

DENEY NO: 5

GÖMÜLÜ SİSTEM PROGRAMLAMA

1. GİRİŞ

Gömülü sistemler için kesin bir tanım yapmak kolay değildir. Ama basitçe gömülü sistemi, daha büyük bir sistem içinde belirli kontrol işlevleri için tasarlanmış bilgisayar sistemi olarak tarif edebiliriz. Gömülü sistemler genelde mekanik ve donanım yapısını da içeren bir cihazın parçasını oluşturur. Bu sistemler, gömüldüğü cihazın kontrolü, izlenmesi veya çalışmasına yardımcı olması için kullanılır. Gömülü sistem, bilgisayarın kendisini kontrol eden cihaz tarafından içerildiği özel amaçlı bir sistemdir. Genel maksatlı, örneğin kişisel bilgisayar gibi bir bilgisayardan farklı olarak, gömülü bir sistem kendisi için önceden özel olarak tanımlanmış görevleri yerine getirir. Sistem belirli bir amaca yönelik olduğu için tasarım mühendisleri ürünün boyutunu ve maliyetini azaltarak sistemi uygunlaştırabilirler. Gömülü sistemler genellikle büyük miktarlarda üretildiği için maliyetin düşürülmesinden elde edilecek kazanç, milyonlarca ürünün katları olarak elde edilebilir.

Gömülü bir sistemin çekirdeğini, belirli bir sayıda görevi yerine getirmek için programlanan mikroişlemciler ya da mikro denetleyiciler oluşturur. Kullanıcıların üzerinde istediği yazılımları çalıştırabildiği genel maksatlı bilgisayarlardan farklı olarak, gömülü sistemlerdeki yazılımlar yarı kalıcıdır ve firmware ismiyle anılırlar. Gömülü sistemlere aşağıda maddeler halinde verilen çeşitli örnekler sunulabilir:

- Banka ATM'leri
- Cep telefonları
- Yönlendirici (router), timeserver ve güvenlik duvarı (firewall) gibi bilgisayar ağ ekipmanları
- Bilgisayar yazıcıları
- Hesap makineleri
- Mikro dalga fırınlar, çamaşır makinesi, televizyon setleri ve DVD oynatıcı/kaydedici gibi ev elektroniği ürünleri.



Şekil 1. Gömülü sistem içeren çeşitli örnekler

1.1. Özellikleri

1. Genellikle ya hiç ya da çok kısıtlı kullanıcı ara yüzüne sahiptirler.
2. Verimlilik gömülü istemler için büyük önem taşır. Güç tüketimi, kod boyutu ve yürütme zamanı gibi kriterlerin, maliyet açısından optimize edilmesi gerekir. Bu özelliği ile masaüstü bilgisayar uygulamalarından ayrılır.
3. Gömülü sistem programları sürekli olarak yürütülür.
4. Gömülü sistemler genellikle gerçek zamanlı kısıtlamaları karşılamak üzere tasarlanmıştır.
5. Yazılım ve donanım olmak üzere iki ana kısımdan oluşurlar.

2. GÖMÜLÜ SİSTEM PROGRAMLAMA

Gömülü sistem programlama masaüstü bilgisayarlar üzerinde geliştirilen uygulamalardan farklıdır. Bu iki sistem arasındaki ana farkları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Gömülü cihazlar sınırlı kaynağa sahiptirler.(sınırlı ROM, Sınırlı RAM, düşük işlemci gücü, sınırlı yığın alanı gibi)
- Gömülü sistemler ile bilgisayarda kullanılan bileşenler farklıdır.
- Gömülü sistemlerde tipik olarak daha küçük ve daha az güç tüketen bileşenler kullanılır.
- Gömülü sistemler daha fazla donanıma bağlıdır.

Gömülü Programlamada göze çarpan en önemli iki özellik kodun hızı ve büyüklüğüdür. Kodun hızı işlemci gücü, zamanlama kısıtlamaları ile yönetilirken, kodun boyutu mevcut program hafızası ve kullanılan programlama diline bağlıdır. Gömülü sistem programlamadaki hedef Minimum alan ve minimum zamanda maksimum özellikli program elde etmektir.

2.1. Gömülü Sistemde Kullanılan Diller

Gömülü sistemler farklı tür diller kullanılarak programlanırlar.

- Makine kodu
- Düşük seviyeli diller (assembly)
- Yüksek seviyeli diller (c, c++,java, ada)
- Uygulama Düzeyi Diller(Visual Basic, Access)



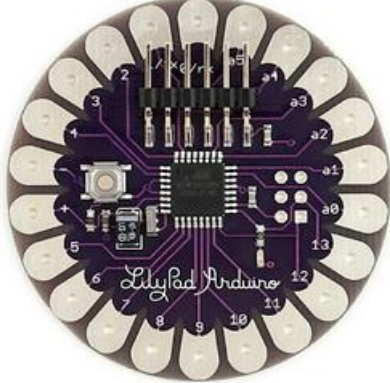
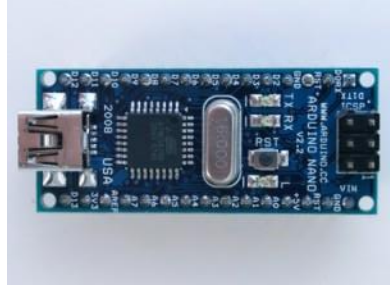
Gömülü sistem programlamada temel olarak kullanılan dil C ile programlamadır. Bu amaçla gömülü C adı verilen programlama dili kullanılmaktadır. Normal yapıdaki C dili ile neredeyse aynı özelliklere sahip olan bu programlama dili ile gömülü sistem programlaması yapılabilmektedir. Başka bir deyişle gömülü C mikro denetleyici tabanlı uygulamalar için, C ise masaüstü bilgisayarlar için kullanılmaktadır.

Gerçekleştirilecek bu deney çalışmasında gömülü C programlama dili kullanılacak ve işlemler bu dil üzerinden yapılacaktır.

3. ARDUINO NEDİR?

Bu bölümde Arduino'nun kurulumu, geliştirme ortamı ve özelliklerinden bahsedilecektir. Temel olarak Arduino gömülü sistem programlama için kullanılabilecek araçlardan birisidir. Arduino elektronik sistemler ve interaktif projeler gerçekleştirebileceğiniz bir elektronik prototip geliştirme aracıdır. Arduino'nun UNO, Mega, Mega ADK, LilyPad ve Nano gibi çeşitleri bulunmaktadır. Bütün bu Arduino kartları aynı şekilde programlanabilmekle beraber yetenekleri ve fonksiyonları arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Tablo 1. Arduino çeşitleri ve örnekleri

Arduino Uno	Arduino Mega
	
Üzerinde 14 dijital, 6 analog giriş-çıkış pini bulunur. USB üzerinden Arduino geliştirme ortamıyla programlanabilmektedir.	Üzerinde UNO modelinkinden farklı bir mikrodenetleyici bulunmaktadır. UNO'dan farkı daha fazla giriş çıkış pinine sahip olmasıdır. Fazla sayıda giriş/çıkış pini gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır.
Arduino LilyPad	Arduino Nano
	
LilyPad modeli kumaş ve giysiler üzerinde dikilebilen ilginç projelerde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir Arduino modelidir. Üzerinde USB-Seri dönüştürme çipi olmadığından harici bir modülle programlanabilmektedir.	Arduino Nano'yu Mini-USB kablosu üzerinden programlayabilir ve devre tahtası üzerinde uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir.

Arduino temel olarak nedir ve onunla neler yapabiliriz?

- Kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlayabileceğiniz açık kaynaklı bir geliştirme platformudur.
- Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bit mikrodenetleyicileri (arduino due) bulunur.
- Arduino üzerinde Atmega328 mikrodenetleyici bulunmaktadır.
- Arduino kütüphaneleri ile mikrodenetleyicileri kolaylıkla programlayabilirsiniz.
- Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital verileri işleyebilirsiniz.
- Sensörlerden gelen verileri kullanabilirsiniz
- Dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs...) üretebilirsiniz.

Arduino Uno'nun özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Arduino Uno, ATmega328 tabanlı bir mikroişlemci geliştirme kartıdır. En çok kullanılan Arduino çeşididir.
- Kartta,14 dijital giriş/çıkış pini bulunur, bunlardan 6'sı PWM çıkışı olarak kullanılabilir ve 6 analog giriş pinine sahiptir.
- 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, 2.1mm güç girişi, ICSP başlığı ve reset butonu vardır.
- Bilgisayar ile USB portu üzerinden bağlamanız kartın çalışması için yeterlidir, pil, adaptör ya da DC 7~12V güç kaynağına bağlayarak kullanılabilir.

Arduino'nun en önemli özelliklerinden biriside ek kartlara yani shield diye adlandırılan çeşitli arabirimlere sahip olmasıdır. Başka bir deyişle, örneğin projenizde wireless ile ilgili bir bölümü gerçekleştireceğinizi ve Arduino üzerinde bu tip bir özelliği destekleyen modül bulunmadığını varsayalım. Dışarıdan hazır olarak alacağınız wireless shield'ı Arduino'nuza bağlayarak sisteminize bu tür bir özelliği kazandırabilmektesinizdir. Bu ve bunun gibi shield listesine <http://shieldlist.org/> sitesinden bakabilir ve projelerinize uygun ek kartları temin edebilirsiniz.

3.1. Arduino Yükleme Yönergesi

- Arduino'lar Windows / Linux / Mac platformlarında çalışabilmektedir. Bu bölümde Windows işletim sistemi için kurulum işlemi anlatılacaktır.
- <http://arduino.cc/en/Main/Software> adresinden Windows'a tıklayıp gerekli yazılımı indirin.
- Arduino'nuzu USB kablosuyla bilgisayarınıza bağlayın.
- Bilgisayarınız Arduino'yu tanımaya çalışacak, fakat bir süre sonra başarısız olacaktır. Sırasıyla Başlat > Denetim Masası > Aygıt Yöneticisi adımlarına girin. COM & LPT Portları altında Arduino'nuzu bulun (Arduino UNO (COMxx) şeklinde yazacaktır).
- Sağ tıklayıp "Sürücüyü güncelle" seçeneğini seçin. "Sürücüyü kendim seçmek istiyorum" seçeneğini seçin.
- Windows sürücünün nerede olduğunu soracaktır. İndirdiğiniz .zip dosyasını bir klasöre açıp o klasörde Arduino/drivers dizini altındaki "arduino.inf"i seçin ve tamama basın.
- Yükleme işleminin ardından arduino'nuzu kullanabilirsiniz.
- Uygulamayı çalıştırmak için arduino.exe dosyasının çalıştırılması yeterlidir.
- Buraya kadar herhangi bir sorunla karşılaşmadıysanız Tools > Serial Port'tan Arduino'nuzu bağladığınız USB portunu seçin. Seçmediyseniz yazdığınız programı Arduino'ya yüklerken sorduğunda da seçebilirsiniz.
- Tools > Board menüsünden kullandığınız Arduino çeşidini işaretleyin.
- Ayrıca File > Examples menüsünde önceden yazılmış birçok farklı programı inceleyebilirsiniz.

3.2.Proteus Isis'e Arduinio Kütüphanesi Ekleme

- Tasarımımızın düzgün çalışıp çalışmadığını, bir hata yapmışsak nerede hata yaptığımızı simülasyonda çok rahat görebiliriz.
- Öncelikle aşağıdaki bağlantıdan sıkıştırılmış dosyamızı indirelim.
- <https://drive.google.com/file/d/0B5vddbSlyKoZeXIJNUV5QmNISIE/edit>
- Dosyaları klasöre çıkarttığımızda oluşan iki adet dosyayı;
- Proteus 7 kullanıyorsak: C:\Program Files\Labcenter Electronics\Proteus 7 Professional\LIBRARY dizinine
- Proteus 8 kullanıyorsak: C:\ProgramData\Labcenter Electronics\Proteus 8 Professional\LIBRARY

- C:\Program Files\Labcenter Electronics\Proteus 8 Professional\LIBRARY veya sistemimiz 64 bit ise C:\Program Files (x86)\Labcenter Electronics\Proteus 7 Professional\LIBRARY dizinlerine kopyalıyoruz.
- Böylece Arduino kütüphanemizi İsis programında tanımlamış olduk. Artık İsis programını açıp projemize Arduinoyu ekleyebiliriz.

4. ARDUINO İLE PROGRAMLAMA

Arduino’da yazılan programlara genel olarak sketch denilmektedir. Bu bölümde File > Examples > Basics > Blink adımlarını izleyerek belirtilen kod parçacığını açınız ve şekil 2’de verilen bu kod parçasını ve açıklamalarını inceleyiniz.

```

/* Blink
  Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.

  Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and
  Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what
  pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
  the documentation at http://arduino.cc

  This example code is in the public domain.

  modified 8 May 2014
  by Scott Fitzgerald
  */

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // Digital pin 13 çıkış olarak yüklenir
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // 13 numaralı led high konumuna getirilir ve led yanar
  delay(1000);            // 1 sn bekle
  digitalWrite(13, LOW);  // 13 numaralı led low konumuna getirilir ve led kapatılır
  delay(1000);            // 1 sn bekle
}

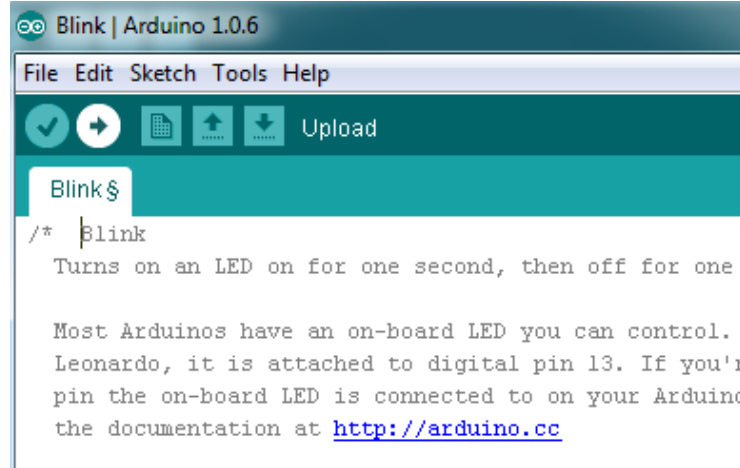
```

Şekil 2. Örnek kod parçası

Arduino programları temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar setup() ve loop() fonksiyonlarıdır. Setup fonksiyonunda board ile ilgili gerekli ayarlamalar yapılmaktadır ve bu kısım program ilk yüklendiğinde icra edilmektedir. Loop fonksiyonunda ise programın sürekli olarak icra edeceği bölümler yer almaktadır.

Yukarıdaki program incelenecek olursa, setup fonksiyonu içerisinde yer alan pinMode komutu ile 13. pinin çıkış olacağı belirtilmiştir. Arduino Uno’lar da 13. pin led’dir. Bu işlemin ardından loop fonksiyonu yürütülmektedir. Bu fonksiyonda digitalWrite komutu ile 13. pin high konumuna getirilmekte ve led yakma işlemi gerçekleştirilmektedir. Delay komutu ile gecikme işlemi gerçekleştirilmekte ve yine digitalWrite komutu ile 13. pin low konumuna çekilmektedir. Son olarak tekrar bir gecikme işlemi gerçekleştirilmekte ve program sonlandırılmaktadır. Bu program parçacığı

ile 13 numaralı led 1 sn aralıklarla yakılıp, söndürülmektedir. Kodun çalıştırılmasının ardından yapılacak işlem bu kod parçacığının derlenerek karta yüklenmesi işlemidir. Şekil 3’de bu işlemi gösteren bir ekran görüntüsü verilmektedir. Öncelikle Tik işaretine tıklanarak kodun doğrulanması işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemden sonra sağ yönlü ok işaretine tıklanarak kod parçacığının karta gömülmesi işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 3. Doğrulama ve yükleme işlemleri

4.1. Lab. Hazırlık Soruları

1. Arduino Uno’nun dijital çıkış pinlerini kullanarak trafik ışıklarını simüle eden uygulamayı oluşturunuz?
2. Arduino Uno üzerinde bağlı butona basıldığında led’i yakan, aksi durumda söndüren uygulamayı veriniz?
3. 8 bitlik ikilik sayıcıyı butona bağlı olarak gerçekleştiren ve 8 bitlik led dizisi üzerinde gösterecek uygulamayı veriniz?
4. 7-Segment display kullanarak onluk sistemde 0-9 arası sayan sayıcı uygulamasını gerçekleştiriniz?
5. 4. soruda istenen uygulamayı 0-99 arası sayabilecek şekilde geliştiriniz?
6. Arduino Uno’ya 2x16 LCD bağlayarak, bu LCD üzerinde ilk satıra adınız ve soyadınızı, ikinci satıra ise okul numaranızı yazdırınız?
7. Arduino üzerine bağlamış olduğunuz LCD’ye kayan yazı oluşturacak şekilde adınızı yazdırınız?
8. C# .Net platformu üzerinde gerçekleştireceğiniz bir arayüz programı aracılığıyla arduino uno üzerindeki 13 numaralı led’i yakan ve söndüren bir uygulamayı veriniz?

KAYNAKLAR

[1] http://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6m%C3%BCl%C3%BC_sistem

[2] <http://www.fpganedir.com/embedded/index.php>

[3] Coşkun TAŞDEMİR, “Arduino”, 288 syf, İstanbul, 2012.

[4] <http://arduino.cc/>

[5] <http://arduinoturkiye.com/>

[6] <http://arduinoturkiye.com/arduino-web-seminerleri/>

[7] <http://shieldlist.org/>

[8] <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>