



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ



SELÇUK  
ÜNİVERSİTESİ

**T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**SONAR SİSTEM TASARIMI  
ENGİN TANRIKULU  
ŞAFAK YILDIRIM  
ARAŞTIRMA PROJESİ**

**HAZİRAN 2022  
KONYA**

## **BİTİRME PROJESİ KABUL VE ONAYI**

..... tarafından hazırlanan “.....” adlı bitirme proje çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünde bitirme projesi olarak kabul edilmiştir.

### **Jüri Üyeleri**

### **İmza**

#### **Danışman**

Dr. Öğr Üyesi Hakan TERZİOĞLU

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet ÇUNKAŞ  
Elektrik Elektronik Mühendisliği  
Bölüm Başkanı

## **PROJE BİLDİRİMİ**

Bu projedeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve proje yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İmza

Tarih:

## ÖZET

### SONAR SİSTEM TASARIMI

ENGİN TANRIKULU  
ŞAFAK YILDIRIM

Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi  
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

Danışman: Dr. Öğr Üyesi Hakan TERZİOĞLU

2022, 25 Sayfa

Jüri  
Dr. Öğr Üyesi Hakan TERZİOĞLU

Sonar Sistem Tasarımı araştırma projesinin amacı Su Altı araçlarında aktif pasif akustik yöntem kullanarak cisim tespiti ve haritalama yapmaktır. Projede aktif sonar yapılarak daha sonra pasif sonara ilerlenmiştir. Aktif sonar yapılmış ancak pasif sonarda sorunlar açığa çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif, Frekans, Pasif, Piezo, Sonar,

## **ÖNSÖZ**

Çalışmaları Selçuk Üniversitesi Laboratuvarlarında yürüttük. Daha önce çalışmaları olan kişilerden fikren yardımlar aldık. Buradan bize hiçbir zaman güvenini ve emeğini esiremeyen Dr. Öğr. Üyesi Hakan TERZİOĞLUNA teşekkürleri bir borç biliriz.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ .....	8
KAYNAK ARŞTIRMASI.....	9
MATERYAL VE YÖNTEM .....	10
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	11
SONAR SİSTEM TASARIM ÇALIŞMA TAKVİMİ.....	12
SONAR SİSTEM TASARIM DEVRESİ .....	12
SONAR SİSTEM TASARIM ÇALIŞMASI.....	13
SONAR SİSTEM TASARIM YAZILIMI.....	15
SONAR SİSTEM TASARIM MALZEME LİSTESİ.....	17
SONAR SİSTEM TASARIM FOTOĞRAFLARI .....	18
SONAR SİSTEM TASARIMI İLK DEVRESİ .....	23
SONAR SİSTEM TASARIM KAYNAKLARI .....	27
EKLER .....	28
ÖZGEÇMİŞ.....	30

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

3D: Üç boyut

$\Omega$ : Omega

F: Farat

K: Kilo

M: Mega

u: Mikro

Hz: Hertz

mm: Mili metre

V: Volt

A: Amper

R: Direnç

## GİRİŞ

Sonar (*Sound Navigation and Ranging*), ses dalgalarını kullanarak cismin boyut, uzaklık ve diğer verileri görmemize yarayan alet. Sesin su altında yayılmasını kullanarak su altında/ üstünde gezmeyi, haberleşmeyi ve diğer cisimleri tespit etmeyi sağlayan bir tekniktir.

Sonar İngilizce “*Sound Navigation and Ranging*” ifadesinin kısaltımı olan, ses dalgalarıyla bir cismin uzaklığını, boyutunu ve diğer verileri hakkında bilgi almak için kullanılan aletin adıdır. Sonar sistem ilk olarak denizaltıları için üretilmiştir. Ses dalgalarının su altında yayılması özelliğinden faydalanılarak, su altında/üstünde gezmeyi, mesafe aralığını hesaplamayı, haberleşmeyi ve diğer cisimler hakkında bilgi edinmeyi sağlayan bir tekniktir. Sonarı yunuslar iletişim için, yarasalar ise yön bulmada kullanır. Sonar sistem aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılır. Pasif sonar gemiler tarafından yapılan sesi dinlemektedir; Aktif sonar atış sesleri yayar ve yankıları dinler.

Araştırma Projesi olarak Sonar Sistemi Tasarımının seçilmesinin gayesi alanında az kaynak bulunması, ülke adına girişimcilik olarak önü açık olması, sinyal işleme ile ilgili olması ve kısmen diğer projelere göre zor olmasıdır.

Proje ilk aşamada cisim tespiti ileriki aşamalarda haritalama, 3D gösterim, arka arkaya olan cisimlerin gösterimi ve hem su altı hem su üstü kullanım için geliştirilecektir.

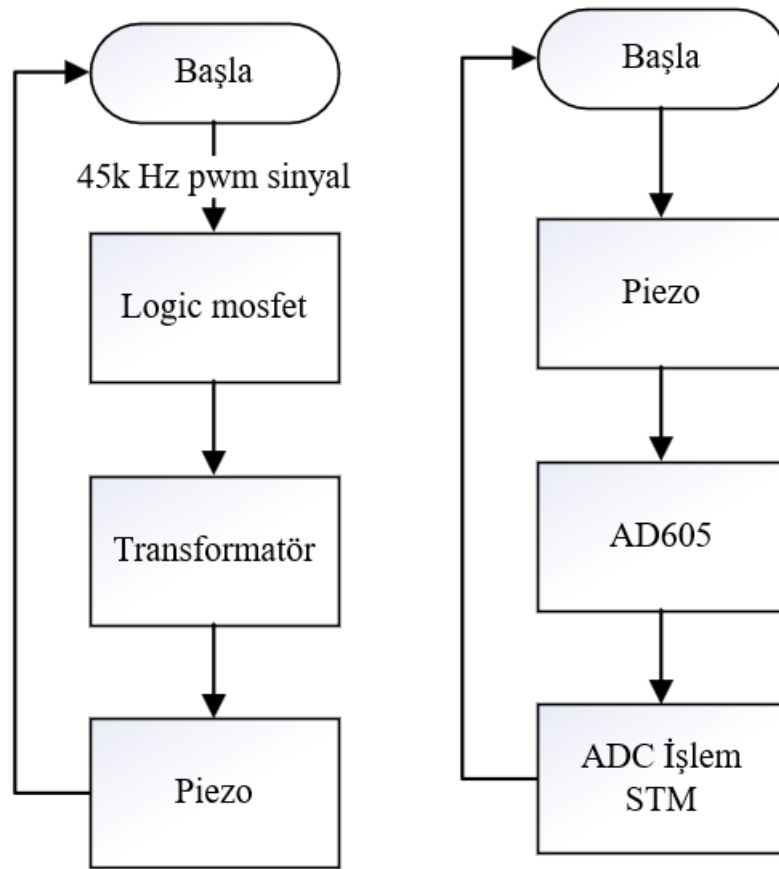
Araştırma Projesinin devamında sırası ile; Kaynak Araştırması, Materyal ve Yöntem, Araştırma Bulguları ve Tartışma, Sonar Siste Tasarımı Çalışma Takvimi, Sonar Siste Tasarımı Devresi, Sonar Siste Tasarımı Bölümleri, Sonar Siste Tasarımı Çalışması, Sonar Siste Tasarımı Algoritması, Sonar Siste Tasarımı Yazılımı, Sonar Siste Tasarımı Malzeme Listesi, Sonar Siste Tasarımı Fotoğrafları, Sonar Siste Tasarımı Kaynakları, Ekler ve Özgeçmiş 'den oluşmaktadır.



**KAYNAK ARŞTIRMASI**

Araştırma Projesine başlamadan önce Google Akademi ve Yök Tezden Sonar Sistem Tasarımı adı altında gerekli araştırmalar yapılmıştır. Kaynaklara, Sonar Sistem Tasarımı Kaynaklar bölümünde yer verilmiştir. Ancak kaynaklar daha çok sözel kaldığı için araştırmalar bizi sonuca ulaştırmamıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM



**Denklem1. Sonar Sistem Tasarımı Algoritması**

## **ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

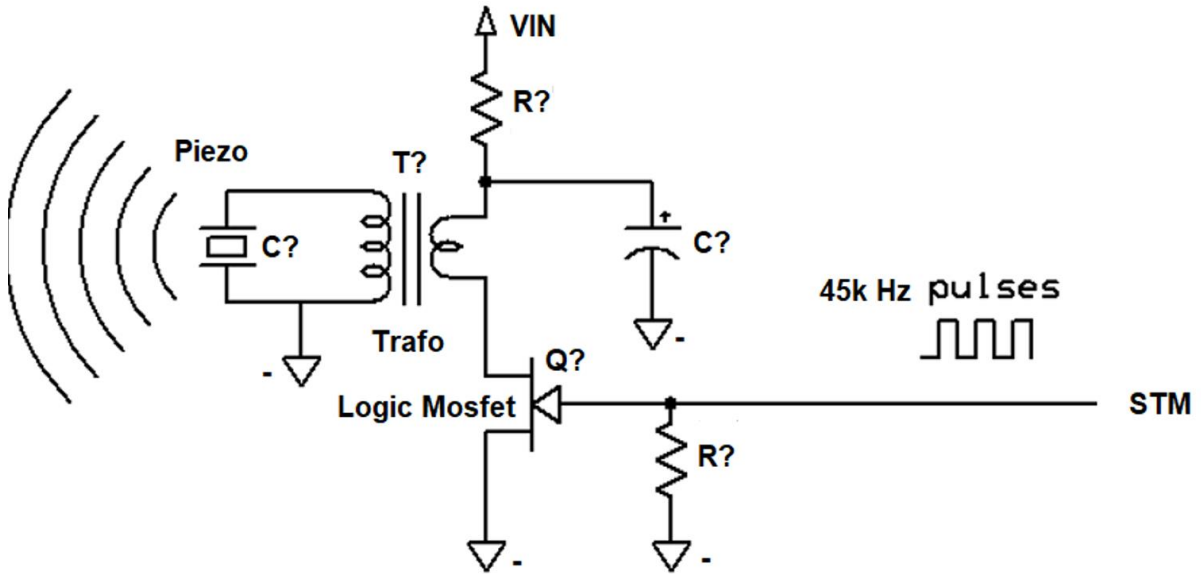
Gerçekleştirilen Sonar Sistem Tasarımının aktif kısmı çalışmakta pasif kısmında sorunlar ile karşılaşmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde sorunlar çözüme kavuşturulamamıştır. Kaynaklar kısmında bulunan birinci tezden yararlanılmıştır. [1] ancak yaşanan sorunun çözümüne faydası olmamıştır.

## SONAR SİSTEM TASARIM ÇALIŞMA TAKVİMİ

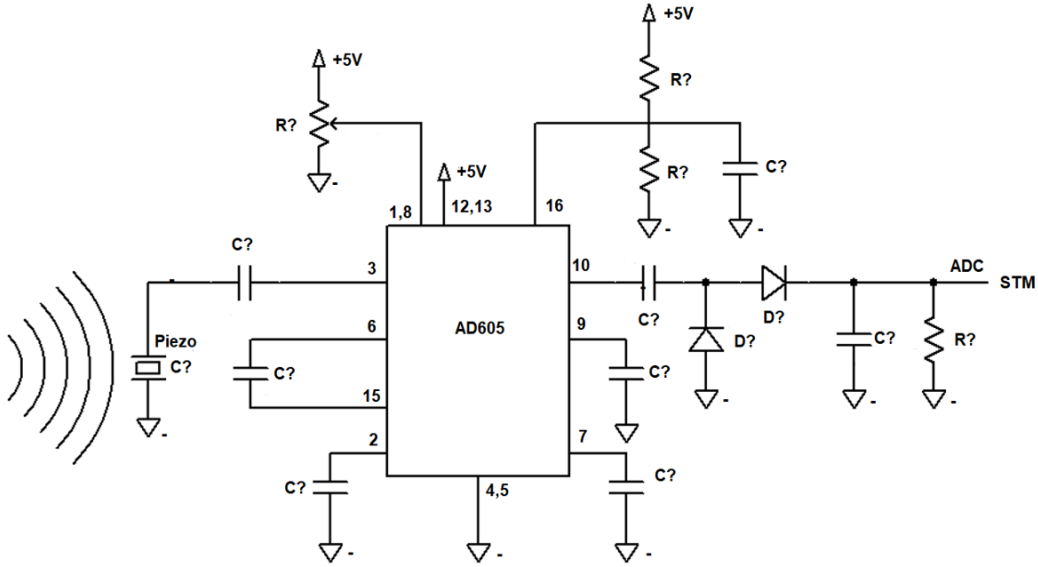
TARİH	HEDEFLER
18.02.2022	Araştırma proje seçimi
21.02.2022	Araştırma projesi başlangıcı
21.02.2022 – 07.03.2022	Konu araştırması ve rapor başlangıcı
07.03.2022 – 14.03.2022	Devre araştırması
14.03.2022 – 28.03.2022	Devre çizimi, basımı, malzeme siparişi, lehimleme
28.03.2022 – 04.04.2022	Devre denemeleri (çalışmadı)
11.04.2022 – 18.04.2022	Yeni Devre araştırması
18.04.2022 – 02.05.2022	Yeni Devre çizimi, basımı, malzeme siparişi, lehimleme
02.05.2022 – 30.05.2022	Yeni Devre denemeleri (sorunlar var)
30.05.2022 – 06.06.2022	Sorunlar ile mücadele

Şekil1. Sonar Sistem Tasarımı Çalışma Takvimi

## SONAR SİSTEM TASARIM DEVRESİ



Şekil2. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısmı



Şekil3. Sonar Sistem Tasarımı Alıcı Kısım

### SONAR SİSTEM TASARIM BÖLÜMLERİ

Sonar Sistem Tasarımı iki bölümden oluşur; Verici ve alıcı.

STM;

- Gönderici kısmında PWM dalga gönderilmesi görevini gerçekleştirir.
- Alıcı kısmında ADC veri okuması görevini gerçekleştirir.

Logic Mosfet;

- STM'nin yolladığı pwm sinyalini transformatöre iletilmesi esnasında anahtarlama görevi görür.

Transformatör;

- Logic mosfet üzerinden STM'nin gönderdiği pwm sinyalini yüksek voltaj seviyelerine çıkarır.

Piezo;

- Elektrik enerjisini sese çevirir yahut sesi elektrik enerjisine dönüştürür.

### SONAR SİSTEM TASARIM ÇALIŞMASI

Yukarıda görülen “ Şekil2. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısım “ STM'nin pwm sinyali göndermesi ile logic mosfet tetikleyerek anahtarlıyor, anahtarlanan mosfet trafıyü iletime geçirerek. Transformatör 5V pwm sinyali yükselterek piezoya ileterek elektrik sinyali ses sinyaline dönüştüyor.

Yukarıda görülen “ Şekil3. Sonar Sistem Tasarımı Alıcı Kısım “ Piezo ses sinyalini elektrik enerjisine çevirir, elektrik enerjisi AD605'e aktarılır. AD605 düşük voltajı filtreleyip, yükseltir. STM sinyali ADC yardımı ile alır.

Sonarı uzun süre düşündükten ve diğer insanların devrelerini inceledikten sonra, temel Newton fiziğinin yanı sıra fourier analizi ile Sonar Sistemi açıklanabilir. Akustik yöntemler, ses dalgalarının deniz içerisinde hızlı ve iyi şekilde yayılması nedeniyle deniz tabanı ve tabandaki cisimlerin tanınması ve sınıflandırılmasında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.[1]

1. Ultrasonik dönüştürücüler ve Newton fiziği
2. Fourier Analizi
3. Filtreleme
4. Neden Sinyali incelerken 'yankı' darbesi görüyoruz?
5. Ultrasonik dönüştürücü mesafeyi ölçmek için doğru noktayı gerçekten tespit ediyor mu?

## 1. Ultrasonik dönüştürücüler ve Newton fiziği

Bir ultrasonik dönüştürücü temel olarak, kuvars, seramik veya başka bir Uygun yalıtıcı olabilen bir piezo efekt malzemesi parçasının metal iki plakanın yan yana gelmesi sonucu oluşur.

Piezoya bir elektrik sinyali uygulandığında, malzeme sıkıştırılır. Elektrik sinyali uygulanmadığında veya her iki terminalde voltaj eşit ise, malzeme genişler.

Malzeme için rezonans frekansında voltaj verildiğinde, malzemenin hareketi için maksimum güç kullanılır.

Rezonans frekansı, kristal yapının nasıl oluştuğuna ve cihazın ve malzemenin boyutlarına göre belirlenir. İşte Newton fiziğinin devreye girdiği yer burasıdır, gerilimler uygulandığında gerilimdeki değişim hızlı bir artış kare dalgası olsa bile, kristalin Mekanik INERTIA'sı vardır, bu nedenle hareket rezonans frekansında sinüs dalgası tipi bir harekete sönümlenir.

Ultrasonik çalışmada, malzeme genişlediğinde plakayı tabandan uzaklaştırarak hava basıncını artırır ve tersine sıkıştırdığında plakayı içeri doğru çeker ve hava basıncını azaltır. Bu değişiklikler, havada iletilen basınç farklarıdır.

Bir piezo malzemesi sıkıştırıldığında veya gerildiğinde, hareket miktarıyla orantılı bir elektrik voltajı üretir. Vinil plak iğnelerinin çalışma prensibide budur.

Ultrasonik alıcılar için kullanıldığında, plakalardan biri sabitlenir ve plaka üzerindeki hava basıncı arttıkça hareket etmesine izin verilir ve bunun tersine, hava basıncı azaldığında malzeme genişler.

## 2. Fourier Analizi

Fourier analizi Bir kare dalga, temel frekans sinüs dalgasından harmoniklerden (frekanslardan) oluşur. Yani 40 kHz kare dalga için - 40 kHz + 120 kHz + 200 kHz + 280 kHz + 360 kHz + 440 kHz.....

Bu nedenle, sinüs dalgalarıyla çalıştırıldığında tipik bir ultrasonik dönüştürücünün frekans yanıtını düşündüğümüzde, yanıt, merkez frekansın 10k Hz'i içinde 20 ila 40db azalır. Yani elektriksel açıdan malzeme çok yüksek rolloff ile çok dar bantlı bir filtre gibi davranır, bu yüzden bırakın gerisini 120 kHz'in geçemeyeceği 40k Hz'lik üçüncü harmonik bile geçemez. Bu nedenle Ultrasonik dönüştürücülerin tüm hareketlerini sinüs dalgaları olarak ele almalıyız. Herhangi bir akustik bir ses dalgası işitme sistemi tarafından iki işleme tabi tutulmaktadır: ön işaret işleme ve biçimleme – genel anlamda filtreleme/süzme ve sinirsel kodların üretimi.[2]

## 3.Filtreleme

Çoğu Ultrasonik alıcı bir tür yüksek (ish) performans bant geçiş filtresine sahiptir. Gürültü sebeperli;

- Şebeke harmonik gürültüleri.
- Kablolamada, beslemede, cihazlarda vb. gürültüleri.

### Şebeke harmonik gürültüleri

500 Hz - 1 kHz yüksek geçiş 3 db/oktav düşüşünde bile ana şebeke uğultusunu ortadan kaldırmak için çoğu şebeke frekansının 100/120Hz 2.harmoniğine ulaştığımızda 2 veya daha fazla oktav aşağı olacaktır. 1 kHz yüksek geçiş kullanırsak, 9 db aşağı olan 100/120 Hz'e ulaştığımızda, bu frekansta gelen gücün 1/8'i olan 3 oktavın üzerine düşecektir.

### Kablolamada, beslemede, cihazlarda vb. gürültüleri

Kullanılan standart cihaz 1 MHz'lik Kazanç Bant Genişliği ürününe sahip bir LM324 olduğundan, yapılacak şey her aşamada kazanımları azaltmaktır, bu nedenle G/Ç'dan kaynaklanan kırpmaya ile birlikte harmonik bozulma elde ettiğimiz anlamına gelir ve bazı aşamaların kazancı 5 ila 10 arasındadır, 200k Hz'den 100 kHz'e kadar olan bu kazançlarda bant genişliği elde ederiz. Böylece daha fazla bozulma, kırpmaya vb. Oluşmaz.

#### 4.Neden Sinyali incelerken 'yankı' darbesi görüyoruz?

Received Echo pinlerinde, alıcının self-rezonans salınımları yankıdan başka bir yankı görünmüyor, alıcının rezonans self salınımlarını görüyoruz.

Alıcının rezonans self salınımlarını aşmak için unlardan birine ihtiyaç vardır.

1. Enerjiyi daha hızlı boşaltmak için alıcı terminalleri boyunca sönümleme direnci. 10k civarında bir yer yeterli olacaktır.
2. Salınımları hızlı bir şekilde durdurmak için karşılaştırmacı eşliğini değiştirmek yerine alıcı terminalini GND'ye CLAMP için eşik sinyali.

#### SONAR SİSTEM TASARIM YAZILIMI

```
void delay (uint16_t time)
```

```
{
```

```
__HAL_TIM_SET_COUNTER(&htim1, 0);
```

```
while (__HAL_TIM_SET_COUNTER (&htim1= < time);
```

```
}
```

```
uint32_t IC_Val1 = 0;
```

```
uint32_t IC_Val2 = 0;
```

```
uint32_t Difference = 0;
```

```
uint8_t Is_First_Captured = 0;
```

```
uint8_t Distance =0;
```

```
#define TRIG_PIN GPIO_PIN_8
```

```
#define TRIG_PORT GPIOA
```

```
Void HAL_TIM_IC_CaptureCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
```

```
{
```

```
İf (htim->Channel == HAL_TIM_ACTIVE_CHANNEL_1)
```

```
{
```

```
İf (Is_First_Captured==0)
```

```
{
```

```
IC_Val1 = HAL_TIM_ReadCaptureValue(htim, TIM_CHANNEL_1);
```

```
Is_First_Captured = 1;
```

```
HAL_TIM_CAPTUREPOLARITY(htim,TIM_CHANNEL_1,TIM_INPUTCHANNELPOLARITY_FALLING;
```

```
}
```

```
else if (Is_First_Captured==1)
```

```
{
```

```
IC_Val2=Hal_TIM_ReadCapturedValue(htim,TIM_CHANNEL_1);__HAL_TIM_SET_COUNTER(htim,0)
```

```
;
```

```

    If (IC_Val2 > IC_Val1)
    {
        Difference = IC_Val2-IC_Val1;
    }
    else if (IC_Val1 > IC_Val2)
    {
        Difference = (0xffff - IC_Val1) + IC_Val2;
    }

    Distance = Difference* 0.034/2;
    Is_First_Captured = 0;

__HAL_TIM_CAPTUREPOLARITY(htim,TIM_CHANNEL_1,TIM_INPUTCHANNELPOLARITY_RISING;

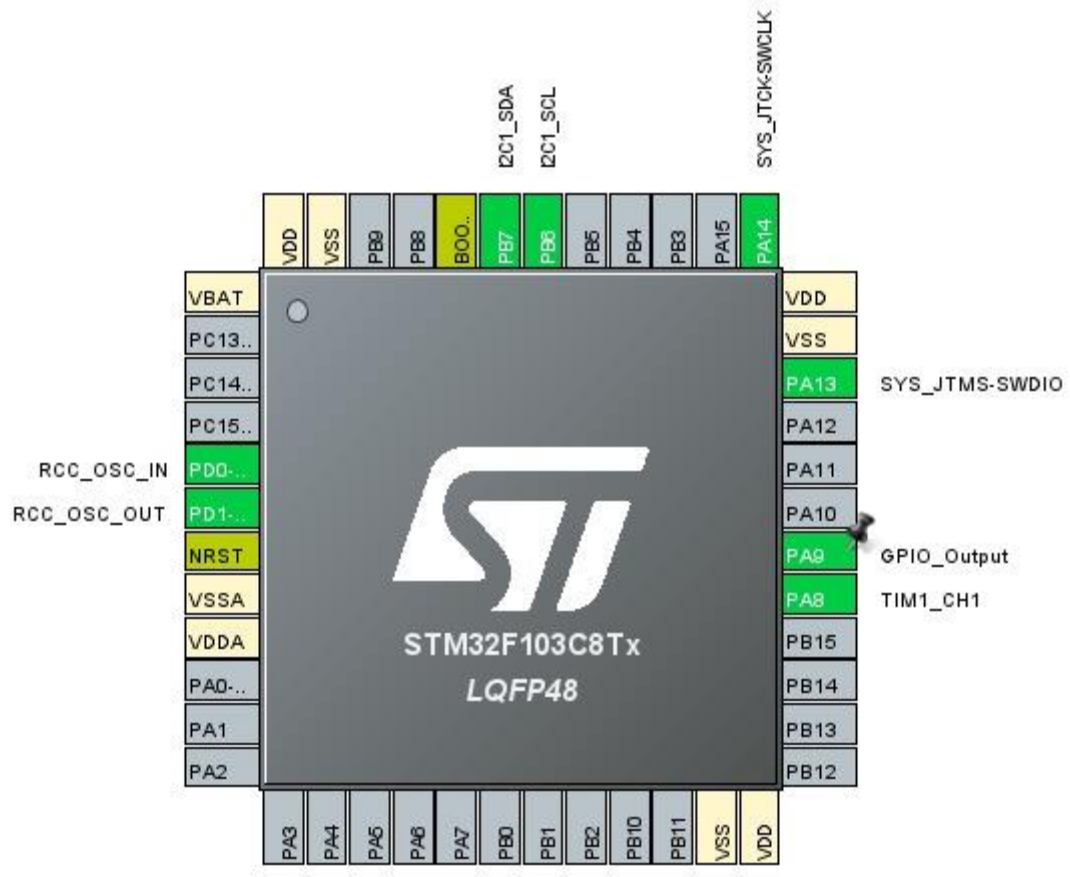
__ HAL_TIM_DISABLE_IT(&htim1, TIM_IT_CC1);
    }
}

Void Sonar_Read (void)
{
    HAL_GPIO_WritePin(TRIG,PORT, TRIG_PIN, GPIO_PIN_SET);
    delay(10);
    HAL_GPIO_WritePin(TRIG,PORT, TRIG_PIN, GPIO_PIN_RESET);
    __ HAL_TIM_ENABLE_IT(&htim1, TIM_IT_CC1);
}

lcd_init();
HAL_TIM_IC_Start_IT(&htim1, TIM_CHANNEL_1);
lcd_send_string ("Mesafe= ");
while (1)
    Sonar_Read();
    lcd_send_data((Mesafe/100) +48);
    lcd_send_data(((Mesafe/10) %10) +48);
    lcd_send_string(" cm");
    HAL_Delay(200);
}

```





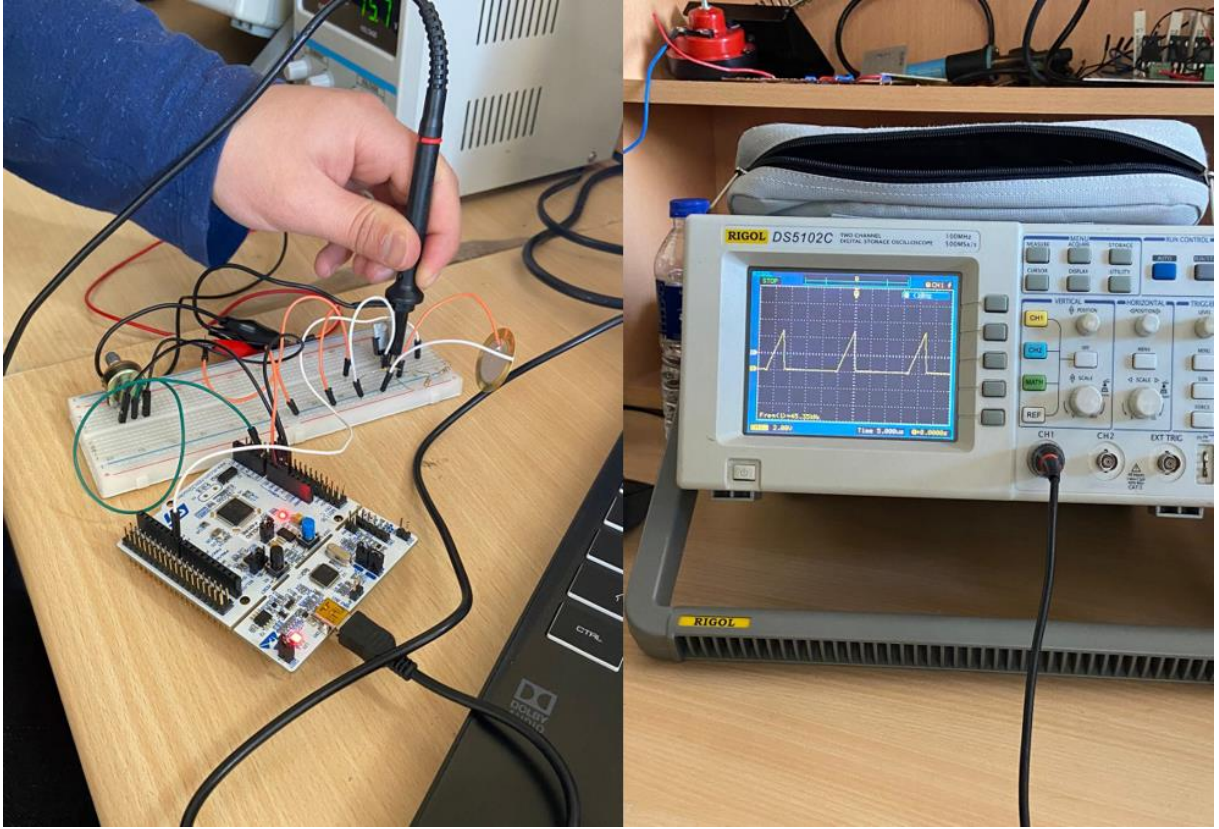
Şekil4. Sonar Sistem Tasarımı STM pin çıkışları

#### SONAR SİSTEM TASARIM MALZEME LİSTESİ

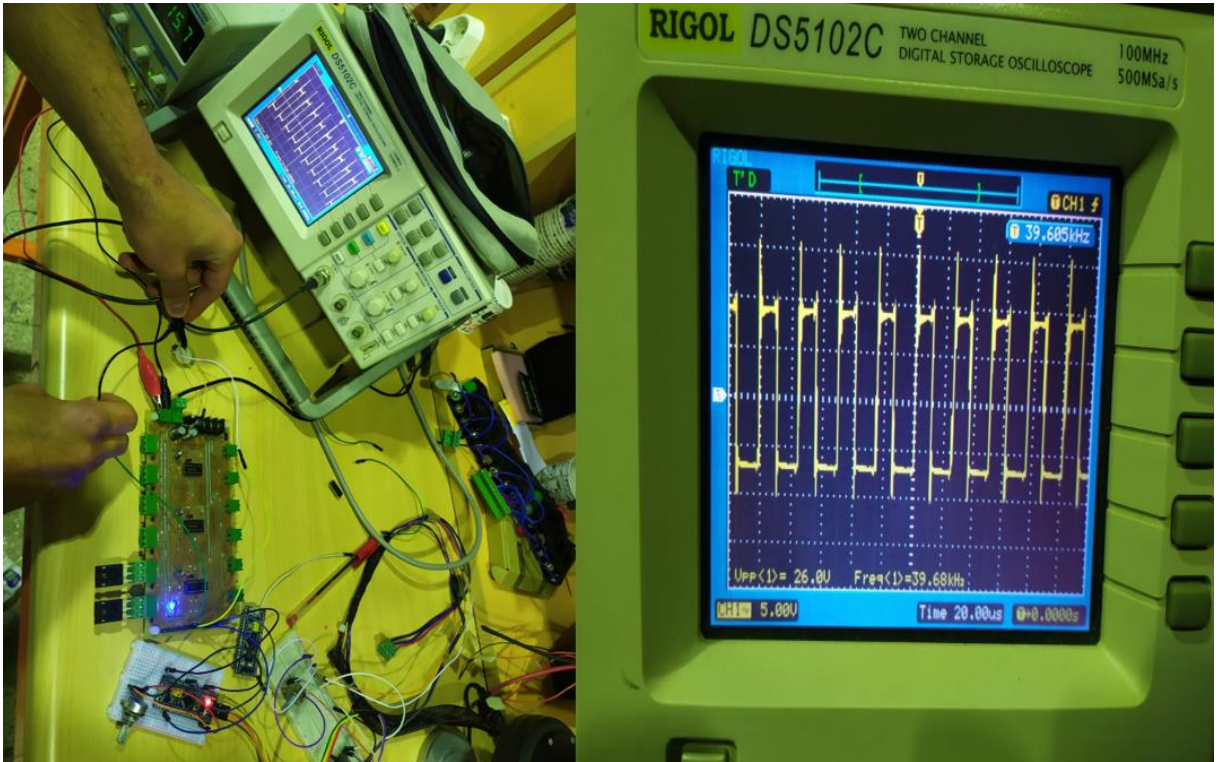
MALZEME	LİSTESİ
STM	1 Adet
AD605	x Adet
KONDANSATÖR	x Adet
PİEZO 45KHZ	x Adet
DİRENÇ	x Adet
TRANSFORMATÖR	1 Adet
BLENDAJLI KABLO	x Adet
HEADER	x Adet

Şekil5. Sonar Sistem Tasarımı Malzeme Listesi

## SONAR SİSTEM TASARIM FOTOĞRAFLARI



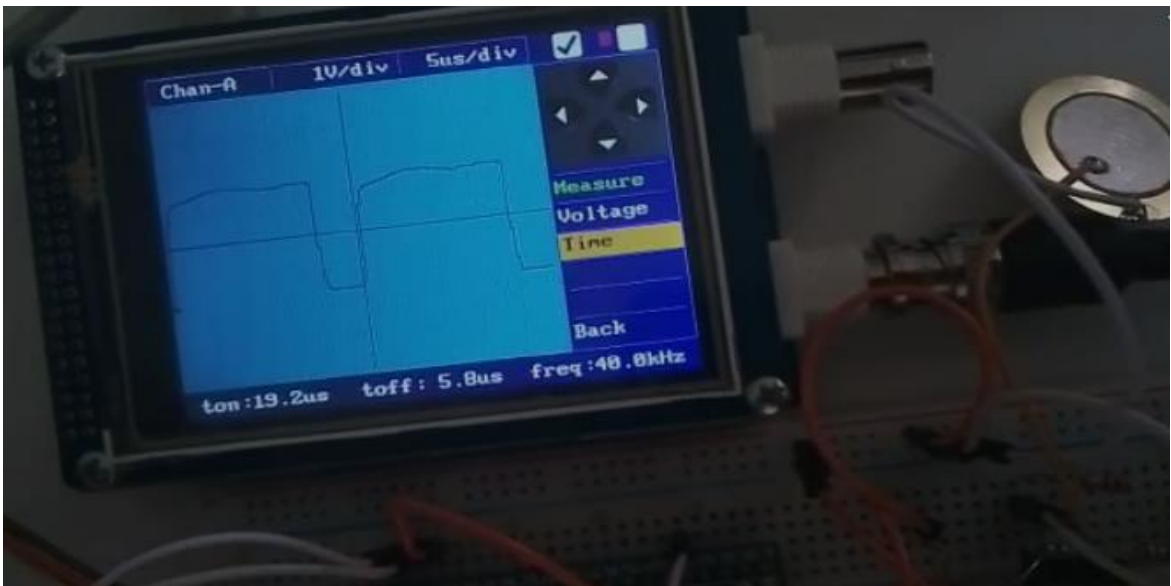
Şekil6. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısım Testi



Şekil7. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısım Testi

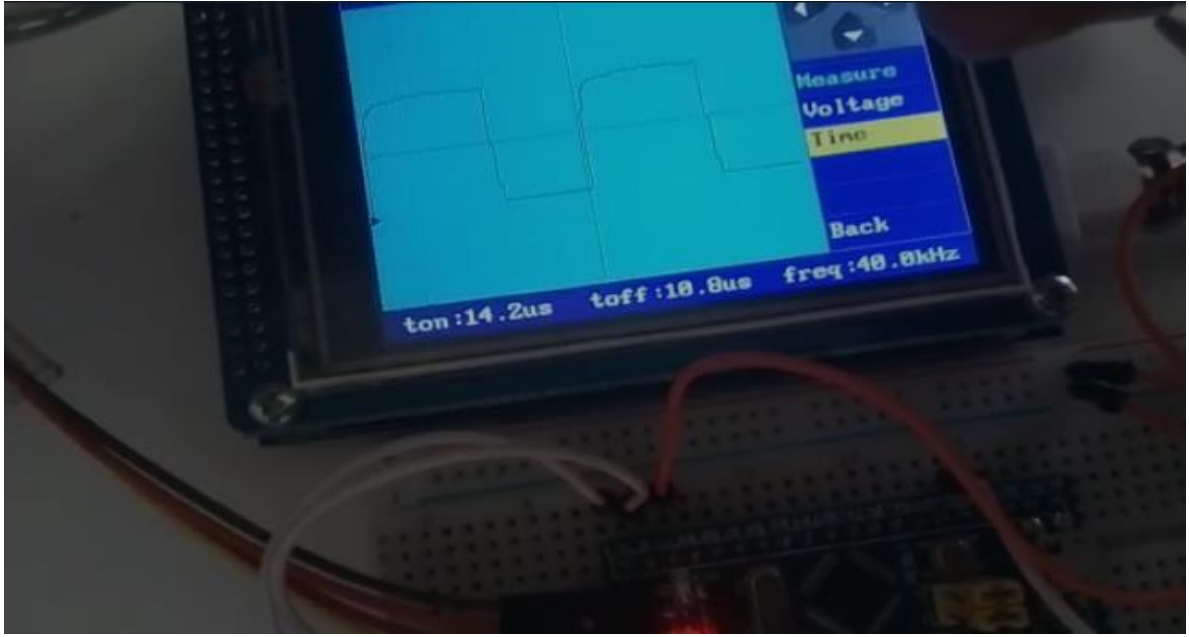


Şekil8. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısım STM Çıkış Sinyali

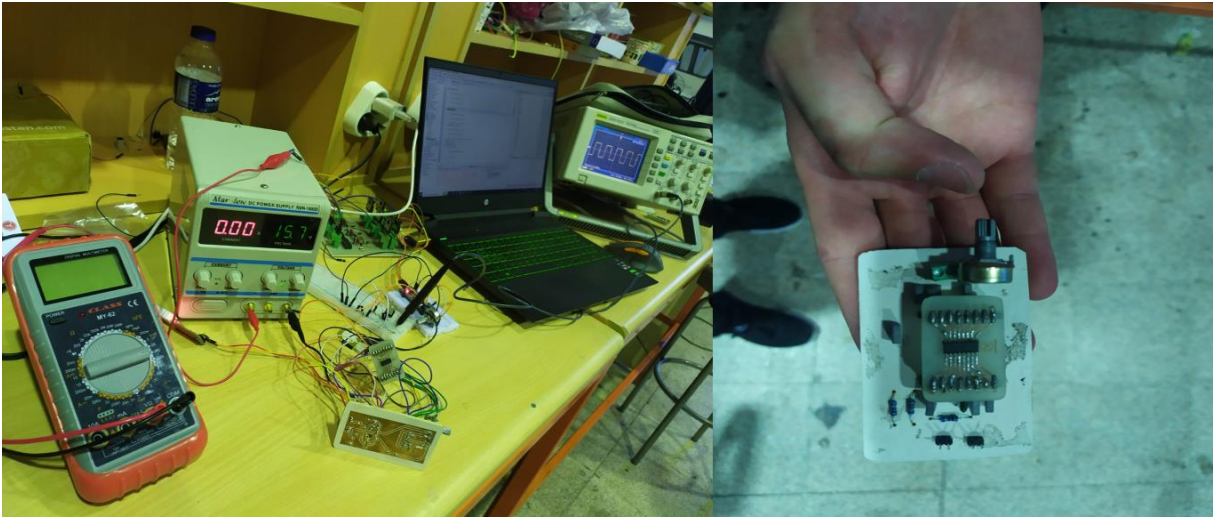


Şekil9. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısım Logic Mosfet Çıkış Sinyali

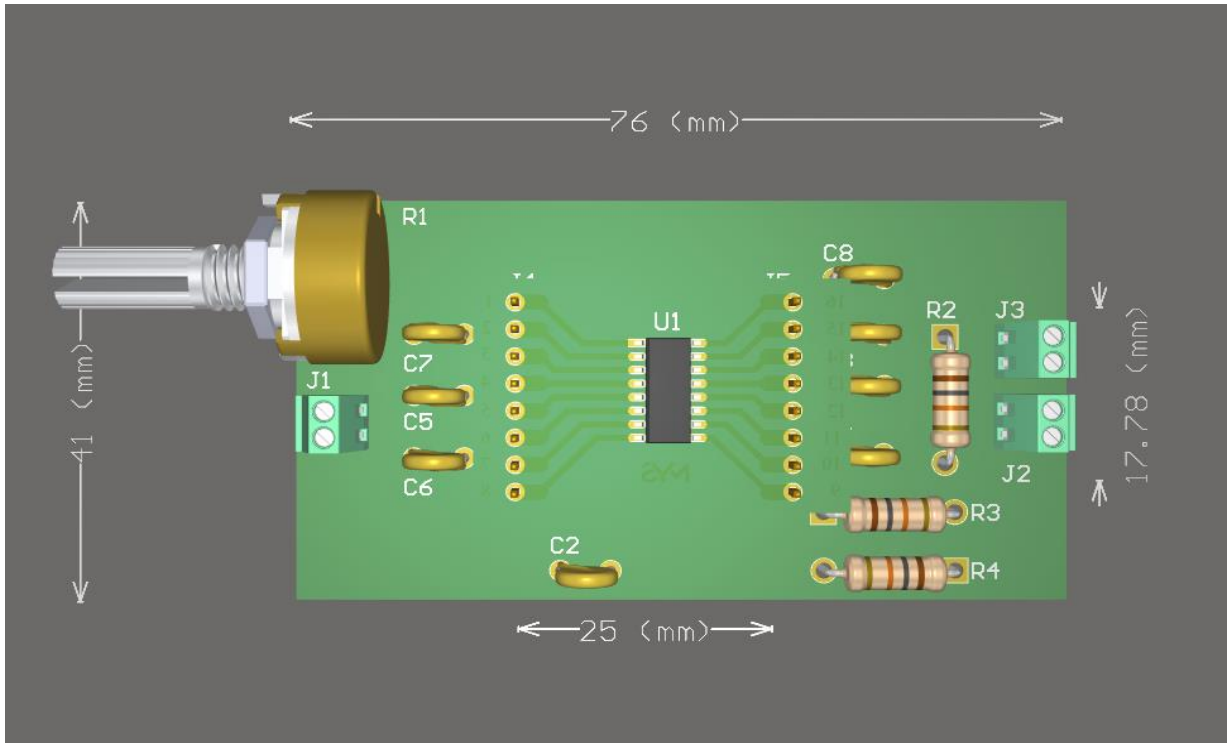




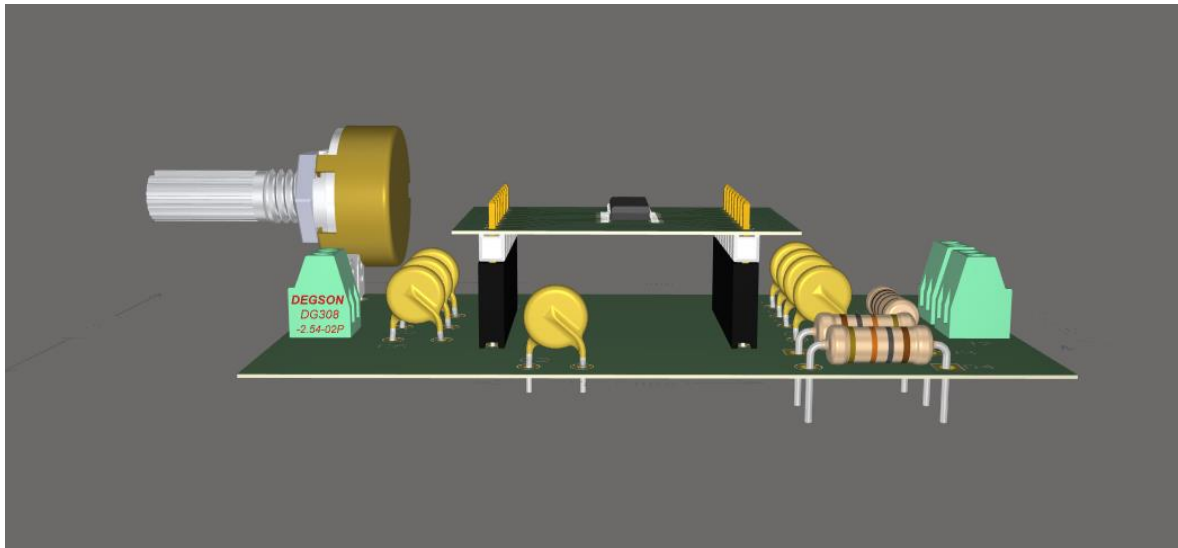
Şekil10. Sonar Sistem Tasarımı Gönderici Kısmı Piezo Çıkış Sinyali



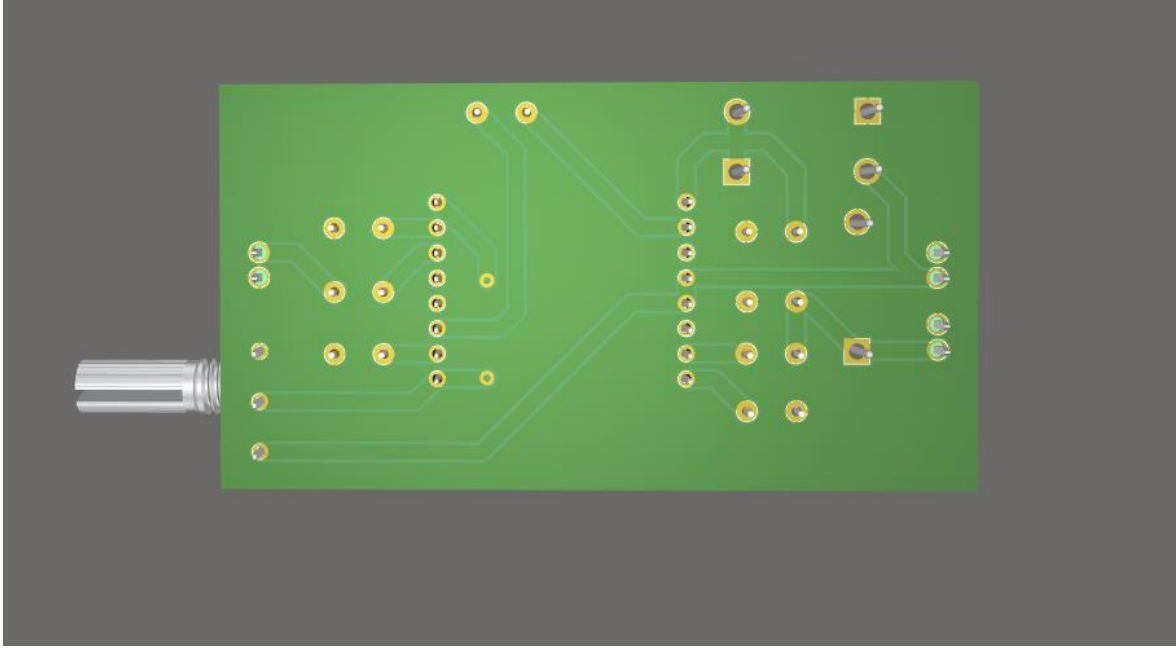
Şekil11. Sonar Sistem Tasarımı Alıcı Kısmı Testleri



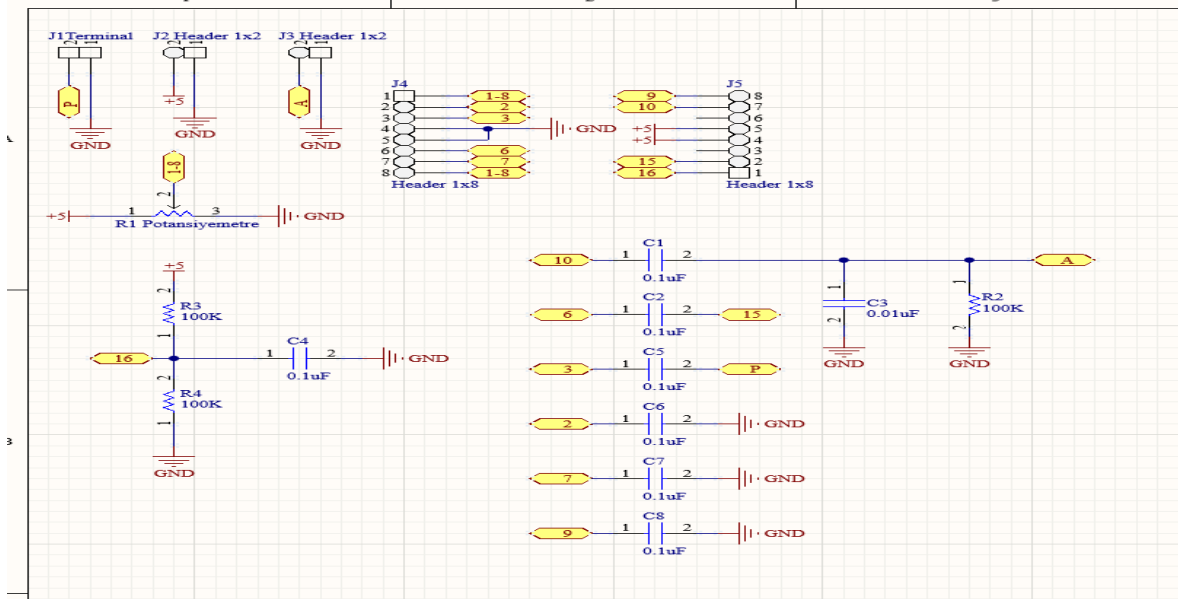
Şekil12. Sonar Sistem Tasarımı Alıcı Kısım 3D Üst Görüntüsü



Şekil13. Sonar Sistem Tasarımı 3D Yan Görüntüsü



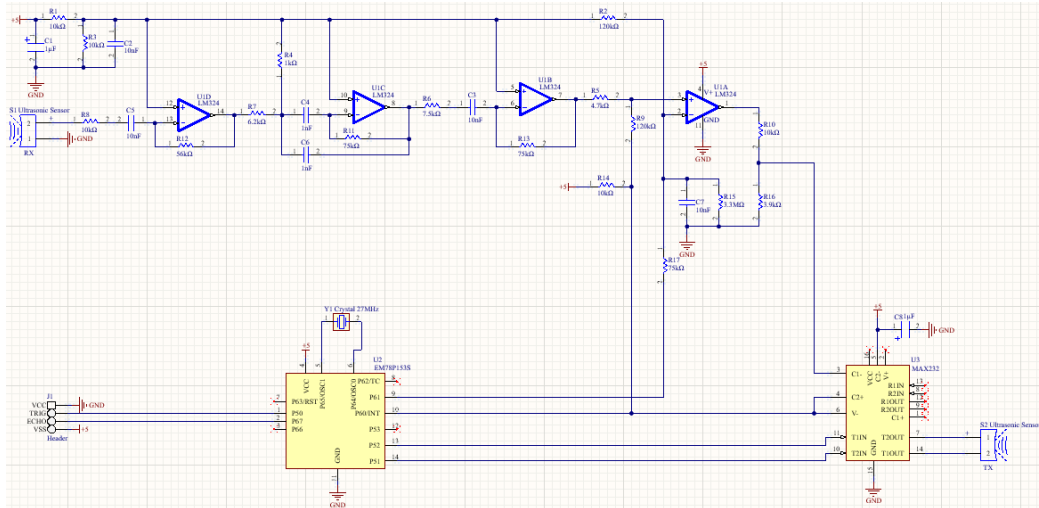
Şekil14. Sonar Sistem Tasarımı 3D Alt Görüntüsü



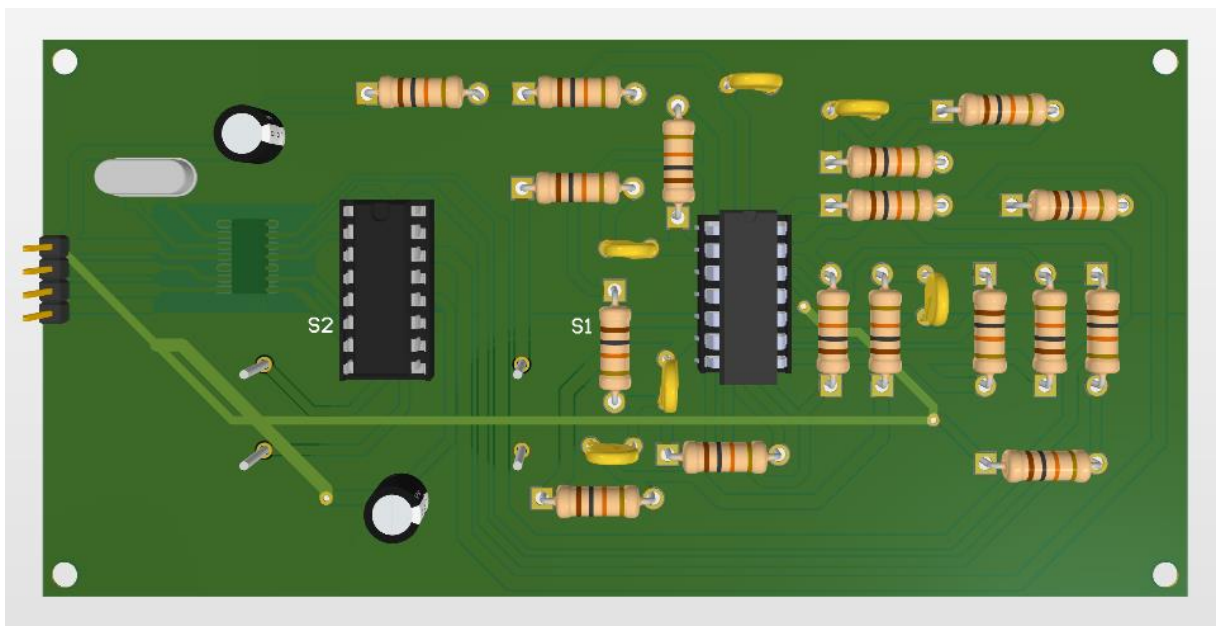
Şekil15. Sonar Sistem Tasarımı Şematik Görüntüsü

## SONAR SİSTEM TASARIMI İLK DEVRESİ

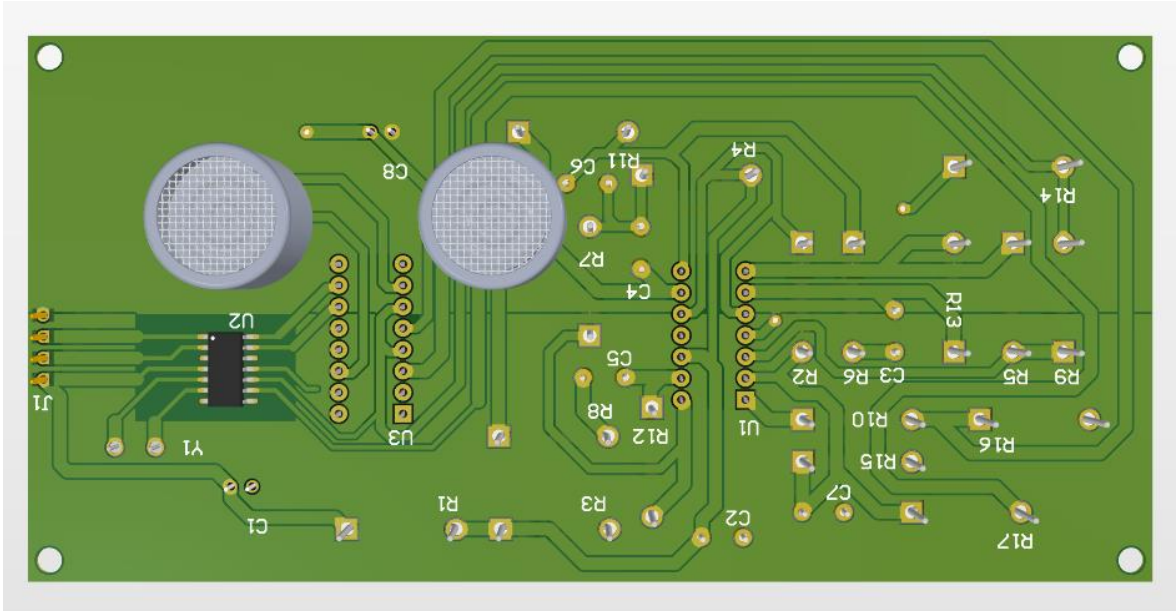
Sonar Sistem Tasarımı aştırma projesinde izlenilen ilk yol HC RS04 ultrasonik mesafe sensörüdür. İsminden de anlaşılacağı üzere HC RS04 sonar yapısında çalışmaktadır. HC RS04 devresinden esinlenerek Sonar Sistem Tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ancak aşağıda fotoğrafları bulunan tasarım, piezo ile cisimlerin arasındaki mesafe ne olursa oldun işlemciye 0cm değeri göndermektedir. Bu çalışmalar neticesinde bu devreden vazgeçilmiştir.



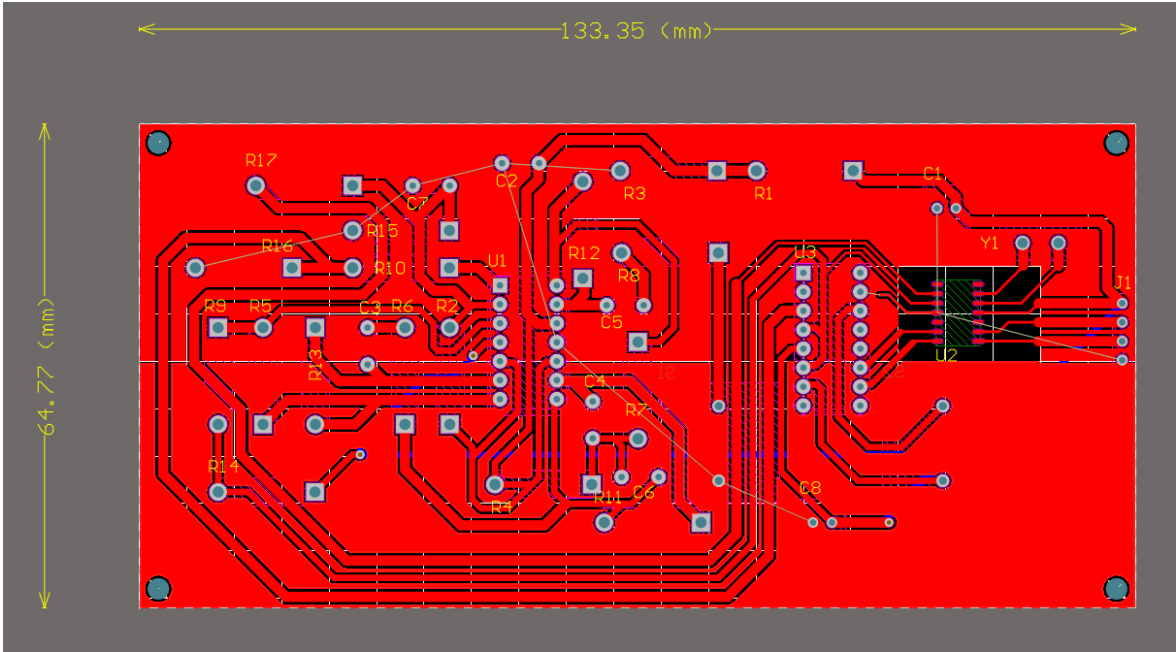
**Şekil16. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 Devresi Şematik Görüntüsü**



### Şekil17. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 3D Üst Yüzey Görünümü

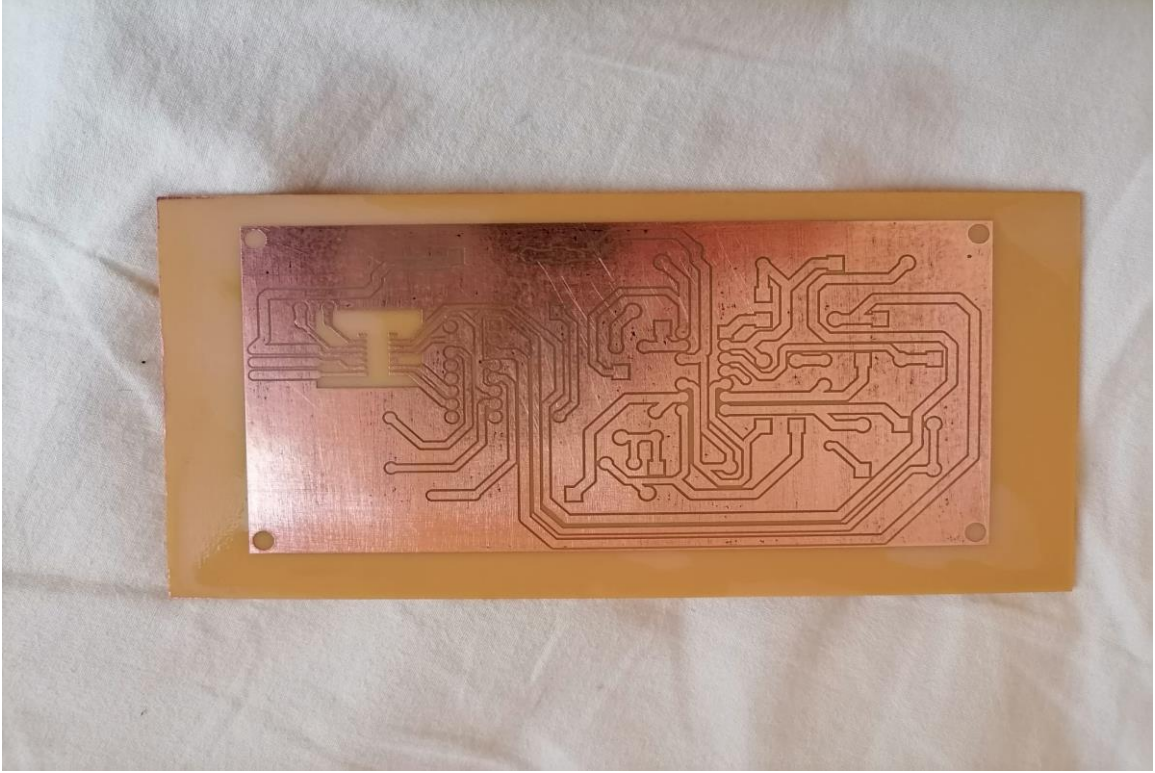


Şekil18. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 3D Alt Yüzey Görünümü

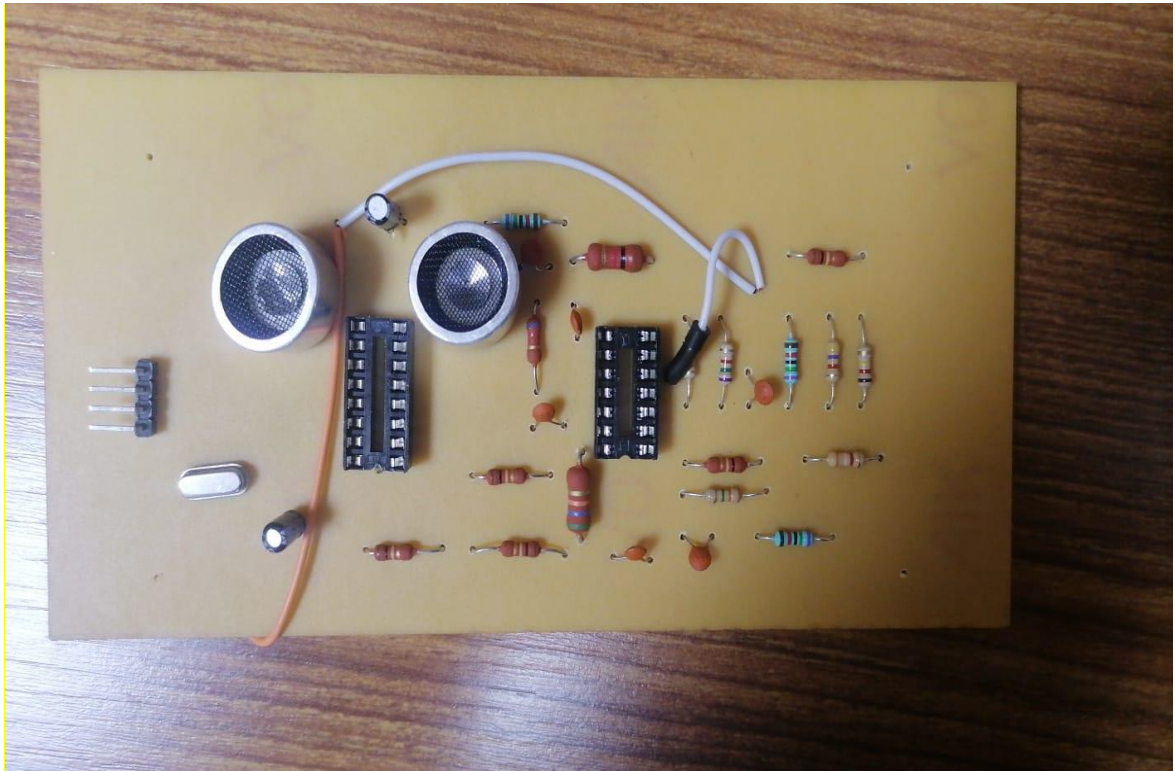


Şekil19. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 PCB Tasarımı

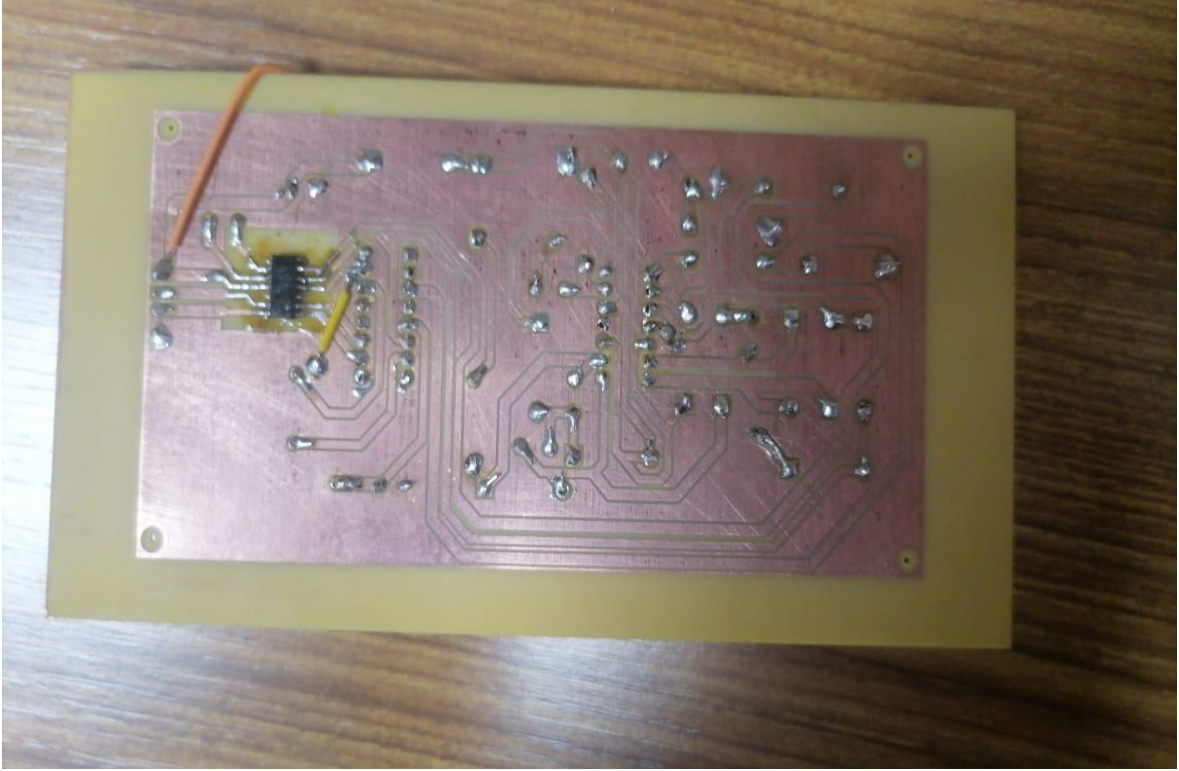




**Şekil20. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 Bakır Plaket Asit Sonrası Görüntüsü**



**Şekil21. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 Kartı Üst Görünümü**



**Şekil22. Sonar Sistem Tasarımı HC RS04 Kartı Alt Görünümü**

**SONAR SİSTEM TASARIM KAYNAKLARI**

1. Şahintürk L. Yandan taramalı sonar imgelerinin işlenmesi: Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.
2. Emrah GÜLÜM Yarasa Motivasyonlu Sonar İzleme İçin İç Kulak Modeli: Fen Bilimleri Enstitüsü; 2010.
3. Hakan EVMEK Sonar Sinyallerinin Yankılanma Modellenmesi: Fen Bilimleri Enstitüsü;2010.
4. Eren KÜREN, Akın CELLATOĞLU *Algorithm Design for Improving Performance of Microprocessor Controlled Sonar Buoy Performing Surveillance of Underwater Objects: Engineering Faculty, Computer Engineering Department*; 2018

## EKLER

**Sonar Tarihi Ek1:** Bazı hayvanlar (yunuslar ve yarasalar) milyonlarca yıldır iletişim ve nesne tespiti için ses kullansalar da suyun insanlar tarafından kullanımı ilk olarak Leonardo da Vinci tarafından 1490'da kaydedildi. 19. yüzyılda, deniz fenerlerine bir tehlike uyarısı yapmak için bir yardımcı sualtı çanı kullanıldı. Kanadalı mühendis *Reginald Fessenden*, Boston'daki Denizaltı Sinyali Şirketi'nde çalışırken, daha sonra Boston Limanı'nda test edilen bir sistem olan 1912'den başlayarak deneysel bir sistem kurdu. Bu testte Fessenden derinlik sondajı, sualtı haberleşmesi (Morse kodu) ve echo range (3 km'de bir buzdağı tespit etme) gösterdi. Sözde Fessenden osilatörü, ca. 500 Hz. frekans, 3 metrelik dalga boyu ve dönüştürücünün yayılan yüzünün küçük çapı (çapı 1 metreden az) nedeniyle alıcının rüzgârını belirleyemedi. Birinci Dünya Savaşı sırasında, denizaltıları tespit etme ihtiyacı, ses kullanımı konusunda daha fazla araştırmaya yol açtı. Rus fizikçi *Paul Langevin*, Rus göçmen elektrik mühendisi *Constantin Chilowsky* ile birlikte çalışırken, 1915 yılında denizaltıları tespit etmek için aktif ses cihazlarının geliştirilmesi üzerinde çalışırken İngilizler olarak adlandırılan su altı dinleme cihazlarını daha erken kullanmaya başladı. Piezoelektrik ve manyetostrikt transdüserleri daha sonra kullandıkları elektrostatik transdüserleri almasına rağmen, bu çalışma gelecekteki tasarımları etkiledi. Projektörler için Terfenol-D ve PMN (kurşun magnezyum niobat) geliştirilmiş iken, hafif ses hassas plastik film ve fiber optikler hidrofonlar için (su kullanımı için akusto-elektrikli transdüserler) kullanılmıştır. SONAR 1930'lu yıllarda Amerikalı mühendisler kendi sualtı sesi algılama teknolojilerini geliştirdiler ve termoklinler gibi geleceğin gelişimine önemli keşifler yapıldı. İkinci Dünya Savaşı sırasında iki ülke arasında teknik bilgi değiş tokuşundan sonra Amerikalılar, Radar'a eşdeğer olarak üretilen sistemler için Sonar terimini kullanmaya başladı.

**Sonar Materyaller ve Tasarımlar Ek2;** 1915-1940 yılları arasında gelişme konusunda çok az ilerleme oldu. 1940'ta ABD sonarları tipik olarak bir manyetostrikt dönüştürücüden ve bir küresel gövdede bir Rochelle tuz kristaline sırt sırta bağlanmış 1 fit çaplı bir çelik plakaya bağlı bir dizi nikel tüpünden oluşuyordu. Bu gemi gövdesine montajlandı ve manuel olarak istenen açıyla döndürüldü. Piezoelektrik Rochelle tuz kristali daha iyi parametrelere sahipti, fakat manyetostriktif ünite daha güvenilirlikti. İkinci Dünya Savaşı süresince meydana gelen kayıplar, manyetostriktif transdüser parametrelerinde ve Rochelle tuzu güvenilirliklerinde ilerlemeyi sürdürerek hızlı araştırma yapılmasını sağladı. Rochelle tuzunun yerine alternatif olarak, üstün bir alternatif olan amonyum dihidrojen fosfat (ADP) bulundu; İlk uygulama, 24 kHz Rochelle tuz transdüserlerinin yerine geçti. Dokuz ay içinde, Rochelle tuzu eskimişti. ADP üretim tesisi, 1940 başlarında birkaç düzine personelden 1942'de binlerce kişiye ulaştı.

ADP kristallerinin en erken uygulanmasından birisi akustik madenler için hidrofonlardı. Kristaller, 3.000 m'den (10.000 ft) uçaklar arasında konuşlandırılacak mekanik şoklara ve komşu mayın patlamalarından sağ çıkma kabiliyetine dayanarak, 5 Hz'de düşük frekanslı kesim için belirlendi. ADP güvenilirliğinin temel özelliklerinden biri sıfır yaşlanma özelliklerinden; Kristal, parametrelerini uzun süreli depolamada dahi korur.

Başka bir uygulama akustik gezme torpidoları içindir. Torpido burnunda, yatay ve düşey düzlemde iki çift yönlü hidrofon monte edildi; Çiftlerden gelen fark sinyallerinin torpido sol-sağ ve yukarı-aşağı yönünde kullanılması sağlandı. Bir önlem geliştirildi: hedeflenen denizaltı, efervesan bir kimyasal madde taburcu etti ve torpido, gürültülü gazlı yemden sonra gitti. Karşı önlem, aktif sonar ile bir torpidodu - torpido burnuna bir dönüştürücü eklendi ve mikrofonlar, yansıyan periyodik ton patlamalarını dinliyordu. Dönüştürücüler, dikdörtgen şeklinde sıra halinde elmas biçimli alanlara düzenlenmiş aynı dikdörtgen kristal plakaları içermektedir.

ADP kristallerinden denizaltılar için pasif sonar dizileri geliştirildi. Çeşitli kristal tertibatları bir çelik boru içine yerleştirildi, vakumla hint yağı dolduruldu ve mühürlendi. Borular daha sonra paralel dizilere monte edildi.

II. Dünya Savaşı sonunda standart ABD Deniz Kuvvetleri tarama sonar bir dizi ADP kristali kullanarak 18 kHz'de çalışıyordu. Bununla birlikte daha uzun aralık istenen ancak daha düşük frekansların kullanılması gereklidir. Gerekli boyutlar ADP kristalleri için çok büyüktü, bu nedenle 1950'lerin başında manyetostriktif ve baryum titanat piezoelektrik sistemler geliştirildi, ancak bunların eşit empedans özelliklerine ulaşması ve giriş deseninde sorunlar vardı. Baryum titanat daha sonra daha kararlı kurşun zirkonat titanate (PZT) ile değiştirildi ve frekans 5 kHz'e düşürüldü. ABD filosu, bu malzemeyi AN / SQS-23 sonarında birkaç on yıl boyunca kullandı. SQS-23 sonar önce manyetostriktif nikel dönüştürücüleri kullandı, ancak bunlar birkaç ton ağırlığındaydı ve nikel pahalıydı ve kritik bir malzeme olarak değerlendirildi; Piezoelektrik transdüserler bu nedenle ikame edildi. Sonar, 432 bireysel transdüserden oluşan büyük bir dizi idi. İlk önce transdüserler güvenilirmezdi, mekanik ve elektriksel arızalar gösteriyor ve kurulumdan hemen sonra bozuluyor; Aynı zamanda birkaç satıcı tarafından üretildi, farklı tasarımlara sahipler ve özellikleri dizinin performansını



etkileyecek kadar farklıydı. Bireysel transdüserlerin onarılmasına izin veren politika daha sonra feda edildi ve mühürlerdeki ve diğer yabancı mekanik parçaların sorununu ortadan kaldırarak bunun yerine, onarılamayan mühürlü modüller "harcanabilir modüler tasarım" seçildi.

İkinci Dünya Savaşı'nın başlangıcındaki İmparatorluk Japon Deniz Kuvvetleri, kuvarz bazlı projektörleri kullandı. Bunlar özellikle düşük frekanslar için tasarlandıklarında büyük ve ağırdı; 9 kHz'de çalışan Tip 91 seti 30 inçlik bir çapa sahipti ve 5 kW güç ve 7 kV çıkış genlikli bir osilatör tarafından çalıştırılıyordu. Tip 93 projektörleri sağlam kalsiyum sandviçlerden oluşuyordu, küresel dökme demir gövdelerine monte edildi. Type 93 sonarları daha sonra Alman tasarımını takip eden ve magnetostriktif projektör kullanan Tip 3 ile değiştirildi; Projektörler, yaklaşık 16 x 9 inçlik dökme demir dikdörtgen gövdede iki dikdörtgen özdeş bağımsız ünitelerden oluşuyordu. Maruz kalan alan, dalga boyu genişliğinin yarısıydı ve üç dalga boyu yüksekti. Manyetostriktif çekirdekler, 4 mm'lik nikel damgaları ve daha sonra %12,7 ile %12,9 arasında alüminyum içeriğine sahip bir demir alüminyum alaşımından yapılmıştır. Güç, 20 V / 8 A DC kaynaktan gelen kutuplaşmayla 3.8 kV'de 2 kW'dan sağlandı.

Japon İmparatorluğu Deniz Kuvvetleri'nin pasif hidrofonları, hareketli bobin tasarımı, Rochelle tuzlu piezo dönüştürücüler ve karbon mikrofonlara dayanıyordu.

Manyetostriktif transdüserler, II. Dünya Savaşı'ndan sonra piezoelektrik araçlara alternatif olarak takip edildi. Nikel kaydırmalı yuvarlak dönüştürücüler, muhtemelen en büyük bireysel sonar transdüserleri olan çapı 13 feet'e kadar çıkan yüksek güçlü düşük frekanslı işlemler için kullanıldı. Metallerin avantajı, yüksek çekme mukavemetine ve düşük giriş elektrik empedansına sahip olmakla birlikte, gerilme mukavemeti öngerilmeye arttırılabilen PZT'den daha düşük elektriksel kayıplara ve daha düşük bağlanma katsayısına sahiptir. Diğer malzemeler de denendi; Metalik olmayan ferritler, düşük elektrik akımı iletkenliği için düşük girdaplı akım kayıplarına neden olacağı konusunda umutluydu, Metglas yüksek bağlanma katsayısı sundu ancak genel olarak PZT'den daha düşüktü. 1970'lerde, nadir toprak elementleri ve demir bileşikler, üstün manyetomekanik özelliklerle, yani Terfenol-D alaşımı ile keşfedildi. Bu, olası yeni tasarımları, örn. Bir hibrid magnetostriktif piezoelektrik dönüştürücü. En yeni sch materyal Galfenol'dur.

Diğer dönüştürücüler arasında, boşlukların yüzeyleri üzerinde manyetik kuvvetin etkilendiği değişken relüktans (veya hareketli armatür veya elektromanyetik) dönüştürücüler ve geleneksel hoparlörlere benzer hareketli bobin (veya elektrodinamik) dönüştürücüler bulunur; Son derece düşük rezonans frekansları ve üzerinde düz geniş bant özellikleri nedeniyle sualtı ses kalibrasyonunda kullanılır.

Gemilerin alt kısmına bir transdüktör yerleştirilir. Bu transdüktörün amacı insanın işiteceği veya daha yüksek frekansta ses dalgaları oluşturmaktır. Oluşturulan bu ses dalgaları denizaltılara, kayalara veya herhangi bir cisme çarparak geri döner. Böylece çarpma ve yansımının sayesinde mesafe hesaplanır. Sesin sudaki hızı havadan yaklaşık 4 kat daha fazladır. Hesaplamalarda buna göre yapılır. Zaman aralığı sesin yansımalarının vurması ile yanan bir lamba bir döner disk ile ölçülür. Disk sabit bir hızla döner. Ses gönderildiğinde lamba üstte o noktasındadır. Yansıma ile lamba tam bir daire çizer. Bazı aygıtlarsa bu menzili yani mesafeyi kaydeder. Ya da televizyon gibi ekranda orada ne olduğu anlaşılır. Sonar, daha önceleri ASDIK ismi ile tanınırdı. Su altında ses dalgaları ile yön ve uzaklığı tespit için kullanılır. Ona benzer diğer sistem ise radardır. Çalışma sistemi hemen hemen aynıdır fakat, radar ses dalgaları yerine radyo frekansları kullanır. Çalışma sistemi aynı olan bu iki cihazda sıklıkla bugün kullanılmaktadır. Yarasalar ve yunusların kendilerine ait olan sonarları vardır. Özellikle yarasalar kör olduklarından sonarları sayesinde bir yerlere çarpmadan uçarlar. Yunuslarsa sonar kullanarak sürülerini takip eder ve haberleşirler. Deniz altı inceleme ya da donanmalarda kullanılan sonar sistemlerse biraz daha farklı çalışırlar. Ses dalgaları yollandıktan sonra, mekanik sistemler aracılığı ile bir oluktan geçirilerek yoğunlaştırılır. Bu nedenle bir dizi transdüktör gemi altına yerleştirilir. Böylece yollanan sinyaller bir araya toplanarak daha güçlü frekans yollarlar.

Sonar deniz altı haritaları çıkarmakta, deniz altı maden araştırmalarında, balıkçılıkta, donanmalarda sıklıkla kullanılır. Balıkçılıkta, balığın cinsi ve yoğunluğu ve ne derinlikte olduğu sonarlar ile hesaplanır. Her balık farklı bir şekilde yansıma yaratır. Yandan taramalı sonarlarsa, deniz dibini tam olarak görüntüler. Deniz altı bitki örtüsü, tabanda olan nesneler, deprem faylarını ve maden yataklarını bulur.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Engin TANRIKULU  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kadişehir / 30.11.1999  
**Telefon** : 0 (532) 448 24 37  
**Faks** : -  
**e-mail** : engintanrikulu01@gmail.com

**Adı Soyadı** : Şafak YILDIRIM  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Beypazarı / 02.04.1999  
**Telefon** : 0 (546) 763 01 83  
**Faks** : -  
**e-mail** : brakgtsn0@mail.com

### EĞİTİM

**Lise** : Anadolu Lisesi / Kadişehir / Konya / 2017  
**Üniversite** : 3,40 / Selçuk Üni Elektrik Elektronik Müh./Selçuklu /Konya/ -  
**Yüksek Lisans** : -  
**Doktora** : -

**Lise** : 70.40/Fatih Mesleki ve Teknik And. Lisesi/ Beypazarı / Ankara/2017  
**Üniversite** : 2,43 / Selçuk Üni. Elektrik Elektronik Müh. / Selçuklu / Konya / -  
**Yüksek Lisans** : -  
**Doktora** : -

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-	-	-
-	-	-

### UZMANLIK ALANI

-

### YABANCI DİLLER

-

### BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Azimliyiz.

### YAYINLAR\*

-