

## Gömülü Sistemler İçin Modüler Menü Tasarımı

### The Design of Modular Menu for Embedded Systems

İbrahim Öztürk<sup>1</sup>, Selahattin Kosunalp<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electronics  
The University of York  
io517@york.ac.uk, sk772@york.ac.uk

#### Özet

Son yıllarda gömülü sistemlerdeki hızlı gelişmeler çok geniş bir yelpazede akademik ve ticari uygulamalara ortam hazırlamıştır. Yeni bir gömülü sistem tasarımı yapılırken en çok zaman kaybettiren unsurlardan biride tekrarlanan işlemlerdir. Bu çalışmada, gömülü sistem tabanlı uygulamaların tasarımına esneklik getiren modüler bir menü gerçekleştirilmiştir. Bu menünün kullanımıyla, farklı uygulamalarda donanım değişse bile gerekli çevresel arabirim ayarları konfigüre edildikten sonra sistem tekrardan kullanıma hazır hale gelmektedir. Dolayısıyla her yeni projede standart bazı işlemlerin tekrardan zaman kaybı yaşanmadan yapılması önlenmektedir. Geliştirilen yazılımda modern yazılım kriterleri ve gömülü sistemlerin kendine özgü özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Önerilen bu modüler menü iki farklı gömülü sistem platformunda uygulanmış ve sonuçları sunulmuştur.

#### Abstract

In recent years, rapid advances on embedded systems have resulted in a wide range of applications in both academic and commercial life. When starting a new embedded-system design, one of the most time-consuming factors is the actions to be done again and again. In this study, the design of modular menu for flexibility in the design of embedded-systems is presented. With the use of this menu, in different applications after configuring the peripheral settings, the menu system is getting ready to be used even though the embedded-hardware is changed. Therefore, some standard operations required at the start of all new designs that consume the time are avoided. The modern software criterions and the special properties of embedded-systems are considered in the developed algorithm. The proposed modular menu was carried out on 2 different embedded-system platforms and the results were presented.

#### 1. Giriş

Gömülü sistemler özel amaçlar için geliştirilen, çevresel birimleri ile dış dünyayla bağlantı kurabilen, donanım karmaşıklığı mümkün olan en alt düzeyde tutulan, gerçek-zamanlılık ilkesine dayalı çalışan sistemlerdir. Gömülü sistemler donanım tabanlı olduklarından, özellikle son yıllarda mikroişlemci tasarımında erişilen çok hızlı gelişmeler gömülü sistem uygulamalarının gerçek hayatta çok geniş bir yelpazede

uygulanabilir olmasına olanak sağlamıştır. Dolayısıyla donanım mimarilerindeki hızlı gelişmeleri takip etmek gömülü sistem tasarımcıları için kritik bir hale gelmiştir. Bu yüzden bir gömülü sistem uygulamasında kullanılan donanımın ve çözümlerinin piyasadan çekilme durumu göz önünde bulundurulmalıdır [1].

[2]'de yapılan çalışmada gömülü sistemlerin en tipik örneklerinden biri olan algılayıcı ağırlar kullanılarak bir insan vücudundaki vücut parametreleri örneğin kan basıncı, kalp krizi, sağırılık ve solunum ölçülmüştür. [3]'de ise en genel bir gömülü sistem ile kısa mesafeli kablosuz haberleşme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Askeri alanlarda düşman hareketini izleme, hasar tespiti ve sınır bölgelerdeki hareketliliği konu alan [4] hareketli bir cismin takibini çok yüksek hızlarda ve çok düşük hata payı ile geliştirmiştir.

Gömülü sistemlerde yazılım geçmişten günümüze bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle daha kolay anlaşılabilir bir duruma gelmektedir. Düşük seviyeli dillerle başlanan bu süreç (örneğin assembly) sonra yüksek seviyeli dillerde ve nesneye yönelik programlama dillerinde devam etmiştir. Gömülü sistemlere karşı çok hızlı artan bir ihtiyaç sebebiyle artık günümüzde gömülü sistemler için özel tasarlanan olay-güdümlü ve bileşen-tabanlı bir mimariye sahip olan işletim sistemleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır [5]. Geliştirilen donanımlar arasında belli bir standart olmadığından belli bir donanım üzerindeki yazılım başka bir donanıma aktarılamaz. İyi bir yazılımda olması gereken en temel özelliklerden tekrar kullanılabilirlik ve taşınabilirlik konusu önemli bir unsurdur. Geliştirilen donanımlar arasında belli bir standart olmamasına rağmen, bu donanımların çevresel özellikleri incelendiğinde hemen hemen hepsinin sahip olduğu ortak özellikler göze çarpmaktadır örneğin LCD gösterge, butonlar ve ledler. Bu ortak özelliklerin var oluşu bu çalışmanın çıkış fikrini oluşturmaktadır.

Bu bildiride, modüler bir menü tasarımı herhangi bir hedef donanım için gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılımda modern yazılım kriterleri ve gömülü sistemlerin kendine özgü özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Hedef donanımın çevresel arabirim ayarları yapıldıktan sonra tasarlanan menü her donanım için derlenebilir hazır bir kütüphane haline gelmektedir. Ayrıca, aynı donanım üzerinde farklı projelere başlanılırken tasarlanan menünün kullanımı ile büyük bir zaman kazancı yaşanacağı önerilmektedir.

Bu bildirinin geri kalan kısımları şu şekilde organize edilmiştir: Bölüm-2 de tasarlanan sisteme giriş yapıp bu sistemin gerçekleştirildiği 2 farklı gömülü sistem hakkında

bilgiler verilmiştir. Bölüm-3 de ise tasarlanan modüler menü ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Geliştirilen kodun yapısı bölüm 4'te ele alınmıştır. Son olarak örnek bir uygulama çıktılarıyla birlikte sonuçlar bölüm 5'de bahsedilmiştir.

## 2. Sistem ve Yazılım Tasarımı

Kullanıcı ile herhangi bir şekilde etkileşime girebilecek tüm kontrol ya da yazılım sistemleri bir gösterge paneline sahip olmak durumundadır. Bu gösterge kısmı yaygın olarak LCD ya da grafiksel ara yüzü ekranlar tarafından sağlanmaktadır. Fakat gösterge panellerinde hiyerarşinin belirlenmesi ve kullanıcı tarafından gösterilecek ya da değiştirilecek değerlerin gömülü sistem üzerinde koda aktarımı aşağı yukarı standart bir görev olmasına rağmen oldukça uzun zaman harcayan kısımlardan oluşmaktadır. Bu standardizasyondan kurtulmak, proje ya da konunun ya da donanımın değişmesi halinde daha önce gerçekleştirilmiş sistemi kullanma isteği ve tüm sistemi yeniden dizayn etmeme kolaylığı çıkış noktamız olmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada insan makine arabirimi tasarımı aşamasında yazılım düzeyinde yaşanan zaman kayıplarını azaltabilmek hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda çalışmada gerçekleştirilmiş kodlar iki farklı platformda da test edilmiştir. Bunlardan ilki Xilinx'e ait XUPV5-LX110T [6] geliştirme kartı üzerinde diğeri ise Keil'in ARM tabanlı mimariye sahip MCBSTR750 [7] geliştirme kartı üzerinde olmuştur. Seçilen FPGA kartı üzerinde Microblaze işletim sisteminin kurulmasıyla zaman kritik uygulamalarda da çalışırılığını test etmiş bulunmaktayız.

Seçilen ve tamamen farklı olan her iki kartta da ara yüz veya menü hem çoğu kontrol araririminde ortak olabilecek olan beş butonla veya isteğe göre kartlar üzerinde bulunan RS232 seri port bağlantısı kullanılarak bilgisayar terminali aracılığı yine beş tuş ile kumanda edilebilmektedir.

İlk sistem tasarımında, mikroişlemci olarak Xilinx firmasına ait olan 32-bitlik, RISC mimarisine sahip MicroBlaze işlemcisi kullanılmıştır. Şekil 1’de FPGA geliştirme kartının genel yapısı gösterilmektedir. İkinci tasarımda ise Şekil 2’de de gösterildiği gibi ARM tabanlı STR750 işlemcisi kullanılmıştır. Her iki sistemde hem butonlar aracılığı ile hem de PC seri portu aracılığı ile ekran kontrol edilip istenilen komutlar girilebilmektedir.

Bu menü ya da kullanıcı arayüzü tasarımında bu ortamların haricinde bir ortam ya da işlemci kullanılmaya karar verildiğinde ki amaç bu durumda da aynı menünün çalışabilmesi olduğundan bu durumun gerçekleşebildiğini ilerleyen bölümlerde açıklayacağız. Menü içerisindeki ekran isimlerinin, işlemci komut setine göre tanımlanacak değişken tipi tanımlamalarının tamamı “config.h” adlı bir dosyaya aktarılır. Dolayısıyla sadece bu dosyanın konfigüre edilmesinin ardından sistem farklı bir ortamda dahi olsa tekrar ayağa kalkabilecektir.

## 2.1. Bilgisayar Ortamı

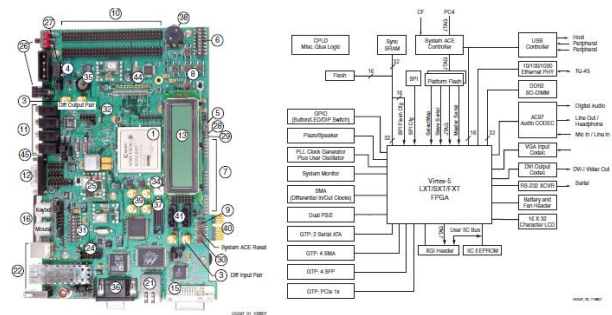
Gömülü sistemlerde bir arabirim tasarımı gerçekleştirmek ve her defasında tasarımı FPGA'ya yükleyip kontrol etmek oldukça zaman alıcı bir işlemdir. Bu işlemi zamansal açıdan azaltılabilmek ya da buton kontrolünde gerçekleşecek debounce etkisinden kurtulabilmek için bilgisayardan doğrudan FPGA'ya ya da ikinci test sisteminde kullandığımız gibi başka bir gömülü sisteme gönderilerek çalıştırılması amaçlanmıştır. Tasarımcı menü fonksiyonlarını seri porttan gönderilecek komutlarla da gerçekleştirebilmesi sayesinde sadece bilgisayar

kullanarak gömülü sistem arabirimi menü tasarımını gerçekleştirebilmekte ya da test edebilmektedir.

### 3. Menü Tasarımı

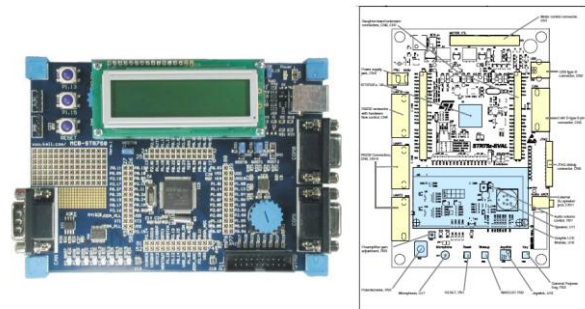
### 3.1. Geliştirme ortamı

Sistem iki farklı donanım üzerinde temel olarak test edilmiştir. Bunlardan ilki olan Xilinx firmasının üniversitelerde araştırma ve geliştirme için ürettiği Virtex-5 FPGA'sına sahip XUPV5-LX110T geliştirme kartı kullanılmıştır. Bu kart üzerinde yüksek hızlı USB2 portu, birçok giriş/çıkış aygıtı ve her türde dijital sistemler, gömülü işlemciler temelli Xilinx MicroBlaze için ideal ortam sunmaktadır. Şekil 1'de Virtex-5 geliştirme kartının görüntüsü ve blok diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 1: Xilinx Virtex-5 FPGA blok diyagramı.

Diğer karşılaştırma donanımı olarak seçilen ve dual seri port, can portu, usb portu ve input/output portları gibi birçok çevre birimi ile temel bir geliştirme kiti sayılabilecek ve üzerinde STMicroelectronics firmasının ARM tabanlı STR750 mikrokontrolerinin olduğu kart seçilip test edilmiştir. Şekil 2'de STR750 geliştirme kartının görüntüsü ve blok diyagramı bulunmaktadır.



*Şekil 2: MCBSTR750 geliştirme kartı ve blok diyagramı.*

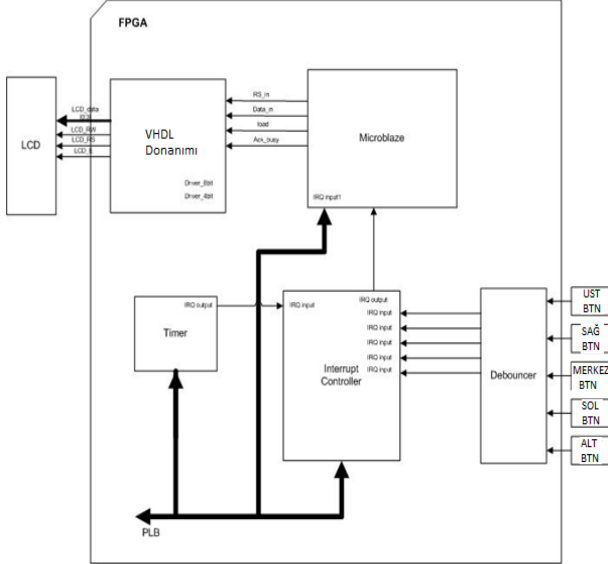
### 3.2. LCD Ekran

HD44780 2x16 ve 4x16 ekranlar üzerinde denenmiş olsa da herhangi bir ekranda ya da dokunmatik ekranda gerçekleştirilmeye müsait bir kod gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda sistem 4x20 karaktere sahip LCD üzerinde de test edilmiştir.

### 3.3. Sistem Donanımı

FPGA'lar çoğu gömülü sistemde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bunun yanında kullanıcıların ihtiyacı olan sistemleri istenilen esneklikte geliştirmeye imkân tanımaktadırlar. Sistemde bulunan FPGA sayesinde

bilgisayardan gelen LCD Ekran fonksiyonları MicroBlaze ortamında LCD Ekrana uygun olarak işlenmektedir. MicroBlaze'de işlenen bu fonksiyonlar VHDL kullanılarak oluşturulmuş olan LCD Ekran IP çekirdeği üzerinden aktarılmaktadır. Xilinx geliştirme kartı üzerinde gerçekleştirilen kesme kontrolleriyle sistemin temel diyagramı Şekil 3'te de görülebilmektedir.

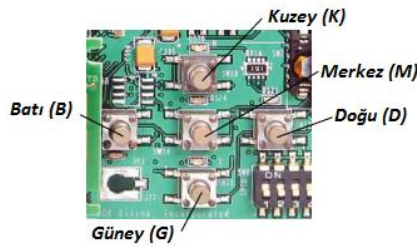


Şekil 3: FPGA tasarımının blok şema gösterimi

Bunun yanında aynı sistem herhangi bir mikro denetleyici ortamına da rahatça aktarılabilirdiği daha sonraki testlerle birlikte gösterilecektir. Çünkü menü tasarımında oluşturulmuş C kütüphane dosyası sayesinde birkaç konfigürasyonun ilgili dosyada gerçekleştirilmesiyle yeniden derlenmeye müsait menü kodları zaten hâlihazırda bulundurulmuş olacaktır.

### 3.4. Menü Kontrol Girişleri

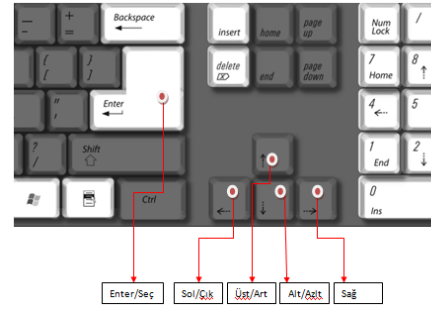
Menünün kullanıcı ile etkileşimi Şekil 4' te gösterildiği üzere beş buton aracılığı ile ya da bu beş buton yerine geçebilecek Şekil 5' da gösterildiği üzere klavye üzerinden tanımlanmış beş tuş üzerinden gelecek değerler ile sağlanabilmektedir. Bu beş butonun işlevi sırasıyla orta/merkez buton enter ya da seçme butonu, sol buton çıkış ya da bir üst menüye geçiş, üst/kuzey butonu değer artırma ya da menü indeksi artırma, alt/güney butonu ise aktif değeri azaltma ya da menü indeksini azaltma olarak tasarımda planlanmıştır.



Şekil 4: Bazı Ekran Görüntüleri.

Bu durum aynı şekilde seri port üzerinden kontrol için planlanan Şekil 5'te de görülen beş tuş da uygulanıp

aktarılabilmektedir. Seçme tuşu olarak enter ve diğer dört ok tuşu da pushbutonlara benzer şekilde planlanmıştır.



Şekil 5: Seri port kontrol tuşları.

### 3.5. Menü Kontrolü

Temel olarak menü üç ana dallanmadan oluşmaktadır. Bunlar fonksiyonlarıyla birlikte Çizelge 1'de de gösterildiği gibi ana ekran, ana menü ve alt menü olarak isimlendirilmiştir. Uzun bir süre içerisinde herhangi bir tuşa dokunulmadığında enerji harcamasını minimize etmek için sistem tekrar bir tuşa basılana kadar düşük güç moduna geçmektedir.

Sistem ana ekranda iken enter tuşu ile ana menü içerisine girilebilmektedir. Ana menü içerisinde yukarı-aşağı tuşları ile seçilmek istenen menü belirlenip tekrar enter ile içerisine değeri değiştirilmek üzere girilebilmektedir. Alt menü içerisinde değiştirilebilir birden çok değer olabilmektedir ki bu değerler arasında sağ buton kullanılarak geçiş yapılabilmektedir. Örneğin gerçekleştirdiğimiz dijital saat menü uygulamasını düşünecek olursak, saatin menü aracılığı ile ayarlanması aşamasında aktif (ayarlanabilir) saat hanesinin değiştirilmesi yanıp sönerek ekranda gösterilmesi esnasında yukarı-aşağı tuşları ile aktif (ayarlanabilir) değeri değiştirilebilmektedir. Sağ tuşu ile bu hane dakikaya kaydırılıp bu değişkenin de ayarlanması sağlanabilecektir.

Buradaki menünün modülerliği ise alt menüde değiştirilecek değerin minimum ve maksimum değerlerinin girilip görüntü formatının belirlenmesinin ardından kod yazan kişi menünün tekrar yazılması ya da işlevsel mekanizması ile ilgilenmek zorunda kalmamış olarak zamandan büyük bir tasarruf sağlayabilecektir. Bu durumda ana menü isimleri, alt menü isimleri ve alt menü formatı gibi yeni kurulacak sisteme bağlı özelliklerin ilgili konfigürasyon dosyasından değiştirilmesi ile sistem herhangi bir gömülü donanım için çalışır bir hale gelebilmektedir.

Çizelge 1: Sistem kontrolü için pushbutton görevleri

| Buton İsmi     | Enter-Seçme                                                 | Yukarı-Artır                 | Aşağı-Azalt                  | Doğu-Sağ                                             | Batı-Çıkış                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Düşük Güç Modu | Herhangi bir tuşa basıldığında Ana Ekran moduna dönecektir. |                              |                              |                                                      |                                      |
| Ana Ekran      | Ana Menü                                                    | -                            | -                            | -                                                    | -                                    |
| Ana Menü       | Alt Menü                                                    | Bir sonraki Ana Menü (artır) | Bir sonraki Ana Menü (azalt) | -                                                    | İlk ana menü elemanı ya da ana ekran |
| Alt Menü       | Girilen değerleri kaydet                                    | Ekrandaki aktif değeri artır | Ekrandaki aktif değeri azalt | Aynı ekrandaki bir sonraki değiştirilecek değere git | Kaydetmeden Alt Menü'ye dallan.      |

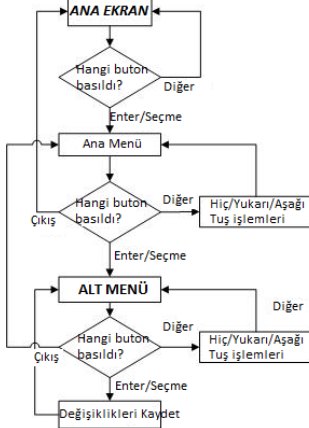


#### 4. Sistem Yazılımı

Şekil 6'daki yazılım akış diyagramında da görüldüğü üzere yazılım temel menü fonksiyonlarını sağlayabilmektedir (Buradaki çıkış Çizelge 1'de de belirtilen batı ya da çıkış tuşuna karşılık gelmektedir). Sistemin gerçekleştirilebilmesi için LCD Ekran IP çekirdeği ve Seri Haberleşme Birimi IP çekirdeği VHDL tabanlı olarak oluşturuldu. Bilgisayar ile veri iletişimde MicroBlaze tabanlı C kodları kullanıldı. Bu bölümde oluşturulan C tabanlı kütüphane fonksiyonları incelenecektir.

##### 4.1. MicroBlaze Tabanlı C Kodları

Microblaze tabanlı sistem tasarlanılırken önce BSB kullanılarak yeni bir sistem oluşturuldu. Tek işlemcili (MicroBlaze) bir sistem 100 MHz. Saat hızında 64 kB yerel hafıza ayrılarak kullanıldı. Çevresel birim olarak saniyedeki bit sayısı 96200 veri bitleri 8 olan RS232 bağlantısı eklendi. Oluşturulan sisteme üç XPS\_TIMER ve LCD\_CORE IP çekirdekleri microblaze veri hattına eklendi. Bu sayede oluşturduğumuz IP Çekirdeği MicroBlaze işlemcisinin denetiminde kullanılabilir hale getirildi. Oluşturulan IP çekirdeklerine hazırlanan C tabanlı kodlar ile erişim sağlanabilmektedir.



Şekil 6: Yazılım akış diyagramı.

##### 4.1.1. Ana program -main.c

Ana program olan main.c adlı kaynak dosyada sadece gerekli ilklendirmeler yapılarak kullanılacak çevresel elemanlar tanımlanmaktadır. Bunun ardından tüm sistemi kesme kontrollerinden gelen kesmeler kontrol etmektedir.

##### 4.1.2. Kesme fonksiyonları - interrupt.c

RS232'den gelen verileri ya da butonlar tarafından girilen kesmelerin parçalarına ayırarak işlenilebilir fonksiyonlar haline getirilmesiyle ana menü prosesine aktarılarak hem gerekli işin yapılması hem de ekrandaki gerekli değişikliklerin gösterilmesi sağlanır.

#### 5. Örnek Uygulama ve Sonuçlar

Bu çalışmada oluşturulan kütüphane dosyaları sayesinde gömülü sistem tasarımı her seferinde yeniden menü fonksiyonlarının yazılması önlenip yeni bir işe hem harcanacak emek minimize edilmiştir hem de daha çok ürün odaklı çalışabilmenin zemini hazırlanmıştır. Sistemin modüler oluşu sadece temel gösterge fonksiyonlarının değiştirilmesiyle

grafiksel ve dokunmatik ekranlar için de adapte edilebilirliğini sağlamıştır.

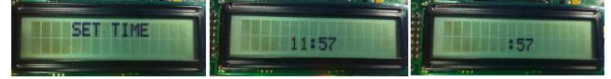
##### 5.1. Gerçek Zamanlı Dijital Saat Uygulaması

Elimizde bulunan ve daha önceden tanıtılmış olan iki farklı donanım üzerinde gerçekleştirilmiş bir saat uygulaması mevcuttur. Uygulama temel olarak dijital saat, alarm, süre ölçer ve zamanlayıcı özelliklerini barındırmaktadır. 12 ya da 24 saat modu seçilebilme, alarmın kurulabilmesi ve ayarlanabilir olması, alarm erteleme özelliği, alarm erteleme süresinin ayarlanabilmesi ve ana ekranda alarm ya da ertelemenin aktif olduğunun sembollerle gösterilmesi gibi özelliklere sahiptir. İlave olarak belli bir süre herhangi bir komut gelmediğinde ya da herhangi bir tuşa basılmadığında sistem düşük güç moduna geçerek gösterge fonksiyonlarını enerji harcamasını kısma adına yeniden bir komut gelene kadar Şekil 7'deki ilk ekran gibi kapatmaktadır. Bu modda herhangi bir tuşa basılması dâhilinde ekran yine Şekil 8'deki ikinci kısım gibi ana ekran görüntüsüne yönlenecektir.



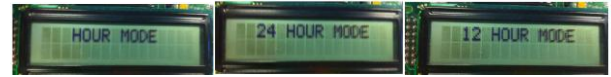
Şekil 7: Düşük güç modu ve ana ekran görüntüsü.

Ana ekrandan enter ya da seçme tuşuna basıldığında ana menü ekranda yönlendirileceğinden ve ilk menü elemanı da zamanı ayarlama olduğundan Şekil 8'de ana menü, alt menü ve ayarlama aşaması ile gösterilmiştir.



Şekil 8: Zaman ayarlama menüsü.

Diğer bir menü olan saat modunu 12 ya da 24 seçme modu da yukarı aşağı tuşları ile Şekil 9'da görüldüğü üzere sağlanabilmektedir.



Şekil 9: Saat modu ayarlama menüsü.

Alarm ayarlama ve erteleme süresinin alt menüde ayarlanması zaman ayarlama ile menü fonksiyonelliği açısından aynı olduğundan ayrıyeten Şekil 10'a eklenmemiştir.



Şekil 10: Alarm ve erteleme zaman ayarlaması.

Aynı şekilde zaman modu seçme gibi Şekil 11'deki gibi alarmın açık ya da kapalı oluşunun seçilişi de fonksiyonellik açısından yazılan kodda aynıdır.



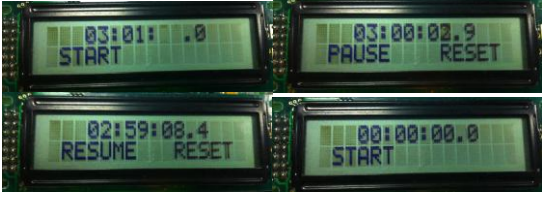
Şekil 11: Alarmın aktif ya da pasifleştirilmesi.

Şekil 12'deki gibi süreölçer ekranı ise birinci satırda değeri ve ikinci satırda aktif olan seçilebilir fonksiyonelliği göstermektedir.



Şekil 12: Kronometre ekranı.

Şekil 13'deki gibi zamanlayıcıda ise kronometrede kullanılan fonksiyonlar kullanılmıştır ve bu fonksiyonlar geliştirilerek benzer başka işlevlerin gerçekleştirilmesi yazılan kütüphane fonksiyonları ile sağlanmıştır.



Şekil 13: Zamanlayıcı menüsünün alt ekranları.

Son olarak da sistem normal çalışması durumunda ani bir uyarı ya da bu uygulamada olduğu gibi alarm gerçekleştiğinde kullanıcıya erteleme isteyip istemediğini sormak üzere menü dallanmasından tamamen bağımsız ve kullanıcının vereceği cevaba göre sistemi yönlendiren alt fonksiyonlar tasarlanıp Şekil 14' teki gibi test edilmiştir.



Şekil 14: Alarm erteleme cevabının kullanıcıdan beklenişi.

Diğer bir yandan sistem dijital saat uygulaması olarak diğer kart olan MCBSTR750 üzerinde de test edilip aynı ekran sonuçlarını verdiğinden tekrardan sunulmak istenmemiştir. Farklı bir proje fikri üzerinde aynı menü fonksiyonlarını kullanabilmek için de, gömülü RTOS mantığına uygun dizayn edilen 2 kW'lık verici kontrol yazılımında ST Electronics in STR750 ARM işlemcisi üzerinde Keil'in uVision4 IDE'si kullanılarak bahsedilen menü fonksiyonları kullanılmış ve başarılı olunmuştur.

## 5.2. Sonuçlar

Her ne kadar maksimum modülerlik amaçlanmış olsa da sistemin birçok geliştirilebilir kısmı bulunmaktadır. Şu anda sistem maksimum dallanma olarak ana ekran, ana menü ve alt menü olmak üzere üç dallanmadan oluşmaktadır. Bu dallanma sayısı da bahsi geçen kütüphaneden yararlanarak yazılım geliştirilenin kendi isteği doğrultusunda değiştirilebilir esneklik kazandırılmış ve modüler bir parça olarak gerçekleşmiştir. Diğer bir yandan sistem aynı zamanda son zamanlarda revaçta olan grafiksel ekranlar için de uygun bir yazılımdır fakat bir dokunmatik üzerinde testi gerçekleştirilmediğinden bu testler gerçekleştirilebilir.

Sonuç olarak, farklı platformlarda testi gerçekleştirilmiş C kodu ile yazılmış modüler menü kütüphane fonksiyonlarını gerçekleştirmiş bulunmaktayız. İşlemci ya da donanım ve hatta proje tamamen farklılaşmış bile olsa bu menü kodları

çok ufak konfigürasyonun sağlanması ile bizzat kodun içerisine girip yeniden menüyü dizayn etme gereksiniminden kurtularak sistemi gerçekleştirme şansı tanımaktadır.

## 6. Kaynaklar

- [1] Kahraman, E., Unal, V. "Gerçek Zamanlı Gömülü Sistem ve Yazılım Tasarımı'nda ASELSAN Yaklaşımı", *III.Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, Ocak 2007.
- [2] Baker, C.R., Armijo, K., Belka, S., Benhabib, M., Bhargava, V., Burkhart, N., Minassians, A.D., Dervisoglu, G., Gutnik, L., Haick, M.B., Ho, C., Koplow, M., Mangold, J., Robinson, S., Rosa, M., Schwartz, M., Sims, C., Stoffregen, H., Waterbury, A., Leland, E.S., Pering, T. Ve Wright, P.K., "Wireless sensor networks for home health care", *Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW)*, 2007, pp. 875 - 880.
- [3] Kosunalp, S. "Gomulu Sistem Tabanlı Kablosuz Haberleşme Uygulaması", *VI. Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu (Eleco)*, Aralık 2010, pp. 666 - 670.
- [4] Alaybeyoglu, A., Erciyes, K., Kantarci, A. Ve Dagdeviren, O., "Tracking Fast Moving Targets in Wireless sensor Networks", *IETE Journals and Technical Review*, Vol. 27, issue 1, pp. 977 - 980, 2010
- [5] Levis, P., Madden, S., Polastre, J., Szewczyk, R., Whitehouse, K., Woo, A., Gay, D., Hill, J., Welsh, M., Brewer, E. ve Culler, D., "TinyOS: An operating system for wireless sensor networks", *Ambient Intelligence*, Springer-Verlag, 2005.
- [6] "XUPV5-LX110T Geliştirme kartı teknik özellikler". <http://www.xilinx.com/univ/xupv5-lx110t.htm>
- [7] "MCBSTR750 Geliştirme kartı teknik özellikler". <http://www.keil.com/mcbstr750/specs.asp>