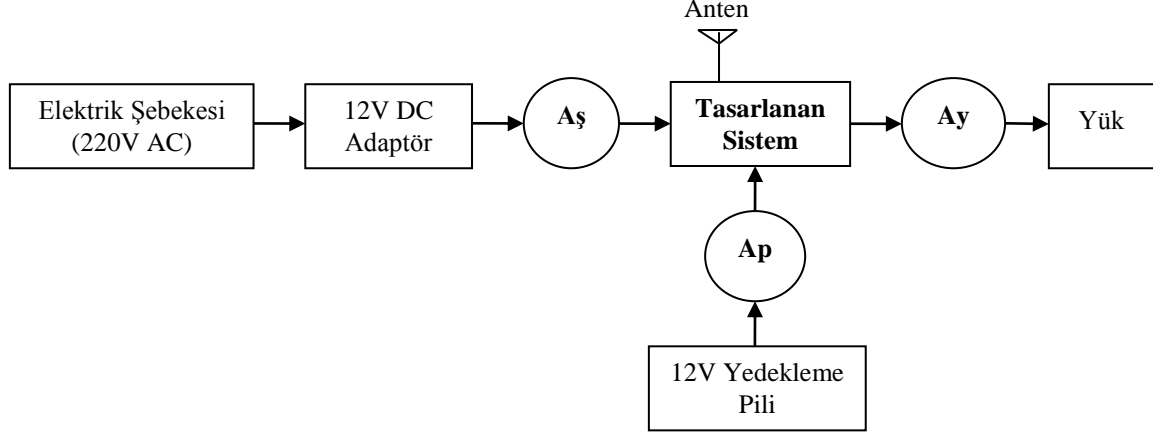
Şekil 6. Ana program akış diyagramı



Şekil 7. Kesme servis rutini akış diyagramı

4. Ölçümler

Testler için hazırlanmış olan, tasarlanan sistemin bulunduğu elektronik kartlar üzerinde kritik öneme sahip ölçümler yapılmıştır. Şekil 8’de sistem üzerinde hangi noktalardan akım ölçümleri yapıldığı görülebilir. Bu şekilde Aş, şebekeden çekilen akımı gösteren ampermetre, Ap, pilden çekilen akımı gösteren ampermetre ve Ay de yükün tasarlanan sistemden çektiği akımı gösteren ampermetredir.



Şekil 8. Sistem ölçüm düzeneği

Kurulan ölçüm düzeneğinde öncelikle tüm voltajlar $12V(\pm 0.1V)$ 'a ayarlanmıştır. Bu sayede tüm ölçümler ve hesaplamalar akım değerleri üzerinden yapılmıştır. Akım üzerinden yapılan hesaplamalar pil ömrü hesabında da kolaylık sağlamaktadır. Yük olarak da test işlemleri için 12V beslenme gerilime sahip ortalama 500mA çeken bir yük bağlanmıştır.

Mikrodenetleyicinin çalıştığı esnada tasarlanan kartın tüketimi, Aş-Ay hesaplamasının sonucundan elde edilmiştir ve 120mA olarak bulunmuştur. Mikrodenetleyicinin iş yaptığı ve tasarlanan kartın çalıştığı süre oldukça kısa bir süredir ($<0.2s$) ve uzun zamanlı pil kullanım hesaplamalarında göz ardı edilebilecek bir süredir.

Sistem bekleme modunda iken tasarlanan sistemin tüketimi Aş-Ay hesaplamasından elde edilmiştir ve ortalama 3,5mA olarak hesaplanmıştır.

Sistemin pilden de beslendiği durumlarda, bekleme modunda çekilen akım değeri çok önemlidir, çünkü yükün uzun süre beslenmesi gerekmektedir. Burada tasarlanan kartın bekleme modunda iken çektiği akımın oldukça düşük olması sağlanmıştır ve Ap-Ay hesabından ortalama 3,5mA çekildiği görülmüştür.

Test düzeneğinde yapılan uzun süreli ölçümlerde 500mA çeken bir yüke 20Ah'lik tam şarjlı bir pil bağlandı. Bu durumda yaklaşık 2 gün boyunca yükün kusursuz bir şekilde beslendiği görülmüştür. Zaten denklem 1 referans alınarak yapılacak bir hesaplamada, n katsayısı pil üreticisinin 1,1 olarak verdiği durum düşünülerek çalışma süresi yaklaşık olarak 43 saat bulunur.

Sonuçta, gerçek hayatta sahada bulunan bir elektronik yükün şebeke beslemesinde problem olması halinde 2 günlük müdahale süresi olacaktır. Bu da problemlere çözüm bulmak için oldukça yeterli bir zaman dilimidir.

5. Sonuç

Bu çalışma ile enerji verilecek elektronik yüklerin düzenli ve kesintisiz beslenememe sorununa bir çözüm bulunmuştur. ARM çekirdekli mikrodenetleyici kullanarak, pilden şebekeye ve şebekeden pile geçişler başarılı bir şekilde yapılmıştır. Tasarlanan kart ile yükler, 5V-15V aralığında ve 2A'ye kadar kesintisiz olarak beslenmiştir. Kart için 5mA olan bekleme modundaki hedef enerji tüketiminin altında bir enerji tüketimi 3,5mA değeri ile elde edilmiştir. Tasarlanan kart ile beslenen elektronik yükün pilden veya şebekeden beslenme durumu ve pilin gerilim seviyesi gibi bilgiler alınmıştır. Alınan bilgiler HSPA veya GPRS teknolojileri kullanılarak sistem sunucusuna iletilmiştir. Bu sayede sahada bulunan elektronik sistemlerin yönetimi ve bakımı kolaylaştırılmıştır.

Projedeki tasarımın temel donanımı ve yazılımı kullanılarak farklı akım ve voltaj seviyelerindeki yüklerin beslenmesi de kolaylıkla sağlanabilir. Sadece bazı MOSFET ve voltaj okuma dirençlerinin değiştirilmesi yeterli olacaktır. Farklı elektronik yükler için projeler kolaylıkla geliştirilebilecektir.

Teşekkür

Bu çalışmaya maddi açıdan ve laboratuvar olanakları açısından destek verdiği için Kentkart Ege Elektronik A.Ş. firmasına teşekkür ederim.

Kaynaklar

- AT Commands Reference Guide, Telit Communications [Online]. Available: www.telit.com/module/infopool/download.php?id=542, 2013.
- Drori Z. and Mark I., Vehicle Security System with Backup Rechargeable Battery, US Patent, 5 563 576, Oct. 8 1996.
- Eitan B. and Hong C. H., Backup Battery Switch, US Patent, 5 886 561, Mar. 23, 1999.
- Jurdak R., ve ark., Battery Lifetime Estimation and Optimization for Underwater Sensor Networks, IEEE Sensor Network Operations, 397-420, May. 2006.
- ICL7665S veri sayfası, Intersil, USA.
- ICL7673 veri sayfası, Intersil, USA.
- LPC2129 veri sayfası, NXP Semiconductors, Netherlands.
- Pickard H.W., Line Voltage Monitor and Voltage Controller, US Patent, 4 999 730, Mar. 12, 1991.
- Prasad A. R. ve Natarajan E., Optimization Of Integrated Photovoltaic-Wind Power Generation Systems With Battery Storage, Energy 31 (2006), 1943-1954, 2006.
- Rakhmatov D., ve ark., A Model for Battery Lifetime Analysis for Organizing Applications on a Pocket Computer, IEEE Transactions On Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Vol. 11, No. 6, 1019-1030, Dec. 2003.
- Simunic T., ve ark., Energy-Efficient Design of Battery-Powered Embedded Systems, International Symposium on Low Power Electronics and Design, California, United States, 212 – 217, 1999.

Türk Standartları Enstitüsü, <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx>, Ekim. 2013.

Toh T-K., ve ark., Performance Evaluation of Battery-life-Aware Routing Schemes for Wireless Ad Hoc Networks, IEEE International Conference on Communications(ICC 2001), Helsinki, Finland, 2824 - 2829 vol.9, June 2001.

Telit HE910 veri sayfası, Telit Communications, Italy.

Zhan Y., ve ark., Intelligent Uninterruptible Power Supply System With Back-Up Fuel Cell/Battery Hybrid Power Source, Journal of Power Sources 179 (2008), 745–753, Jan. 2008.