



**T.C.  
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**Elektronik Mühendisliği Bölümü**

**R-Ø TARAYICI İLE BİLGİSAYAR  
KONTROLLÜ HALKA ANTEN  
RADYASYON PATERNİ ÖLÇÜM  
DÜZENEGİ GELİŞTİRİLMESİ**

**Mesut KILIÇ**

**Danışman  
Prof. Dr. Serkan AKSOY**

**Mayıs, 2018  
Gebze, KOCAELİ**



## **ÖNSÖZ**

Bu bitirme projesinin tamamlanmasında bana yardımcı olan, sorularımı ve sorunlarımı net bir şekilde cevaplayan çok değerli hocam Serkan AKSOY'a katkısından ve zamanlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Projeyi bitirebilmemi sağlayan değerli hocam Onur ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Projenin mekanik parçalarında katkılarını esirgemeyen değerli abim ve hocam Fahrettin Fatih ÖNGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitimim süresince bana her konuda tam destek veren aileme ve bana hayatlarıyla örnek olan tüm hocalarıma saygı ve sevgilerimi sunarım.

**Mayıs, 2018**

**Mesut KILIÇ**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER .....	II
ŞEKİL LİSTESİ.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	IV
KISALTMA LİSTESİ .....	V
SEMBO L LİSTESİ.....	V
ÖZET .....	VI
SUMMARY .....	VII
1. GİRİŞ .....	1
1.1 PROJENİN TANIMI.....	1
1.2 PROJENİN NEDEN VE AMAÇLARI .....	2
1.3 PROJE İŞ-ZAMAN PLANI.....	3
2. MALZEME VE YÖNTEMLER.....	3
2.1 DONANIMSAL MALZEMELER .....	3
2.1.1 RAMPS1.4 Kit.....	4
2.1.2 DC Güç Kaynağı .....	6
2.1.3 R-Ø Tarayıcı.....	7
2.1.4 Sinyal Jeneratörü .....	8
2.1.5 Osiloskop.....	8
2.1.6 Antenler .....	10
2.2 YAZILIMSAL GEREKSİNİMLER VE YÖNTEMLER .....	10
2.2.1 Geliştirme Ortamları .....	10
2.2.2 Kütüphaneler.....	10
3. ÇALIŞMA SİSTEMİ DETAYLARI.....	11
3.1 BİLGİSAYAR VE BİLEŞENLERİN BAĞLANTISI.....	11
3.1.1 Bilgisayar ve Motor Sürücü Bağlantısı .....	11
3.1.2 Bilgisayar ve Sinyal Jeneratörü Bağlantısı.....	12

3.1.3 Bilgisayar ile Osiloskop Bağlantısı .....	12
3.1.4 Sinyal jeneratörü ile Anten ve Osiloskop ile Anten Bağlantıları.....	13
3.1.5 Motor Sürücü ve R-Ø Tarayıcı Bağlantısı.....	13
3.2 AKIŞ DİYAGRAMI .....	14
3.3 BAŞARILANLAR VE BAŞARILAMAYANLAR.....	15
3.4 KULLANICI ARAYÜZÜ .....	16
4. BULGULAR .....	16
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	20
KAYNAKÇA .....	21

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Projenin Genel Yapısı.....	2
Şekil 2 : RAMPS1.4 Kit.....	4
Şekil 3 : RAMPS 1.4 Kartı .....	5
Şekil 4 : DRV8825 Motor Sürücü Bağlantısı .....	6
Şekil 5 : GW INSTEK GPS-3033 DC Güç Kaynağı.....	7
Şekil 6 : R-Ø Tarayıcı.....	7
Şekil 7 : HAMEG HM1850 Sinyal Jeneratörü .....	8
Şekil 8 : Tektronix TDS 1002 Osiloskop.....	9
Şekil 9 : Farklı Geometrilere Halka Anten Örnekleri.....	10
Şekil 10 : Arduino ile Bilgisayar Bağlantısı .....	12
Şekil 11 : D9 Null Modem Kablosu Kablolama Diyagramı.....	13
Şekil 12 : Labview Programı Akış Diyagramı.....	14
Şekil 13 : Kullanıcı Arayüzü.....	16
Şekil 14 : Anten 1 .....	17
Şekil 15 : Anten 2 .....	17
Şekil 16 : Anten 1 – 1 kHz.....	17
Şekil 17 : Anten 2 – 1 kHz.....	17
Şekil 18 : Anten 1 – 10 kHz.....	17
Şekil 19 : Anten 2 – 10 kHz.....	17
Şekil 20 : Anten 1 – 20 kHz.....	18
Şekil 21 : Anten 2 – 20 kHz.....	18
Şekil 22 : Anten 1 – 50 kHz.....	18
Şekil 23 : Anten 2 – 50 kHz.....	18
Şekil 24 : Anten 1 – 100 kHz.....	19
Şekil 25 : Anten 2 – 100 kHz.....	19
Şekil 26 : Teorik Olarak Hesaplanmış Halka Anten Radyasyon Paterni.....	19

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Proje İş-Zaman Planı .....	3
Tablo 2 : Ölçülen Halka Anten Radyasyon Paternleri.....	19

## KISALTMA LİSTESİ

<b>GTÜ</b>	: Gebze Teknik Üniversitesi
<b>DC</b>	: Direct Current (Doğru Akım)
<b>NI</b>	: National Instruments
<b>USB</b>	: Universal Serial Bus(Evrensel Veri Yolu)
<b>RAMPS</b>	: RepRap Arduino Mega Pololu Shield
<b>PWM</b>	: Pulse Width Modulation(Darbe genişlik modülasyonu)
<b>I/O</b>	: Input/Output(Giriş/Çıkış)
<b>FFT</b>	: Fast Fourier Transform(Hızlı Fourier Transformu)
<b>UART</b>	: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
<b>ICSP</b>	: In Circuit Serial Programming
<b>3D</b>	: 3 Dimension(3 Boyutlu)
<b>CNC</b>	: Computer Numerical Control
<b>VISA</b>	: The Virtual Instrument Software Architecture
<b>RX/TX</b>	: Receiver/Transmitter (Alıcı/Verici)
<b>BNC</b>	: Bayonet Neill–Concelman(Konnektör Tipi)

## SEMBOL LİSTESİ

Herhangi bir sembol bulunmamaktadır.

## ÖZET

Bu rapor ELM 492 Bitirme Çalışması II dersi kapsamında hazırlanmış ve R-Ø tarayıcı ile bilgisayar kontrollü halka anten radyasyon paterni ölçüm düzeneği geliştirilmesi projesi tamamlanmıştır.

Projede iki adet halka anten bulunmaktadır. Bu antenlerden biri ölçmek istediğimiz diğeri ölçümü yapacak antendir. Ölçülecek anten sinyal jeneratörüne diğeri anten de osiloskopa bağlanacaktır. Ölçülecek anten R-Ø Tarayıcı üzerine diğeri sabit bir yere konulmaktadır. R-Ø Tarayıcı motorları motor sürücü ile sürülmektedir. Osiloskop, Sinyal Jeneratörü ve Motor Sürücü USB kablosu ile bilgisayara bağlıdır. Bilgisayarda bu aletlerin hepsi NI Labview ile kontrol edilmektedir. Her Ø açısı için anten 1-100 kHz aralığında ölçülmektedir. Sonuçta 360x100 boyutunda matris oluşmaktadır. Bu matris kullanılarak antenin 1-100 kHz bandındaki radyasyon paterni elde edilmiş olur. Bulunan sonuçlar MATLAB yardımıyla teorik olarak hesaplanan radyasyon paterni ile karşılaştırılacaktır. Projenin sonunda teorik ve deneysel verilerin birbiriyle uyuşması beklenmektedir.



## SUMMARY

This report has been prepared within the scope of ELM 491 Finishing Study I and the project of developing a computer-controlled loop antenna radiation pattern measurement system with R-Ø scanner has been completed.

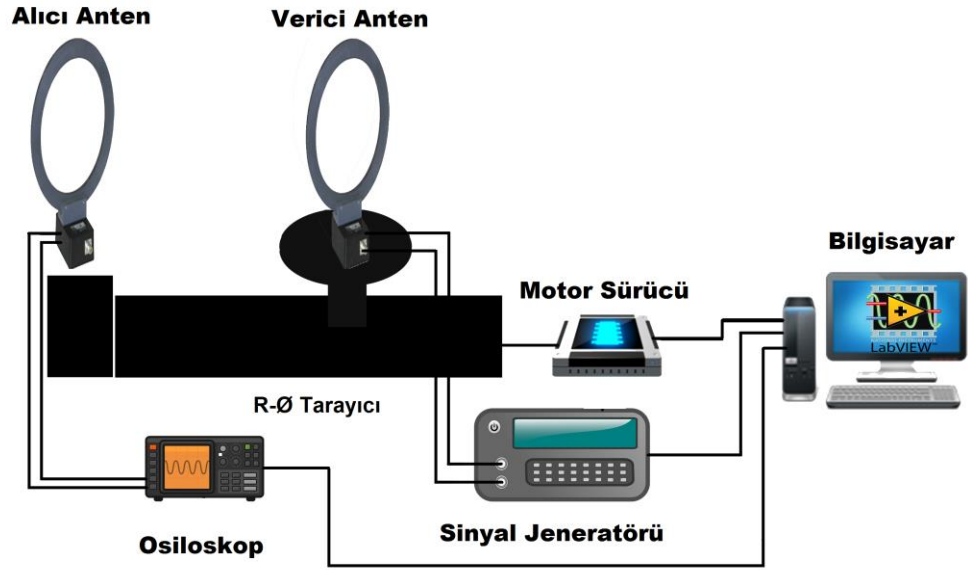
There are two loop antennas in the project. One of these antennas is the one to measure the other we want to measure. The measured antenna will be connected to the signal generator and the other antenna to the oscilloscope. The measuring antenna R-Ø is placed on the scanner at the other fixed position. R-Ø Scanner motors are driven by motor drive. Oscilloscope, Signal Generator and Motor Drive are connected to the computer via USB cable. On the computer, all of these instruments are controlled by NI Labview. For each Ø angle, the antenna is measured in the range of 1-100 kHz. The result is a matrix of size 360x100. Using this matrix, the radiation pattern of the antenna in the band of 1 to 100 kHz is obtained. The results will be compared with theoretically calculated radiation pattern with the aid of MATLAB. At the end of the project, theoretical and experimental data are expected to match each other.

## **1. GİRİŞ**

Bu proje GTÜ ELM 492 Bitirme Çalışması II dersi kapsamında hazırlanmaktadır. Projede bir halka antenin bilgisayar kontrolünde radyasyon paterninin çıkarılması amaçlanmıştır. Proje sonucunda radyasyon paterni bilinmeyen herhangi bir halka antenin radyasyon paternini bulacak sistemin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Sonraki bölümlerde yazılımsal ve donanımsal gereksinimler anlatılacaktır.

### **1.1 PROJENİN TANIMI**

Bu projede sistemdeki tüm elemanların bilgisayar yönetimiyle çalıştırılması hedeflenmektedir. Kullanıcı programda önceden ayarlanmış ayarları gerek görürse değiştir ve sistemi çalıştırır. Sistem çalışmaya başladıktan sonra ölçüm bitene kadar sisteme kullanıcı müdahalesi gerekmemektedir. Bilgisayar tüm cihazlara RS232 ile bağlıdır. Bu bağlantıyı kullanarak sistemdeki tüm cihazlar ile haberleşebilmektedir. Projede ölçmek istediğimiz verici antene sinyal jeneratörü ile 1-100 kHz aralığında sinyal verilmektedir. Anten bu sinyali yayar. Alıcı anten ile yayılan sinyaller toplanarak Osiloskop üzerinden görüntülenir. Daha sonra bilgisayara gönderilir. Bu işlem 360 derece için tekrar edilir. Sistemde R-Ø tarayıcı motor sürücü ile kontrol edilmektedir.



Şekil 1 : Projenin Genel Yapısı

## 1.2 PROJENİN NEDEN VE AMAÇLARI

Projenin seçilme nedeni elimizde bulunan halka antenlerin radyasyon paterninin belli olmamasıdır. Bu antenler el ile sarıldığı için herhangi bir teste tabi tutulmamıştır. Bizim amacımız da bu belirsizliği ortadan kaldırmaktır. Bu paternlerin bilinmesiyle mevcut bulunan antenlerin davranışları bilinecek ve ne amaçla kullanılabileceği ortaya çıkacaktır.

### 1.3 PROJE İŞ-ZAMAN PLANI

İş Adımları	10.2017	11.2017	12.2017	01.2018	02.2018	03.2018	04.2018	05.2018
Motor Sürücünün Labview ile Kontrolü								
Sinyal Jeneratörünün Labview ile Kontrolü								
Osiloskopun Labview ile Kontrolü								
Tüm sisteminin Labview ile Kontrolü								
Deneylerin Yapılması								
Teorik Verilerin Hesaplanması								
Deneysel Veriler ile Radyasyon Paterninin Çizimi								
Teorik Veriler ile Radyasyon Paterninin Çizimi								

**Tablo 1 : Proje İş-Zaman Planı**

## 2. MALZEME VE YÖNTEMLER

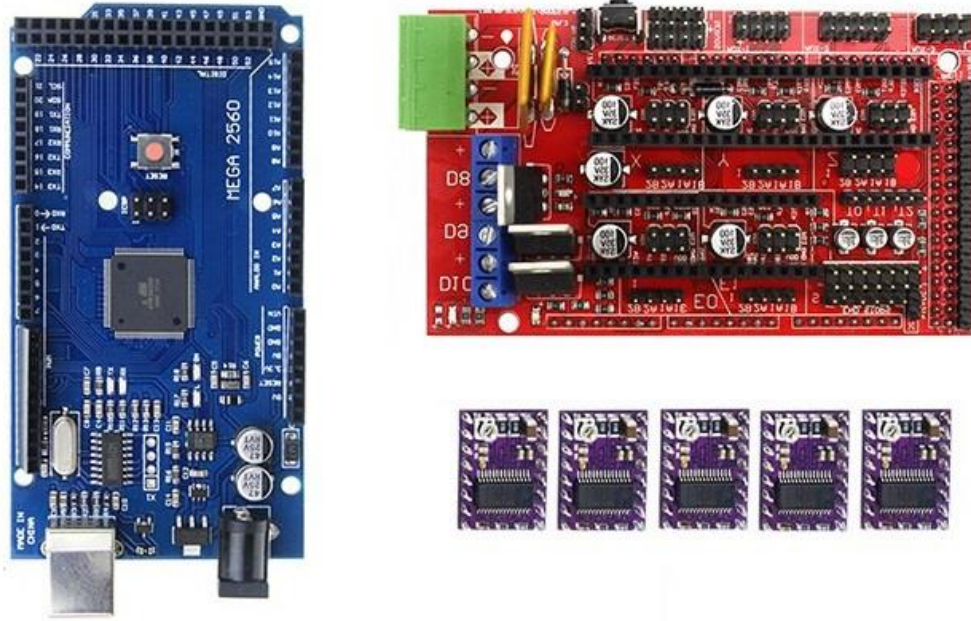
Bu kısımda projenin gerçekleştirilmesinde kullanılan donanımsal ve yazılımsal gereksinimleri, malzemeleri ve çalışmalar sırasında kullanılan yöntemler detaylı olarak anlatılmıştır. Malzemelerin detayları ve neden kullanıldıklarından bahsedilmiştir.

### 2.1 DONANIMSAL MALZEMELER

Projede bir adet özellikleri bilinen endüstriyel bir anten ölçüm yapmak üzere başka bir anten kullanılacaktır. Antene sinyal göndermek için sinyal jeneratörü, gelen sinyali ölçmek için bir adet Osiloskop kullanılmıştır. R-Ø tarayıcı da iki adet step motor vardır. Bu motorları sürmek için halihazırda çoğunlukla 3 boyutlu yazıcılar için kullanılan RAMPS1.4 Kit kullanılmıştır. Motor sürücülere güç sağlamak için sistemde bir adet DC güç kaynağı bulunmaktadır. Tüm ölçümü yapmak için de bir adet bilgisayar kullanılmıştır.

### 2.1.1 RAMPS1.4 Kit

Bu kit RAMPS1.4 kartı, Arduino Mega 2560 ve DRV8825 motor sürücülerden oluşmaktadır.



Şekil 2 : RAMPS1.4 Kit

#### 2.1.2.1 Arduino Mega 2560

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

Özellikleri;

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

### 2.1.2.2 RAMPS1.4 Kartı

Arduino mega üzerine oturtarak kablo karmaşasından kurtulmak için tasarlanmış bir karttır. Üzerine A49988, DRV8825 gibi motor sürücüleri yerleştirebilir, ekran, end switch gibi 3D yazıcı ve CNC cihazlarındaki temel bileşenlerin bağlantılarını kolayca yapılabilir. Gerekli kapasitör desteği, koruma devreleri mevcuttur. 5 adet step motor sürücü, 3 adet ısıtıcı, 6 adet limit anahtarı desteği vardır.



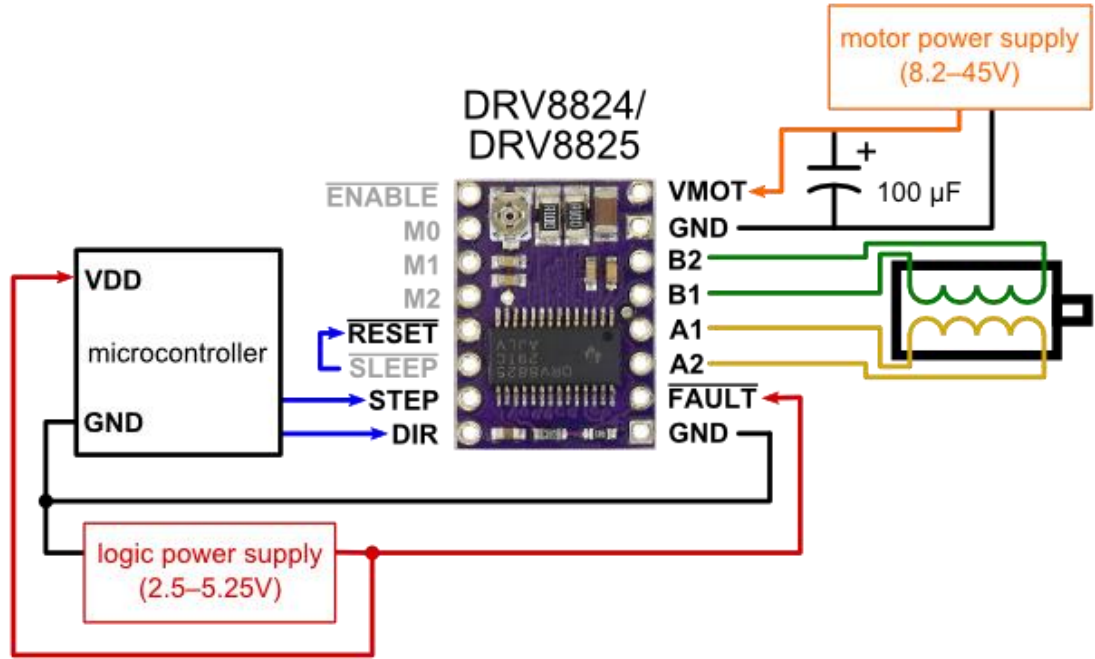
Şekil 3 : RAMPS 1.4 Kartı

### 2.1.2.3 DRV8825 Motor Sürücü

DRV8825 step motor sürücü kartı, kanal başına 1.5A akım verebilmektedir. Zorlanma ve ani durumlarda bu değer 2.2A'e kadar çıkabilmektedir. Sürücü ayarlanabilir akım sınırlaması, aşırı akım ve aşırı sıcaklık koruması ve altı mikro step çözünürlük (1/32 Step) özelliklerine sahiptir. 8.2V ve 45V arasında geniş bir çalışma voltaj aralığı ile birçok projede rahatlıkla kullanılabilir.

#### Özellikleri:

- Basit step ve yön arayüzleri
- 6 farklı step çözünürlüğü; full-step, half-step, 1/4-step, 1/8-step, 1/16-step ve 1/32-step
- Ayarlanabilir akım kontrolü
- Maksimum Motor Gerilimi:45V
- Kısa devre koruması
- A4988 motor sürücü pin arayüzü ile aynıdır.



Şekil 4 : DRV8825 Motor Sürücü Bağlantısı

### 2.1.2 DC Güç Kaynağı

Sistemde motorları, motor sürücüyü ve işlem birimini beslemek için laboratuvarında bulunan GW INSTEK firmasının 3 kanallı GPS-3303 modeli kullanılmıştır.

Özellikleri

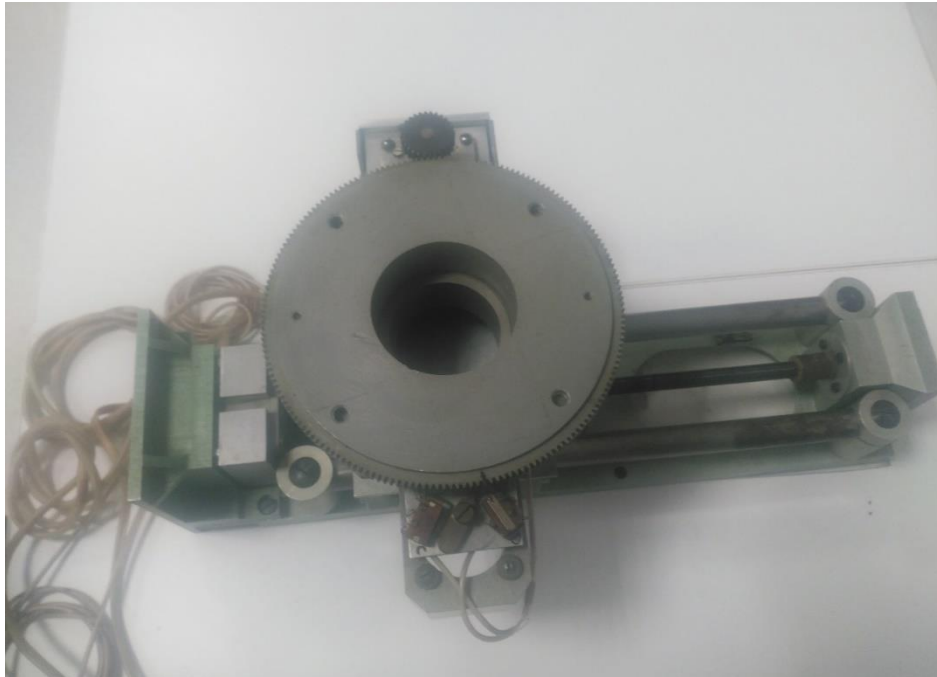
- Bağımsız 3 Çıkış (0-30V/3Ax2, 0-30V/3Ax1)
- Dört Adet LED Ekran
- Bağımsız Akım ve Gerilim Ölçüm Ekranları
- Düşük Dalgalanma & Gürültü
- Gerilim ve Akım Kontrollü İşlem
- Aşırı Yük & Ters Gerilim Koruması
- Isınmaya Karşı Aktif Kontrollü Soğutma



Şekil 5 : GW INSTEK GPS-3033 DC Güç Kaynağı

### 2.1.3 R-Ø Tarayıcı

R-Ø tarayıcı üzerinde 2 adet step motor bulunmaktadır. Bu motorlar RAMPS1.4 kartına bağlıdır. Ayrıca her eksenin limitlerinde birer tane olmak üzere toplam 4 adet buton bulunmaktadır.



Şekil 6 : R-Ø Tarayıcı



### 2.1.4 Sinyal Jeneratörü

Projede verici antene sinyal üretici olarak laboratuvarında bulunan HAMEG firmasının HM8150 modeli kullanılmıştır. Sinyal jeneratörü bilgisayara RS232 portu üzerinden bağlıdır.

1. Frekans Aralığı: 10mHz - 12.5MHz
2. 250kHz e kadar üçgen dalga üretebilme
3. Çıkış Voltajı: 10mVpp - 10Vpp (50Ω)
4. Toplam Harmonik Bozulma: 0.05% ( $f \leq 100\text{kHz}$ )
5. Dalga formu modları: sinüs, kare, üçgen/rampa, darbe ve isteğe bağlı
6. 20kHz'e kadar dış genlik modülasyonu
7. Harici konektörler: GATE (I), TRIGGER (I/O), SWEEP (O), MODULATION (I)
8. İsteğe bağlı dalga formu üretici: 40MSa/s, 12bit, 4096Pts
9. RS-232/USB ara yüzü, IEEE-488 (GPIB) isteğe bağlı



Şekil 7 : HAMEG HM1850 Sinyal Jeneratörü

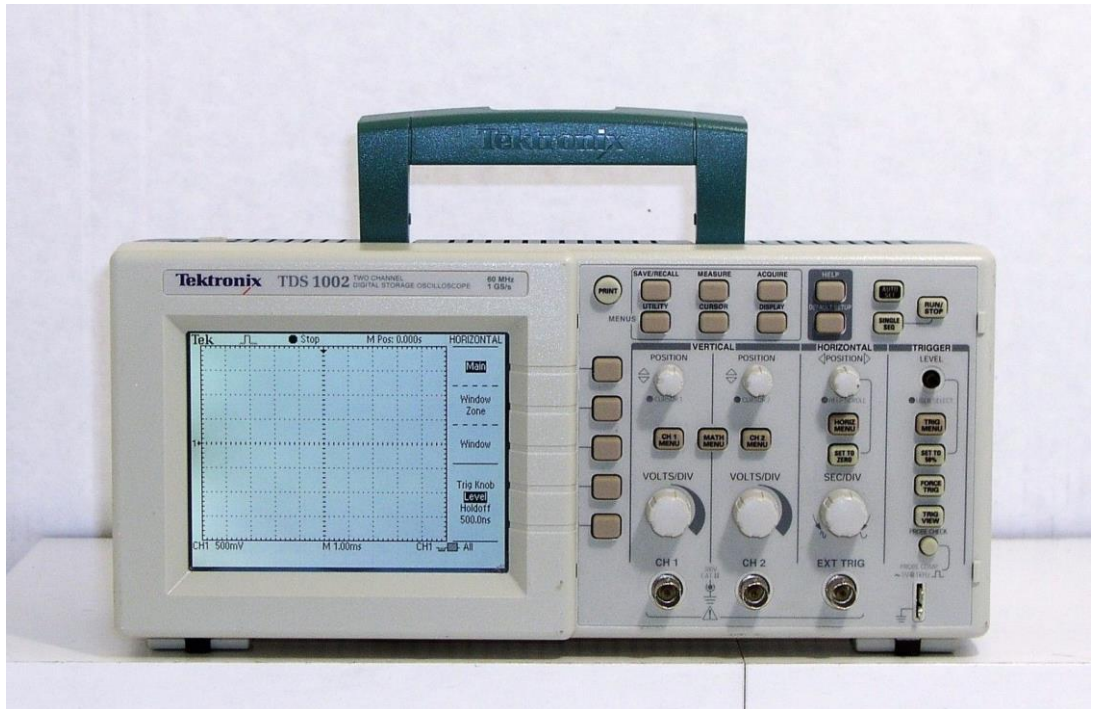
### 2.1.5 Osiloskop

Sistemde antenden gelen sinyali ölçmek için laboratuvarında bulunan TEKTRONIX firmasının TDS1002 modeli kullanılmıştır. Osiloskop bilgisayara RS232 portu üzerinden bağlanmıştır ve bilgisayar ile bu port üzerinden haberleşmektedir.

Özellikleri:

- 60 MHz, Bant genişliği

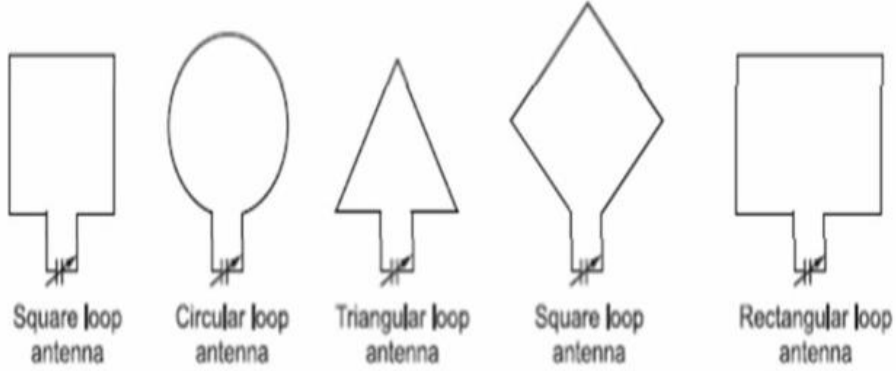
- Sample Rate 2 GS/s
- 2 kanal
- 2.5 k Puan Kayıt Uzunluęu
- Monochrome LCD Ekran
- Auto-set Menu Dalga Şekli Seçimi ile
- Doğru Prob Kullanımı Sağlamak İçin Prob Kontrol Sihirbazı
- İkili Zaman Tabanı
- Gelişmiş Tetikleme
- Otomatik Ölçümler
- Çok dilli kullanıcı arayüzü
- Dalga Şekli ve Kurulum Hafızası
- FFT Standardı
- TDS2CMAX Modülü ile İsteğe Bağlı RS232, GPIB ve Centronics Yazıcı Arabirimleri



Şekil 8 : Tektronix TDS 1002 Osiloskop

### 2.1.6 Antenler

Projede bir adet değeri bilinen endüstriyel bir anten kullanılmıştır. Bu anten sinyalleri toplamak için kullanılmıştır ve alıcı antendir. Verici anten için ise değeri bilinmeyen antenler kullanılacaktır.



Şekil 9 : Farklı Geometrilere Halka Anten Örnekleri

## 2.2 YAZILIMSAL GEREKSİNİMLER VE YÖNTEMLER

Yazılımsal gereksinimler proje geliştirme ortamları, motor sürücü kontrol yazılımı, sistemi çalıştırmak için kullanılan algoritmalar olarak ayrılabilir.

### 2.2.1 Geliştirme Ortamları

Motor sürücüleri sürmek için açık kaynak olan “Marlin Firmware” kullanıldı. Bu yazılım Arduino ile çalışmaktadır. Bilgisayar ile motor sürücü arasındaki haberleşmede G-Code kullanıldı. Bilgisayar tarafında olan haberleşme ve yönetim arayüzü ise NI Labview ile geliştirildi. Osiloskop ile bilgisayar arasındaki haberleşme Tektronix Labview kütüphanesi ile yapıldı.

### 2.2.2 Kütüphaneler

- Osiloskop için Labview Kütüphanesi
- RS232 için Labview VISA kütüphanesi
- Motor sürücü için Marlin Firmware
- Arduino için USB-UART sürücüsü

### 3. ÇALIŞMA SİSTEMİ DETAYLARI

#### 3.1 BİLGİSAYAR VE BİLEŞENLERİN BAĞLANTISI

##### 3.1.1 Bilgisayar ve Motor Sürücü Bağlantısı

Motor sürücünde işlemci olarak Arduino Mega 2560 bulunmaktadır. Arduino bilgisayara USB kablosu ile bağlanmaktadır. Arduino üzerinde bulunan bir entegre ile ana işlemciden gelen RS232 bilgisi USB ye çevrilir. Bu işlem çift yönlü çalışmaktadır USB ile bilgisayara aktarılır. Bilgisayarda sürücü ile bu bilgi tekrar RS232 bilgisine çevrilir. Labview da bu bilgiyi kullanır. Motorları hareket ettirme işlemi bilgisayardan Arduinoya G-Code göndererek yapılmıştır.

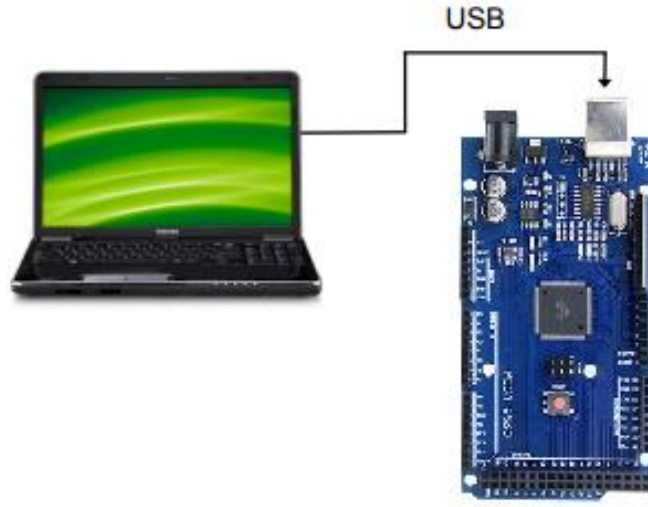
##### G-Code

G-Code birçok çeşidi olan nümerik kontrol amaçlı kullanılan bir programlama dilidir. Genellikle otomatik makine parçalarını kontrol etmek için bilgisayar destekli üretimde kullanılır.

G-kodu sık sık G programlama dili olarak da adlandırılır G programlama dili temel olarak kesici takıma ya da parçaya ne yapması gerektiğini belirtir. G-kodlarının üretim hızını, kalitesini ve verimliliğini artırması ile beraber üretim maliyetleri önemli ölçüde düşmüştür. Günümüzde makine mühendisliği ve diğer alanları için vazgeçilmez bir parçası konumundadır.

Kullanılan Komutlar:

Komut	Yaptığı İşlem
G28 Y0	Ø eksenini başlangıç pozisyonuna getirir.
G0 Y...	Ø eksenin ... yerine yazılan adıma götürür.



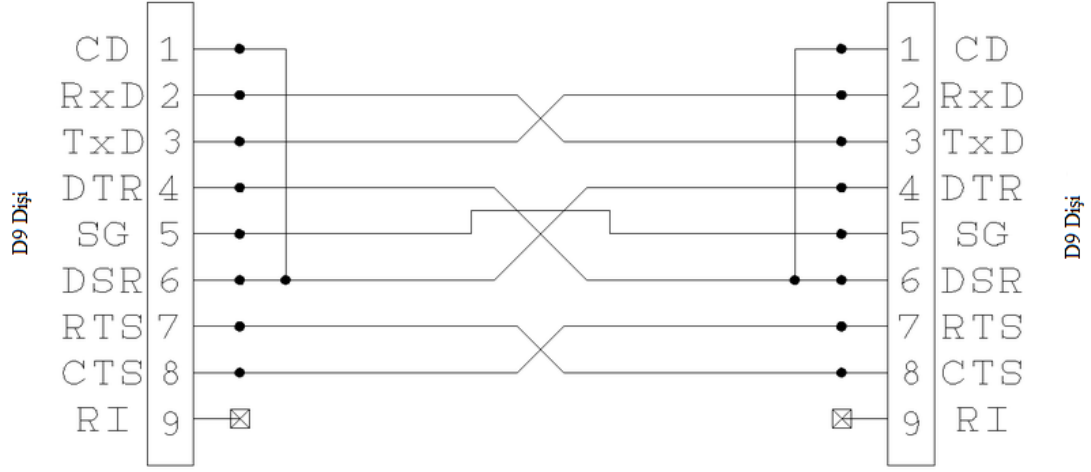
**Şekil 10 : Arduino ile Bilgisayar Bağlantısı**

### **3.1.2 Bilgisayar ve Sinyal Jeneratörü Bağlantısı**

Sinyal jeneratörü bilgisayara USB kablosu ile bağlıdır. Motor sürücü de olduğu gibi sinyal jeneratöründeki bilgi USB ye çevrilir. USB ile bilgisayara iletilir. Bilgisayarda sürücü ile bu bilgi RS232 ye çevrilir. Bu bağlantı çift yönlü çalışmaktadır.

### **3.1.3 Bilgisayar ile Osiloskop Bağlantısı**

Osiloskop ve bilgisayar üzerinde 9 Pin Erkek D-Sub Konnektör bulunmaktadır. Bu iki cihazı birbirine bağlamak için iki ucu da dişi olan Null Modem kablosu gerekmektedir. Bu kablo standart bir RS232 kablosu değildir. Kablonun bir ucundaki RX pini kablunun diğer ucundaki TX pinine gitmektedir. Aynı şekilde bir uçtaki TX pini diğer uçtaki RX pinine gitmektedir. Bu şekilde direk olarak RS232 portu üzerinden haberleşebilmektedir.



**Şekil 11 : D9 Null Modem Kablosu Kablolama Diyagramı**

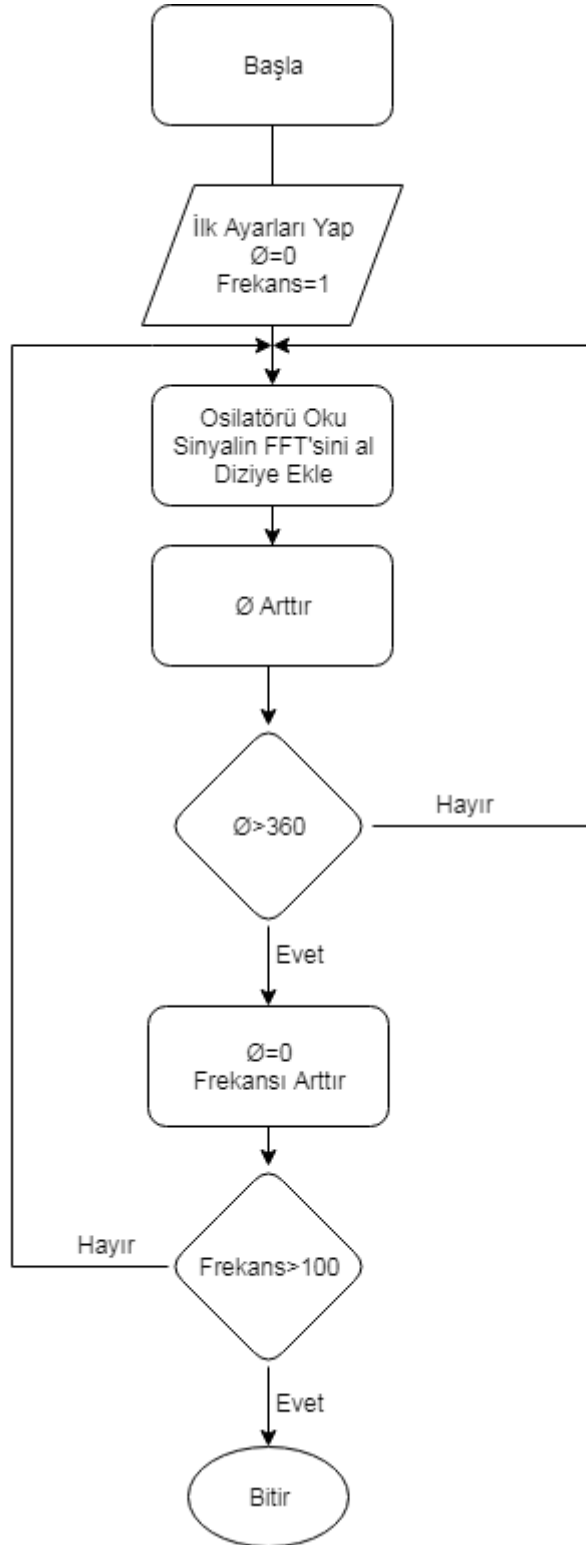
### **3.1.4 Sinyal jeneratörü ile Anten ve Osiloskop ile Anten Bağlantıları**

Projede 2 adet anten kullanılmaktadır. Bu antenlerden alıcı anten Osiloskopa bağlanmaktadır. Osiloskop ve antenin çıkışlarının ikisi de BNC konnektördür. İki ucu da BNC olan bir kablo ile bağlanmıştır. Verici anten de herhangi bir konnektör bulunmamaktadır. Bu anten Sinyal jeneratörüne bağlanacaktır. Sinyal jeneratörünün çıkışı BNC olduğu için bir ucu BNC diğer ucu krokodil konnektör olan bir kablo kullanılmıştır.

### **3.1.5 Motor Sürücü ve R-Ø Tarayıcı Bağlantısı**

R-Ø Tarayıcıda bulunan motorlar ve limit butonlar RAMPS1.4 üzerindeki soketlere bağlanmaktadır. R eksen RAMPS üzerindeki X eksenine Ø eksen RAMPS üzerinde bulunan Y eksenine bağlanmıştır. Limit butonlar kendi eksenlerinin min ve max soketlerine bağlanmıştır.

### 3.2 AKIŞ DİYAGRAMI



Şekil 12 : Labview Programı Akış Diyagramı

Program şöyle çalışır. Kullanıcı programı başlatır. Program önceden ayarlanmış ilk ayarları yapar. Bunlar: R-Ø tarayıcıyı başlangıç konumuna getir, Sinyal jeneratörünü 1 kHz, 20V ayarla ve aç. Ayarlar yapıldıktan sonra Ø 0-360 derece için her bir adımda Osiloskop okunur, sinyalin FFT si alınır magnitude değeri diziye yazılır ve frekans arttırılır. Bu işlem frekans 100 kHz değerine gelene kadar tekrarlanır. Dizideki bilgiler kullanılarak antenin radyasyon paterni dairesel koordinat sisteminde çizdirilir.

### **3.3 BAŞARILANLAR VE BAŞARILAMAYANLAR**

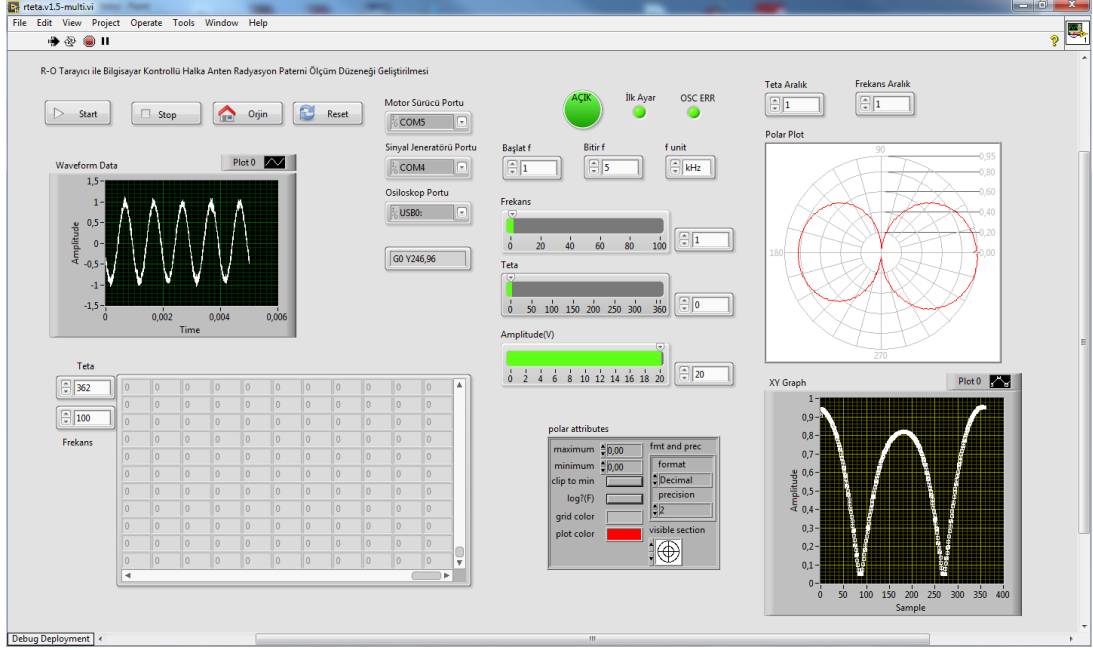
Projeye sonunda hedeflendiği üzere radyasyon paterni ölçümü yapıldı.

Proje boyunca başarılan adımlar:

- Sinyal Jeneratörü ile bilgisayar haberleştirildi.
- Osiloskop ile bilgisayar haberleştirildi.
- Motor sürücünün Labview üzerinden kontrolü sağlandı.
- Deneyler yapılarak sonuçlar alındı.
- Teorik hesaplamalar yapıldı.
- Sonuçlar karşılaştırıldı.



### 3.4 Kullanıcı Arayüzü



Şekil 13 : Kullanıcı Arayüzü

Kullanıcı arayüz üzerinde bulunan “Start” butonuna bastığında sistem çalışmaya başlar. Sistem çalışmaya başladıktan sonra kullanıcı sistemin düzgün bir şekilde çalışıp çalışmadığını arayüz üzerinden kontrol edebilir.

## 4. BULGULAR

Proje sonucunda Labview programının nasıl kullanılacağı öğrenildi. Bu program ile bilgisayara bağlanabilen diğer aygıtların nasıl yönetilebileceği öğrenildi. RS232 bağlantısının nasıl çalıştığı öğrenildi.

Laboratuvar ölçüm cihazlarının Labview ile entegre olarak çalıştığı görüldü. Bilgisayara USB üzerinden bağlanan cihazların aslında başka bir protokol ile haberleştiği keşfedildi.

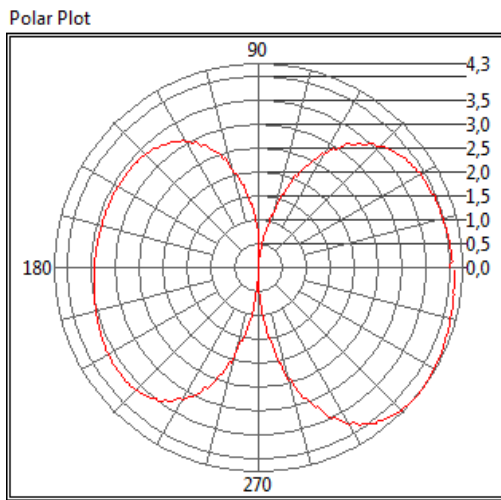
Deneyler yapılarak farklı frekanslarda sonuçlar alındı. Deneyler iki farklı halka anten için tekrarlandı. Antenlerin farklı frekans değerleri için ölçülen paternleri Tablo 2’de verilmiştir. Teorik olarak hesaplanan radyasyon paterni Şekil 26’da verilmiştir.



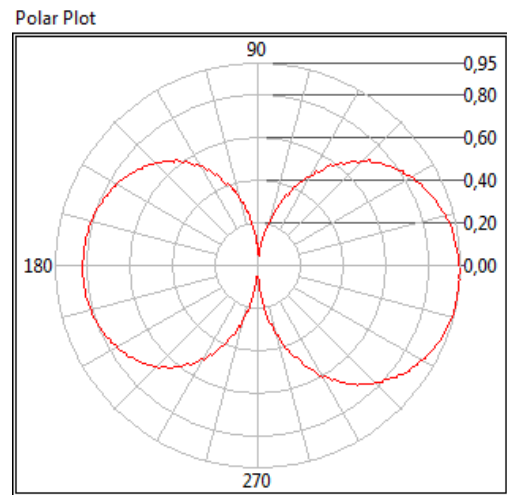
Şekil 14 : Anten 1



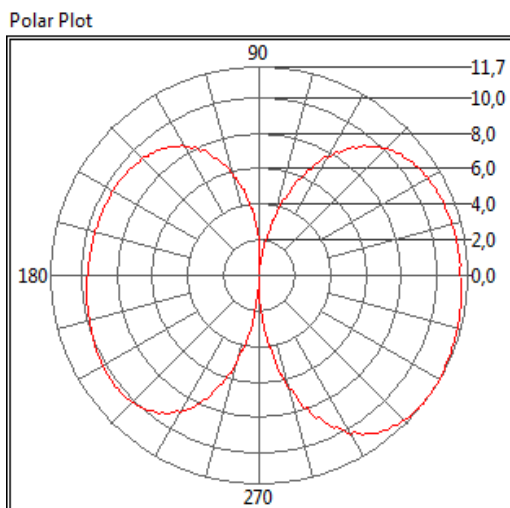
Şekil 15 : Anten 2



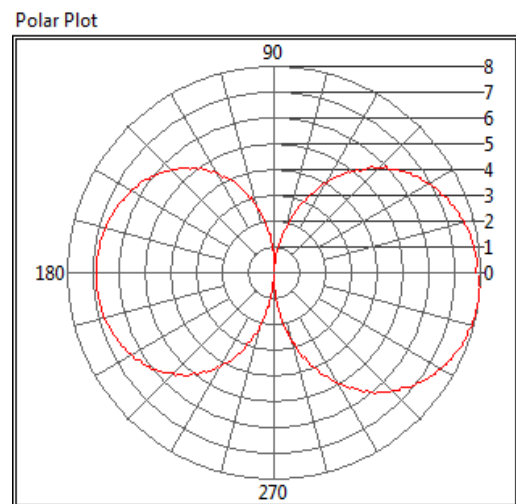
Şekil 16 : Anten 1 – 1 kHz



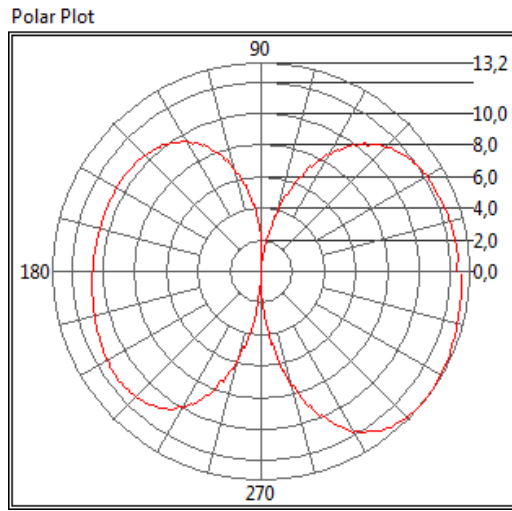
Şekil 17 : Anten 2 – 1 kHz



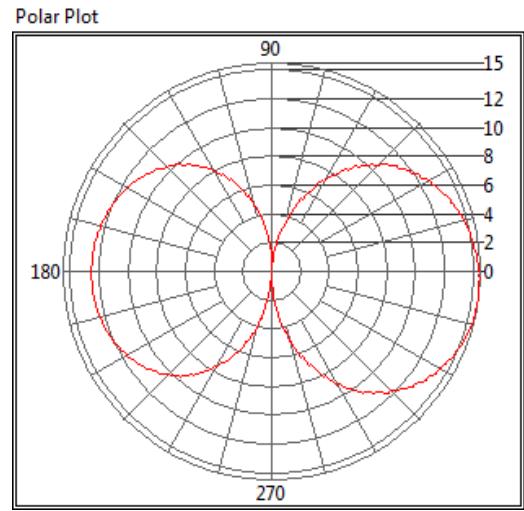
Şekil 18 : Anten 1 – 10 kHz



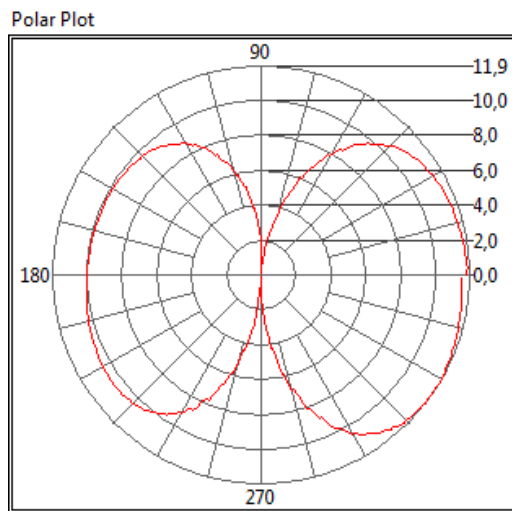
Şekil 19 : Anten 2 – 10 kHz



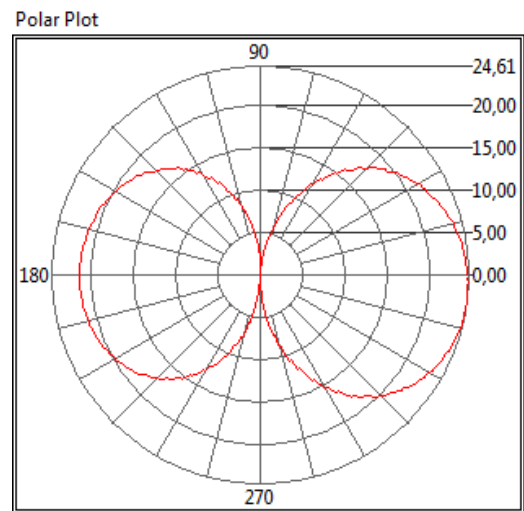
Şekil 20 : Anten 1 – 20 kHz



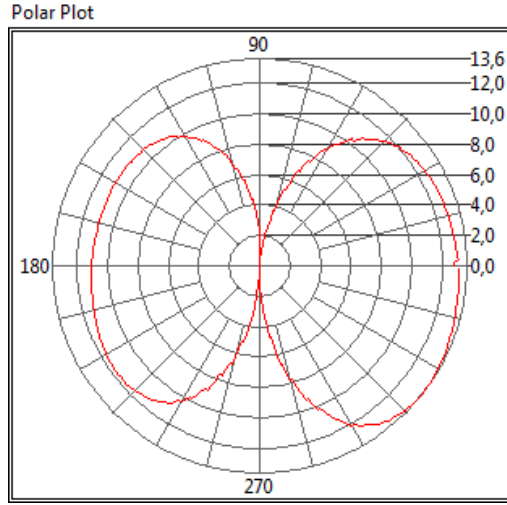
Şekil 21 : Anten 2 – 20 kHz



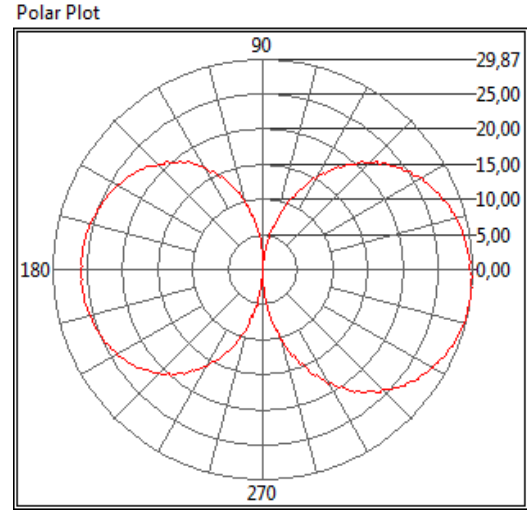
Şekil 22 : Anten 1 – 50 kHz



Şekil 23 : Anten 2 – 50 kHz



Şekil 24 : Anten 1 – 100 kHz



Şekil 25 : Anten 2 – 100 kHz

Tablo 2 : Ölçülen Halka Anten Radyasyon Paternleri

250 LOOP ANTENNAS

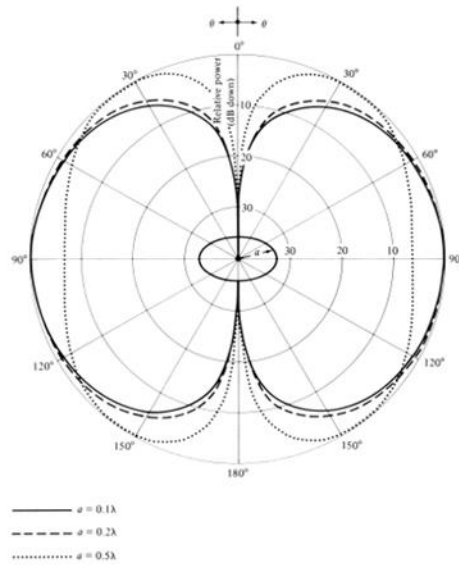


Figure 5.7 Elevation plane amplitude patterns for a circular loop of constant current ( $a = 0.1\lambda$ ,  $0.2\lambda$ , and  $0.5\lambda$ ).

Şekil 26 : Teorik Olarak Hesaplanmış Halka Anten Radyasyon Paterni

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Projede bilgisayar kullanarak bir halka antenin radyasyon paterninin ölçüm düzeneği oluşturulması amaçlanmıştır. Proje sonunda bu amaca ulaşılmıştır.

Projede Osiloskop için Labview kütüphanesi bulundu. Kütüphaneyi eklemek başlangıçta zordu. Osiloskopu kütüphanesiz kullanma denendi. Ancak kullanılan terminolojiyi daha zor olduğu için kütüphaneyi kullanmaya karar verildi ve kullanıldı.

Sinyal jeneratörü için Labview kütüphanesi bulundu. Ancak kütüphane beklenenden yavaş çalışıyordu. İşlemi hızlandırmak için kütüphane kullanımından vazgeçildi ve kütüphanede kullanılan komutlar daha sade bir hale getirilerek kullanıldı.

Motor sürücü için başlangıçta özel tasarım bir sürücü kullanılmıştı. Ancak bu sistem motorları döndürürken gerekli çözünürlüğü sağlayamadığı için kullanılmadı. Onun yerine halihazırda 3 boyutlu yazıcı sistemleri için çoğunlukla kullanılan RAMPS1.4 Kit kullanıldı.

Osiloskop başlangıçta çalışmayabiliyor. Ancak bu sorun sistemi yeniden başlatınca düzelmektedir.

Sistem henüz bir halka anten ile denenmemiştir. Ancak teorik olarak çalışmaktadır. Başka bir deyişle antenler devreden çıkarılıp Sinyal Jeneratörü direk olarak Osiloskopa bağlandığında sistem çalışmaktadır. Bu da antenler sisteme bağlandığında sistemin çalışacağını göstermektedir.

Sonuçlara bakıldığında radyasyon paterninin şeklinin ölçülen frekanslar için frekansa bağlı olmadığı gözlemlenmiştir. Frekans değiştikçe ölçülen sadece ölçülen sinyalin tepe değeri değişmektedir. Ölçülen radyasyon paternleri ve teorik radyasyon paterni karşılaştırıldığında ölçülen paternin simetrik olmadığı gözlemlendi. Bunun sebebi R-Ø Tarayıcı üzerine yerleştirilen antenin tam olarak yerleştirilememesidir. Antenin yakın alandaki davranışı sistemdeki milimetrik kaymalar ile çabuk değiştiği için sonuçlar beklendiği gibi simetrik olmamıştır.

Proje bitiminde karmaşık geometriye sahip halka antenlerin radyasyon paternlerinin doğru ve hızlı biçimde ölçülmesi beklenmektedir. Bu sayede karmaşık geometriye sahip, teorik olarak hesaplanması güç halka antenlerin radyasyon

paternleri kolayca ölçülebilir olacaktır. Ölçülen radyasyon paternleri teorik (analitik) olarak hesaplanan radyasyon paternleri ile karşılaştırılarak ölçümün doğruluğu ve güvenilirliği sağlanmış olacaktır.

Proje bitiminde elimizde R-Ø Tarayıcı, Osiloskop, sinyal jeneratörü gibi temel ölçüm cihazlarında oluşan bir sistem olacaktır. Bu sistem kurulum değiştirilmeden Labview ile programlanarak başka bir akademik çalışma için kullanılabilir halde olacaktır. Ölçüm yapılması istendiğinde ölçümü yapacak Labview programı çalıştırılarak ölçüm alınabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Aksoy S., (2014), “Advanced Metal Detectors”, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- [2] R&S HM8150 Function Generator UserManual, [online], [https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl\\_downloads/dl\\_common\\_library/dl\\_manufacturers/gb\\_1/hm8150\\_1/HM8150\\_Function\\_Generator\\_UserManual\\_de\\_en\\_02.pdf](https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_manufacturers/gb_1/hm8150_1/HM8150_Function_Generator_UserManual_de_en_02.pdf)
- [3] Tektronix TDS 200 1000 2000 Series Oscilloscope Certified LabVIEW Plug and Play (project-style) Instrument Driver, [online], [http://sine.ni.com/apps/utf8/niid\\_web\\_display.download\\_page?p\\_id\\_guid=047216EC20B66FABE0440003BA7CCD71](http://sine.ni.com/apps/utf8/niid_web_display.download_page?p_id_guid=047216EC20B66FABE0440003BA7CCD71)
- [4] Arduino Mega 2560, [online], <https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- [5] Constantine A. Balanis, (2005), “Antenna Theory: Analysis and Design, 3rd Edition”, A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION
- [6] RAMPS1.4, [online], [http://reprap.org/wiki/RAMPS\\_1.4](http://reprap.org/wiki/RAMPS_1.4)
- [7] Marlin Firmware, [online], <http://marlinfw.org/>

## Kaynak Kodları

<https://github.com/mesutkilic/bitirme1>