

# TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

## PROJE DETAY RAPORU

### PROJE ADI

Mühendislik Eğitimi İçin Uzaktan Laboratuvar Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

### TAKIM ADI

FutureLAB

### BAŞVURU ID

#56780

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Ülkemizde Covid-19 salgını nedeniyle uzaktan öğretim metotları eğitim öğretime devam edilmektedir. Uygulamalı derslerde öğrenim kazanımlarını uzaktan öğretim yöntemleriyle sağlayabilmekte bazı zorluklar vardır. Bu derslerin bazılarında simülasyonlar üzerinde yapılırsa bile gerçek ortamlarda yapılanlar kadar öğretici olamamaktadır. Ayrıca, Covid-19 salgınının yanı sıra önümüzdeki yıllarda karşılaşılabilecek diğer salgın durumları için üniversitelerin uzaktan öğretime her yönüyle hazır olması beklenmektedir. Uzaktan laboratuvar sistemleri üniversitelerin uzaktan öğretim altyapısı için önemlidir. Uzaktan laboratuvar sistemleri ile 7/24 olarak laboratuvar uygulaması yapılabilmesine imkan sağlayacaktır. Bu uygulama ile laboratuvarların maliyeti düşürülebilecek, zaman ve yer kısıtlaması olmadan kullanıcıların hizmetine sunulabilecektir. Bu projede amaç, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünün temel derslerinden olan Devre Analizi dersinin laboratuvar uygulaması için uzaktan laboratuvar sistemi (ULS) geliştirmektir. Bu sistemin donanım kısmı mikrodenetleyici birimi, programlanabilir güç kaynağı, programlanabilir sinyal üretici, programlanabilir osiloskop, anahtarlama birimi ve haberleşme biriminden oluşacaktır. Server yazılımı ile veri alma-verme ve kontrol işlemleri, kullanıcıların yetkilendirilmesi ve veri saklama işlemleri yapılacaktır. Sistemin uzak bilgisayar üzerinden kullanımı için web arayüzü hazırlanacaktır.

## 2. Problem/Sorun:

Gelişen teknoloji ve imkanlarla eğitim sistemi de bu gelişmeye ayak uydurmaktadır. Dünyada uzaktan eğitim sistemi yaygınlaşmakta, salgın hastalıklar, depremler gibi doğal afetler uzaktan eğitim sistemini vazgeçilmez kılmaktadır.

Eğitimin en önemli yöntemlerinden biri uygulamalı eğitimidir. Özellikle uzaktan eğitim son yıllarda tüm dünya üniversitelerinde oldukça ilgi görmektedir [1]. Uzaktan eğitim, pratik eğitim yöntemlerini zorlaştırmıştır. Uygulamalı eğitimin uzaktan eğitime uyum sağlaması için gerekli çalışmaları da yapmıştır. Uzaktan erişim laboratuvar sistemleri uzaktan eğitim için önemli bir donanım haline gelmiştir. Bu sistemlerin amacı, kullanıcının deney düzenine bağlanabilmesidir. Günümüzde bu işlem genellikle simülasyon ortamlarında gerçekleştirilmektedir. Simülasyon ortamlarında kullanıcı, gerçek dışı ekipman ve ölçüm yöntemleri ile idealize edilmiş verilerle yetinmek zorundadır. Bir ULS'de kullanıcı, gerçek ekipmana erişim sağlar, gerçek ölçümler yapar ve zaman ve yer kısıtlaması olmaksızın gerçekçi veriler elde eder (Tablo 1). ULS yardımı ile deney öncesinde hesaplanan teorik değerler, deney sonucunda elde edilen gerçekçi değerlerle karşılaştırılabilir [2].

**Tablo 1. Gerçek, Sanal ve Uzak Laboratuvarların Avantaj ve Dezavantajlarının Karşılaştırmalı Listesi [3]**

Laboratuvar Tipi	Avantajları	Dezavantajları
Gerçek	Gerçek veri Gerçek ekipmanlarla etkileşim İşbirlikçi çalışma Danışman ile aynı ortamda çalışma	Kısıtlı zaman ve yer Yüksek maliyet Gözlemci gerekliliği
Sanal	Kavramların etkili anlaşılması Zaman ve yer kısıtlaması yok İnteraktif Ortam Düşük maliyet	İdealleştirilmiş veri İşbirlikçi çalışma yetersizliği Gerçek ekipmanlara erişim yok
Uzaktan	Gerçek ekipmanlarla etkileşim Kalibrasyon Gerçek veri Zaman ve yer kısıtlaması yok Düşük maliyet	Laboratuvarda fiziksel olarak bulunamama

### 3. Çözüm

Planlanan projede, elektrik elektronik mühendisliği devre analizi laboratuvar dersleri için bir ULS tasarlanacaktır. Yüz yüze eğitim sürecinde yapılması planlanan çeşitli laboratuvar dersleri, bu program için gerekli kaynaklar, ölçüm araçları ve veri toplama sistemleri ile entegre edilecektir. Kullanıcılar bu derslere internet üzerinden bir uygulama üzerinden erişebilecekler. Bu sayede uzaktan eğitim ve uygulamalı eğitim yöntemleri bütünleşik bir program haline gelecektir. Projede kullanılacak donanım, yazılım ve iletişim yöntemleri günümüz teknolojilerince geliştirilecek ve bu sayede sistemin hızlı ve kesintisiz işlemesi sağlanacaktır.

Projenin ilk etapta hedef kitlesi üniversite öğrencileridir. Özellikle mühendislik alanlarında çalışmalar gerçekleştirmek isteyen öğrencilerin laboratuvar imkanlarından kendi özel bilgisayarları ile yararlanmasına olanak sağlar. ULS, projenin yazılım veya donanım tarafında yapılabilecek değişikliklerle farklı disiplinler tarafından kullanılabilir. Böylece projenin farklı sektörlere uyarlanması, ULS projesinin esnek ve güncellenbilir bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Takip eden sayfalarda gerçekleştirilen projenin yöntemi tüm aşamaları ile sunulmaktadır. Bu aşamalarda donanım tasarımı, web arayüzü ve sunucu tasarımı, birbirleriyle iletişimleri ve protokolleri anlatılmaktadır.

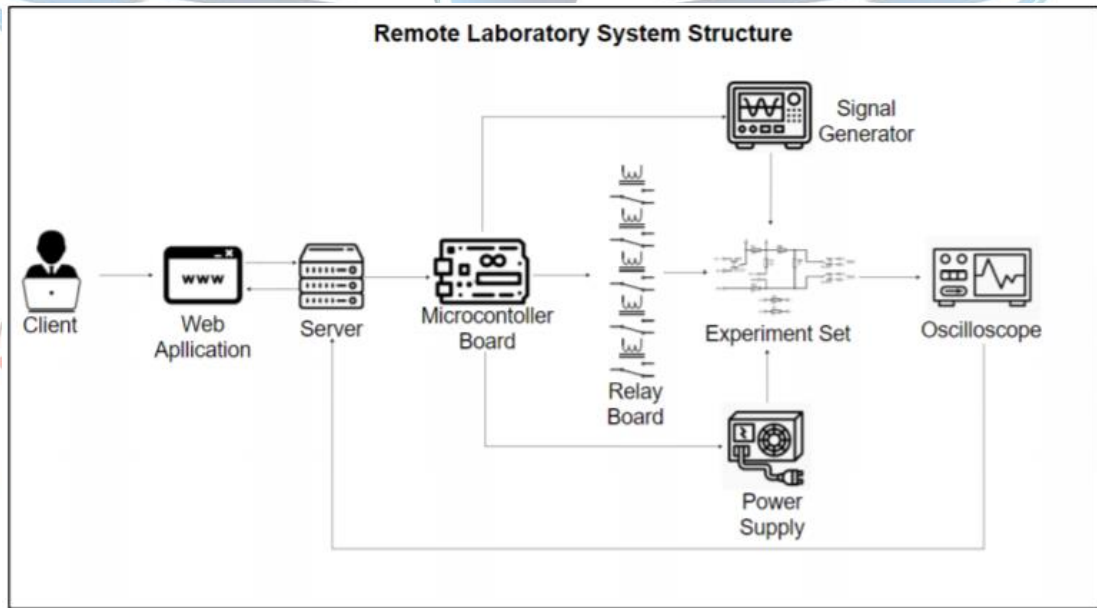
**Tablo 2. Sorun-Çözüm-Katkı**

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Uzaktan eğitimde pratik eğitim yetersizliği	Pratik eğitim ortamlarının uzaktan eğitim ortamları ile bütünleştirilmesi	Öğrenci sadece simülasyon ortamlarında değil pratik ortamlar üzerinden de analiz yapabilir.

Simülasyon programlarından analiz edilen verilerde hata payının yetersiz olması.	Öğrenciye fiziksel deney ortamlarından gerçek verilerin aktarılması	Öğrenciler teorik veriler ile gerçek verileri karşılaştırabilir.
Pratik eğitim için ön hazırlığın yetersiz olması	Pratik eğitimde yapılması beklenen analizlerin önceden ULS'de gerçekleştirilebilmesi	Uzaktan laboratuvar sisteminin ayrıca yüz yüze eğitimde destekleyici bir eğitim olarak kullanılabilmesi

#### 4. Yöntem

Geliştirilecek ULS'de, kullanıcı laboratuvar kurulumunu internet üzerinden kontrol edecektir. ULS'de kullanılacak ekipmanlar; programlanabilir güç kaynağı, programlanabilir sinyal üretici, programlanabilir osiloskop, deney seti, anahtarlama sistemi, sunucu ve mikrodenetleyici kartından oluşmaktadır. Deney düzeneğine erişim web arayüzü üzerinden sağlanacaktır [4]. Şekil 1'de ULS'nin genel yapısı görülmektedir. Bu arayüz üzerinden gerekli ayarlar yapılabilecek ve deney düzeneği üzerinde belirli yerlerdeki sinyaller ölçülecek ve ara yüzde görüntülenecektir.



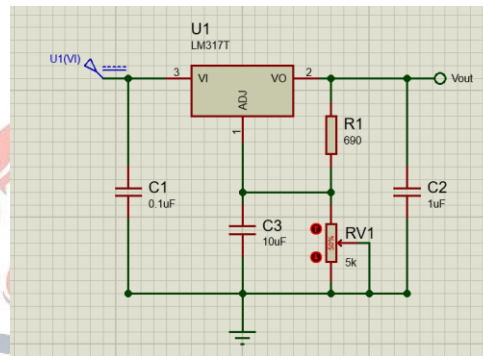
*Şekil 1. Uzaktan Laboratuvar Sistem Genel Yapısı*

#### 4.1 Donanım

Sistemin mikrodenetleyicisi olarak Arduino Mega kullanılmıştır. Arduino Mega, çok daha fazla dijital ve UART çıkışına sahip olduğu için seçildi. Mikrodenetleyici kartı, deney setinin kontrolü için sunucudan aldığı bilgilerle röle kartını konumlandırır. Ayrıca programlanabilir güç kaynaklarının voltaj değerlerini ve programlanabilir sinyal üreticinin frekans genlik değerini ayarlar. Deney seti üzerine entegre edilen bu birimlerin yanıtını programlanabilir osiloskop aracılığıyla sunucuya iletir.

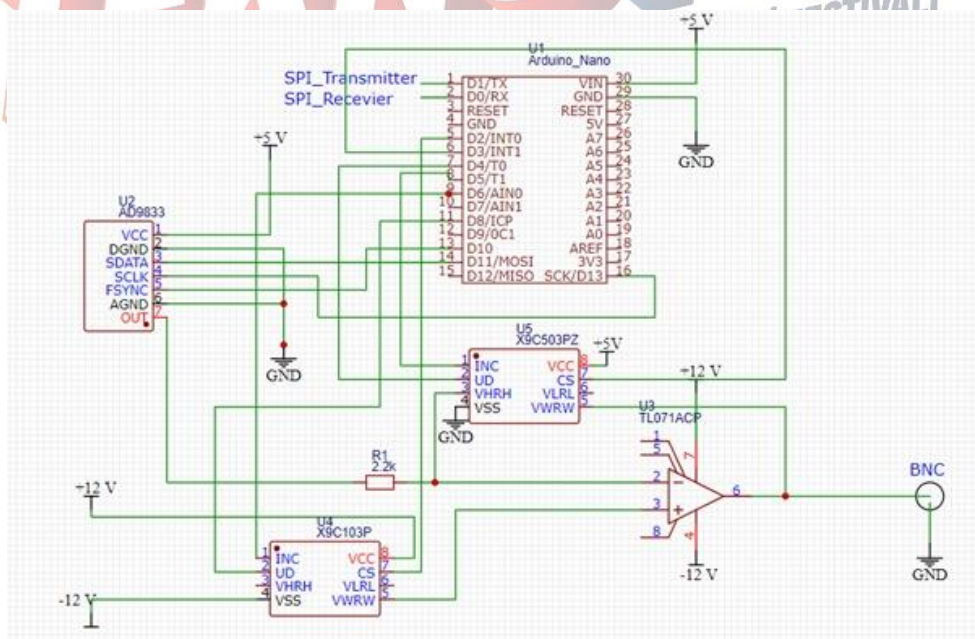


Programlanabilir güç kaynağı, ULS'de deney düzeneğinin çalışması için gerekli DC gerilimini sağlayan regülatördür. Kullanılacak güç kaynağından 0 ile 20 volt arasında voltaj sağlaması beklenir. Tasarlanan güç kaynağı devreye bir anahtarlama sistemi ile bağlanmıştır. LM317T voltaj regülatörü baz alınarak dijital potansiyometre ile ayarlanabilir voltaj bölücü devre tasarlanmıştır (Şekil 2.). Ayrıca dalgalanmayı önlemek için devrede dalgalanma filtresi kullanılmaktadır. Dijital potansiyometrenin kontrolü mikrodenetleyici tarafından X9C103 dijital potansiyometre entegresi ile sağlanır. Gerilim, dijital potansiyometre üzerinden gerilim bölücü değerin değiştirilmesi ile uzaktan değiştirilebilir.



Şekil 2. LM317T Ayarlanabilir Güç Kaynağı Şematiği

Programlanabilir sinyal üretici, ULS'deki farklı frekans seviyelerinde deney düzeneğine bir sinyal sağlamalıdır. Sinyal üretici 0-200 kHz frekans aralığında kare, üçgen ve sinüs dalgaları üretebilecektir. AD9833 kartı esas olarak fonksiyon üretici geliştirme için gerekli devrede kullanılır. AD9833 modülü, dijital programlanabilir frekans değeri, çeşitli dalga formlarını sağlayabilmesi ve SPI iletişim protokolünü desteklediği için seçilmiştir. Programlanabilir sinyal üreticinin şematik çizimi Şekil 3.'te verilmiştir.

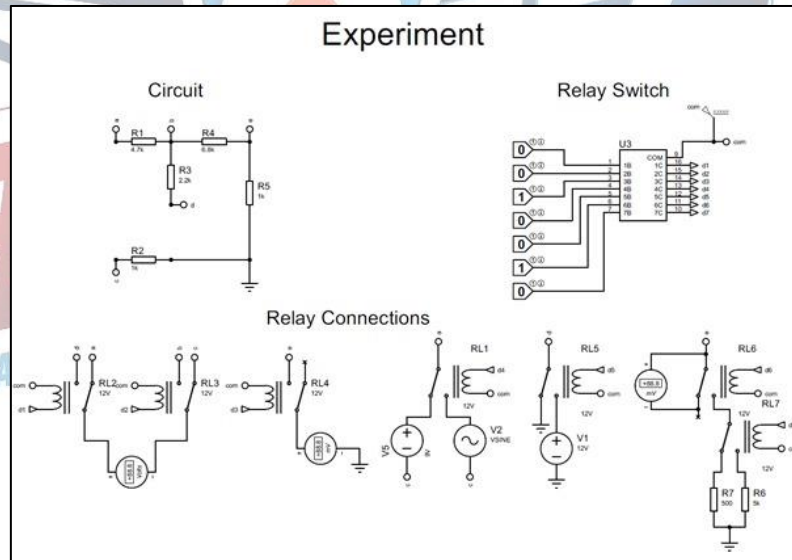


Şekil 3. Programlanabilir Sinyal Jeneratörü Şematiği

Programlanabilir osiloskop, deney düzeneğinde belirli noktalarda ULS'nin dalga biçimini görmek ve bu dalga biçimleri üzerindeki ölçüm değerlerini hesaplamak için gerekli bir ölçüm cihazıdır. Bu gerekli mekanizmanın sinyal üreticinin frekans aralığını okuyabilmesi önemlidir. Bu sistem, uzaktan ayarlanabilen numune, frekans ve genlik oranlarından oluşur. Osiloskop ayrıca ULS'de bir veri toplama sistemi görevi görür. Uzaktan bir komutla deney setinin belirli düğümlerine bağlanır ve bu noktalardan geçen sinyalleri analiz eder. Çok kanallı bir sistem olarak tasarlanacaktır. Kullanıcının aynı anda birden fazla düğümü ölçmesine, görüntülemesine ve analiz etmesine olanak tanır. Bu sistemde örnekleme aralığı yüksek olduğu için STM32F103C8T6 mikro denetleyicisi kullanılmıştır.

Gerçekleştirilecek olan ULS'nin içeriği devre analizi laboratuvar derslerine dayanmaktadır. Devre analizi laboratuvarı ders uygulamaları için deney kartları tasarlanacaktır. Deney kartları için PCB hazırlanacaktır. Deney setine harici olarak bağlanacak ekipmanlar programlanabilir güç kaynağı, sinyal üretici ve osiloskoptur. Deney seti, farklı direnç/kapasitör/prob. seçimleri için dijital anahtarlar (röle) içermektedir.

Baskı devresindeki ölçüm ve güç kaynağı/sinyal üretici bağlantı noktaları anahtarlar devresine bağlanacaktır. Kullanıcı tarafından seçilen bağlantı noktalarına göre ilgili röleler aktif hale gelecektir. Konum bilgisi daha önce belirtildiği gibi Arduino Mega üzerinden sağlanacaktır. Örnek bir deneyin devre şeması ve bağlantı noktaları Şekil 4'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Deney Seti ve Anahtarlama Sistemi

Şekilde görüldüğü gibi tasarlanan devreyi kontrol etmek için sekiz adet röle kullanılmıştır. Röle-1, kullanılacak kaynağa göre DC veya AC gerilim sağlamak üzere atanmıştır. Röle-2 ve röle-3 osiloskop ile yapılacak ölçüm noktalarını belirleyecektir. Kullanıcı R1 üzerinde ölçüm yapmak isterse röle-2, 0 konumunda kalır ve röle-3, 1 konumuna geçer. Röle-4 osiloskobun ikinci kanalına bağlanır. Bu algoritmayla, ilgili tüm noktalar arasında istenilen ölçümler yapılabilmektedir. Röle-5 tasarımda belirtilen d

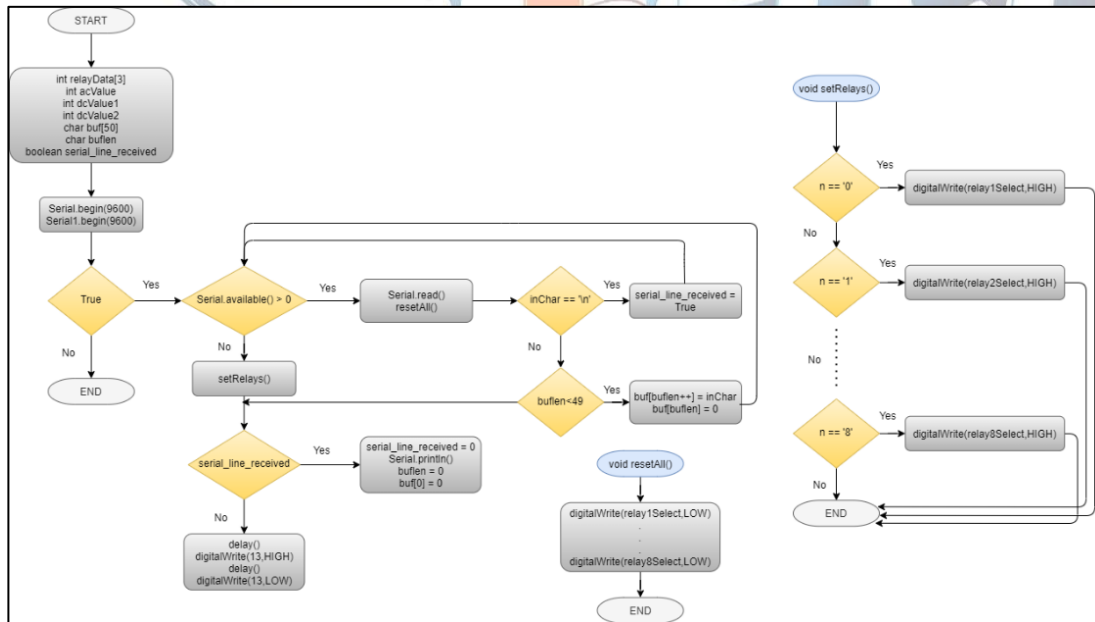
noktasına, istendiğinde ikinci bir dc güç kaynağının bağlanması için ayrılmıştır. Röle-6 ve röle-7 ile R5 direncine paralel direnç eklenebilir ve karşılaştırma yapılabilir. Örnek deneyde yapılabilecek ölçümlere göre rölelerin durumu Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3. Röle Durum Tablosu**

	Röle1	Röle2	Röle3	Röle4	Röle5	Röle6	Röle7	Röle8
Durum 1	0	1	0	0	1	0	0	0
Durum 2	0	1	0	0	1	1	0	0
Durum 3	0	1	0	0	1	1	1	0
Durum 4	1	1	0	0	1	0	0	0
Durum 5	1	1	0	1	0	0	0	0
Durum 6	1	1	1	1	0	0	0	0
Durum 7	1	0	0	1	0	0	0	0
Durum 8	1	0	1	1	0	0	0	0

#### 4.1 Yazılım

Mikrodenetleyici röleleri kontrol eder ve ayar bilgilerini güç kaynağına ve sinyal üretene gönderir. Aynı zamanda osiloskoptan gelen bilgileri sunucuya aktarır. Röle, güç kaynağı ve sinyal üretici farklı bir zamanda gerçekleşirken osiloskoptan veri alımı farklı bir zamanda gerçekleşir (Bunlar kullanıcı isteklerine bağlıdır.). Mikrodenetleyici kontrolünün akış diyagramı Şekil 5.'te verilmiştir.

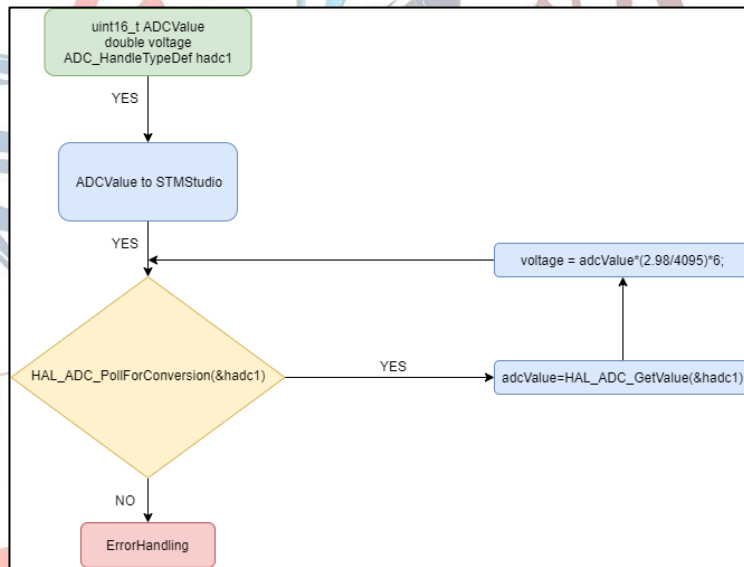


**Şekil 5. Mikrodenetleyici Kontrolü Akış Diyagramı**

Programlanabilir güç kaynağının uzaktan kontrolü Arduino MEGA üzerinden, X9C103 dijital potansiyometre aracılığı ile yapılmaktadır. Kontrol algoritmasında X9C103 için yazılmış olan özel kütüphane fonksiyonları kullanılır.

Programlanabilir sinyal üreticinin uzaktan kontrolü için gerekli veriler Arduino MEGA tarafından sağlanmaktadır. Kullanıcı tarafından girilen frekans değerine göre AD9833 modülüne özel kütüphane fonksiyonları çağrılır.

Programlanabilir osiloskobun kontrolü, osiloskoptan sunucuya veri aktarımını içerir. Arduino MEGA üzerinden alınan veriler sunucuya aktarılır. Sistemin analog değerleri okuması için yoklamalı ADC okuma özelliği kullanılmaktadır (Şekil 18.). ADC okumak için farklı yöntemler de vardır (DMA ve Interrupt). DMA yöntemi, bir ADC kanalı üzerinden çoklu okuma istendiğinde kullanılan bir yöntemdir. Sistemimizde okumalar 2 farklı ADC kanalı üzerinden gerçekleşmektedir. Kesinti yönteminin kullanılmamasının nedeni, UART üzerinden veri iletimini kesintiye uğratmamaktır. ADC okumasını test etmek için STM Studio uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulama üzerinden analog değerleri okumak için okunan değer maksimum genlik örnekleme değerine bölünür ve referans voltaj değeri ile çarpılır. STM32F103C8T6 kontrolörümüz,  $4096(2^{12})$  maksimum genlik örnekleme değeri sunar. Programlanabilir osiloskobun ADC okuma akış diyagramı Şekil 6.'da verilmiştir.



Şekil 6. Polling ile ADC Okuma Akış Diyagramı

Kullanıcının deney düzeneğine, ölçü aletlerine ve güç kaynaklarına erişip kontrol edebilmesi için bir web arayüz uygulaması hazırlanacaktır. Bu uygulama kullanıcıya devre seçimi, bağlantı seçenekleri ve görüntülemek istediği sonuç verilerini sunacaktır. Arayüz için programlama dili olarak; Modüler ve etkileşimi yüksek üst düzey bir dil kullanmak gereklidir. Yazılım, nesne yönelimli bir programlama dili olan Python kullanılarak hazırlanacaktır. Arka yüz tasarımı için Python'un Django ve Flask web uygulama geliştiricileri kullanılacaktır.

Web uygulaması REST API protokolüne dayalı olarak geliştirilecektir. Ön yüz tasarımı için kullanılacak metin biçimlendirme dili HTML olarak seçilmiştir. JavaScript/script REST API için gerekli olan 4 temel istek yöntemini destekleyebilir. İkincisi, HTML'nin destekleyebileceği GET ve POST yöntemlerini kullanarak PUT ve DELETE isteklerini işleyebilecek kod yazabiliriz. HTML istekleri GET ve POST olarak

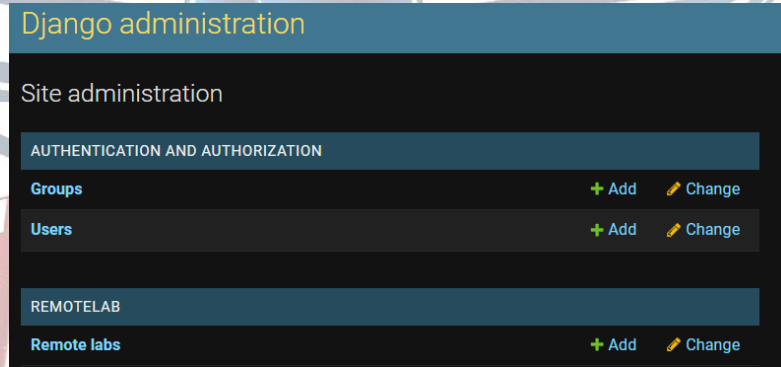


değerlendirilir, ancak arka yüz bu istekleri günceller ve siler. Peki nedir bu GET ve POST yöntemleri? Temel olarak, POST isteği ile verileri kullanıcıdan alabiliriz. Seçimlerden sonra kullanıcıya bir şey göstermek istiyorsak GET isteğini kullanırız.

Web ara yüzünde, dersin öğretim elemanı tarafından sisteme daha önce kaydolmuş kullanıcıların deneye erişebilmesi için bir giriş sayfası oluşturulmuştur. Öğrenci, kullanıcı adı olarak okul numarasını, şifre olarak da T.C. Kimlik numarasını kullanarak sisteme giriş yapabilecektir(Şekil 7.). Gerekirse başka bir kullanıcının dahil olabilmesi için bir kayıt sayfası da oluşturulmuştur.

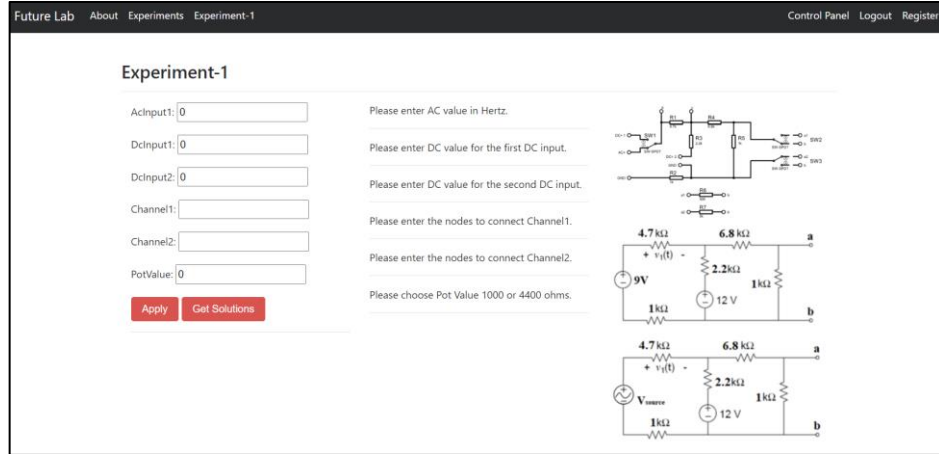
**Şekil 7.** Web Uygulama Arayüzü

Ders yöneticisi, kullanıcı girişlerini ve uygulandığı deneyleri yönetim sayfasından kontrol edebilir. Bu imkanı sağlamak için SQLite veri tabanı kullanılmaktadır (Şekil 8.).



**Şekil 8.** Web Uygulaması Admin Control Paneli

Deney sayfasında kullanıcı tarafından uygulanması beklenen devre şeması ve kullanılabilir bağlantı noktaları verilmiştir(Şekil 9.). Yapılabilecek seçimler doğrultusunda giriş alanları aynı sayfada verilmiştir. Her alanın yanında kullanıcıya ilgili alanın açıklaması verilir.



**Şekil 9.** Web Uygulaması Deney Sayfası

Deney setinin olanakları doğrultusunda belirli değer aralıkları esas alınmalıdır. Hata durumunda kullanıcıyı bilgilendirmek önemlidir ve flaş mesaj yöntemi kullanılmaktadır. Örneğin kullanıcının uygulayabileceği sinyal maksimum 200 kHz'e kadar belirlenir. Bu değer üzerinde bir seçim yapmak istediğinde sistem yanlış girdiğini ve tekrar kontrol edilmesi gerektiğini bildiren bir mesaj verir. Aynı şekilde diğer girişler için belirlenen seçimlerin dışına çıkarsa hata bildirilecektir.

Localhost, bilgisayarlara yüklenen ekstra yazılımlar sayesinde o bilgisayarı sunucu olarak kullanma işlemine verilen isimdir. Özellikle web geliştiricileri, çalışmalarını gerçek bir sunucu yerine kendi bilgisayarlarında test etmek için localhost'ları kullanır. Localhost görevi gören sunucu bilgisayar, donanımdan veri girişini ve donanıma veri çıkışını da gerçekleştirir. Web uygulaması global bir web adresinde test edilecektir.

İletişim, projenin en kritik noktalarından biridir. Web arayüz tasarımı da dahil olmak üzere projenin birçok aşamasını kapsar. Web uygulaması ile sunucu arasındaki iletişimi sağlamak için REST API iletişim protokolü kullanılmıştır. Kullanıcı tarafından frontend'e girilen deney tercih verileri, uygulamanın arka tarafında işlenir ve SQLite veritabanına kaydedilir. Senkron bir süreçte, bu veriler daha sonra işlenir ve sistemin ana denetleyicisi olan Arduino Mega'ya gönderilir. Kontrolör, deney bağlantı tercihlerini devre ekipmanına iletir. Osiloskop, deney setinden verileri toplar ve Arduino MEGA'ya geri aktarır. Asenkron bir python programı bu verileri işler ve Matplotlib modülünü kullanarak verileri görselleştirir. Web uygulaması bu görüntüyü kullanıcıya geri iletir(Şekil 10.).

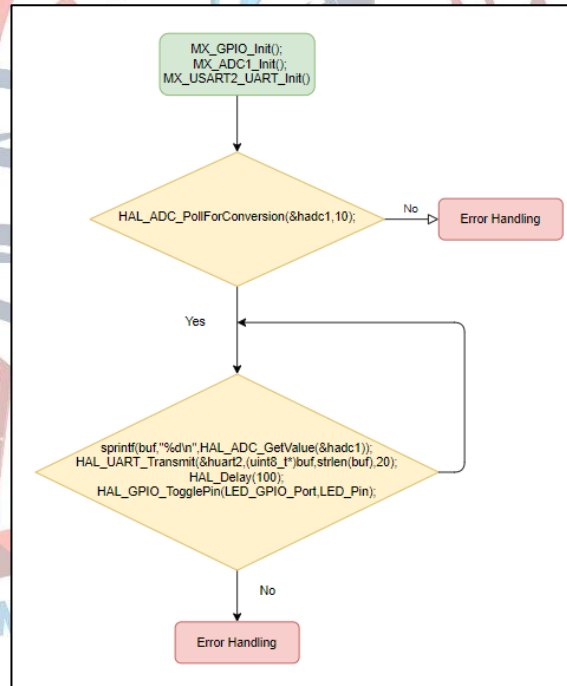
```

remotelab > getdata.py
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import serial
3 import time
4
5 ser = serial.Serial('COM5', 9600)
6
7 def readData(ser):
8     data = []
9
10    for i in range(100):
11        n = ser.readline()
12        str_n = n.decode()
13        string = str_n.rstrip()
14        if string != '':
15            data.append(int(string))
16            time.sleep(0.1)
17            print(string, '\n')
18
19    plt.plot(data)
20    plt.xlabel('Time(s)')
21    plt.ylabel('Amplitude(V)')
22    plt.title('Plot solutions of current experiment')
23    plt.savefig("C:/Users/berkt/OneDrive/Masaüstü/blog/media/wave.png", dpi=80)
24

```

Şekil 10. Osiloskoptan Alınan Verilerin İşlenmesi İçin Kod Örneği

Şekilde gösterildiği gibi, osiloskopun verilerini Arduino MEGA'ya aktarmak için UART iletişim protokolü kullanılır. Bu arada, okunan ADC değerleri "buf" adlı bir değişkene bir dize olarak ayrıştırılır. UART iletişimiminin gerçekleştirilmesinde hata ayıklamak için STM32F103 kartındaki PC13 Led'i değiştirilir. (Şekil 11.)



Şekil 11. UART Haberleşme Akış Diyagramı Örneği

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Covid-19 pandemisi nedeniyle eğitim alanında yaşanan güçlüğü önüne geçmek için bir uzaktan laboratuvar sistemi tasarlanması amaçlanmıştır. Uzaktan eğitim uygulamalarında gerçek zamanlı sanal ortamlar tercih edilmektedir. Sanal laboratuvarlar deneyleri gerçek zamanlı olarak oluşturmakta, sonrasında teorik sonucu kullanıcıya aktarmaktadır. Uzaktan erişimli laboratuvarlarda ise kullanıcı gerçek bir deney ortamına yerel ağ veya internet üzerinden, laboratuvardaki cihazlara ve deney setlerine erişebilmekte ve deneyin gerçek sonuçlarını gözlemleyebilmektedir [5].

Üzerinde ölçümler yapılan elektronik bileşenlerin teoride kusursuz fakat pratikte tolere edilebilecek hata aralıklarına sahip olması, ideal ve gerçek veriler arasındaki farkın en büyük sebebidir. Mühendisliğin bu tolere edilen hata aralıkları üzerine inşa edildiği düşünüldüğünde, mühendislik eğitimi alan bir öğrencinin gerçek veriler ile pratik yapması aldığı eğitimin en verimli şekilde gerçek hayata uyarlanması açısından çok büyük önem arz etmektedir.

Gelişmekte olan teknolojinin de yardımıyla tasarlanmakta olan ULS içerisinde veri bilimi, sunucu-istemci ilişkisi ve mikrodenetleyici ile tasarlanan deney düzeneğinin kontrol edilmesi yer almaktadır. Uzaktan erişilebilir hale getirilmek üzere tasarlanacak olan ölçü aletleri ve güç kaynakları ile laboratuvar ortamında bulunan ekipmanlar güncellenecektir. Projenin yazılım tarafı ya da donanım tarafında yapılabilecek değişikliklerle ULS'nin farklı disiplinlerce kullanılması sağlanabilir. Böylece projenin farklı sektörlere adaptasyonunun sağlanabilmesi ULS projesinin esnek ve güncellenebilir bir yapıda olduğunu göstermektedir.

## 6. Uygulanabilirlik

Projenin başarıyla sürdürülmesi halinde, projede kullanılan yöntemler ve elde edilen sonuçlar ile ulusal/uluslararası hakemlerce onaylı yayınlarda bildiri yayınlanması öngörülmektedir.

Ülkemizde öğrenci sayısının her geçen gün artması nedeniyle uygulamalı eğitimlere ayrılması gereken zaman ve maliyetin artması öngörülmektedir. Gerekli eğitim kurumlarınca bu sistemin kullanılmasının teşvik edilmesi planlanmaktadır. Bu teşvik ile zaman ve maliyet artışının azaltılması öngörülmektedir. Bu sistemlerin satışı, bakım, onarımı ile yerli üretim ve hizmetlerin artırılması hedeflenmektedir.

FPGA, Mikrodenetleyici, Elektronik, PLC, Lineer Kontrol ve diğer disiplinlerce kullanılan laboratuvarların da uzaktan kontrolü yapılabilir. Yeni disiplinlerin bütünleştirilmesi üzerine yüksek lisans/doktora araştırmaları gerçekleştirilebilir.



## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

**Tablo 4. İş Paketleri ve Proje Zaman Planlama Tablosu**

No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Programlanabilir Güç kaynağı, Sinyal üretici ve Osiloskop Tasarımı	Murat Tombul Berktuğ Akça	26.04.2021- 21.05.2021	ULS için kullanılmak üzere tasarlanacak ölçü aletlerinin +/- %5 hata payıyla ölçüm yapması ve güç kaynaklarının +/- %1 hata payıyla güç sağlaması
2	Web Arayüz Tasarımı	Ufkun Tarak Berktuğ Akça Murat Tombul	24.05.2020- 30.07.2021	Yazılan kodun hatasız çalışması ve uygulamaya erişimin sağlanabilmesi
3	Deney Düzenegi Tasarımı	Berktuğ Akça Murat Tombul	24.05.2021- 11.06.2021	Farklı devrelerin aralarında seçim yapılabilir tek bir devrede birleştirilmesi ve simülasyon ortamında çalışması
4	Sunucu Kurulumu	Ufkun Tarak Murat Tombul	14.06.2021- 09.07.2021	İnternet uygulamasının sunucu ile desteklenip IP adres (internet protokol adresi) işlemlerinin gerçekleşmesi
5	Deney Ortamının Sunucu ve İnternet Uygulamasıyla Bütünleştirilmesi	Ufkun Tarak Berktuğ Akça Murat Tombul	12.07.2021- 30.07.2021	Kullanıcının web arayüzü üzerinden deney ortamını kontrol edebilmesi

**Tablo 5. İş Paketlerine Göre Tahmini Maliyet Analiz Tablosu**

No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Gerekli Malzemeler	Tahmini Maliyet
1	Programlanabilir Güç kaynağı, Sinyal üretici ve Osiloskop Tasarımı	2x LM317 4x X9C103 Transformatör(24V) AD9833 Arduino Nano STM32F103C8T6 ST-Link v2 Mini Gerekli Komponentler	500 ₺
2	Web Arayüz Tasarımı	Şahsi Bilgisayar	0 ₺
3	Deney Düzenegi Tasarımı	Arduino MEGA 8'li Röle Kartı Deney Komponentleri Ölçüm Aletler Lehimle Ekipmanları	450

4	Sunucu Kurulumu	Şahsi Bilgisayar	0 ₺
5	Deney Ortamının Sunucu ve İnternet Uygulamasıyla Bütünleştirilmesi	Şahsi Bilgisayar	0 ₺
Toplam Maliyet			950 ₺

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projenin hedef kitleleri ilk olarak elektrik-elektronik mühendisliği laboratuvar öğrencileridir. Gerçekleştirilmesi halinde diğer mühendislik disiplinleri ve teknik lise laboratuvar öğrencileri hedef alınacaktır. Mühendislik eğitiminde pratik eğitimin önemli bir aşama olması hedef kitle seçiminde rol oynamıştır.

## 9. Riskler

*Tablo 6. Risk Yönetimi Çizelgesi*

No	En Büyük Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Osiloskoptan veri alınmaması	Veri toplama kartı kullanılarak ULS ile bütünleştirilmesi sağlanacaktır.
2	Python programlama dilinin arayüz tasarımında yetersiz kalması	Javascript programlama dili ile yazılım desteği sağlanacaktır[9].
3	Mikrodenetleyici I/O pinlerinin(Bağlantı girişi veya çıkışı noktaları) yetersiz kalması	I/O bağlantısı daha fazla olan bir mikrodenetleyici kullanılacaktır.
4	Güç kaynağının uzaktan kontrolü için gereken dijital potansiyometrenin verimli çalışmaması	Mevcut donanımlarla ayarlanabilen gerilim aralıklarını arttırabilmek için ofset yöntemi ile gerilimin arttırılabilir hale getirilmesi
5	Sinyal jeneratörünün istenilen frekans değerlerini toleranslı olarak iletmesi	Sinyal jeneratörünün kontrol algoritmasında yapılacak oransal değişikle istenilen değerlerin kalibre edilmesi
6	Osiloskopta okunan değerinin istenilen değerlerden uzak olması	ADC ile yapılan örneklemenin arttırılması
7	Web tasarımında istenilen özelliklerin ön-yüze aktarılamaması	HTML yerine Script dili kullanılması

*Tablo 7. Olasılık Etki Matrisi*

Olasılık x Etki	Düşük	Orta	Yüksek
Yüksek	6	-	1
Orta	-	4	5
Düşük	7	3	2

## 10. Kaynaklar

- [1] E. Monsef, S. Gilliland, T. Anjali, J. Saniie, "Remotely Accessible Computer Network Laboratory with Hands-on Experience", Electrical and Computer Engineering, Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois, 2014
- [2] A. Nafalski, J. Machotka, Z. Nedic, "Remote Laboratories Versus Virtual and Real Laboratories" in Conf. Frontiers in Education, 2003, FIE 2003, 33rd Annual, Volume:1, University of South Australia, Adelaide, Australia, 2003
- [3] A. Nafalski, J. Machotka, Z. Nedic, "Remote Laboratories Versus Virtual and Real Laboratories" in Conf. Frontiers in Education, 2003, FIE 2003, 33rd Annual, Volume:1, University of South Australia, Adelaide, Australia, 2003
- [4] A. Sarıkay, A. Yayla, "Uzaktan Erişimli Mikrodenetleyici Laboratuvarı", Journal of Research in Education and Teaching, Cilt. 6, Sayı.4, Kasım 2007
- [5] E. Yılmaz İnce, A. Kutlu, "Web Tabanlı Laboratuvar", in Conf. Akademik Bilişim'14, Mersin, 2014

