

# YÜKSEK KAPASİTELİ KURŞUN ASİT TİPİ BATARYA PARAMETRELERİNİN UZAKTAN İZLENMESİ

Suat YILDIRMAZ ,Erdinç ÇEKLİ

TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü, KOCAELİ  
suat.yildirmaz@mam.gov.tr, erdinc.cekli@mam.gov.tr

## ÖZET

Bu makalede kablosuz haberleşme araçları kullanılarak, kurşun asit tipi batarya üreten fabrikalarda kullanılmak üzere elektronik donanım ve yazılım içeren bir sistem gerçekleştirilmiştir. Sistemde; gerilim yükseltici, sinyal işleme, haberleşme ve tüm bu alt sistemlerin kontrol edildiği mikroişlemci katı bulunmaktadır. Tasarlanan elektronik kart kompakt yapıda ve saha kullanımına uygun biçimde kutulanarak kullanıma sunulmuştur. Sistem zor şartlar altında çalışabilecek şekilde ve mümkün olabilecek en az sayıda eleman kullanılarak tasarlanmış böylelikle hem kullanıcılara kolaylık sağlanmış hem de cihazın bakım maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Kullanılan donanımın yanı sıra operatörler için bilgisayarda tüm verilerin gerçek zamanlı okunması için tüm cihazlarla haberleşen arayüz yazılımı da aynı amaçla geliştirilmiştir. Sistemin çalışma prensibi ve deneysel sonuçları makalede açıklanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Kablosuz haberleşme, mikroişlemciler, akıllı sensör ağları, sinyal işleme

## I. GİRİŞ:

İnsanlığın var oluşundan beri haberleşme sürekli kullanılan ve gelişen bir kavramdır. Elektrik bulunmasından sonra ilk olarak kablo üzerinden veriler aktarılmış sonra radyo dalgaları ile veriler iletmeye başlanmıştır. Günümüzde kablosuz haberleşme; telekomünikasyon, havacılık, otomotiv, kişisel bilgisayarlar, otomasyon, dağıtım ve iletim şebekeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Haberleşme mesafeleri ve veri paket büyüklükleri gibi nedenlerle çeşitli frekans ve güçlerde kullanılırlar. Ülkelerdeki yasal düzenlemelere göre çeşitli bandlarda lisanslı olarak haberleşme yapılabilir. Ayrıca belirli bandlar ise halk bandı(CB) olarak ayrılmakta ve bu frekans aralığı herhangi bir lisans gereksiz belirlenmiş çıkış gücünün altında kullanılabilir. Gerçekleştirilen sistemde de lisanssız olarak kullanılabilen 2.4GHz frekansı tercih edilmiştir.

Makalede ilk olarak sistemin ana yapısı blok diyagramı ile birlikte verilmiştir. Sistemi oluşturan alt birimler genel hatlarıyla açıklanmıştır. Daha sonra her bir alt birim detaylı olarak alt başlıklar halinde

açıklanmıştır. Gerekli yerlerde grafik ve resimlerden faydalanılmıştır.

Çalışmanın deneysel sonuçları grafik olarak sunulmuş ve yorumlanmıştır. Sonuç bölümünde ise bu sistemin elektrik tesislerinde kullanılma şekli ve akıllı şebekelere uygulanabilirliği incelenmiştir.

## II. ÇALIŞMA PRENSİBİ:

Her çeşit bataryanın farklı bir şarj prosedürü bulunmaktadır. Yüksek kapasiteli (5000 Ah) kurşun-asit bataryaların uzun süren şarj işlemi esnasında, şarjın sağlıklı biçimde tamamlanabilmesi için sürekli kontrol edilmesi gereken parametreleri mevcuttur. Bu parametreler, asit yoğunluğu, batarya gerilimi ve sıcaklığıdır. Geliştirilen bu sistem sayesinde tüm bu parametreler bilgisayar ekranından kablosuz olarak okunabilmektedir. Gerçekleştirilen yapının blok diyagramı Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Akıllı Sensör Ağı

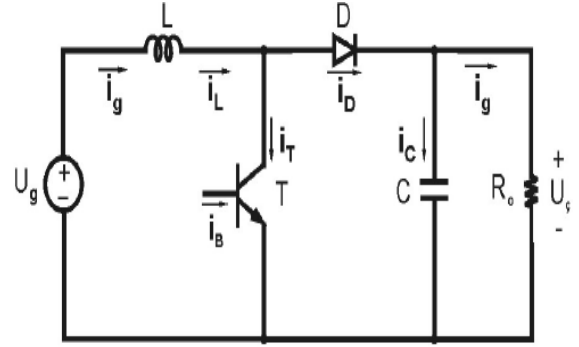
Sistemde birçok elektronik topoloji bir arada bulunmaktadır. Gerilim yükseltici dönüştürücüsü, sıcaklık sensörü için miliamper(mA) akım kaynağı, sıcaklık sensöründen gelen analog sinyali işleyen sıcaklık okuma devresi, yoğunluk okuma için mekanik sistemi salınım sokacak bobin sürme devresi, asidin yoğunluğunu ölçmek için kullanılan U tüpünün salınım frekansını ölçen zaman sayıcı devresi, gerilim ölçmek için kullanılan alçak geçiren filtre ile bu değerleri dönüştüren analog sayısal dönüştürücü devrenin temel unsurlarıdır. Bunun yanı sıra devrenin tüm sayısal işlemlerinin yapıldığı ve akıllı sensör ağı oluşmasını sağlayan 16 MHz'lik işlemci ile dış dünya ile haberleşmeyi sağlayan kablosuz alıcı-verici sistemde önemli görevler üstlenir.

### III. GERİLİM YÜKSELTİCİ:

Özellikle kurşun-asit bataryaların üretildiği fabrikalarda, cihazlar zor şartlar altında çalışmak için tasarlanmış olmalıdır. Yoğun asidik ortam, şarj esnasında çok yüksek ve dengesiz akımların neden olduğu elektromanyetik girişimler gibi olumsuz faktörler cihazların çalışmasını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle yoğunluk ölçme sisteminde bazı zor çevre şartları için özel tasarım yollarına gidilmiştir. Bu yollardan biri de gerilim yükseltici devresidir. Bu devre, cihazın dışarıdan herhangi bir beslemeye ihtiyacı olmadan enerjisini bataryadan alması için tasarlanmıştır. Böylelikle cihaza enerji kablosu çekilmesi ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Daha kompakt bir yapı oluşmuştur.

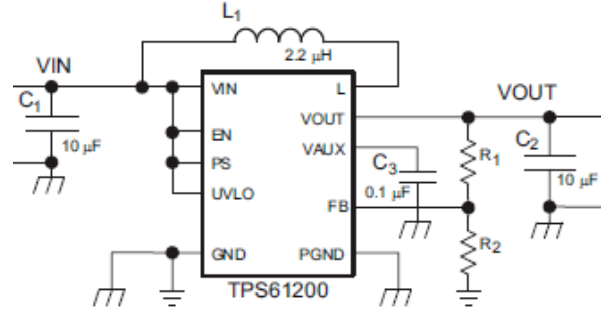
Gerilim yükseltici devresi, temel yükseltici(boost) yapısındadır. Temel yükseltici devre yapısı Şekil 2 'de

görülmektedir. T güç anahtarı iletimde iken giriş gerilim kaynağı sadece endüktansa ilave bir enerji enjekte eder ve aynı esnada yükü kondansatör besler.



Şekil 2. Temel Yükseltici Devre Şeması

Güç diyotu iletimde iken ise, hem giriş gerilim kaynağı çıkışı besler hem de endüktanstaki ilave enerji çıkışa aktarılır.[1] Giriş gerilimi çıkışa göre büyüktür. Devrenin boyutları önemli olduğundan yükseltme işini doğrudan yapan entegre kullanılmıştır. Entegre çıkış gerilimi regülasyonunu kendi içinde bulunan yapılar ile sağlayarak çıkışta 5 V'luk sabit bir gerilim sağlamaktadır. Bunun için Texas Instruments firmasının TPS61200 entegresi kullanılmıştır. Kullanılan devre Şekil. 3' de gösterilmiştir.[2]



Şekil 3. Sistemde kullanılan yükseltici

Devre yaklaşık olarak 1.5 MHz anahtarlama frekansında çalışmaktadır. Bu da güç elektroniği elemanı için yüksek bir hızdır. Yükseltici giriş gerilimi 1 V değerine düşse bile çıkışa güç aktarmaya devam edebilmektedir. Bu değer batarya hücrelerinin kritik gerilim değeri olan 1.6 V değerinin bile altındadır. Gerçekleştirilen devre Şekil. 4'de görülebilir.

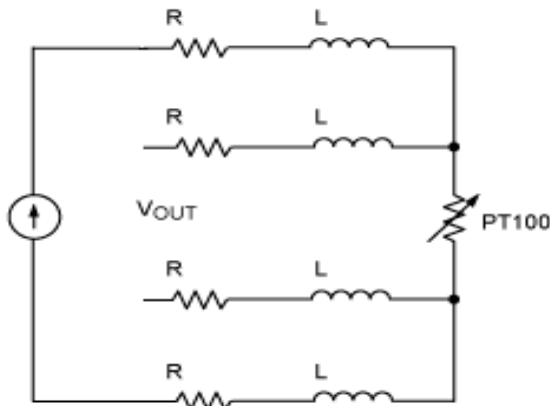


Şekil 4. Uygulanmış yükseltici devresi

#### IV. SICAKLIK OKUMA:

Asit sıcaklığını okuma işlemi asidin geçtiği cama takılan PT100 sıcaklık sensörü ile sağlanmıştır. PT100 sıcaklık sensörünün özelliği 0 °C'de 100 ohm değeri göstermesi ve sıcaklığa göre yaklaşık lineer bir direnç artışı veya azalması göstermesidir. Sıcaklık değerini okuyabilmek için karmaşık direnç ölçme yapıları kullanmak yerine sensöre sabit bir akım uygulayarak gerilimi ölçmek en ucuz ve kolay çözümdür. Bu sebeple op-amp ve dirençlerden oluşan bir devre gerçekleştirilmiştir. Bu devrenin blok şeması Şekil 5'de gösterilmiştir.[3] Şemada op-amp ve buna bağlı dirençler akım kaynağı olarak temsil edilmiştir. Bu akım kaynağı 1 mA olarak gerçekleştirilmiştir.

Şekil 5' de görüldüğü üzere PT100 sıcaklık sensörünün iki akım beslemesi iki de okuma uçları olmak üzere toplamda dört adet ucu vardır.



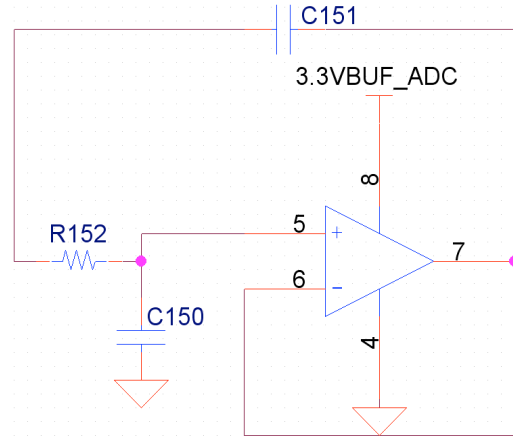
Şekil 5. PT100 akım kaynağı

Şemada gösterilen L ve R değerleri sırasıyla kabloları ait endüktans ve direnç

değerleridir. L ve R değerleri kablo uzunluğuna ve kesitine bağlı olarak değişkenlik gösteren değerlerdir. Bu nedenle sıcaklık değeri okuma esnasında hata oluşmaması için Şekil 5'de görülen  $V_{out}$  uçlarındaki değer okunur. Bu değer okunduktan sonra sinyal uygunlaştırma katına geçilir. Burada 0 °C'de oluşan 100 mV ofset değeri op-amp aracılığı ile önce çıkarılır. 100 mV değerini sağlamak için mikroişlemciye ait olan sayısal – analog dönüştürücü kullanılmıştır. Daha sonra bu değer tekrar başka bir op-amp ile kuvvetlendirilerek analog-sayısal dönüştürücüye gönderilir ve buradan mikroişlemci tarafından okunur. Hassasiyet açısından 16 bitlik işaretli analog-sayısal dönüştürücü kullanılmıştır.

#### V. GERİLİM OKUMA:

Gerilim okuması için gerilim izleyici op-amp yapısı ile gerçekleştirilmiş, bir alçak geçiren filtre kullanılarak analog-sayısal dönüştürücü ile mikroişlemci tarafından okuma yapılmıştır. Gerilim izleme devresi Şekil. 6'da görülmektedir.

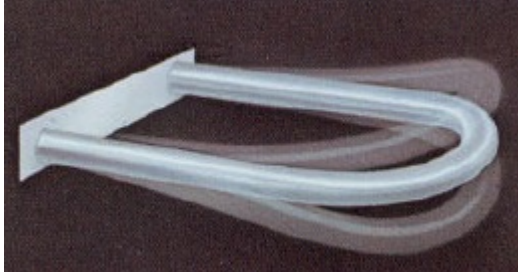


Şekil 6. Alçak geçiren filtreli gerilim izleyici

#### VI. YOĞUNLUK OKUMA:

Yoğunluk okuma katı, hem mekanik hem de elektronik sistemleri içerir. Sistemde yoğunluk ölçümü temel olarak; bir cam U tüpünden geçen sıvının, U tüpünün titreştirilmesi sonucu değişen rezonans frekansının değişiminden bulunur[4]. Şekil 7'de görüldüğü gibi U tüpü, her yoğunluk için farklı frekansta titreşerek içinden geçen sıvının yoğunluğunun çok hassas

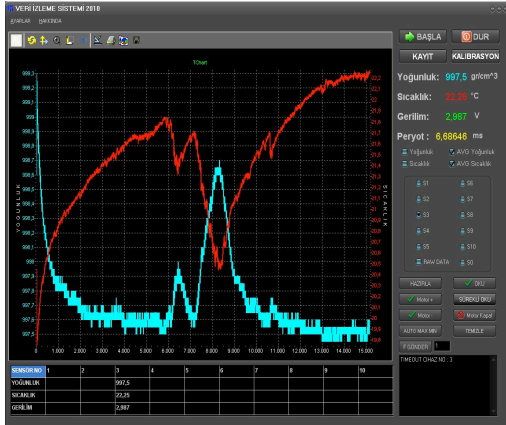
biçimde okunmasını sağlar. Bunun için u tütünün bir tarafına tüpü rezonansa getirecek bir sürücü devresi diğer tarafına ise algılayıcı devresi eklenir.



Şekil 7. Titreşen U tüpü

Mikroişlemci katında bu mekanik salınımlar düşen kenar veya yükselen kenar tetiklenmesi ile algılanarak frekans ölçümü yapılır.

Ancak yoğunluk ölçümü esnasında sadece U tütünün titreşim frekansı yetersiz kalmaktadır. Bunun dışında camdan geçen sıvının sıcaklığının da düzgün olarak belirlenmesi gereklidir.



Şekil 8. Yoğunluk – Sıcaklık değişimi

Şekil.8'de kırmızı çizgi sıcaklığı, mavi çizgi ise yoğunluğu göstermektedir. Grafikte görüldüğü gibi birbirleriyle ters orantılı olarak değişmektedirler. Bu nedenle sıcaklık ölçümü çok hassas ve kalibrasyonu yapılmış elektronik elemanlarla yapılmalıdır. Her duruma karşı cihazda, daha sonra kalibrasyon yapılabilecek bir prosedür belirlenmelidir.

## VII. KABLOSUZ HABERLEŞME:

Fabrika ortamında kablo ile haberleşme ciddi sorunlar yaratabilmektedir. Bu sebeplerin başında, elektromanyetik

girişim, fabrikada kablo çekmenin zor olması, şarj esnasında çıkan asit buharından dolayı kablo izolasyonunun zarar görebilmesi gibi nedenler gelir. Bu sebeplerden dolayı sistemde lisans gerektirmeyen 2.4 GHz frekansında 1 mW'lık kablosuz alıcı-verici kullanılmıştır. Bu kablosuz verici kendi içinde bulunan özel yazılımı ve özel modülasyon tekniği ile herhangi bir veri kaybı yaşanmadan güvenli biçimde haberleşmeyi sağlamaktadır[5]. Şekil. 9'da haberleşme modülü görülmektedir.



Şekil 9. XBee haberleşme modülü

Haberleşme modülü ile haberleşme UART aracılığı ile sağlanır. Elektronik kart üzerinde bu işi mikroişlemci üstlenir. Haberleşme modülü üzerinde aynı zamanda her bir modülü adresleyebileceğimiz PAN ID denilen adres özelliği bulunur. Böylece veri sorgulamaları adrese özel yapılarak, hangi verinin hangi bataryadan geldiği rahatlıkla belirlenebilir.

Haberleşme modülünün sağladığı güvenli veri haberleşmesinin yanı sıra mikroişlemci tarafında da MODBUS haberleşme protokolü ile veri sorgulama ve veri doğruluk kontrolü işlemleri gerçekleştirilmektedir. MODBUS protokolü şu şekildedir.

Adres + Fonksiyon Kodu + Veri + Hata Kontrolü [6].

Bilgisayardan gönderilen her sorgu için her batarya üzerindeki cihaz, adresine bakarak

cevabını gönderir. Böylece güvenli bir haberleşme sağlanmış olur.

### **VIII. SONUÇ:**

Makalede gerçekleştirilen sistem birçok alt elektronik devre topolojisini altında barındıran bir yapıya sahiptir. 120 adet bataryanın gerçek zamanlı okunabilmesi için, sensör ağı kurularak yoğun iş yükü elektronik cihazlar tarafından çok kısa sürelere indirilerek gerçekleştirilmektedir. Böylece hem zaman kazanılmakta hem de iş gücü kaybı önlenmektedir.

Bu sistem elektrik tesislerinde de kullanılabilir. Özellikle indirici merkezlere eklenebilecek bu özellik sayesinde arıza durumlarında anında haberdar olunabilir, merkezde bulunan koruma röleleri ile arıza türü belirlenerek ve teknik ekipler gideceği merkeze hangi arıza ile karşılaşacaklarını bilerek gidebilir. Bunun yanı sıra kayıp, kaçak takipleri, gerçek zamanlı sayaç okuma, puant zamanlarının kesin olarak belirlenmesi gibi uygulamalar bu bildiri temelinde sunulan sistemle gerçekleştirilebilir.

### **KAYNAKLAR**

- [1]. Güç Elektroniği, Hacı Bodur İstanbul 2010
- [2]. TI 61200 Application Notes
- [3]. Maxim IC PT100 Application Notes
- [4]. Coriolis Mass Flow, Density And Temperature Sensing With A Single Vacuum Sealed Mems Chip  
D.Sparks, R.Smith, S.Massoud-Ansari, N.Najafi
- [5]. Digi Product Literature
- [6]. MODBUS Organization Application Protocol