

RF Tabanlı Durum Kontrol Özelliğine Sahip LCD Gösterge

RF Based LCD Display With Status Check

Salih Fadıl¹Ali Ozan Kutlu²Çiler Sapmaz³^{1,2,3}Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, M.M.F. Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir¹e-posta: sfadil@ogu.edu.tr²e-posta: aokutlu@hotmail.com³e-posta: cilerspmz@gmail.com

Özetçe

Bu çalışmada uzaktan kumandalı RF tabanlı (kablolu) LCD gösterge sistemi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Sistemin donanımı iki karttan oluşmaktadır. Bunlar RF verici ve RF alıcı kartlarıdır. RF verici kart üzerinde bilgisayarın USB portundan aldığı seri veriyi LCD göstergesinin olduğu RF alıcı-verici modüle gönderen bir RF alıcı-verici modülü bulunmaktadır. RF alıcı kart üzerinde bulunan PIC16F877A mikrodenetleyicisine işkesme sinyali göndermek için de RF verici kartı kullanılmaktadır. RF alıcı kart üzerinde, gelen bilgilerin işlenmesi ve gösterimi işi için bir PIC 16F877A mikrodenetleyicisi ve işkesme sinyalini algulamak için de bir PIC16F628 mikrodenetleyicisi bulunmaktadır. Sistemin yazılım kısmı da iki parçadan oluşmaktadır. Birinci kısım bilgisayar arayüzüdür. C# dilinde hazırlanmış bu arayüz yardımıyla kullanıcı göndermek istediği veriyi düzenleyebilmekte ve işkesme sinyali gönderebilmektedir. İkinci kısım ise PIC mikrodenetleyicilerinin hafızasında bulunan sistem programlarıdır. Arayüzden gönderilen bilgi mikrodenetleyici tarafından alındığında, buna dair bir geri bildirim verisi göndermektedir. RF alıcı kart tarafından alınan veri yine bu kartta bulunan seri EEPROM'a kaydedilmektedir. Daha sonra bu veri seri EEPROM'dan okunarak LCD göstergede belirli formatlarda gösterilmektedir.

Abstract

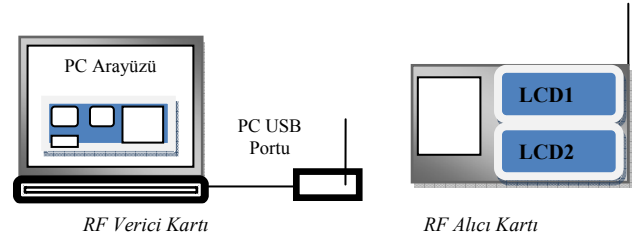
In this study a remote controlled RF based (wireless) LCD display system was designed and realized. The hardware part of the system consists of two cards. These are RF transmitter and RF receiver cards. The RF transmitter card has a RF transceiver module which sends the serial data coming from the computer USB port to the RF transceiver module which is located on the RF receiver card. The RF transmitter card is also used for sending interrupt signal to the PIC16F877A Microcontroller which is located on the RF receiver card. The RF receiver card has a 16F877A PIC microcontroller that is used for processing and displaying of the received data. It has also a PIC 16F628 which is used for detection of interrupt signal sent by the RF transmitter card. The software part of the system consists of two parts. The first part is the computer interface. It is prepared in C # language. A user can edit the data that is to be sent to the RF receiver card by means of the computer interface. A user can also sent an interrupt signal to the RF receiver card through the computer interface. The second part of the software is the system programs which are located in the memory of the PIC microcontrollers. PIC microcontroller on the RF receiver card sends feedback

information and computer interface receives it. The received data by the RF receiver card is saved in series EEPROM located in the same card. Then the data is read from the serial EEPROM and is shown on the LCD display in a specific format.

1. Giriş

Yapılan çalışmada, daha önce tasarımı ve gerçekleştirilmesi yapılan uzaktan kumandalı RF LCD göstergesinin bir üst versiyonu tasarlanıp gerçekleştirilmiştir [1]. Sistemin genel yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Kişisel bilgisayardaki arayüz programında veri "ders not çizelgesi" veya genel amaçlı "ilan" olarak düzenlenmektedir. Veri gönderme işleminden önce RF verici kartı bilgisayarın USB portuna bağlanmalıdır. Sonra, kullanıcı veri gönderimini bildirir uyarıyı (işkesme) RF alıcı karttaki PIC16F628 mikrodenetleyicisine göndermelidir. Bu işlem Arayüz den "Interrupt" tuşuna basılarak gerçekleştirilmektedir. "Interrupt" tuşuna basılmadan önce bilgi gönderilecek LCD panel seçilmelidir. Bu işlemler yapıldıktan sonra veri kişisel bilgisayarın USB portundan RF verici karta iletilmektedir.



Şekil 1. Sistemin genel yapısı.

RF alıcı kart tarafında veri, alıcı-verici RF modülü tarafından alınır ve mikrodenetleyiciye iletilir. Mikrodenetleyicinin LCD göstergelere yazma ana programından çıkıp veri alma işkesme servisi altprogramına girmesi için, bir işkesme sinyalinin verici kart yardımıyla arayüz tarafından gönderilmesi gerekmektedir. Bu sinyal RF alıcı kart tarafında kullanılan PIC16F628 mikrodenetleyici tarafından algılanmaktadır. Bunun neticesinde, PIC16F628 mikrodenetleyici donanım işkesme sinyali üretmekte ve PIC16F877A mikrodenetleyici de veri alma işkesme altprogramına dallanmaktadır.

İşkesme altprogramında, gönderilen bir paket veri önce mikrodenetleyicinin RAM belleğine yazılmaktadır. Bir paket verinin alımı esnasında veri bozulursa, arayüzden bozulan veri tekrar istenmektedir. Eğer yeniden isteme işlemi dört kez gerçekleşirse, sistem hata moduna girmektedir. Veri doğru

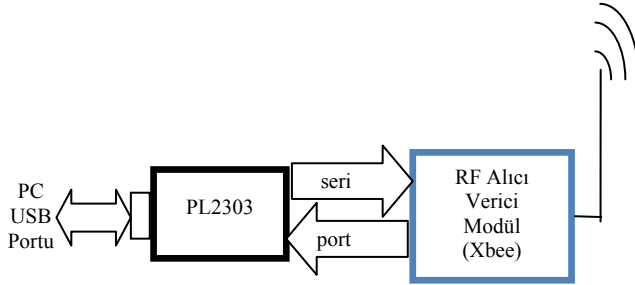
alındı ise, RAM den okunarak aynı kartta bulunan seri EEPROM'a kaydedilmektedir. Verici tarafından gönderilen veri paketleri alınıp seri EEPROM'a yazıldıktan sonra, metin sonu karakteri alınır ve seri EEPROM'a yazılır. Bundan sonra, LCD göstergelere yazma ana programına gidilir. Bu programda LCD göstergelere seri EEPROM'dan okunan bilgiler yedişer satır halinde metin sonu karakterine gelinene kadar sırayla (her bir yedi satır yazma işlemi arasında belirli bir süre beklenerek) yazılmaktadır. Veri sonuna ulaşıldığında yazma işlemi yeniden başlatılmaktadır. LCD göstergenin ilk satırına yazılan bilgi hiç değiştirilmemektedir.

2. Donanım

Sistemin donanımı RF verici kartı ve RF alıcı kartından oluşmaktadır. Bu kartların yapısı ve işleyişi kısaca aşağıda anlatılmaktadır.

2.1. RF Verici Kartı

RF verici kartının yapısı şematik olarak Şekil 2'de gösterilmektedir. Kart üzerinde bir adet Xbee Pro S2B RF alıcı-verici modülü (Seri veri gönderim hızı 57600 bps, frekansı 2.4 GHz , parite yok, 8 data bit, 1 stop bit) [4] ve bir adet USB lojik seviyesinden TTL lojik seviyesine dönüştürücü (PL2303) bulunmaktadır.

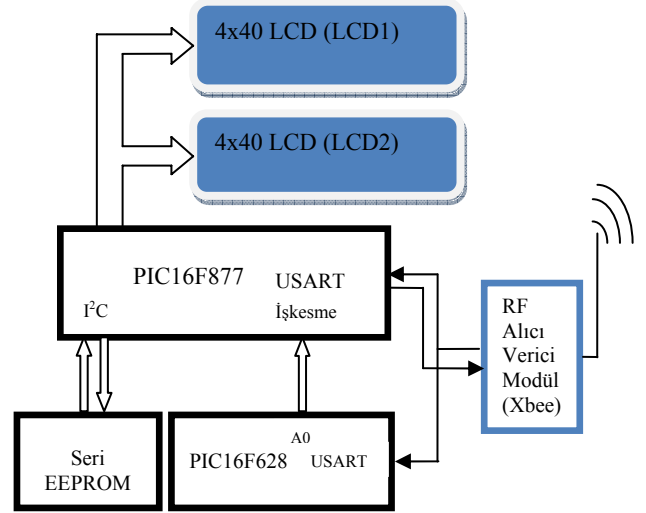


Şekil 2. RF verici kartının genel yapısı.

RF alıcı-vericinin güç gereksinimi de PC USB portu tarafından sağlanmaktadır. Kullanıcı PC arayüzünde derlenmiş veriyi göndermeden önce, RF verici kartı bilgisayarın bir USB portuna bağlamalıdır.

2.2. RF Alıcı Kartı

RF alıcı kartının genel yapısı şematik olarak Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu kart üzerinde iki adet 4x40'lık karakter tabanlı WH4004A-TMI-ET LCD gösterge, bir adet Xbee Pro S2B RF alıcı-verici modülü, bir adet BR24C64 8 KBayt seri EEPROM, bir adet PIC16F628 [3] mikrodenetleyici entegre devresi ve bir adet de PIC16F877A mikrodenetleyici [2] entegre devresi bulunmaktadır. RF alıcı-verici modülün seri veri çıkışı PIC 16F877A ve 16F628 mikrodenetleyicilerinin USART seri veri girişlerine (Rx) paralel bağlanmış durumdadır. 16F877A mikrodenetleyicisinden geri bildirim bilgisi gönderildiği için, RF alıcı-verici modülün seri veri girişi PIC 16F877A mikrodenetleyicisinin USART seri veri çıkışına (Tx) bağlanmıştır. Arayüzden RF verici kartı yardımıyla gönderilen işkesme sinyali (karakter dizisi) buradaki PIC16F628 mikrodenetleyici entegre tarafından algılanmaktadır. Bunun neticesinde 16F628 mikrodenetleyicinin RA0 (port A sıfırıncı bit) çıkışı PIC16F877A mikrodenetleyicisine bir donanım işkesme sinyali (yükselen kenar) göndermektedir. Bu sayede mikrodenetleyici veri alma işkesme servis altprogramına



Şekil 3. RF alıcı kartının genel yapısı.

dallanarak veri alma işlemine başlamaktadır. Kullanılan seri EEPROM'un PIC16F877A mikrodenetleyici ile bağdaştırılması (interfacing) PIC16F877A mikrodenetleyicinin I²C modülü kullanılarak yapılmıştır. LCD göstergelerin sürülmesinde 4 bitlik veri bağlantısı (DB4-DB7) kullanılmıştır. LCD göstergelerin yetkilendirme (enable) ve kontrol sinyalleri için mikrodenetleyicide toplam sekiz port biti kullanılmıştır. Ayrıca LCD panellerin arılan LED'lerini kontrol etmek için de bir port biti kullanılmıştır.

3. Yazılım

Sistemin yazılım kısmı iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar, PC arayüzü ve PIC mikrodenetleyicilerinin hafızasındaki sistem programlarıdır. Bunların yapısı aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

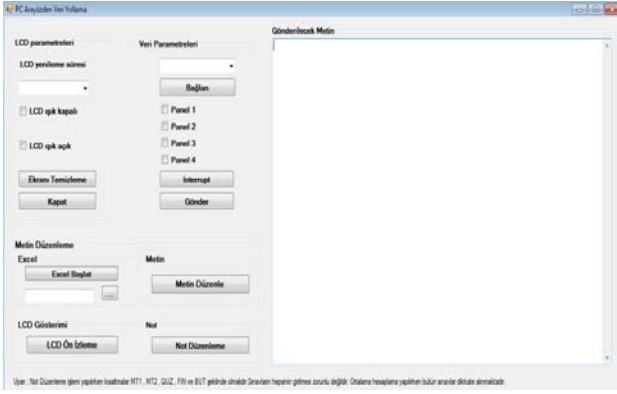
3.1. PC Arayüzü

C# dilinde yazılmıştır. Arayüzün genel yapısı Şekil 4'de gösterilmiştir. Arayüzde görülen kısımlardan *Gönderilecek metin*, *Excell başlat* ve *Path, Metin Olarak Düzenle, Not Bilgisi Olarak Düzenle* (yeni versiyondaki fark ileriki bölümde belirtilmektedir), *Arka Işıkları Yak, LCD Yenileme Süresi, LCD Önizleme, Ekran Temizleme, Kapat* menülerinin görevleri eski versiyonda olduğu gibidir [1]. Aşağıda sadece yeni versiyonda var olan veya farklı olan menüler açıklanmıştır.

Bağlan: Buradaki seçim düğmeleri yardımıyla kullanıcı, RF verici kartının seri veri girişini (USB girişi) bağlayacağı PC USB portunu seçmektedir. Arayüzde seçilen PC USB portunun özellikleri: Veri hızı=57600 bps, Veri biti sayısı=8, Parite=Yok, Stop bit sayısı=1 olarak belirlenmiştir. Mikrodenetleyicilerin USART modülündeki özellikler de yukarıda belirtildiği gibi programlanmıştır.

Panel: Buradaki seçim düğmeleri yardımıyla kullanıcı bilgiyi göndermek istediği LCD paneli seçebilmektedir.

Interrupt: Bu buton yardımıyla LCD panellerin olduğu RF alıcı kartlardaki PIC 16F877 mikrodenetleyicilerine işkesme sinyalini gönderilmektedir. Bunun için USB seri porta 1., 2., 3. ve 4. LCD paneller için sırasıyla "1*", "2*", "3*" ve "4*" ikişerlik karakter dizileri gönderilmektedir.



Şekil 4. PC arayüzünün genel görünüşü.

Gönder: Bu buton yardımıyla kullanıcı düzenlenmiş olan veriyi seçili seri port üzerinden LCD panellerin olduğu RF alıcı-vericiye göndermektedir. Veri RF alıcı-vericiye 42 karakterlik paketler halinde gönderilmektedir. Her veri paketinin önüne ve sonuna "<" ve ">" karakterleri eklenmektedir. Bu şekilde verinin hatalı alınması belirli ölçüde engellenmektedir. Eğer gönderilen paket en son paket ise, paket sonuna ">" karakteri yerine "\$" karakteri (metin sonu karakteri) eklenmektedir.

Her veri paketi durum kontrolü yapılarak gönderilmektedir. Eğer veri paketinde herhangi bir bozulma veya bir anlık veri gönderememe durumu olursa, kullanıcı uyarılmakta panel hata moduna girmektedir.

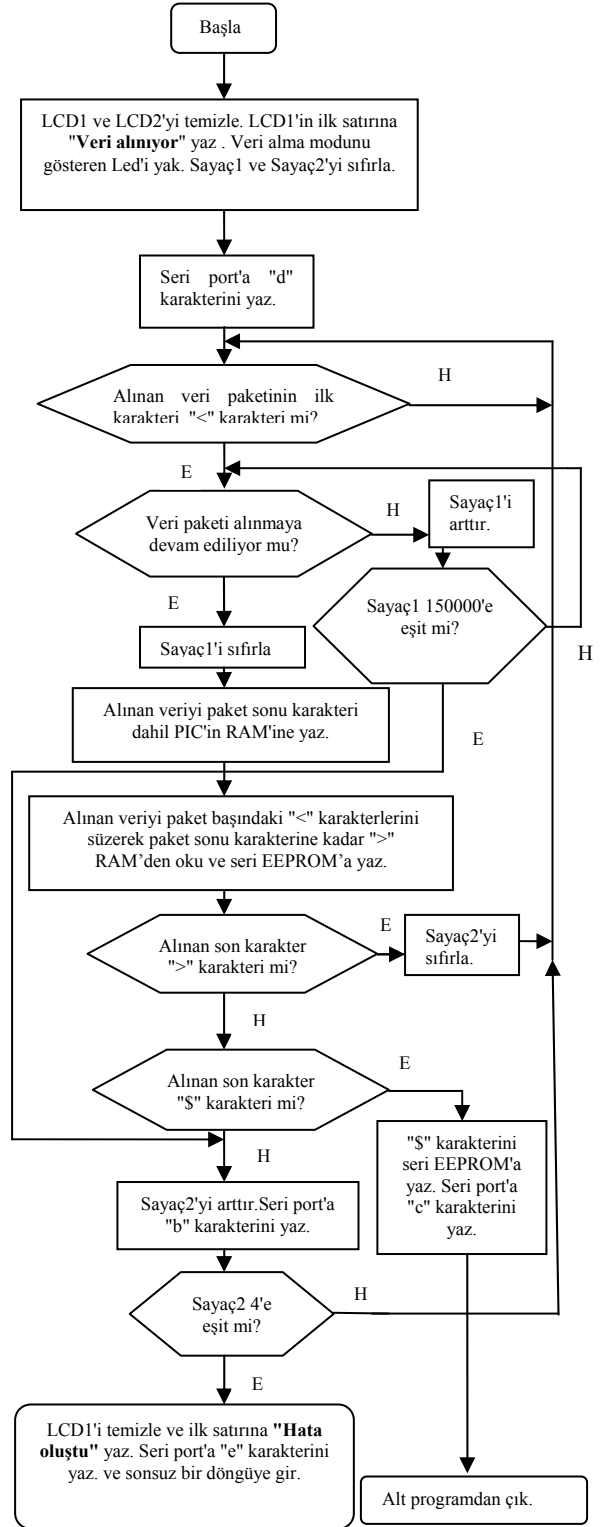
3.2. PIC Hafızasındaki Sistem Programları

Sistemde mikrodnetleyici olarak PIC16F877A ve PIC16F628 kullanılmıştır. PIC16F877A mikrodnetleyicinin program hafızasına yazılan sistem programı başlıca iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar veri alma işkesme servis altprogramı ve LCD panele veri yazma ana programıdır. LCD panele veri yazma ana programı ve işkesme servis programı LCD sürme altprogramını kullanmaktadır. PIC16F628 mikrodnetleyicinin program hafızasına yazılan sistem programı ise işkesme sinyali üretme ana programıdır.

3.2.1. Veri Alma İşkesme Altprogramı

Veri alma işkesme altprogramının genel yapısı Şekil 5'de gösterilmiştir. PIC16F877A mikrodnetleyicinin bu altprograma girebilmesi için, kullanıcının PC Arayüzünden işkesme sinyali göndermesi gerekmektedir. Bu işlem "Interrupt" tuşuna basılarak gerçekleşmektedir. Bundan sonra PC arayüzünde derlenmiş olan veri, arayüzdeki "Gönder" butonuna basılarak alıcı karta gönderilmelidir. Gönderme işlemi durum kontrolü yapılarak gerçekleşmektedir. Veri alma işkesme altprogramına girildikten hemen sonra birinci LCD göstergenin (LCD1) birinci satırına "Veri alınıyor" bilgisi yazılmaktadır. Daha sonra, veri paketinin ilk karakteri olan "<" karakteri yakalanmaktadır. Bundan sonra gelen veriler (paket sonu karakteri dahil) PIC'in RAM'ine (kullanıcı tarafından tanımlanan registerlere (GPR)) yazılmaktadır. Veri paketi alma esnasında herhangi bir hata oluşursa, yani belirli bir süre veri kaybı veya gecikmesi olursa, programdaki sayaç1 taşmakta ve veri satırı arayüzden yeniden istenmektedir. Bunu arayüzün algılayabilmesi için seri porta "b" karakteri yazılmaktadır. Dört (Sayaç2) defa veri paketi hatalı alınır, LCD1'in birinci satırına "HATA oluştu" mesajı yazılır ve

altprogramdan çıkar. Bundan sonra program bir sonsuz döngü içine girerek kullanıcının yeniden bir işkesme sinyali göndermesini bekler. Alınan herhangi bir pakete ait verinin RAM'e yazılma işlemi bittikten sonra, RAM'e yazılan veriler paket sonu karakterine kadar (paket başında ki "<" karakterleri süzülerek) okunup seri EEPROM'a yazılmaktadır.



Şekil 5. Veri alma işkesme altprogramının genel yapısı.

Bu işlem bittikten sonra, seri porta arayüzden yeni veri paketi gönderilmesi için "a" karakteri yazılmaktadır. Bu işlem alınacak veri paketi bitene kadar bu şekilde devam etmektedir. İşlem bittiğinde kullanıcının verinin alınma işleminin bittiğinden haberdar olması için seri porta "c" karakteri yazılmaktadır. Ayrıca her veri paketi için paket sonu karakteri sorgulaması yapılmaktadır. Eğer paket sonu karakteri ">" ise, bir sonraki veri paketi alımı işine geçilir. Eğer paket sonu karakteri "\$" ise, bu karakter seri EEPROM' a yazılıp altprogramdan çıkılır ve LCD'ye veri yazma ana programına gidilir. Eğer paket sonu karakteri ne ">" nede "\$" ise, veri satırı arayüzden yeniden istenmektedir. Bunu arayüzün algılaya bilmesi için seri porta "b" karakteri yazılmaktadır.

3.2.2. LCD Panel Yazma Ana Programı

RF verici kartında iki adet 4 satır 40 karakter LCD göstergesi kullanılmıştır. Toplam olarak 8 satır bilgi LCD panelde bir kerede gösterilebilmektedir. Gösterilen bilginin ilk satırı hiç değiştirilmemektedir. LCD panele yazma ana programı PC arayüzünde yapılan düzenlemelere göre yazılmıştır. Burada yapılan düzenleme bir satırda gösterilecek bilginin 40 karakteri aşmaması esasına dayanmaktadır [1]. LCD panele yazma ana programının yapısı Şekil 6'da gösterilmiştir.

Vericiden gönderilen ilk veri paketinde, "<" karakterinden sonraki ilk iki karakter (LCD panel artalan LED'lerine ait kontrol karakteri ve LCD yenileme süresi karakteri) LCD'ye yazma işine başlanmadan önce EEPROM'dan okunup tanımlı GPR'larda (RAM'de) depolanmaktadır. Buradaki karakter değerlerine göre gerekli LCD ayarları yapılmaktadır. EEPROM'dan bir kerede bir satırlık bilgi (önceki ">" karakterinden bundan sonra gelen ">" karakterine kadar, en fazla 41 karakter) okunmaktadır.

RAM' e yazılan satır verisinin bir "ilan" bilgisi olması durumunda, okunan her satır veri birinci satırdan itibaren LCD panelde gösterilmektedir. Bir sonraki satıra geçileceği EEPROM'dan okunan verinin ">" karakteri olmasından anlaşılmaktadır. İlk sekiz satır bilgi yazıldıktan sonra, kullanıcı tarafından PC arayüzünden seçilen süre kadar (LCD yenileme süresi) beklenilmektedir. Daha sonra yazılan bilgiler LCD panelin ikinci satırından itibaren (ilk satır bilgisi aynı kalıyor) sekizinci satıra kadar yazılmaktadır. Bundan sonra yine belirli bir süre beklenilmektedir. Bu işlem metin sonu karakterine kadar aynen devam etmektedir. Metin sonu karakteri okunduğunda burada anlatılan işlemin başına dönülmektedir.

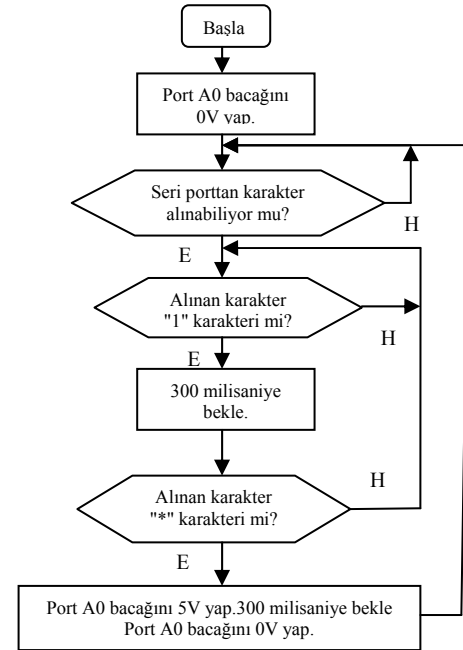
Gösterilen bilginin "ders not çizelgesi" olduğu okunan satır bilgisi içinde ">" karakterinden önce "~" karakterinin olmasından anlaşılmaktadır. Bu karaktere kadar olan veriler aynen ilan bilgisi gibi sola dayalı olarak yazılmaktadır. "~" karakteri okunduktan sonra mikrodenetleyici bu karakterden sonra gelen ">" karakterine kadar olan verileri saymaktadır. Bu sayı ile LCD panelde en son yazılan karakterin sütun numarasını toplamaktadır. Elde edilen sayı 40 dan çıkarılıp bir eklenmektedir. Elde edilen bu sayı seçili LCD göstergesi satırında bir sonra yazılacak karakterin sütun numarasıdır. Bu sayı yardımıyla seçili LCD satırında bir sonra yazılacak karakterin DDRAM adresi saptanmaktadır. Bu sayede "~" karakterinden sonraki veriler sağa dayalı düzenli üçer karakterli sütunlar şeklinde gösterilmektedir. Bu noktadan sonra yapılanlar "ilan" bilgisinin gösteriminde anlatılanlarla aynıdır. Ders not çizelgesinin bir özelliği de maksimum nota sahip olan öğrencinin belirlenmesi ve onun LCD ekranda gösterilmesidir. Arayüzden Not düzenleme butonuna

basıldığında, gerekli karakter düzenlemeleri, isim kısaltmaları yapılmaktadır [1]. Bunlara ilaveten, notların ortalamasına göre maksimum nota sahip olan öğrenci/öğrenciler belirlenmekte ve öğrenci/öğrencilerin isimlerinin önüne "!" işareti konmaktadır. LCD panele yazma altprogramında, eğer bir veri paketinin ilk karakteri "!" ise, veri paketi veri sonu karakterine (">") kadar yazılmakta, belirli bir süre beklenmektedir. Daha sonra notlarının olduğu kısım silinmekte ve sağa dayalı olarak "MAXIMUM" yazılmakta ve yine belirli bir süre beklenmektedir. Daha sonra aynı veri tekrar okunup LCD ye yazılmaktadır. Bundan sonra sıradaki veri paketi okunmaya devam edilmektedir. Aşağıda maksimum not belirleme ve isim kısaltma işlemlerinden sonra elde edilen dosyanın bir kısmı görülmektedir.

```
Microcont. ~MT1bMT2bQIZbFINbBUTbAVGbleTCR
!A. O. KUT.~100b100b100b100bGMDb100bbaACR
!Çi. SAPMAZ~100b100b100bGMDb100b100bbaACR
```

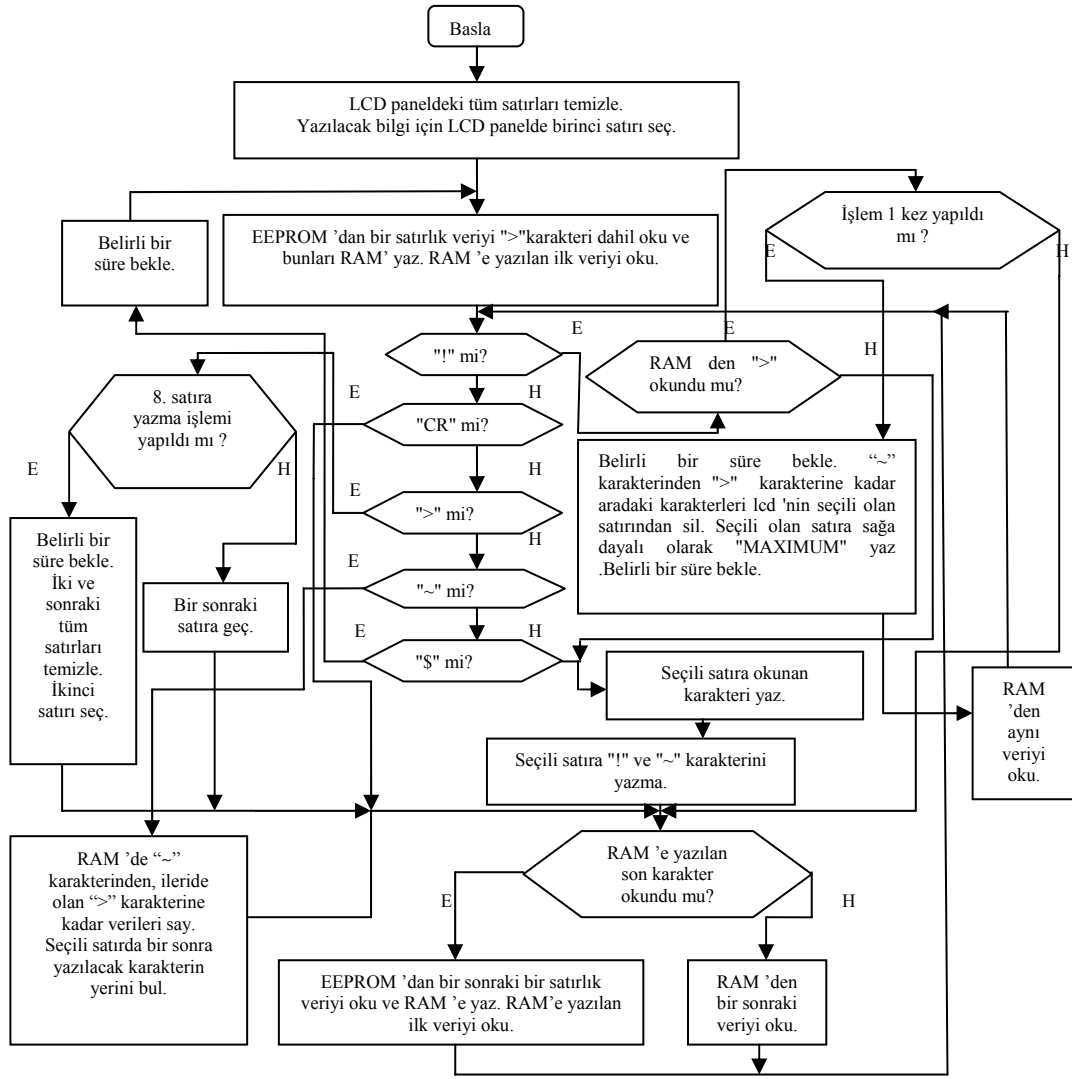
İş kesme Sinyali Üretme Ana Programı

İşkesme sinyali üretme ana programının genel yapısı Şekil 7'de gösterilmiştir. 16F628A mikrodenetleyicinin ana programını gerçekleştirebilmesi için, kullanıcının PC Arayüzünden işkesme sinyali göndermesi gerekmektedir, yani kullanıcının verici kartı bilgisayara bağladıktan sonra panel seçimini yapıp "Interrupt" tuşuna basması gerekmektedir. Interrupt (işkesme) butonuna basıldığında (eğer Panel 1 seçilmiş ise) bilgisayar USB çıkışına "I" ve "*" karakterleri 300 ms aralıklarla 1 kez yazılmaktadır (Bunun nedeni, bu karakterlerin normal metin içinde geldiğinde PIC16F628'in interrupt sinyali üretmemesidir). Bu bilgi verici kart yardımıyla alıcı karta ulaşmaktadır. Alıcı karttaki RF alıcı-verici PIC 16F628 mikrodenetleyiciye bilgiyi ulaştırılmaktadır.



Şekil 7. İş kesme sinyali üretme ana programının yapısı.

Bu karakterleri algılayan mikrodenetleyici RA0 çıkışından PIC16F877A mikrodenetleyicisine bir donanım işkesme sinyali (yüksek kenar) göndermekte ve PIC16F877A mikrodenetleyici veri alma işkesme servis altprogramına dallanmaktadır.



Şekil 6. LDC panele yazma ana programının yapısı.

PIC hafızlarındaki sistem programları Micro C derleyici kullanılarak yazılmış ve elde edilen makina kodu mikrodenetleyicilerin hafızalarına PICkit 2 programı kullanılarak yüklenmiştir [5].

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada, daha önce tasarım ve gerçekleştirilmesi yapılan uzaktan kumandalı RF LCD göstergesinin bir üst versiyonu tasarlanıp gerçekleştirilmiştir [1]. Yapılan iyileştirmeler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) İlk sisteme göre verici karttaki RF verici modül yerine çıkış gücü daha yüksek bir alıcı-verici (transceiver) modül kullanılmıştır. Bu sayede alıcı karttan gelen geribildirim (status check) sinyali alınabilmekte ve gönderilen verinin alındığı takip edilebilmektedir. Kullanılan daha güçlü RF alıcı-verici sayesinde daha uzun mesafelere problemsiz olarak veri yüklenebilmektedir.
- 2) Kullanılan RF alıcı-verici modüllerin veri gönderim hızı ve RF alıcı karttaki seri EPROM'un veri yazım hızı eski sisteme göre daha yüksek olduğundan daha kısa sürede daha fazla veri gönderimi mümkün olmaktadır.
- 3) Verici karttaki RF alıcı-verici modülü USB portuna bağlı

olduğundan, ariyeten bir besleme kaynağına ihtiyaç olmadan USB portu olan bir bilgisayar (kullanıcı arayüzü yüklü olan) yardımıyla kullanılabilir.

- 4) Eski sistemde, RF alıcı karta işleme gönderimi bir üç konumlu anahtar ve kodlayıcı IC yardımıyla yapılırken, halihazırdaki sistemde tamamen kullanıcı ara yüzü yardımıyla yazılımla yapılmaktadır. Bundan dolayı alıcı kart da kod çözücü IC yerine PIC16F628 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır.

5. Kaynakça

- [1] S. Fadıl, S., Atalay, T., Demircan, E. "Uzaktan RF Kontrollü LCD Gösterge", 12. Elektrik Elektronik Bilgisayar Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, 14-18 Kasım 2007, ESKİŞEHİR
- [2] PICmicro, Mid-Range MCU Family Reference Manual, Microchip Technology inc., 1997
- [3] Microchip 2004 Product Selector Guide, Microchip, Arizona, U.S.A
- [4] XBee®/XBee-PRO® ZB RF Modules, ZigBee RF Modules by Digi International, 2010.
- [5] Hikmet Şahin, K.Serkan Dedeoğlu, MicroC ile PIC Programlama, İSTANBUL: Altaş Yayıncılık.