

# Programlama Lab. II, 2020-2021 Dönemi Proje 2: En Az Sayıda Banknot Para Üstü Verme

Kubilay Kaplan, Suat Yücelen  
180201123, 180201131

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
Kocaeli Üniversitesi

**Özet:** Bu makalede; mikrodenetleyici geliştirme kartı kullanılarak, minimum sayıda banknot ile para üstü veren araç yıkama otomati temeline dayanan bir uygulamanın geliştirme süreci incelenmiştir.

## I. GİRİŞ

Geliştirilen uygulama; kullanıcının bir araç yıkama otomatına para yükleyerek çeşitli hizmetleri seçmesi ve akabinde minimum sayıda banknot kullanılarak para üstünü alması çerçevesinde özetlenebilir.

Uygulama mikrodenetleyici ortamında çalıştırılmaktadır. Kullanıcı; fiziksel olarak gerçekleşen devrede bulunan butonlar aracılığıyla para yükleme, hizmet seçimi, ekran geçişleri, para üstü alma gibi işlemleri gerçekleştirmekte ve tüm bunların takibini LCD panel üzerinden yapabilmektedir.

## II. PROBLEM ÇÖZÜM VE UYGULAMA

### A. Yararlanılan Teknolojiler

Uygulama, Energia IDE platformunda, platformun kendine has C/C++ tabanlı dili ile geliştirilmiştir. Geliştirme kartı olarak Tiva C Serisi LaunchPad kullanılmıştır. Kurulan fiziksel devrede ise Nokia 5110 LCD panel, 6 adet buton, 6 adet 10k ohm direnç ve 1 adet 10k ohm potansiyometre, 2 adet breadboard ve çok sayıda jumper kullanılmıştır.

### B. Probleme Çözüm Yaklaşımı

Uygulamanın geliştirme kartı üzerinde çalıştırıldığı göz önünde bulundurularak; girdi ve çıktıların tamamen fiziksel ortamda gerçekleştirilmesinin daha uygun olduğu düşünülmüştür. Bu doğrultuda; uygulamada girdi aracı olarak 6 buton, çıktı aracı olarak da launchpad üzerindeki RGB LED ve devreye haricen bağlanmış LCD panel kullanılmıştır. Butonların ve LCD panelin kullanım rahatlığı açısından devre elemanları iki adet breadboard üzerinde tutulmuştur.

Arduino temelli platformlara has ve özel bir fonksiyon olan `void loop()` içinde, koşul kontrolleri kullanılarak uygulama basit düzeyde para yükleme ve

hizmet seçimi olarak 2 ayrı aşamaya ayrılmıştır. Bu sayede butonlar her iki aşamada farklı işlevleri yapmaktadır.

Çıktı aracı olarak sadece fiziksel ortam tercih edildiği için; çözünürlük, kullanım rahatlığı ve kolaylığı bakımından devrede Nokia 5110 LCD panel kullanılmış ve ilgili kütüphaneleri de geliştirme ortamına eklenmiştir. Ayrıca banknot sayısı ve hizmet stoklarına dair değişkenlerinde bulunan değerlerin saklanması amacıyla EEPROM bellek birimi kullanılmıştır.

### C. Fiziksel Tasarım

#### C.1. Geliştirme Kartı

Geliştirme kartı olarak Texas Instruments firmasının Tiva C serisine ait TM4C123GXL modeli launchpad kullanılmıştır. Launchpad 32-bit ARM Cortex-M4 tabanlı olup; 256 kb FLASH, 32 kb SRAM ve 2 kb EEPROM bellek birimlerine sahiptir. Üzerinde 6 port ve 40 pin bulunduran kapsamlı bir geliştirme kartıdır.

#### C.2. Devre Elemanları

Devrede 6 adet dört ayaklı buton ve bunlara bağlı 6 adet 10k ohm direnç kullanılmıştır. Nokia 5110 Blue model LCD panel ve ekran ışığını kontrol etmek amacıyla 10k değerinde potansiyometre kullanılmıştır. Çıktı aracı olarak launchpad üzerinde bulunan RGB LED kullanılmış, harici LED kullanılmamıştır. Rahat kullanım açısından devre elemanları 2 adet breadboard üzerine yerleştirilmiştir.

#### C.3. Portlar ve Pin Eşleştirmeleri

A, B, D, E portları ve toplamda 13 adet pin kullanılmıştır.

Nokia 5110 LCD/Buton	TM4C123GXL
RST (modül sıfırlama)	PB5
CE (çoklu SPI)	PA7
DC (kaydedici seçimi)	PA2
Din (veri transferi)	PB7

Clk (saat kaynağı)	PB4
Vcc (2.7-3.3 volt)	+3.3v
BL (arka plan ışığı)	+3.3v
GND (toprak hattı)	GND
Buton 1	PE2
Buton 2	PE1
Buton 3	PD3
Buton 4	PD2
Buton 5	PD1
Buton 6	PD0

## D. Yazılım Tasarımı

### D.1. Geliştirme Ortamı

Energia IDE (Integrated Development Environment), Arduino temelli bir geliştirme ortamıdır. Arabirimi, kullanılan kod yazım dizimi ve değişken tanımlamaları Arduino ile oldukça benzer olup, dil C/C++ tabanlıdır.

Yazılan programlara sketch adı verilir ve kaydedildiklerinde .ino uzantısı alırlar. Energia IDE, launchpadlerle iletişim kurar ve yazılan programı Flash bellek birimine yükler.

### D.2. Kütüphaneler

**energia.h:** “pinMode, digitalRead, digitalWrite” gibi desteklenen launchpadler üzerinde hakimiyeti sağlayan fonksiyonları bulundurmasının yanı sıra, temel ve standart C/C++ kütüphanelerinin bir bileşimi hüviyetindedir.

**SPI.h:** Launchpadi birincil (master) cihaz olarak kullanarak, çevresel cihazlarla iletişim kurma imkanı sağlayabilen bir kütüphanedir. “SPI.begin(), SPI.setClockDivider()” gibi fonksiyonlarla çevresel cihazlarla olan iletişimin başlangıcı, clock ayarı vs. gibi kontroller sağlanır.

**EEPROM.h:** TM4C123GXL modelinde 2 kb olarak bulunan EEPROM bellek biriminde yazma, okuma, güncelleme gibi “EEPROM.write, EEPROM.read, EEPROM.update” fonksiyonlarını barındıran kütüphanedir. Bu fonksiyonlar aracılığıyla EEPROM’da bulunan 8 bitlik adreslere temel olarak veri yazılabilir ve okunabilir.

**LCD\_5110\_SPL.h:** Nokia 5110 Blue model LCD paneli kullanmak için hazırlanmış oldukça güçlü bir kütüphanedir. Kontrast ayarlamadan, ekran parselizasyonu ve grafik çizdirmeye kadar birçok fonksiyon barındırır. Bu uygulamada ağırlıklı olarak font seçimi “setFont()”, ekran temizleme “clear()”,

metin yazdırma “text, copytoscreen” gibi fonksiyonlar ağırlıklı olarak kullanılmıştır.

### D.3. Ana Fonksiyonlar

**setup:** Sketch taslağının iki özel fonksiyonundan ilkidir. Karta her güç verildiğinde veya resetlendiğinde sadece bir kez çalışır. Bu uygulamadaki void setup() fonksiyonunda; pinlerin giriş çıkışları, SPI ayarları, EEPROM kontrolü, LCD ekran ayarları ve random sayı gibi gerekli ayar ve düzenlemeler yapılmaktadır.

**loop:** Sketch taslağının iki özel fonksiyonundan diğeridir. Sonsuz bir döngü halinde çalışır. Programı şekillendiren algoritmanın neredeyse tamamını oluşturan fonksiyonlar burada yer alır veya çağrılır.

**initPinModes():** Pin giriş/çıkışlarını belirler.

**bellektenOku():** Kasa ve hizmet değişkenlerini EEPROM’daki adreslerden okur.

**bellegeYaz():** Kasa ve hizmet değişkenlerini EEPROM’daki adreslere yazar.

**paraYuklemeEkranı:** Para yükleme aşamasında, butonlara basıldıkça yüklenen banknotu ve toplam miktarı ekrana yazar.

**buton5TL, buton10TL, buton20TL, buton50TL, buton100TL:** Para yükleme aşamasında sırasıyla 1,2,3,4 ve 5. butonlara basıldıkça belirtilen banknot tutarında yükleme yapar.

**yuklemeBitis:** 6.butona basılması halinde ilk aşamayı sonlandırır ve hizmet seçim menüsünü ekrana yazdırır.

**yetersizBakiyeEkranı:** Seçilen hizmetin bedeli, yüklenen bakiyeden yüksekse ekrana hata mesajı yazar.

**hizmetEkranı:** Hizmet seçimi yapıldıkça seçilen hizmetlerin miktarını, kalan stok miktarını ve kalan bakiyeyi ekrana yazdırır.

**yetersizStokEkranı:** Seçilen hizmet için yeterli stok olmaması durumunda ekrana hata mesajı yazar.

**kalanHizmetlerEkranı:** Başarılı işlemi takiben hizmetlerin son stok durumunu ekrana yazdırır.

**kalanKasaEkranı:** Başarılı işlemi takiben kasada bulunan banknot sayıları ve toplam para durumunu ekrana yazdırır.

**kasaStokAyarla:** Sayıcı değişkenlerindeki değerleri kullanarak kasa ve stokta güncelleme yapar.

**secimleriSifirla:** Hizmet seçim aşamasını resetlemeyi sağlar.

**paraBoz:** Para miktarı ve banknot çeşitlerine göre minimum sayıda banknot kullanılarak para üstü verilmesini sağlar.

**kopuklemeButon, yikamaButon, kurulamaButon, cilalamaButon:** Hizmet seçim aşamasında sırayla 1,2,3 ve 4. Butonlara basıldıkça belirtilen hizmetleri seçer.

**resetButon:** Hizmet seçim aşamasında 6.butona basıldığında, seçilen hizmetlerin sıfırlanmasını, ilk yüklenen para miktarına dönülmesini ve baştan hizmet seçim yapılmasını sağlar.

**secimBitis:** Hizmet seçim aşamasında 5.butona basıldığında seçim işlemini bitirir. Sayaçları sıfırlar, kasa ve stok bilgilerini günceller ve akabinde değişkenleri EEPROM'a yazar. Güncel stok ve kasa bilgilerini sırayla ekrana yazdırır.

#### E. Programın Çalıştırılması

- Energia IDE yüklenir.

<https://energia.nu/download/>

- Tiva C serisine ait SDK, TivaWare yüklenir.

<https://www.ti.com/tool/SW-TM4C>

- Energia ile TivaWare kütüphaneleri arasındaki -eğer varsa- hatalı yol sorunu giderilir.

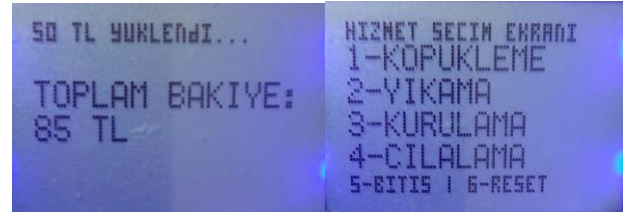
<https://www.melsis.com.tr/blogSingle/energia-eeeprom-was-not-declared-scope-hatasi-icin->

- Proje dosyasında bulunan Nokia5110\_LCD klasöre çıkartılır ve Energia IDE'ye ait dizinde yer alan "libraries" klasörüne atılır.
- Energia açılır, "Tools" menüsünden board ve port seçimleri yapılır.
- "File" menüsünden "Open" seçeneği ile .ino uzantılı proje dosyası seçilir ve metin editörünün üstünde yer alan araç çubuğundaki "Upload" seçeneği tıklanarak, programın geliştirme kartındaki Flash memory belleğine yüklenmesi sağlanır.
- LCD panel üzerinde menü, para yükleme, hizmet seçimi ve bilgilendirme ekranları kullanıcıya ayrıntılı bilgi verecek şekilde tasarlanmıştır. Buton:1 ekranlar arasındaki geçişi sağlar. İlk aşamada Buton:1-5 para yükleme işlevini, Buton:6 para yükleme aşamasını bitirme işlevini üstlenir. İkinci aşamada ise Buton:1-4 hizmet seçim işlevini, Buton:5 hizmetlerin resetlenmesi ve Buton:6 ise hizmet seçim aşamasını bitirme işlevini üstlenir.

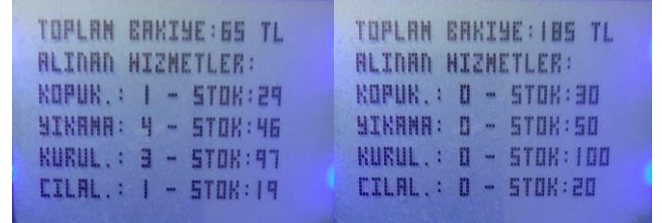
#### F. Uygulamaya Ait Ekran Görüntüleri



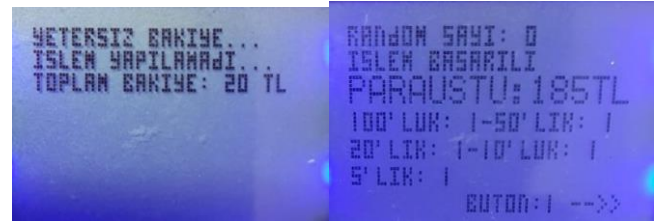
Karşılama ekranı ve ardından gelen para yükleme bilgileri ekranı.



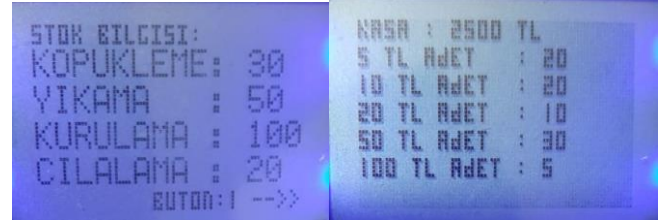
Para yükleme ekranı ve bitiş butonuna basılmasının ardından gelen hizmet seçim bilgileri ekranı.



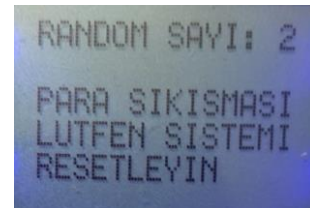
Hizmet seçim ekranında işlem yapılıyorken ve resetlendikten sonraki ekran.



Seçilen hizmet tutarından düşük bakiye olmasında durumunda kullanıcıya verilen yetersiz bakiye ekranı & random sayının 2 gelmemesi ve para üstünün tam verilmesi halinde gelen başarılı işlem ekranı.



Para üstünün alınmasının ardından kullanıcıya gösterilen güncel stok ve kasa bilgileri. Kasa bilgilerinin gösterildiği ekrandan sonra dilendiği takdirde tekrardan en başa dönülebilmektedir.



Random sayının 2 gelmesi halinde kullanıcıya para sıkışması gerçekleştiğini ve sistemin resetlenmesi gerektiğini bildiren ekran.

#### G. Akış Şeması

Ek-1'de bulunmaktadır.

### III. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

#### A. Karşılaşılan Problemler

- Projenin gerçekleşmesinde fiziki ortam veya simülasyon kullanımı konusunda ikilem yaşanmasına rağmen; uygulamanın veriliş amacı göz önüne alındığında fiziki ortamda uygulamayı geliştirmenin daha faydalı olduğu düşünüldü.
- Geliştirme platformu konusunda diğer seçenekler IAR, Keil ve Code Composer Studio idi. Son tahlilde Energia üzerinde karar kılındı.
- Çıktı aracı olarak “Serial Port Monitor”, “LCD panel” ve hibrit bir sistem düşünüldü. Son tahlilde gelişmiş bir LCD panel tercih edilerek, tüm çıktıların buradan takibi amaçlandı.
- Uygulama isterlerinde verilen .txt dosyası üzerinden okuma ve yazma işlemlerini, Flash belleğindeki kodu çalıştıran bir mikrodenetleyicinin yapmasının mümkün olmadığına kanaat getirildi. İsterin temel mantığının iki şekilde gerçekleştirilebileceği düşünüldü. Bunlar FAT16 dosya sistemine sahip bir SD kartı fiziksel devreye bağlamak veya kod içinde verilen kasa ve stok değişkenlerini EEPROM üzerinden kullanmaktı. EEPROM belleği kullanmak tercih edildi.
- Fiziki devrede bulunan LCD panelde görüntünün silinikleşmesi problemi yaşandı. Arka plan ışığının potansiyometreye bağlanması ve panelin de arka yüzeyinin desteksiz kalmaması ve sabit durması amacıyla devreye ikinci bir breadboard dahil edilerek panelin buraya yerleştirilmesi sonucunda problem giderildi.

#### B. Kazanımlar

- Mikrodenetleyicide debugging yapıldı.

- Texas Instruments Tiva C Serisi TM4C123GXL LaunchPad geliştirme kartını efektif bir şekilde kullanılmaya başlandı.
- Fiziksel devre tasarlama ve devre bileşenlerini kullanma konusunda pratik kazanıldı.
- Kart ve çevre birimlerinin bağlantı ve iletişimlerinin nasıl kurulacağı öğrenildi.
- Geliştirme kartı üzerinde bulunan Flash, SRAM, EEPROM bellek türlerinin kullanıldığı ve EEPROM üzerinde nasıl işlem yapılacağı öğrenildi.
- Bit işlemleri konusunda bilgi ve tecrübe artırımı sağlandı.

#### C. Sonuç

Girdi ve çıktıların fiziksel ortamda gerçekleştiği bu uygulamada tüm proje isterleri yerine getirilmiştir.

### IV. KAYNAKÇA

- [1][https://github.com/kitsook/TM4C123\\_temperature](https://github.com/kitsook/TM4C123_temperature)
- [2]<https://www.mcu-turkey.com/wp-content/uploads/2011/03/EnergiaProgramlama.pdf>
- [3]<https://www.youtube.com/watch?v=oAbflsG2ZGQ>
- [4]<https://www.youtube.com/watch?v=km3grMQIqNs>
- [5][https://energia.nu/guide/#\\_tutorials](https://energia.nu/guide/#_tutorials)
- [6] <https://www.melsis.com.tr/blogSingle/energia-eeprom-was-not-declared-scope-hatasi-icin->



Ek-1 Akış Şeması

