

ARDUİNO TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK TARLA İÇİN RADYASYON KAPI KONTROLÜ TASARIMI

Kıyas KAYAALP *, Suat ÖZKORUCUKLU

Özet

Günümüzde, dünyanın bazı ülkelerinde sayıları binlerle ifade edilebilen, hızlandırıcı merkezleri farklı bilim dallarına (Fizik, Tıp, Genetik, Arkeoloji, Ulusal Güvenlik, Enerji Üretimi, Madencilik, vb.) hizmet etmektedir. Hızlandırıcı merkezleri operasyonları nedeniyle ani ve dolaylı radyolojik kirlenmeye neden olduklarından, radyasyon üreten bu tesislerde radyasyon güvenliği en önemli unsurlardan birisidir. Bu çalışmada, TARLA (Ankara Türk Hızlandırıcı ve Radyasyon Laboratuvarı) tesisinin radyasyon güvenliği sisteminde bulunan, radyasyon kapılarının Arduino teknolojisi ile kontrolü amaçlanmaktadır. Tesiste bulunan 3 radyasyon kapısının kontrolü, 10 arama ve 7 acil durum butonu ile gerçekleştirilmiştir. Kapıların açılması, kapanması için kullanılan motor sürücü devrelerinin kontrolü ile ışıklı ve sesli uyarı panolarının kontrolünü sağlayan program, Arduino IDE kod editöründe yazılarak, Arduino karta yüklenmiştir. Arduino Mega 2560 kart ve 4 elektronik kart ile oluşturulan sistemin, ayrıca C# programıyla yazılan arayüz ile de uzaktan erişimi ve kontrolü sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arduino, Parçacık Hızlandırıcıları, Radyasyon Güvenliği, Radyasyon Kapı Kontrolü.

RADIATION DOOR CONTROL DESIGN USING ARDUINO TECHNOLOGY FOR TARLA

Abstract

Nowadays, accelerator centers in some countries of the world, that can be expressed in thousands, serve on different science disciplines (Physics, Medicine, Genetics, Archeology, National Security, Energy Production, Mining etc.). Due to accelerator centers causes immediate and indirect radiological contamination because of their operations, radiation safety is one of the most important issues in these facilities that produces radiation. In this study, control of radiation gates which are used in the radiation safety system of Turkish Accelerator and Radiation Laboratory at Ankara (TARLA) by using Arduino technology is intended. The control of 3 radiation gates achieved by 10 search and 7 emergency buttons. The software providing both the control of motor driving circuits used for opening and closing the gates and the control of illuminated and voiced warning boards is developed in Arduino IDE code editor and loaded to Arduino card. Remote access and control of the system which made with Arduino Mega 2560 card and 4 electronic boards is provided by a software written by C# programme.

Key Words: Arduino, Particle Accelerator, Radiation Safety, Control of Radiation Door.

1. Giriş

Hızlandırıcılar çalışmaya başladıkları anda buldukları ortamda radyasyon üretilmesine neden olmaktadır. Çalışan personelin üretilen bu radyasyondan korunması için radyasyon güvenliği sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Radyasyon güvenlik sistemleri genel olarak Personel Güvenlik Sistemi ve Makine Koruma Sistemi olarak ikiye ayrılmaktadır. Personel

* Süleyman Demirel Üniversitesi, Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksekokulu, Uluborlu, Isparta, Türkiye.

E-posta: kiyaskayaalp@sdu.edu.tr

Güvenlik Sisteminde; personelin hızlandırıcı binasına ve test laboratuvarına giriş-çıkışlarının kontrolü, çalışma sonrası aldıkları doz miktarlarının tespiti, radyasyon kapı kontrolü ve havalandırma sistemlerinin kontrolü bulunmaktadır.

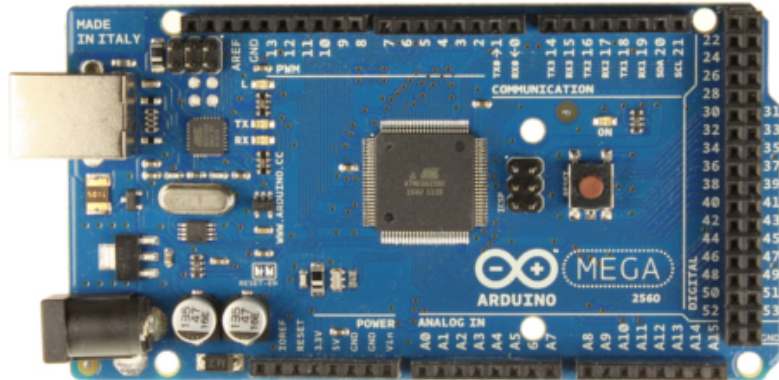
Birçok hızlandırıcı merkezinde radyasyon kapılarının kontrolü PLC (Programmable Logic Controller) ile yapılmaktadır. NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center - Taiwan) için yapılan Radyasyon Güvenlik Kilitleme Sistemi üç katman olarak tasarlanmıştır. Alt seviyede bulunan radyasyon kapılarının kontrolü PLC'ler ile gerçekleştirilmiştir (Chen,2005). X ışınımlı Serbest Elektron Lazeri (XFEL-DESY) tesislerinde güvenlik kilitleme sistemini PLC üzerinde çalışan bir yazılımla gerçekleştirmişlerdir (Penno,2008).

Bu çalışmada ise Arduino Mega 2560 kartı, hızlandırıcı, salındırıcı ve bremsstrahlung odalarında bulunan Arama ve Acil Durum butonlarının kontrolü ile Radyasyon Güvenlik Kapılarının açılmasını ve kapanmasını sağlayan motorların kontrolünü, hızlandırıcı, salındırıcı ve bremsstrahlung odalarının girişlerinde bulunan ışıklı ve sesli uyarı panolarının kontrolünün prototip olarak geliştirilmesinde kullanılmıştır. Arduino kartı, açık kaynak kodlu ve piyasadaki diğer mikrodenetleyicilere göre daha ucuz donanımlara sahip olması, kolay programlanabilmesi açısından tercih edilmiştir. Sisteme uzaktan erişim ve kontrol ise C# ile yazılan arayüz ile sağlanmıştır.

2. Arduino Teknolojisi

Arduino, Atmel'in AVR serisi mikrodenetleyicileri üzerine kurulmuş, prototip oluşturma aşamasını kolaylaştıran, ek genişlemeler için konnektörlere ve bu konnektörlere takılabilen shield adı verilen eklentilere sahip bir platformdur (Arduino,2014).

Arduino Mega 2560, ATmega2560 tabanlı bir Arduino kartıdır (Şekil 1). 54 dijital I/O pini vardır. Bunların 14 tanesi PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 16 analog girişi, 4 UART (serial port), 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, adaptör girişi, ICSP çıkışı ve bir reset butonu vardır (Çizelge 1).



Şekil 1. Arduino Mega 2560 Mikrodenetleyicili Kartı (Arduino,2014)

Arduino Duemilanove ve Diecimila için tasarlanmış tüm eklentilere uyumludur. Arduino Mega 2560 Arduino Mega'nın yerini alan gelişmiş versiyonudur (ArduinoTürkiye, 2014).

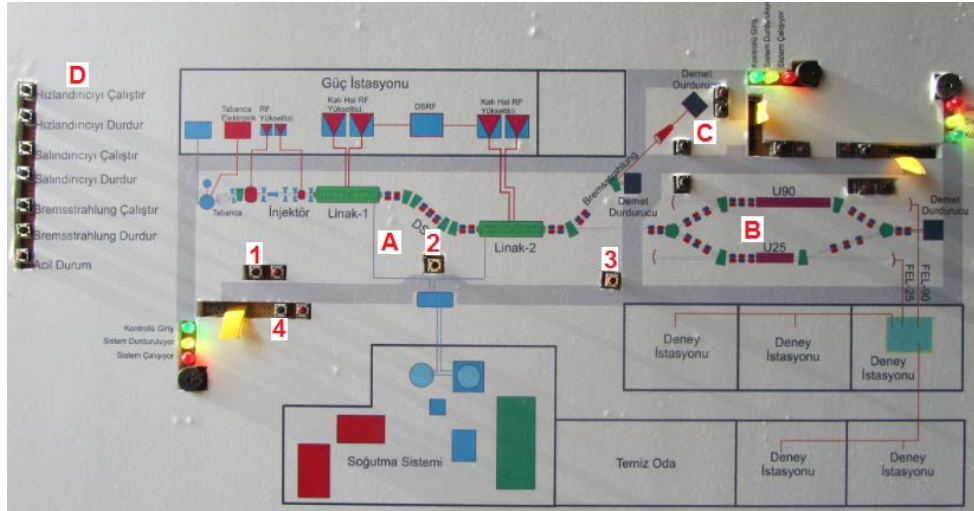
Çizelge 1. Arduino Mega 2560 Kartının Özellikleri

Mikrodenetleyici	ATmega2560
Çalışma Gerilimi	5V
Besleme Voltajı (Önerilen)	7-12V
Besleme Voltajı (Limit)	6-20V
Dijital I/O Pinleri	54 (14ü PWM çıkışı)
Analog Giriş Pinleri	16
I/O Pinlerinin Akımı	40 mA
3.3V Pini Akımı	50 mA
Flash Bellek	256 KB (8kB'ını bootloader kullanıyor)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Frekansı	16 MHz

54 dijital giriş çıkış pinlerinin hepsi pinMode(), digitalWrite(), ve digitalRead() fonksiyonları kullanılarak giriş veya çıkış olarak kullanılabilir. 5 voltta çalışırlar ve her pin maksimum 40mA giriş veya çıkış sağlar (ArduinoTürkiye, 2014).

3. Çalışmanın Yapısı

Şekil 2’de görülen çalışmada TARLA dört bölümden oluşmaktadır; ana hızlandırıcı bölümü (LINAC) (A), salındırıcı bölümü (B), Bremstrahlung bölümü (C) ve kontrol odasıdır (D). Hızlandırıcılar çalıştırıldıkları andan itibaren radyasyon üretilmeye başlanır ve hızlandırıcı durdurulduktan sonra bile ortamda en az 20 dakika boyunca radyasyon bulunur. TARLA’da çalışan personelin ve ziyaretçilerin (deneysel amaçlı ve diğer) radyasyondan en az etkilenmeleri için LINAC, salındırıcı ve bremstrahlung odalarına giriş-çıkış işlemlerinin kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir.



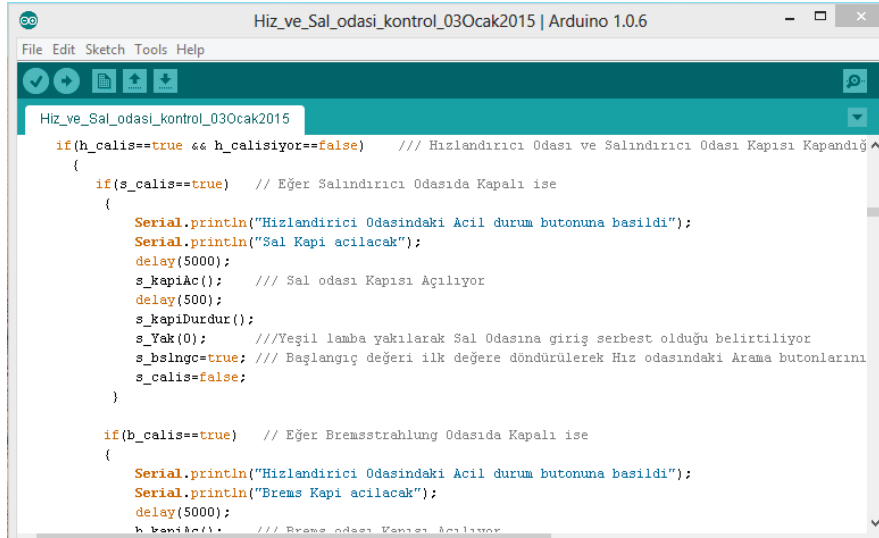
Şekil 2. TARLA prototipi

TARLA’da LINAC ve diğer odaların kapısının kapanabilmesi, arama (devriye) butonları (1-2-3-4 numaraları ile gösterilenler) ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 2). Her odada ve odanın dışında bulunan arama butonlarına sırası ile basılır ve böylece radyasyon güvenlik kapıları otomatik olarak kapanır. Ayrıca kapıların kapanması ve açılması esnasında sesli uyarı sistemleri çalışan personeli uyarmak için çalışır. Odalarda arama butonlarının haricinde

beklenmeyen durumlar için her odanın içinde ve dışında birer tane acil durum butonu bulunmaktadır. Bu butonlar ile de sistem otomatik olarak durdurulabilmektedir. Her odanın girişinde bulunan ışıklı uyarı levhaları ile de odaya “Kontrollü Giriş” yapılabileceği, “Sistemin Çalıştığı” ve “Sistemin Durdurulduğu” bilgileri çalışan personele aktarılmaktadır.

3.1. Radyasyon kapı kontrolü yazılımı

Çalışmada 10 adet arama butonu, 7 adet acil durum butonu, 6 adet (her oda için ayrı ayrı) sistemi çalıştırma ve durdurma butonu, 3 adet sesli uyarı sistemi, 3 adet ışıklı uyarı levhası ve 3 adet radyasyon kapılarının açılması ve kapanması için motor ve motor sürücü devresi kullanılmıştır.



```

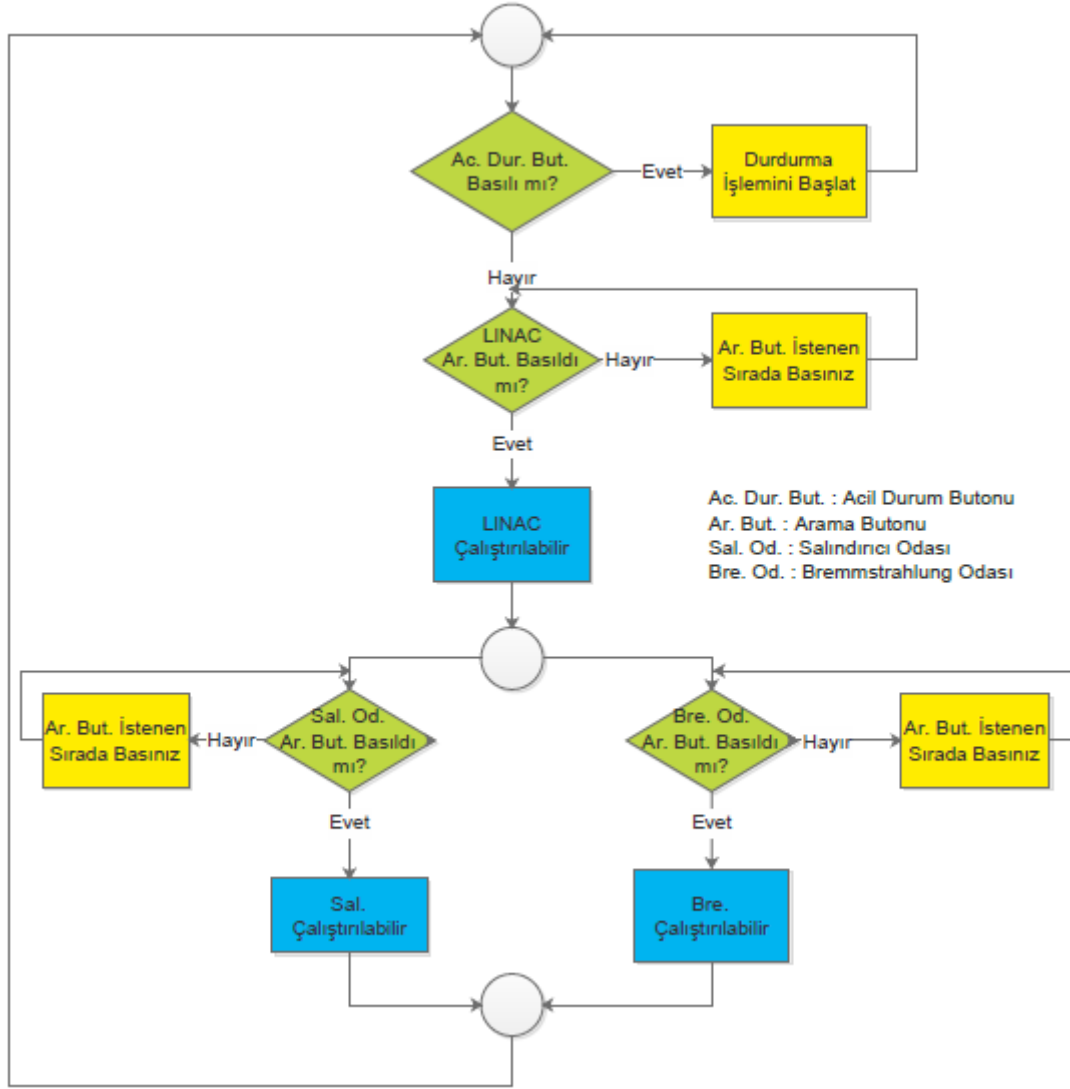
Hiz_ve_Sal_odasi_kontrol_03Ocak2015 | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
Hiz_ve_Sal_odasi_kontrol_03Ocak2015
if(h_calis==true && h_calisiyor==false) // Hizlendirici Odası ve Salındirici Odası Kapalı ise
{
  if(s_calis==true) // Eğer Salındirici Odasında Kapalı ise
  {
    Serial.println("Hizlendirici Odasındaki Acil durum butomuna basıldı");
    Serial.println("Sal Kapi acilacak");
    delay(5000);
    s_kapiAc(); // Sal odası Kapısı Açılıyor
    delay(500);
    s_kapiDurdur();
    s_Yak(0); //Yeşil lamba yakılarak Sal Odasına giriş serbest olduğu belirtiliyor
    s_bslngc=true; // Başlangıç değeri ilk değere döndürülerek Hiz odasındaki Arama butonlarını
    s_calis=false;
  }

  if(b_calis==true) // Eğer Bremsstrahlung Odasında Kapalı ise
  {
    Serial.println("Hizlendirici Odasındaki Acil durum butomuna basıldı");
    Serial.println("Brems Kapi acilacak");
    delay(5000);
    b_kapiAc(); // Brems odası Kapısı Açılıyor
  }
}

```

Şekil 3. Arduino IDE kod editöründe yazılan radyasyon kapı kontrolü programı

Gerçekleştirilen çalışmanın yazılım kodlarından küçük bir kısmı Şekil 3’de verilmiştir. Arduino IDE kod editörü ile yazılan programda ilk önce, Arduino Mega2560 üzerinde bulunan portların hangi amaçla (çıkış veya giriş) kullanılacağı tanımlandı. Programın yapısında bulunan loop döngüsü içerisindeki kodlar sırayla çalıştırılır, sona gelince loop döngüsü içindeki kodlar tekrar çalıştırılır. Çalışmada birinci önceliğe sahip olan acil durum butonlarının kontrolü olduğu için loop döngüsü içinde ilk önce bu butonların durumu öğrenildi. Her üç odada ve kontrol odasında ki acil durum butonlarının durumlarına göre ayrı ayrı fonksiyonlar yazıldı. Daha sonra programın akışında radyasyon kapılarının kapanması için gerekli olan ve her odada bulunan kontrol (araştırma) butonlarının durumunu kontrol eden fonksiyonlar yazıldı. Loop döngü bloğunun dışında ise radyasyon kapılarının açılıp kapanmasını sağlayan motor sürücü devrelerinin kontrol yazılımı ve ayrıca ışıklı gösterge panellerinin kontrolünü yapan fonksiyonlar yazıldı. Arduino IDE kod editöründeki loop döngüsü içerisinde gerçekleşen sürecin algoritması Şekil 4’de gösterilmiştir.

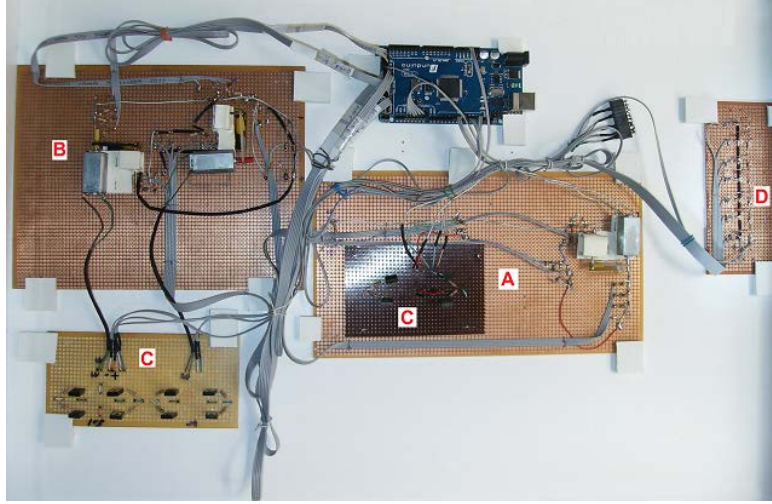


Şekil 4. Gerçekleştirilen yazılımın çalışma algoritması

3.2. Yazılımın kontrol devresi ile iletişim yapısı

Gerçekleştirilen bu çalışma TARLA radyasyon kapıları kontrol otomasyonu olduğundan dolayı, sadece yazılım ile bu çalışma gerçekleştirilmemektedir. Basılan butonların kontrolü, ışıklı uyarı levhalarının kontrolü, kapıların açılıp/kapanmasını sağlayan motorların ileri geri hareket etmeleri gerekmektedir. Bu görevleri kontrol edilecek birimlere aktarmak için elektronik devre sistemlerine ihtiyaç vardır. Sistem 5 elektronik kart üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 5);

- (A) Ana hızlandırıcı odası,
- (B) Salındırıcı ve Bremsstrahlung odaları,
- (C) Motor sürücü devreleri (H köprüsü),
- (D) Kontrol odası.



Şekil 5. Sistemi oluşturan elektronik kartlar

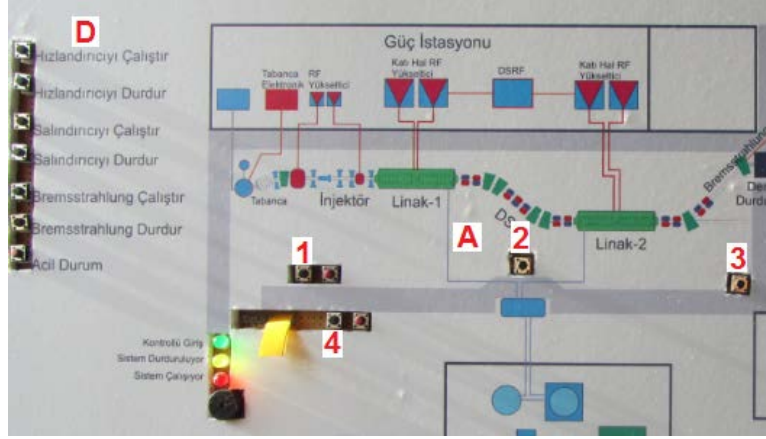
Otomasyonda kullanılan,

- A kartı üzerinde 4 adet arama butonu, 2 adet acil durum butonu, 1 adet kapı hareket motoru, ışıklı gösterge paneli ve sesli uyarı sistemi,
- B kartı üzerinde 6 adet arama butonu, 4 adet acil durum butonu, 2 adet kapı hareket motoru, 2 adet ışıklı gösterge paneli ve 2 adet sesli uyarı sistemi,
- C kartının birinde (sağdaki) 1 adet H köprüsü, diğerinde ise 2 adet H köprüsü
- D kartı üzerinde 6 adet sistemi çalıştırma-durdurma butonu, 1 adet acil durum butonu bulunmaktadır.

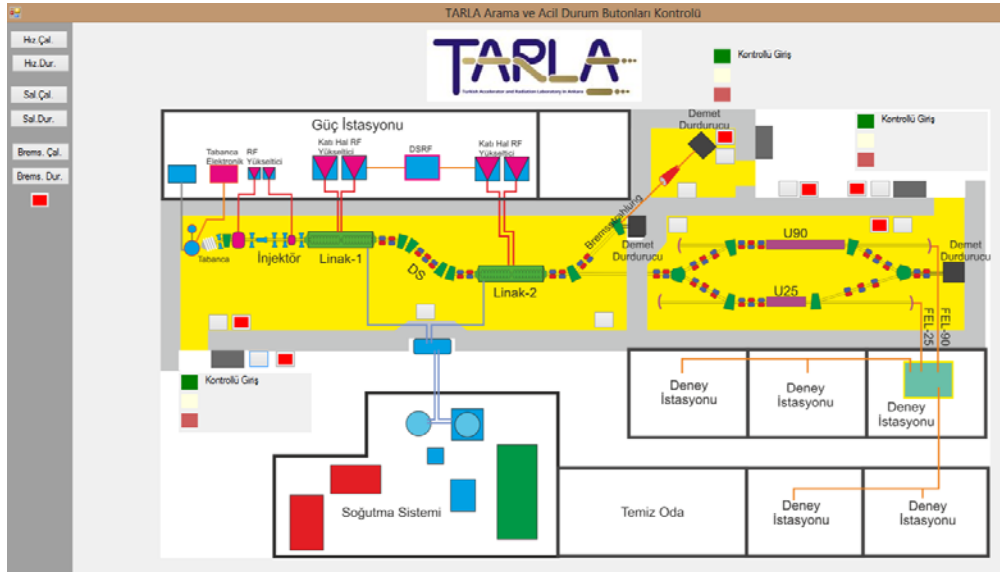
Arduino IDE kod editörü ile yazılan kontrol programı USB bağlantısı ile Arduino Mega 2560'a gönderilir. Bundan sonra sistem ister harici bir adaptörle veya batarya ile çalıştırılabilmektedir.

3.3. Yazılımın çalışması

Sistemin çalışması için ilk önce LINAC bölümünde bulunan 1-2-3-1-4 numaralı arama butonlarına verilen sıra ile basılınca radyasyon kapısının kapanacağını belirten sesli ikaz duyulacaktır ve kapı kapanacaktır (Şekil 6). Ayrıca kontrol odasında bulunan ve sistemi uzaktan takip etmeye yarayan Microsoft Visual Studio'da bulunan C# programı ile yazılan arayüzle de hangi butonların (arama veya acil) basıldığı, hangi kapıların kapandığı ve hangi odaların çalışmaya hazır hale geldiği de takip edilebilmektedir (Şekil 7). LINAC bölümü çalıştırılmaya hazırdır, kontrol odasında bulunan "Hızlandırıcıyı Çalıştır" butonuna (D) basarak LINAC bölümü (A) çalıştırılır ve ışıklı uyarı panelinde kırmızı ışık yanarak sistemin çalıştığı ortamda bulunan personele bildirilir (Şekil 6).

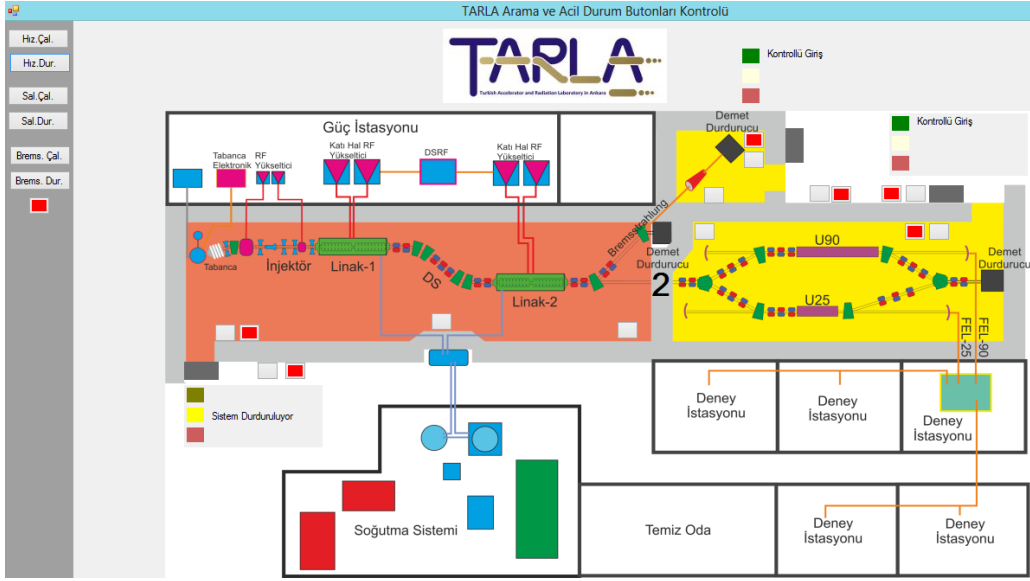


Şekil 6. LINAC bölümü arama butonları, acil durum butonları, ışıklı uyarı ve sesli uyarı sistemi



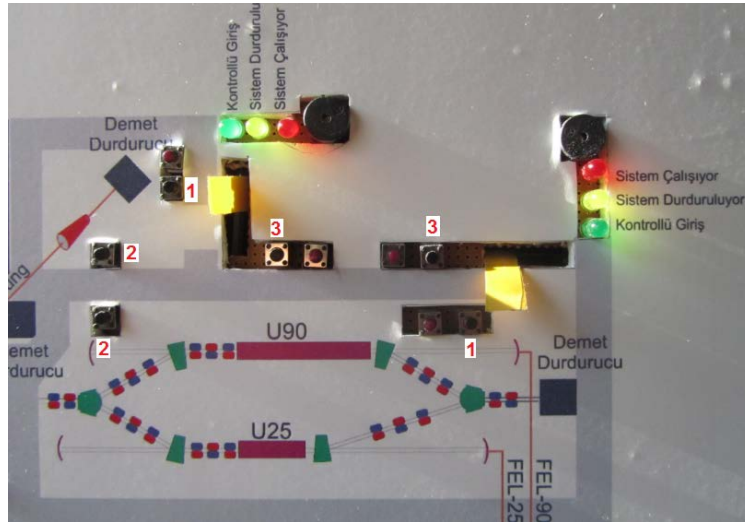
Şekil 7. TARLA radyasyon kapı kontrollerinin uzaktan takip ekranı

Sistem normal olarak durdurulmak istenirse kontrol odasında bulunan “Hızlandırıcıyı Durdur” butonuna basarak hızlandırıcı normal bir şekilde durdurulur (Şekil 6). Durdurma işlemi sırasında 20 dakikalık bir bekleme süresi vardır, çünkü hızlandırıcı çalıştığı anda oda içerisinde oluşan havadaki radyasyonun temizlenmesi gerekir. Ama prototip de bu süre 5 saniye olarak tasarlandı. Durdurma işlemi başladığında ışıklı uyarı panosunda sarı renkli lamba yanar ve böylece sistemin durdurulduğu bilgisi çalışanlara verilir. Ayrıca kontrol odasında bulunan radyasyon kapı kontrolleri uzaktan takip ekranında da bekleme süresi ve “Sistemin Durdurulduğunu” gösteren sarı renkli ikaz lambasının aktif olduğu görülebilmektedir (Şekil 8). Üstelik uzaktan takip ekranında çalışan bölümler ile çalışmayan bölümler farklı renklerde gösterilerek hangi bölümün aktif olduğu daha rahat anlaşılmaktadır. Yine radyasyon kapısı açılmadan önce sesli uyarı sistemi ile kapının açılacağı bildirilerek kapı açılır. Sistem çalışırken veya kapı kapandıktan sonra sistem çalışmadan evvel LINAC bölümü içerisindeki veya dışındaki acil durdurma butonlarından birine basılırsa yine normal durdurma prosedüründe yapılan işlemler yapılarak sistem durdurulur ve radyasyon kapısı açılır.



Şekil 8. TARLA radyasyon kapı kontrollerinin uzaktan takip ekranı, durdurma buton kontrolü

Salındırıcı ve Bremsstrahlung odalarının kapılarının kapanabilmesi için ilk önce LINAC bölümünün kapalı olması gerekir. Ayrıca elektron demet hattı LINAC bölümünden sonra ya Salındırıcı bölümüne gidecektir veya Bremsstrahlung bölümüne gideceği için iki oda aynı anda çalışamaz ve kapıları da kapanamaz. Yani Salındırıcı odasının kapısı kapalı ise Bremsstrahlung odasının kapısı kapanamaz veya tam tersi. LINAC bölümü kapalı ise Salındırıcı veya Bremsstrahlung odalarındaki araştırma butonlarına 1-2-1-3 numaralı butonlara basılarak radyasyon kapısının kapanması sağlanır (Şekil 9). Bu bölümlerin kapılarının kapanması demek bu bölümlerin kendi başlarına çalışabilir olması anlamına gelmez. Bu bölümlerin çalışabilmesi için ilk önce LINAC bölümünün çalışıyor olması gerekmektedir.



Şekil 9. Salındırıcı ve Bremsstrahlung bölümleri arama butonları, acil durum butonları, ışıklı uyarı ve sesli uyarı sistemi

Yine Salındırıcı ve Bremsstrahlung odalarının içinde veya dışında bulunan acil durum butonlarına (kırmızı renkli) basıldığı zaman sadece basılan acil durum butonunun ait olduğu odanın durdurma işlemi gerçekleştirilir. Ama LINAC bölümündeki veya kontrol odasındaki acil durum butonlarından birine basılırsa ilk önce Salındırıcı veya Bremsstrahlung odaları çalışır durumda ise bunlar durdurulur, sonra LINAC bölümü durdurulur.

4. Sonuç ve Tartışmalar

Dünyadaki diğer elektron hızlandırıcı tesislerine bakıldığında, radyasyon kapılarının kontrollerinin genellikle PLC tabanlı sistemler ile gerçekleştirildiği görülmektedir. PLC sistemlerinin kurulumu, çalışması için yapılacak yazılımın karmaşıklığı, yazılım güncellemelerindeki zaman kayıpları ve bakımlarının zor olması Arduino teknoloji kullanılarak ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca, yapılan bu çalışma ile radyasyon kapılarının kontrolünde Arduino teknolojisinin kullanılması ilk olma niteliğini taşımaktadır. Çalışmanın, kullanılabilirlik açısından da var olan diğer sistemlerden daha kolay olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak böyle bir sistemin tasarlanması ile elektron hızlandırıcı tesislerinde bulunan radyasyon kapı kontrol sistemleri için daha ucuz, kolay kurulabilen ve hızlı güncellenebilen, yeni bir yaklaşım ortaya konmuştur.

5. Kaynaklar

- Arduino, İnternet Sitesi. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>. Erişim Tarihi : 05.09.2014.
- ArduinoTürkiye, İnternet Sitesi. <http://arduinoturkiye.com/arduino-mega-2560-nedir/> Erişim Tarihi: 10.09.2014.
- Chen, C.R., vd., (2005). The Radiation Safety Interlock System for top-up mode Operation at NSRRC, Parçacık Hızlandırıcıları Konferansı, Tennessee, A.B.D, 3328-3330.
- Penno,M., vd., (2008). A Configurable Interlock System for RF Stations At XFEL, PCaPAC08, Slovenya, 159-161.