

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ELEKTRİK ENERJİSİ İLE ÇALIŞANLARA ÇALIŞMA  
SIRASINDA ELEKTRİK ENERJİSİ VARLIĞINI HABER VEREN  
GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ ÜRÜNÜ GELİŞTİRME VE  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Burak BOĞAZKESENİ**

**İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı**  
**İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı**

**HAZİRAN 2024**  
**İSTANBUL**

T.C.  
İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ELEKTRİK ENERJİSİ İLE ÇALIŞANLARA ÇALIŞMA  
SIRASINDA ELEKTRİK ENERJİSİ VARLIĞINI HABER VEREN  
GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ ÜRÜNÜ GELİŞTİRME VE  
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Burak BOĞAZKESENLİ**  
(221212009)  
(0009-0000-6143-1080)

**İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı**  
**İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Aytaç Uğur YERDEN**

**İstanbul 2024**



**T.C.**  
**İSTANBUL GEDİK ÜNİVERSİTESİ**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü**

**Jüri Tez Onay Formu**

06.06.2024

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

Bu çalışma 06.06.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği (Tezli Yüksek Lisans) Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**TEZ JÜRİSİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Aytaç Uğur YERDEN**

Danışman

İstanbul Gedik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAĞIMLI**

Üye (İmza)

İstanbul Gedik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Taner KARASOY**

Üye (İmza)

İstanbul Okan Üniversitesi

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Elektrik Enerjisi İle Çalışanlara Çalışma Sırasında Elektrik Enerjisi Varlığını Haber Veren Giyilebilir Teknoloji Ürünü Geliştirme ve Uygulaması” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. (06/06/2024)

Burak BOĞAZKESENİ

## **İTHAF**

Bu çalışmayı yürütürken bana desteklerini esirgemeyen annem Yaşar ARIUÇAR ve eşim Zeynep BOĞAZKESENİ' ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamın tüm süreçlerinde her zaman yanımda olan dostlarıma ve beni motive eden herkese teşekkürlerimi sunarım.

En içten sevgi, saygı ve minnettarlığımlla,

Burak BOĞAZKESENİ

## ÖNSÖZ

İş sağlığı ve güvenliği temelinde gerçekleştirdiğim tez çalışmamın amacı elektrik enerjisi ile çalışan tüm teknik personelin can sağlığını korumak için bir ürün ortaya koymaktır. Çalışma sürecimin sonunda güvenliği artırıcı bu giyilebilir teknoloji ürününü hayata geçirmiş olmaktan mutluluk duymaktayım.

Tez sürecinde bilimsel bilgi araştırma ve üretme yolunda tüm yönlendirmeleri için danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Aytaç Uğur YERDEN' e içten teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmamın şekillenmesinde sunduğu destekten dolayı minnettarım.

Ve tez çalışmam sürecinde her zaman yanımda olan canım aileme, annem Yaşar ARIUÇAR' a ve eşim Zeynep BOĞAZKESENLİ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Elektrik enerjisi ile çalışanların çalışma süreçlerini daha güvenli kılmak için yapılan bu çalışmanın iş sağlığı ve güvenliği açısından verimli sonuçlar açığa çıkartması amacımdı. Çalışma sürecinde ürün ortaya koymak için yaptığım araştırma ve deneylerin bana kattığı bilgi ve tecrübeyi tez çalışması halinde sunduğum sizlere faydalı olmasını umuyorum.

Saygılarımla,

Haziran 2024

Burak BOĞAZKESENLİ

---

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR .....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
1.1 İSG.....	1
1.1.1 Tanımı .....	1
1.1.2 Önemi.....	2
1.1.3 Tarihi ve gelişim süreci.....	2
1.1.4 Ülkemizde ve dünyadaki standartları.....	3
1.1.5 Temel amaçları .....	4
1.1.6 Temel tanımlamalar .....	5
1.1.7 Tehlikeler .....	6
1.1.8 Risk analizi ve değerlendirmesi.....	7
1.1.9 Tehlike sınıfları.....	7
1.1.10 Meslek hastalıkları.....	8
1.1.11 İş kazaları .....	9
1.1.12 İSG'nin gelişimi için yapılması gerekenler .....	9
1.2 Ergonomi .....	10
1.3 Elektrik Enerjisi.....	10
1.4 Pil Teknolojileri.....	11
1.5 Giyilebilir Teknolojiler .....	12
1.6 Çalışmanın Konusu .....	12
1.7 Çalışmanın Amacı .....	13
1.8 Literatür Araştırması .....	13

<b>2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE BULGULAR.....</b>	<b>27</b>
2.1 Amaç.....	27
2.2 Yöntem .....	27
2.2.1 Kablosuz algılama yapılacak ortamın özelliklerinin belirlenmesi.....	27
2.2.2 Belirlenen ortam için elektronik devrenin yapılması.....	28
2.2.2.1 Algılamada kullanılacak anten.....	28
2.2.2.2 Elektronik Devre .....	30
2.2.3 Üç boyutlu prototip çizimi .....	31
2.2.4 Üç boyutlu baskı alınması .....	32
2.2.5 Prototip çalışmasının testleri .....	32
2.3 Bulgular .....	34
2.3.1 Test devresi.....	34
2.3.2 Test sonuçları.....	34
2.3.3 SWOT analizi .....	35
2.3.3.1 SWOT analizi/güçlü yönler .....	35
2.3.3.2 SWOT analizi/zayıf yönler .....	36
2.3.3.3 SWOT analizi/fırsatlar.....	36
2.3.3.4 SWOT analizi/tehditler .....	36
2.3.4 PLA baskı.....	36
2.3.5 Maliyet hesabı.....	36
<b>3. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>38</b>
3.1 Sonuç .....	38
3.2 Öneriler .....	38
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>40</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>48</b>

## KISALTMALAR

<b>İSG</b>	: İş Sağlığı Ve Güvenliği
<b>MH</b>	: Meslek Hastalıkları
<b>MEMS</b>	: Mikro Elektromekanik Sistemler
<b>UHV</b>	: Ultra High Voltage
<b>DC</b>	: Direct Current (Doğru Akım)
<b>AC</b>	: Alternative Current (Alternatif Akım)
<b>OP-AMP</b>	: Operational Amplificator
<b>PVC</b>	: Polivinil Klorür
<b>FET</b>	: Field Effect Transistor
<b>WIFI</b>	: Wireless Fidelity
<b>PV</b>	: Photo Voltaic (Foto Votaik)
<b>CVP</b>	: Capacitive Voltage Probe (Kapasitif Voltaj Probu)
<b>ISN</b>	: Stabilizasyon Ağı
<b>CVT</b>	: Kapasitör Voltaj Transformatörü
<b>MOA</b>	: Metal Oksit Tutucu
<b>HVDC</b>	: High Voltage Direct Current (Yüksek Gerilim Doğru Akım)
<b>PD</b>	: Kısmi Deşarj
<b>HTS</b>	: Süper iletken
<b>Emk</b>	: Elektro Motor Kuvveti
<b>ÇSGB</b>	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
<b>SGK</b>	: Sosyal Güvenlik Kurumu
<b>MEB</b>	: Milli Eğitim Bakanlığı
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>WHO</b>	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
<b>ILO</b>	: International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
<b>OHSAS</b>	: İSG Yönetim Sistemi
<b>ÇASGEM</b>	: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi
<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>TEİAŞ</b>	: Türkiye Elektrik İletim AŞ

<b>UÇÖ</b>	: Uluslararası Çalışma Örgütü
<b>V</b>	: Gerilim (Volt)
<b>f</b>	: Frekans (Hz)
<b>%</b>	: Yüzde Oranı

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<b>Sayfa No:</b>
<b>Çizelge 2.1:</b> Fiziki Ortam Test Sonuçları .....	35
<b>Çizelge 2.2:</b> Ortalama Maliyet .....	37

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No:</b>
<b>Şekil 2.1:</b> Selenoid Anten .....	29
<b>Şekil 2.2:</b> Prototip İçin Kullanılan Darlington Bağlantılı Devre .....	30
<b>Şekil 2.3:</b> AutoCAD Programında Yapılan Prototip Çizimi.....	31
<b>Şekil 2.4:</b> Üç Boyutlu Yazıcıda Basılan Prototip .....	32
<b>Şekil 2.5:</b> Baskısı Alınan Prototipe Devre Ve Anten Yerleşimi .....	33
<b>Şekil 2.6:</b> Prototipin Parmakta Kullanımı.....	33
<b>Şekil 2.7:</b> Test Devresi.....	34

# ELEKTRİK ENERJİSİ İLE ÇALIŞANLARA ÇALIŞMA SIRASINDA ELEKTRİK ENERJİSİ VARLIĞINI HABER VEREN GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ ÜRÜNÜ GELİŞTİRME VE UYGULAMASI

## ÖZET

Bu çalışmada elektrik enerjisi altında çalışan teknik personelin çalışma yaptıkları süreçte can güvenliğini sağlamaya yardımcı olacak giyilebilir teknoloji ürünü tasarlayıp ve hayata geçirdim. Çalışmanın temelinde elektrik enerjisi olan ve teknik personelin çalıştığı her ortamda çalışma sırasında elektrik enerjisi varlığı tespit edildiğinde ışık ile uyarı veren yüzük şeklinde giyilebilir teknoloji ürünü var. Teknik personel örneğin bir elektrik panosunda çalıştığında enerji altında çalışmamak için enerjiyi kapatır. Ancak bazı istenmeyen durumlarda elektrik enerjisi olan çalışma bölgeleri olabilir. Bu gibi durumlarda can güvenliğini sağlamak için kablolulu çalışan güvenlik ekipmanları mevcut. Ancak bu ekipmanlar çarpılma anında devreye girerek elektrik enerjisini kesmek üzerine çalışırlar. Ancak çeşitli sebeplerle koruma yapılamayabilir. Bu durumda çalışanın sağlığını tehlikeye atmamak için kablosuz olarak enerji varlığını algılayıp ışık ile uyarı veren bir yüzük tasarımı yaptım. Tasarımı elektronik devre ile çalışır hale getirerek testlerini gerçekleştirdim. Böylece elektrik enerjisi varlığı tespit edildiğinde çalışanı uyarmış ve tedbir almaya teşvik edecek bir ürün tasarlamış oldum. Tasarım sürecini ve test sonuçlarını paylaştığım bu çalışmayla iş sağlığı ve güvenliği kapsamında giyilebilir teknoloji ürününü sundum. Çalışma testleri için iki farklı anten kullanarak test sonuçlarını paylaştım. Kablosuz elektrik algılamada test sonuçlarına göre verimi daha yüksek olan selenoid anteni kullandım. Algılanan sinyali yükseltmek için üç transistörlü darlington bağlantı kullandığım elektronik devre ile 8 cm mesafeye kadar kararlı çalıştığını gözlemlediğim yüzük şeklindeki tasarımı gerçekleştirdim.

**Anahtar Kelimeler:** *İş Sağlığı Ve Güvenliği, Temassız Gerilim Algılama, Giyilebilir Teknoloji, Voltaj Dedektörü, Temassız Voltaj Dedektörü*

# **DEVELOPMENT AND APPLICATION OF A WEARABLE TECHNOLOGY PRODUCT THAT INFORMS WORKERS WITH ELECTRIC ENERGY OF THE PRESENCE OF ELECTRIC ENERGY DURING WORK**

## **ABSTRACT**

In this study, I designed and implemented a wearable technology product that will help ensure the safety of technical personnel working under electrical energy while working. The basis of the study is a wearable technology product in the form of a ring, which is based on electrical energy and gives a warning with light when the presence of electrical energy is detected in any environment where technical personnel work. For example, when technical personnel work on an electrical panel, they turn off the energy to avoid working under energy. However, in some undesirable situations, there may be working areas with electrical energy. In such cases, wired safety equipment is available to ensure life safety. However, these equipment are activated in case of shock and work to cut off electrical energy. However, protection may not be possible for various reasons. In this case, in order not to endanger the health of the employee, I designed a ring that detects the presence of energy wirelessly and gives a warning with light. I made the design work with an electronic circuit and tested it. Thus, I designed a product that would warn the employee when the presence of electrical energy was detected and encourage him to take precautions. With this study, in which I shared the design process and test results, I presented a wearable technology product within the scope of occupational health and safety. I shared the test results using two different antennas for operational tests. In wireless electrical detection, I used the solenoid antenna, which is more efficient according to the test results. I created my ring-shaped design, which I observed to work stably up to a distance of 8 cm, with the electronic circuit in which I used a three-transistor darlington connection to amplify the detected signal.

**Keywords:** *Occupational Health and Safety, Non-Contact Voltage Detection, Wearable Technology, Voltage Detector, Non-Contact Voltage Detector*

## 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi altında çalışan teknik personelin enerji altında bilmeden çalışmasının önüne geçebilmek için yapılan bu çalışma; enerji varlığını temassız olarak algılar ve LED ile ışıklı uyarı verir. Bu sayede çalışan sağlığı için tedbir almaya yardımcı olur. Yüzük şeklinde bir tasarımla bu işlevi yerine getiren elektronik devre birleştirilerek bir ürün ortaya kondu. Bu ürün giyilebilir olduğu için giyilebilir teknoloji ürünü olarak değerlendirilir.

Çalışmanın amacı ve işlevi düşünüldüğünde teknik personel olarak çalışanların can sağlığını korumaya yardımcı olduğu için İSG (İş sağlığı ve güvenliği) kapsamında değerlendirilen bu çalışma; vücuda giyilebilir olduğundan giyilebilir teknoloji ürünüdür. Elektronik bir devreyle algılama yapıp uyarı verdiği için elektrik elektronik temelli bir projedir.

Tüm bu yönleriyle çalışmanın ilerleme şekli öncelikle İSG (İş sağlığı ve güvenliği) hakkında genel bilgi verilmesiyle başlayıp; giyilebilir teknolojiler hakkında genel bilgilerin verilmesiyle devam etti. Giyilebilir teknoloji ürünü olduğu için ergonomi kavramından bahsedildi. Elektrik enerjisi ve pil teknolojilerinden bahsedildi. Yapılan literatür taraması hakkında özet bilgi verilip çalışmanın yapım sürecinden bahsedildi. Çalışmanın tasarım ve ürün haline getirilme süreçleri hakkında bilgi verildi.

### 1.1 İSG

İş sağlığı ve güvenliğinin tarihsel gelişimini incelediğimizde geçmişten günümüze geliştiği görülmekte. Bu kısımda İSG kavramının tanımından, öneminden ve tarihsel sürecinden kısaca bahsedildi.

#### 1.1.1 Tanımı

İş sağlığı ve güvenliği (İSG), bir iş yerinde çalışan tüm personelin bedensel, ruhsal ve zihinsel sağlığını korumak için belirlenmiş ve uyulması gerekli kurallar

bütünüdür. İş sağlığı ve güvenliği çalışanları korumak için belirlenmiş kurallar bütünüdür.

Horozoğlu, K. (2017) çalışmasında iş sağlığının tanımını; çalışanların fiziksel, ruhsal, sosyal ve moral açılarından tam iyilik hallerinin sağlanması ve devam ettirilmesi; çalışma koşulları veya iş yerindeki makine-teçhizatın sebep olduğu/olabileceği tehlikelerin önlenmesi veya en düşük düzeye indirilebilmesini hedefleyen; çalışanların iş ortamında huzurunu ele alan bilim olarak tanımlamıştır. İş güvenliğini ise; işin gerçekleştirilmesi esnasında çalışan personelin işin yürütülmesi kaynaklı tehlikelerin ve çalışan sağlığına zarar verebilecek riskli durumların yok edilmesi ya da azaltılması amacıyla yapılan teknik (Bilimsel) çalışmalar olarak tanımlamıştır.

### **1.1.2 Önemi**

İSG bir iş yerinde çalışan tüm personeli ve hatta dünyadaki tüm çalışma ortamlarını kapsayan kurallar bütünü olduğundan çok geniş çerçevede insanları kapsar. Bu durum dünyanın neresine gidilirse gidilsin benzer kurallarla karşılaşılacağı anlamına gelir. Ayrıca bir çalışma ortamında uyulması gereken kurallar olmazsa düzen yerini düzensizliğe ve kaos ortamına bırakır.

Çimen ve Çimen, (2020) çalışmasında uluslararası kuruluşların/firmaların etkileri nedeniyle tüm ülkelerde İSG kapsamında belirli mevzuatların bulunduğunu ancak ülkeden ülkeye değişiklik gösterebileceğini belirtmiştir.

Görüldüğü gibi dünyamız birbiriyle etkileşim içerisinde bulunan ülkeler, şirketler ve insanlar sayesinde gerek sosyal gerek kültürel gerekse çalışma hayatı konularında gelişim süreçlerini paylaşmaktadır. İSG kuralları da bu etkileşim sürecinden nasibini alıyor.

### **1.1.3 Tarihi ve gelişim süreci**

Çimen ve Çimen, (2020) çalışmasında; İngiltere'deki Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü 1945 yılında kurulduğunu ve iş kazalarını önlemeyi hedeflediğini belirtmiştir. Aynı çalışmada İtalya'da 1955 yılında ve Almanya'da 1972 yılında kazaların önlenmesi için birimlerin kurulduğunu belirtmiştir.

Ayrıca aynı çalışmaya göre; ülkemizde yapılmış ilk İSG uygulamalarının Osmanlı dönemine dayandığı belirtilmiştir. Bu ilk uygulama civa madenlerindeki

çalışanların günlük çalışma saatlerinde sınırlama yapılması ile başlamış ve bu uygulamaların I. Mahmut döneminde gerçekleşen sanayi ile ilgili çalışmalarda gözlendiği belirtilmiştir. Maden ocaklarında çalışan işçilerde görülen akciğer hastalığındaki yükseliş sebebiyle tedbirler alınmış ve belgeleri düzenlenmiş. Hazırlanan bu belgelerin, iş sağlığı üzerine hazırlanmış yasal belgelerden ilki olduğu belirtilmiştir. Sonraki zamanlarda daha kapsamlı ve daha geniş içerikli İSG yaklaşımlarının planlandığı belirtilmiştir. Cumhuriyet Dönemi yapılan çalışmaların ülkemizde sanayileşmenin getirisi yoğunluk ile İSG alanında da yeni planlamalar ve yaklaşımların da beraberinde geldiği belirtilmiştir. Çiçek ve Öçal, (2016) çalışmasına göre Osmanlı Devleti'nde batı tarzında modernleşmenin getirisi olarak ortaya çıkmış ve 1876 yılında tamamlanıp yürürlüğe girmiş ilk medeni kanun kabul edilen Mecelle' de, iş sağlığı ve iş güvenliği alanlarına yönelik maddeler bulunmaktadır. Buna göre; işçinin, işverenin kusurlu durumuyla zarara uğramış olması halinde kusurlu işverene verdiği zararın tazmini için yükümlülük getirildiği belirtilmiştir. Ayrıca ücretlerin aynı olarak verilmesi yasaklanmış, günlük çalışma süresinin gün doğumundan gün batımına dek genişletilebileceği ve çalışanın çalışmaya hazır şekilde bulunması halinde ücrete hak kazanacağına dair hükümlerin düzenlendiği belirtilmiştir.

Aynı çalışmada; 1936 tarihli, 3008 sayılı İş Kanununun, ülkemizde çalışma hayatını düzenlemek için meydana getirilmiş ilk iş kanunu olduğu ve kanunda iş sağlığı ve iş güvenliği alanlarında düzenlemelerin bulunduğu belirtilmiştir. Kanunun uygulanabilmesi amacıyla çok sayıda tüzük meydana getirildiği belirtilmiştir. 1945 tarihli, 4763 sayılı Kanunla birlikte Çalışma Bakanlığının kurulduğu ve 1946 yılında; Çalışma Bakanlığı' nın kuruluş ve görevleriyle ilgili kanun çıkarıldığı belirtilmiştir. Çimen ve Çimen, (2020) çalışmasında; 1974 yılında kurulmuş olan Sosyal Güvenlik Bakanlığı çatısı altında 2000 yılında “Sosyal Güvenlik Kurumu Başkanlığı” ve “İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü” nün oluşturulduğu belirtilmiştir.

#### **1.1.4 Ülkemizde ve dünyadaki standartları**

İSG' nin ülkemizde ve dünyada farklı boyutlarda değerlendirmesini yaparsak; devlet, işveren ve çalışan açısından değerlendirebiliriz. Standartları belirleyecek ise devlet eliyle yapılan çalışmalar ve ülkelerin ortak aldığı kararlar olacaktır. Bu noktada ülkemiz açısından baktığımızda anayasamızda belirtilen ve işveren/çalışanı

koruyan maddeler bulunmaktadır. Doğrudan İSG ile ilgili 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununda işveren/çalışan açısından değerlendirmeler mevcuttur. Ayrıca iş kazası veya meslek hastalığı sonucunda olumsuz sonuçların doğduğu durumlarda taraflar arası maddi manevi hakları düzenlemek için hukuki düzenlemeleri içeren kanunlar da vardır. Horozoğlu, (2019) çalışmasına göre; Türkiye’ de İSG faaliyetleri esasında ÇSGB bünyesindeki İTKB ile İSG genel müdürlüğü taraflarınca yerine getirilmekte olduğu, eğitim ve sertifikasyon çalışmalarının da ÇASGEM bünyesinde düzenlendiği belirtilmiştir. TS 18001 (OHSAS) İSG Yönetim Sisteminin, kuruluş/firmaların daha iyi rekabet edebilecekleri koşulların oluşturulabilmesi için çalışanlara/işçilere İSG konusunda sistemli ve planlı uygulamalar yürütmelerini sağlamak için danışmanlık ve rehberlik etmek olduğu belirtilmiştir.

Dünya açısından baktığımızda ILO, WHO AB gibi çalışma kurallarına standart getiren kurum/kuruluşlar bulunmakta.

### **1.1.5 Temel amaçları**

İş sağlığı ve güvenliği çalışma ortamında insanın bütünüyle sağlığını korumak için belirlenmiş kurallar bütündür. Bu kuralların temel amacı olan insanı korumanın birçok bileşeni vardır. Bu bileşenler doğrudan insanla ilgili olabileceği gibi dolaylı yoldan geniş kitleleri de etkiler. İSG’ nin temelini oluşturan bileşenlere örnekler:

- İş kazalarının oluşmasını önleyici tedbirler almak
- Çalışma ortamlarını sağlıklı çalışmaya uygun hale getirmek
- Meslek hastalıklarından korunmayı sağlamak
- Çalışanların/işçilerin ve işverenin sağlığını korumak
- Çalışanların/işçilerin ve işverenin çalışma koşullarını iyileştirmek
- İşin verimliliğini artırmak
- Üretim güvenliğini temin etmek (Serin ve Çuhadar, 2015)
- İşletme güvenliğini sağlamak (Serin ve Çuhadar, 2015)
- Toplumsal refahı sağlamak

### 1.1.6 Temel tanımlamalar

**Tehlike:** Tehlike kavramı, iş yerinde, iş sürecinde veya benzeri bir süreçte zararlı sonuçlara sebep olabilecek herhangi bir durumun potansiyelini tanımlar. Tehlike riskin kaynağı olarak görülebilir. Örneğin, sanayide kullanılan makineler, kimyasal maddeler, elektrik enerjisi, yükseklik/derinlik, toz/pislik, gürültü/ses, titreşim, yoğun ışık, yüksek ısı, soğuk vb etkenler tehlike olarak kabul edilebilir.

**Risk:** Belirli bir tehlikenin gerçekleşme ihtimalidir. Bu tehlikenin herhangi bir zarara sebep olabilme potansiyelini belirtir.. Risk kavramı, tehlikenin oluşma olasılığı ve şiddeti ile belirlenir. Örneğin çok az kullanılan bir depoda bulunan açık elektrik prizi , çok kullanılan bir mekandaki açık elektrik prizine göre daha az risk oluşturur.

**Risk değerlendirmesi:** Bir işyeri veya üretim tesisinde işyeri/tesis kaynaklı sebeplerden oluşabilecek potansiyel tehlikelerin neler olduklarını belirlemek, belirlenen bu tehlikelerden kaynaklanabilecek riskleri analiz etmek ve riskleri kabul edilebilir seviyelere düşürebilecek tedbirlerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar olarak ifade edilebilir.

**Risk kontrol tedbirleri:** Tehlikeli durumlardan kaynaklanabilecek riskli durumların kabul edilebilir seviyelere indirilmesi için işyerince alınan önlemler bütünüdür. Örneğin, çalışılan üretim makinelerinde can sağlığını koruyucu önlemler almak, işyerinde güvenli çalışma ortamını gerçekleştirecek yöntemleri belirleyip uygulamaya koymak, çalışan personeli ve işvereni iş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki konularda eğitmek, çeşitli zamanlarda alınan tedbir hedeflerinin uygulanıp uygulanmadığının takibini yapmak gibi çok çeşitli önlem eylemleri risk kontrol tedbirleri başlığında kabul edilir.

**İş kazası:** Karabal, (2021) çalışmasında; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 3/1-g maddesinin hükümlerine göre iş kazası, "İş faaliyetinden kaynaklanan ve neticesinde ölüm yada yaralanmasına neden olan ve işçinin ruhsal ya da fiziksel olarak kendisinde hasar bırakan olayı" şeklinde tanımlanmıştır. Serin ve Çuhadar, (2015) çalışmasına göre; Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) iş kazasını; "önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makina ve teçhizatın zarara uğramasına veya üretimin bir süre durmasına yol açan olay" olarak tanımlamaktadır.

**İş sağlığı:** İş sağlığının kavramı KARABAL, A. (2021) çalışmasında; tüm meslek gruplarında çalışanların/işçilerin fiziksel, psikolojik, sosyal, ruhsal ve benzeri açılardan daha iyi çalışma ortamı koşullarına sahip olmalarının sağlanabilmesi ile işyerinde/üretim yerinde meydana gelebilecek risklerin önlenmesini hedefleyen bir kavram olarak belirtilmiştir.

**İş güvenliği:** Karabal, A. (2021) çalışmasında; İşyerinde sağlık açısından risk edebilecek koşullardan korunabilmek ve maksimum seviyede iş tatminini sağlamak şeklinde tanımlanmıştır.

**İş güvenliği hakkı:** Karabal, A. (2021) çalışmasında; Herkese tanınmış olan devredilmez, dokunulmaz olan yaşama hakkı kapsamında ilave olarak beden bütünlüğü ve sağlık hakkının işyerinde çalışan bireylere ya da işçilere yansıtılması şeklinde tanımlanmıştır.

**Meslek hastalığı:** 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu' na göre meslek hastalığı kavramının tanımı; sigortalının/çalışan personelin çalıştırıldığı işin niteliğine/özelliklerine göre tekrar ederek başına gelen veya işin/üretimin yürütülmesi esnasındaki koşulları sebebiyle uğradığı geçici veya sürekli hastalık hali, sakatlık veya ruhsal boyuttaki sorun halleri meslek hastalığı olarak tanımlanır.

### 1.1.7 Tehlikeler

İşyerlerinde çalışan tüm personelin çalıştığı birime göre çok çeşitli tehditlerle karşılaşması olasıdır. Çalışanın statüsü sadece karşılaşılabileceği tehlikeli durumların öncelik sıralamasını değiştirebilir. Olası tehlikeli durumlar:

- Mekanik tehlikeler: İş yerlerinde çeşitli teknik donanımın sebep olabileceği tehlikeli durumları ifade eder.
- Kimyasal tehlikeler: Canlıların sağlığına tehdit oluşturabilecek yanıcı, patlayıcı, tahrip edici kimyasal maddelerin verebileceği zararı ifade eder.
- Biyolojik tehlikeler: İş sahasına göre farklılık gösterebilecek zararlı bakteri, virüs vb. tehditleri içerir.
- Fiziki tehlikeler: İnsan sağlığına olumsuz etkileri olabilecek fiziki büyüklükleri ifade eder. Örnek olarak yüksek ses düzeyi, yüksek sıcaklık değerlerini verebiliriz.

- Elektrik tehlikeler: Elektrik enerjisinin sebep olabileceği çarpılma, yangın çıkartma gibi tehlikeli durumları ifade eder.
- Psikolojik tehlikeler: Yoğun çalışmanın getirisi stres, iş yerinde mobbing gibi tehditleri ifade eder.

### 1.1.8 Risk analizi ve değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi bir iş yerinde olası tehlikelerin belirlenmesi; belirlenen tehlikelerin tehdit durumlarının hesaplanması; tehditlerin risk seviyelerinin tespiti; kök nedenlerinin tespit edilmesi ve tüm incelemeler sonucunda tedbirlerin alınması için iş ve işlemlerin yapılması süreçlerini içerir.

Risk değerlendirmesinde öncelikle bir iş yerindeki tehlikeli durumların tespitiyle başlar. Tehlikeli durum oluşturan değişkenler her iş yerinde farklılık gösterebilir. Sonrasında tehlikeli durumun canlılar üzerinde ne kadar risk teşkil ettiği belirlenir. İş yeri için bu riskli durumların kök nedenleri tespit edilir. Böylece tehlikeli durum kaynağında engellenebilir. Tüm bu süreçlerin sonunda gerekli tedbirlerin alınması için yol alınır.

Risk değerlendirmesi işverenin sorumluluğu altında olsa da tüm çalışanlar gerekli tedbirleri almak ve kurallara uymak zorundadır. İşverenin görevlendirdiği idareciler de kurallara uyulması noktasında sorumludur. Eğer bir iş yerinde çalışma koşulları risk teşkil ediyorsa çalışanlar bu durumu bildirmek ve sorun giderilene kadar o işi yapmamakla sorumludur.

### 1.1.9 Tehlike sınıfları

Tehlikeler, tehlikenin potansiyeline göre üç sınıfa ayrılır. Tehlike sınıfları bir iş yerinde riskli durumların derecesini belirler. Bu derecelere göre risk değerlendirmesinde tedbir alınacak sıralama belirlenir. Bunlar:

- **Çok tehlikeli:** Riski yüksek ve iş kazası veya meslek hastalığı oluşturması kuvvetle muhtemel tehlike durumudur.
- **Tehlikeli:** Riski yüksek ve iş kazası veya meslek hastalığı oluşturması muhtemel tehlike durumudur.
- **Az tehlikeli:** Riski olan ancak iş kazası veya meslek hastalığı oluşturma ihtimali az olan tehlike durumudur.

### 1.1.10 Meslek hastalıkları

Beyan ve Demiral, (2016) çalışmasına göre; Uluslararası Çalışma Örgütü (UÇÖ) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 1950 yılında yapılan tanımda iş sağlığı kavramı, bütün hizmet ve meslek gruplarında çalışanların/personelin bedensel/fiziksel, ruhsal ve sosyal yönleriyle iyilik hallerinin en üst düzeyde olması, bu durumun sürdürülmesi ve geliştirilmesi çalışmaları olarak belirtilmiştir. Tanımlanan iyilik halinin sağlanamadığı/gerçekleştirilemediği istenmeyen durumlardaysa iş ile sağlık ilişkisi, iş ile hastalık ilişkisine dönüşür. Bu sonuçlardan meslek hastalığının (MH); zararlı/istenmeyen bir etki ile insan/canlı bedeni arasında, maruz kalma durumuna has bir neden-sonuç ilişkisinin ortaya konulabildiği hastalıklar şeklinde tanımlandığı görülebilir.

Meslek hastalıkları çalışma ortamına göre farklılık göstermektedir. Çalışanların çalıştıkları iş yerinin koşullarından dolayı geçici veya kalıcı olarak edindikleri rahatsızlık durumlarıdır.

Meslek hastalığı çalışanların çalışma hayatlarında edindiği hastalık halidir. Bu sebeple çalışma koşullarının iyileştirilerek çalışanın tam iyilik halinin sağlanması gerekliliği önemlidir.

Karadeniz, (2012) çalışmasına göre iş kazaları ve meslek hastalıkları çalışma hayatının en önemli sorun alanlarından. İş kazaları ve meslek hastalıklarının ekonomik maliyeti dünya milli gelirinin %5'ine ulaşmaktadır. Bu yönleriyle meslek hastalığı sadece iş yeri içerisinde sorun teşkil etmez; milli ekonomiye olan zararı da önemli bir boyuttur.

Kadir, (2018) çalışmasına göre; Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO-UÇÖ) 155 Sayılı Sözleşmesinde (2002 tarihli 155 sayılı protokol) “İş aktiviteleri esnasında maruz kalınan risk faktörleri nedeniyle oluşan her türlü hastalık” meslek hastalığı olarak tanımlanmıştır.

Meslek hastalıklarından korunmak için alınabilecek önlemler işveren, çalışan ve tüm bağlantılı kişilerce koordineli bir çalışma sonucunda verimli olabilir. Tek bir kişi bile bu koordinasyonun dışına çıkarsa risk artar ve kötü sonuçlarla karşılaşılabilir.

- İşyerlerinde risk değerlendirmesi yaparak gerekli önlemlerin alınması yoluyla tehlikeli durumlar engellenebilir. Risk değerlendirmesi periyodik olarak tekrarlanmalıdır.
- İşveren ve çalışan tüm personelin İSG hakkında bilinçlenmesi için eğitilmesi yoluyla tehlikeli durumlar engellenebilir.
- İş yerlerinde güvenli çalışma için uygun kurallara etkin şekilde uymakla tehlikeli durumlar engellenebilir.
- İş yerlerinde çalışanların tam iyilik hali için çalışma koşullarını iyileştirmekle tehlikeli durumlar engellenebilir.
- İş yerlerinde çalışanların kullandığı tüm donanımların kontrolleri uygun periyotta yapılmalıdır. Böylece tehlikeli durumlar engellenebilir.

#### **1.1.11 İş kazaları**

İş kazaları çalışma ortamlarındaki çeşitli riskler sonucunda çalışanlar üzerinde sakatlanma, yaralanma gibi olumsuz sonuçların meydana gelmesidir. İş kazası çalışanın dikkatsizliği yüzünden olabileceği gibi işverenin ihmalleri sonucu da oluşabilir.

İş kazaları sonucu çalışanlar olumsuz süreçler yaşarken işletmenin de çalışması aksamaktadır. İşveren ve çalışan açısından her iki tarafa da zararı dokunmaktadır. Bütünsel düşündüğümüzde ülke ekonomisine de zararı olduğu görülür. Horozoğlu, (2019) çalışmasına göre; SGK' nın verileri sunmuş ve bu verilere göre her yıl iş kazalarından kaynaklı ortalama bir sayıyla 1000 çalışan/personelin hayatını kaybettiğini belirtmiştir.

İş kazalarından korunmak için en başta yapılması gereken eğitimidir. Eğitimli çalışan/işveren belirlenmiş kurallara uyarak riski minimize eder. Her iş koşulu için belirlenmiş farklı kurallara uymak çalışan ve bu kuralları uygulamak, uygulandığını kontrol etmek işverenin sorumluluğundadır. Tüm bunları denetlemek ise devlet bünyesinde yapılması gereken işlemleri içerir.

#### **1.1.12 İSG'nin gelişimi için yapılması gerekenler**

İSG'nin gelişimi için en temelde insanların bilinçlendirilmesi gereklidir. İSG eğitimi ve sorumluluk bilinci insanlara verildiğinde gelişim süreci kendiliğinden

başlamış olur. Geriye kurallara uyumu denetlemek ve güncel kurallar belirlemek kalır. İşverenlerin ekonomik çıkarlardan önce iş koşulları ve çalışan sağlığını iyileştirmek için çalışması gerekir. Böylece üretimde verim de artacaktır. Çalışanların da öncelikle sağlık için tedbir almaları gerekir.

## **1.2 Ergonomi**

Ergonomi çalışanların çalıştığı ortama, çalıştığı ortamda kullandığı teknik donanıma, çalışma koşullarına uyumu olarak ifade edilebilir. Bu uyumun olmaması riskli durumları doğurabileceği gibi uyumun olması verimi arttıracaktır. Ertaş ve Kızılaslan, (2015) çalışmasına göre; yapılan örnek işyeri konforunu artırıcı faaliyetler sonucunda işyeri konforunun arttığı, işyerinde ergonomi ile paralel çalışanların çalıştığı makinalara uyumunun arttığı ve üretim veriminin arttığı gözlemlenmiştir.

Ergonomi, çalışma ortamlarında çalışılan her türlü teknik donanımın çalışan insanlara uyumunu ifade etmektedir. Dolayısıyla bu uyumun olması çalışan sağlığını olumlu yönde etkiler. Böylece İSG için uygun koşullardan biri oluşmuş olur.

## **1.3 Elektrik Enerjisi**

Elektrik enerjisi bir iletken madde içerisindeki serbest elektronların bir potansiyel farkın etkisiyle hareketleri sonucu oluşan enerji türüdür. Elektrik enerjisi temiz bir enerjidir ve günümüzde neredeyse kullanılmadı yer yoktur. Günlük yaşantımızın vazgeçilmezi haline gelmiştir.

Elektrik enerjisi birçok kaynaktan üretilebilir ve birçok enerji türüne kolay dönüştürülebilir olmasıyla; temiz bir enerji türü olmasıyla; çok kolay bir şekilde uzak mesafelere taşınabilmesiyle; kendi içinde kolay dönüştürülebilir olmasıyla (DC, AC); depolanabilir olmasıyla ve basit yapıdaki cihazlarla iş yapan makinelere aktarılabilmesiyle ön plana çıkmaktadır. Diğer enerji kaynaklarına göre çok fazla üstünlüğü bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgar vb. kaynaklardan elde edilebilir.

Elektrik enerjisi verimli olduğu kadar yanlış kullanımlarda tehlikeli olabilmektedir. İnsan ve canlı hayatına zarar verebilecek olumsuz etkileri olabilir.

Can ve mal kayıplarına yol açabilir. Yapılarda kısa devrelerde çıkan ark sonucunda yangın çıkartma riski taşımaktadır.

Bu gibi sebeplerden ötürü elektrik enerjisinin doğru kullanımı önemlidir. Elektrikle çalışan tüm teknik personelin de bakım onarım çalışmalarında tedbirli olması gerekir.

#### **1.4 Pil Teknolojileri**

Elektrik enerjisini depolayıp istenildiği zaman kullanımını sağlamak için piller kullanılır. Geçmişten günümüze birçok depolama yöntemi kullanıldı. Pil teknolojileri her geçen gün geliştiriliyor. Dünyada enerji ihtiyacı arttıkça elektrik enerjisini depolayabilen pil teknolojilerine olan ihtiyaç da artıyor.

Geçmişten günümüze genellikle kimyasal tepkimelere dayanan pil teknolojileri geliştirilip kullanılsa da farklı teknolojiler de geliştirilmiştir. Kuru akü, asit içerikli akü, lityum-iyon piller gibi çok çeşitli teknolojiler bulunmakta.

Geliştirilen pil teknolojilerine baktığımızda lityum-polimer gibi yüksek verimlilikte piller bulunmakta. Ancak daha güncel ve yeni teknoloji içeren pil çalışmaları da hızlanmaktadır.

Kozak ve Kozak, (2012) çalışmasına göre en verimli enerji depolama sistemi; yüzde 97 verimle süper iletken manyetik enerji depolamadır. Vücut ısısından elektrik üretebilir pil olan termoelektrik jeneratör (TEJ) piller giyilebilir teknolojiler için çok uygun gözükmekte. Mamur, (2013) çalışmasında bu pillerin seeback etkisiyle çalıştığını belirtmiştir. Güncel pil teknolojilerinde farklı çalışmalardan biri de havada bulunan nemi kullanarak elektrik üreten teknolojidir. Liu, ark., (2023) yaptığı çalışmada bu pillerin; protein nano iletkenlerini kullanarak havadaki nem ile elektrik enerjisi üretilebileceğini belirtmiştir. Bu sisteme Air-Gen ismi verilmiş. Giyilebilir teknolojilerde kullanılabilen ifade edilen süper kapasitör teknolojisi de mevcuttur. Korkmaz, (2018) yaptığı çalışmada; Güney Carolina Üniversitesi'nden Li' nin süper kapasitör gibi çalışan tişört ürettiğini; tişörtü florit solüsyonuna batırıldıktan sonra oksijensiz ortamda yüksek sıcaklıkta ürettiğini ve kıyafet liflerinin yüzeylerinin süper-kapasitif davranış gösteren aktif karbona dönüştüğünü belirtmiştir.

## 1.5 Giyilebilir Teknolojiler

İnsanların veya canlıların vücutlarına giydikleri ve belirli amaçlarla çalışıp bir amaca hizmet eden cihazlara giyilebilir teknolojiler diyebiliriz. En çok kullanılan örneklerinden biri akıllı saatlerdir. İnsan vücudundan aldığı verileri işleyip farklı cihazlarla paylaşabilen akıllı saatler gibi sağlık verilerini okumakta kullanılan tıbbi giyilebilir teknolojiler de vardır. Sağbaş ve ark., (2016) yaptığı çalışmada giyilebilir akıllı cihazları; "Giyilebilir teknoloji", "giyilebilir cihaz" ve "giyilebilirler" terimlerinin hepsi vücuda rahatlıkla giyilebilen aksesuar ve kıyafetleri temsil eden elektronik ya da bilgisayar teknolojileridir, şeklinde tanımlamıştır.

Giyilebilir teknolojilerin özellikle sağlık ile ilgili konularda kullanımı önemlidir. İnsanları kablolarla mahkum etmeden günlük rutinlerinde sağlık verilerini almak insanlara kolaylık sağlar. Bunun gibi birçok farklı amaç için giyilebilir teknolojiler kullanılabilir.

## 1.6 Çalışmanın Konusu

Günümüzde elektrik enerjisinin olmadığı mekan, kullanılmadığı cihaz neredeyse yok gibi. Dolayısıyla elektrik enerjisinin üretim noktaları, dağıtım noktaları çok sayıda bulunmakta. Elektrik enerjisinin bu denli popüler olmasının sebeplerinden birkaçı; temiz enerji olması, kolay üretilebilir olması, kolay taşınabilir olması ve kolay dönüştürülebilir olmasıdır. Tüm bu popülerlik ve yaygın kullanım beraberinde riskleri de getirmektedir. Diğer enerji kaynaklarında olduğu gibi elektrik enerjisinde de tehlikeli sonuçlar oluşturabilecek riskler mevcut.

Elektrik enerjisinin üretim ve dağıtımında çeşitli standartlarda sistemler kurulmaktadır. Bu sistemlere belirli periyotlarda bakım ve onarım işlemleri uygulanmaktadır. Bakım ve onarım için yetkili teknik personel aldığı eğitimler doğrultusunda gerekli tedbirleri alarak çalışmaktadır. Ancak yine de istenmeyen durumlar oluşabilir. Örneğin bir elektrik panosunda çalışan personel enerjiyi keserek çalışmasına karşın elektrik kaçağı sonucu can ve mal kaybına uğrayabilir.

Bu gibi durumlarda kablolu (temaslı) güvenlik teçhizatları kullanılır. Örneğin çarpılma anında enerji hattını açarak çarpılmayı durdurmayı hedefleyen “Kaçak Akım Rölesi” kullanılmaktadır. Ancak yanlış bağlantı, gövdeye elektrik kaçağı vb. sebeplerle çarpılmalar olabilmektedir.

Bu olumsuz sonuçları engellemek için güncel koruma ekipmanları ve İSG kuralları geliştirilmektedir. Geliştirilen koruma ekipmanları genellikle kablo bağlantısı içeren ekipmanlardır ve her olumsuz durumdan canlıları koruyamayabilirler. Güncel çalışmalarda kablosuz olarak koruma, algılama yapacak uyarı sistemleri her geçen gün geliştirilmekte. Bu çalışmada da kablosuz kullanıma uygun uyarı amaçlı algılama yapan giyilebilir teknoloji ürünü üzerine yoğunlaşıldı.

Yapılan bu çalışma, T.C. İstanbul Gedik Üniversitesinde yüksek lisans tez çalışması olup elektrik enerjisi ile çalışan bakım onarım teknik personelinin çalıştıkları ortamlarda elektrik enerji varlığını kablosuz (temassız) olarak algılayıp ışıklı uyarı veren ve böylece personelin tedbir almasını sağlayan giyilebilir teknoloji ürünü üzerine bir çalışmadır. Ürün tasarımı ve örnek çalışma ortamındaki algılama kapasitesi sonuçlarını içerir.

### **1.7 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada elektrik enerjisi ile çalışan teknik personelin kablosuz (temassız) teknolojiye sahip giyilebilir teknoloji ürünü tasarımı yapmak amaçlandı. Böylece çalışan teknik personelin İSG kapsamında çalışma ortamı daha güvenilir kılınmak istendi.

Çalışmanın konusu kablosuz çalışan giyilebilir teknoloji ürününün çalışma koşullarına uygun olarak ergonomik olması amaçlandı. Bu sayede teknik personelin hareket kabiliyetinin kısıtlanmaması amaçlandı.

Yüzük şeklinde tasarımı yapılan kablosuz elektrik enerjisi varlığını algılayıp ışık ile uyarıda bulunan giyilebilir teknoloji ürünü sayesinde çalışan teknik personelin güvenli çalışması amaçlandı. Bu sayede İSG uyumunun artması amaçlandı. Kablolü koruma ekipmanlarına ek bir uyarı elemanı hayata geçirilmek istendi.

### **1.8 Literatür Araştırması**

Konuyla ilgili yapılan literatür taramasında kablosuz olarak elektrik enerjisi varlığını algılayıp uyarı yapan çalışmalar incelendi. Yapılan bazı çalışmalar aşağıda paylaşıldı. İncelenen çalışmalarda kablosuz/temassız gerilim algılama ile ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı ve değişen algılama mesafelerine ulaşan çalışır sistemlerim

gerçekleştirildiği görüldü. Çalışmalarda yüksek gerilim seviyesinde çalışan cihazlar ve bu yüksek gerilimi ileten hatların enerji seviyelerinin kablosuz ölçümü veya enerji varlığının kablosuz ölçümlerle tespiti üzerinde durulmuş.

Kabalıcı ve Kabalcı, (2017) çalışmasına göre; Yapılan çalışmada akıllı şebeke kavramına uygun olarak enerjinin okunması ve kablosuz olarak uzaktan izlenmesi üzerinde durulmuştur. Çalışma doğru akım sistemleri üzerinde yapılmıştır. Ölçümü yapılan enerji büyüklükleri mikrodenetleyiciden faydalanılarak kablosuz veriye dönüştürülmüş ve aktarımı yapılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada; önerilen ve gerçek zamanlı olarak izleme yapabilen akıllı ölçüm sisteminin; kullanılan güneş panellerindeki akım değeri, gerilim değeri ve güç büyüklüklerinin etkin şekilde uzaktan izlenmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Erdoğan, (2022) çalışmasına göre; Yapılan bu çalışmada endüstri 4.0 ile beraber gelen teknolojik gelişmelerden olan yapay zekanın; olası iş kazalarının tespiti ve iş kazası oluşmadan önlenmesi üzerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Endüstri 4.0 ve yapay zeka ile görüntü işleme yazılımlarının günümüzde birleşmesiyle iş kazası olma oranının düşeceği kanısına varılmıştır. Kaya, (2022) çalışmasına göre; Araştırma dijital dönüşüm yaşanan günümüz dünyasının teknolojik getirilerin; iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları için kullanılabilirliği üzerine araştırmaları içermektedir. Endüstri 4.0 , yazılım ve donanımların ilişkisi, gelişen teknolojinin getirdiği yeniliklerin içerdiği kavramlar ve bu teknolojiler incelenmiştir. Bu teknolojilerin günümüzde endüstri 4.0 içerisinde iş kazalarını önleme yeterliliği incelenmiş ve akıllı fabrikalarda teknoloji ile iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilirliği ortaya konulmuştur. Zhang ve ark., (2018) çalışmasına göre; İletim hatlarının mikrodenetleyici tabanlı temassız voltaj ölçümünü yapmak için bir tasarım çalışmasıdır. İnsanların klasik gerilim ölçümü işlemindeki elektrik alanı bozmalarının önüne geçilmiş olur. Zhu ve ark., (2018) çalışmasına göre; Bu makalede, mikro elektromekanik sistemler (MEMS) teknolojisiyle tasarlanan temassız voltaj dedektörü ve elektrik alan sensörünün çalışma prensibi açıklanmaktadır. Sistemin algılama alanının gereksinimleri ve dedektörün eşik simülasyon yoluyla belirlenmekte ve eşik değeri düzeltilmektedir. Dedektörün eşik değeri 25kV/m'ye ayarlanmasıyla dedektör ölçüm yapılacak iletkenlerden 10-15 m uzaktayken veya kuleden kule gövdesindeki iletkenlere doğru 2 m uzakta aynı yükseklikteyken bunu gösteren deneyler gerçekleştirilmektedir. İletken veya çapraz kol üzerinde, dedektör iletkenin gücünün açık veya kapalı olduğunu etkili bir şekilde

belirleyebilir. MEMS temassız voltaj dedektörü ve bu yazıda öne sürülen yöntem, geniş bir popülerliğe ve uygulama değerine sahip olan UHV iletim hatlarında voltaj algılama problemini çözebilir. Kim, (2018) çalışmasına göre; Genellikle, bir yüksek gerilim sisteminin elektrik alan gücünü ölçmek ve akımını hesaplamak için anlık ölçüm yapılabilir. Ancak korumalı kabloların veya yer altı dağıtım kabloları gibi gizli yapıların elektrik alanını tespit etmek zordur. Akım sensörleri tek damarlı bir teldeki manyetik alanı algılayabilir ancak çift damarlı bir telin etrafındaki manyetik alanı belirleyemez çünkü akımlar zıt yönlerde akar. Bu nedenle çift hattan oluşan bir uzatma hattındaki arıza akımı gibi bazı akım problemlerinin tespit edilmesi oldukça zordur. Bu yazıda hat koşullarından bağımsız olarak akımı algılayabilen bir sensör geliştirmek için, dış manyetik alanın dağılımına ve her hattın çekirdeğinin yoluna bağlı olarak manyetik alanın konsantrasyonunu belirlemek için bir simülasyon kullanılmış. Crockett ve ark. Çalışmasına göre; Bu makale temassız gerilim tespiti üzerine bir tasarım içermektedir. Çok işlevli bir eldivenin içine yerleştirilmiş voltaj dedektörü içeriyor. Dedektör yaklaşık 1 noktadan 120V kaynakları tespit edebilmektedir. Eldivenin amacı, bir çalışanın tehlikeli voltajlara maruz kalma durumu hakkında gerçek zamanlı geri bildirim vermektir. Elektrik enerjisi altında yanlışlıkla çalışmaları engellemek için kullanılabilir. Birincil test cihazı olarak kullanılması amaçlanmamıştır. Kapasitif prensibe dayanan bir dedektör sayesinde ölçüm yapabilmektedir.. Sensörler ile bir dedektör devresi oluşturmaya yönelik ilk girişimler hassasiyet sonucunda ortaya çıkan yanlış algılamalarla dolu olduğu için algoritma yardımıyla bu problem çözülmüş. Shuai ve ark., (2022) çalışmasına göre; UHV DC iletim hatlarında voltaj ölçebilmek için MEMS elektrik alan sensörünü temel alan metal kapaklı bir tür temassız voltaj dedektörü geliştirmek üzerine bir çalışmadır. Bu makale, UHV DC iletim hattı için uygun ve güvenilir voltaj algılamayı gerçekleştirmek amacıyla, UHV DC iletim hattı için kuleye tırmanmanın voltaj algılama alanını ve voltaj dedektörünün alarm eşiğini simülasyon hesaplaması ve saha testleri aracılığıyla belirlemiştir. Sonuçlar, bu makalede geliştirilen temassız voltaj dedektörünün, alan yükünün voltaj algılama üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak amacıyla metal kapağın açılıp kapanmasını kontrol etmek için dönen bir mekanizma benimsediğini göstermektedir. Gerilim dedektörünün alarm eşiği 15kV/m olmalıdır. Gerilim dedektörü ile tel arasındaki mesafe 5~8 m olacak şekilde kabloyu hedeflenmelidir. Metal kapağın açılmasını sağlamak için dönen mekanizmayı kontrol ederek doğru voltaj tespitini gerçekleştirilebilir. Lawrance ve

ark.,(2016) alışmasına göre; çalışma evlerde kullanılan şebeke gerilim seviyelerinden yüksek voltaj içeren iletim hatlarına kadar geniş bir gerilim aralığında temassız gerilim ölümü yapabilen bir sensör tasarımı sunmaktadır. Kapasitif prensiplerle ölüm yapılmaktadır. Temassız noktadaki gerilim potansiyelinin değişim hızını elektrostatik alıcı ile lmlyor. Düşük maliyetli kapasitif temassız gerilim algılama sensörü düşük maliyetle prototiplenmiştir. Pengfei ve ark., (2021) alışmasına göre; çalışmada temassız olarak AC gerilim ölümü yapan prototip geliştirilmiştir. Temassız lm elektrik alan ile yapılmıştır. Temassız lm için kullanılan elektrik alan probunun eşdeğer devre modeli çıkartılmıştır. İletim hattının gerilim seviyesi temassız olarak %0,66 oranında doğruluk ile lmlştr. Yapılan testlerde iletim hattına yakın tutulan prototipin daha hızlı ölüm yaptığı tespit edilmiştir. Xucmia ve ark., (2020) alışmasına göre; çalışma mikrodenetleyici kontrollü temassız ac gerilim dedektörünün donanım tasarımını içermektedir. OP-AMP kullanarak istenilen frekansta ac gerilimin geçmesi ve yükseltilmesi ile ölüm yapılmıştır. Ölüm sırasında insanların elektrik alanını bozmasının ölümü olumsuz etkilemesi kablosuz ölüm ile zlmş. Koyama ve ark., (2012) alışmasına göre; çalışma temassız olarak DC gerilimin ölümünü anlatmaktadır. Liquid crystal yani sıvı kristal hücreler ile elektrik alan içerisinde incelemeler yapmıştır. Elektrik alan içerisinde liquid crystal yapı koyu renk almıştır. Gerilim seviyesi ile liquid crystal parlaklığı arasında ters orantı görülmüştür. PVC boru içerisinde bir prototip tasarlanmış ve yapılmıştır. Bitancor ve ark., (2023) alışmasına göre; çalışma; elektrik ölüm aletlerinin bulunduğu bir drone tasarımını içermektedir. Gerilim tespiti termal sıcaklık sensörü ile yapılmıştır. Yüksek gerilimin olumsuz etkilerinden canlıları (alışanları) korumak için tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda ölümün doğrusallığının düşük olduğu ancak iş sağlığı ve güvenliği açısından olumlu sonuç verdiği anlaşılmıştır. Varma ve Shiwalkar, (2023) alışmasına göre; çalışma elektrostatik polarite tespiti de yapabilen; temassız gerilim seviyesi okuma üzerinedir. Elektrik altında çalışan insanların kaza riskini azaltmak için kablosuz gerilim ölümü üzerine araştırmalar içermektedir. Çalışmaya göre kablosuz ölümü yapan cihaz tasarımı birçok yan yana iletken hattı ölçerek polarite/faz tespiti de yapabilmektedir. Kim ve ark., (2022) alışmasına göre; çalışma; güç trafosu merkezleride mevcut kullanılan gaz yalıtımlı gerilim ölüm cihazları yerine temassız cihaz kullanımı için tasarım, prototip yapımı ve testini içermektedir. Yapılan prototip %0,12 nin altında hata ile gerilim seviyesi ölümünü temassız olarak

gerçekleştirmiştir. Bu prototip çalışma ile mevcut ölçümde kullanılan SF6 yalıtım gazının %10 oranında azaltılması öngörülmüştür. Kochurov ve ark., (2018) çalışmasına göre; Çalışma; temassız kapasitif gerilim dedektörü tasarımı içermektedir. Enerji trafo merkezlerinde her bir faz hattına takılan cihaz ile gerilim seviyesi tespiti için MATLAB ortamında tasarlanan algoritma denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Ivanov ve ark., (2021) çalışmasına göre; Çalışma; yüksek gerilim hatlarındaki yalıtım malzemelerinin uzaktan izlenmesi için kompleks bir sensör seti içeren uzaktan izleme sistem tasarımını içermektedir. Akustik sensörler yardımıyla arızalı cihazın konumu tespit edilirken elektromanyetik sensör yardımıyla gerilim tespiti yapılır. Kablosuz olarak bu sensör setinden iletilen veri kontrol merkezindeki bilgisayara iletilir. Belirli aralıklarla yerleştirilen sensör setleri hattı izler. Böylece arızalı cihaz yeri tespit edilir. Walczak ve ark., (2021) çalışmasına göre; Çalışma; yüksek gerilim içeren güç transformatörlerinin uzaktan gerilim seviyesi tespiti ile izlenmesini içermektedir. Yüksek gerilim kapasitif ölçüm probu ile ölçülmektedir. Yüksek gerilimin oluşturduğu elektromanyetik parazitlerin giderilmesi için çalışma yapılmıştır. 250 MVA'lık bir güç trafosu üzerinde testler yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarına göre maksimum ölçüm farkı %1,02 dir. Zhou ve ark., (2021) çalışmasına göre; Çalışma; yüksek gerilim içeren iletim hatlarının tek faz ya da üç faz olarak temassız izlenmesi için elektrik alandan faydalanan sensör tasarımı ve simülasyonunu içermektedir. Simülasyon test sonucuna göre sensör anlık gerilim izleme için uygundur. Yu ve ark., (2014) çalışmasına göre; Çalışma; ters elektrik alanı ile yüksek gerilimin enerji iletim hatlarındaki gerilimin temassız izlenmesi için sistem tasarımını içerir. Tasarlanan sensör ölçüm alanındaki parazitlerden arındırılarak hassaslaştırılmıştır. Xiao ve ark., (2018) çalışmasına göre; Çalışma; yüksek gerilim içeren iletim hatlarında yeni bir temassız ölçüm yöntemi önermektedir. Hesalama doğruluğunu arttırmak için elektrik alanın 3 boyutlu modeli çıkartılmış ve gerilimlerle ilişkisi çıkartılmıştır. Hesaplamalarda basitlik için çalışmalar yapılmış ve sistem simüle edilmiştir. Gerçek bir 3 fazlı sistemde test edilerek işlevliliği gösterilmiştir. Wei ve ark., (2011) çalışmasına göre; Bu çalışmada geleneksel gerilim tespit yöntemleri yerine kapasite etkisine dayanarak elektrik alan sensörü ile temassız gerilim tespiti için sensör tasarımı yapılmıştır. Elektrik alan sensörü olarak alan etkili transistör (FET) kullanılmıştır. Bu sensör ile iletkenlerde akım olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Pengfei ve ark., (2021) çalışmasına göre; Bu çalışmada geleneksel gerilim tespit yöntemleri yerine kapasite etkisine

dayanarak elektrik alan sensörü ile temassız gerilim tespiti için sensör tasarımı yapılmıştır. Elektrik alan sensörü olarak alan etkili transistör (FET) kullanılmıştır. Bu sensör ile iletkenlerde akım olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Li ve ark., (2019) çalışmasına göre; Bu çalışmada elektrik hatlarında veya herhangi bir elektrikle çalışan cihazda voltaj algılaması yapan bir ürün tasarımı içermektedir. İnternet ortamında veri gönderebilmektedir. Klasik gerilim trafosu ile enerji iletim hatlarındaki gerilimin ölçülmesindeki hatalar üzerine yeni bir sistem geliştirmiştir. Girard ve ark., (1996) çalışmasına göre; Bu çalışma atomik kuvvet mikroskobu ile bölgesel gerilim tespiti üzerinedir. Xing ve ark., (2023) çalışmasına göre; Bu çalışmada elektrik alan prensiplerinden faydalanılarak üç fazlı sistemlerin gerilim ölçümünü; 3 ayrı prop ile temassız ve çevrimiçi olarak yapmak için tasarım yapılmıştır. Basit ve ucuz sensör tasarımı içermektedir. DC ve AC gerilim fark etmeksizin ölçüm yapılabilmektedir. İletken kopuk olsa bile kabul edilebilir bir doğruluk oranında ölçüm yapılabilmektedir. Yang ve ark., (2016) çalışmasına göre; Bu makale, gerilim ölçümü için temassız D-nokta transformatörünün bir simülasyon test sistemini önermektedir. Bu simülasyon test sistemi D-nokta transformatörü, sinyal işleme devresi ve toprak PC portundan oluşur. D-nokta transformatörü, temassız bir araç olan elektrik yer değiştirme vektörünün değişim oranını ölçerek dolaylı gerilim ölçümünü gerçekleştirir. D-nokta trafo sinyallerinin özelliklerine özel olarak, parazitlere karşı güçlü, dirençli ve distorsiyonsuz güçlendirilmiş sensör çıkış sinyaline sahip sinyal işleme devreleri tasarlanmıştır. Gerilim tespitini LabVIEW tabanlı yer toplama portuna iletmek için WIFI kablosuz ağı kullanılır ve sinyal alımı, veri işleme ve analiz ve diğer işlevler için LabVIEW teknolojisi benimsenmiştir. Son olarak, tek fazlı gerilim trafosunun tüm test sisteminin performansını simüle etmek için bir test platformu kurulmuştur. Test sonuçları, bu gerilim transformatörünün sağlam gerçek zamanlı performansa, yüksek doğruluğa ve hızlı tepki hızına sahip olduğunu ve simülasyon test sisteminin kararlı ve güvenilir olduğunu ve gerilim transformatörlerinin yeni bir prototipi olabileceğini gösteriyor. Lee ve ark., (2018) çalışmasına göre; Bu yazıda, izolasyon direncini ölçmenin zor olduğu durumlarda izolasyon performansını kesintisiz olarak test etmek için ölçüm teknikleri sunulmaktadır. Özellikle bileşen alıcıları gibi gerilim ölçüm yerlerinin bulunmasının zor olduğu ortamlarda uygulanabilecek temassız gerilim faz algılama teknikleri geliştirilmiştir. Kesintisiz izolasyon direnci ölçüm cihazlarının performans doğrulaması, standart kalibrasyon ekipmanı ve test düzenekleri kullanılarak mevcut

ürünlere göre test edilmiştir. Doğrulama, performansı doğrudan temaslı tip için %2 ve temassız tip için %10 dahilinde doğruladı. Ayrıca ekipman kullanılarak sürekli izolasyon testi yapılması prosedürü önerilmiştir. Miyajima ve ark., (2017) çalışmasına göre; Bu makale, PV modüllerinin ve hücrelerinin doğru ve hızlı performans ölçümü için temassız voltmetre tasarımı üzerinedir. PV sisteminin çalışmasını kesintiye uğratmadan PV özelliklerinin temassız ölçümü arzu edilir. Modül yapısında bulunan güneş pilinin voltajının temassız ölçümü için yüksek doğruluklu elektrostatik voltmetre kullanılmıştır. Gerilim test cihazıyla ölçülen gerilim değerleri ve elektrostatik voltmetreyle ölçülen elektrik potansiyeli birbiriyle uyumlu çıkmıştır. Temassız elektrostatik voltmetre, modül yapısındaki güneş pilinin voltajını 0,01 V hata payı ile ölçebilmektedir. Kenichi ve ark., (1996) çalışmasına göre; Bu makale, manyetik alan içeren gerilim iletim elemanları için kullanılan temassız gerilim algılama yöntemini incelemektedir. 1000 Kv' luk bir iletim sisteminde inceleme yapmaktadır. Lin ve Zheng, (2020) çalışmasına göre; geleneksel güç kablosu test sensörleri kabloya doğrudan temas halindedir. Temassız sensörler ise ölçüm doğruluğu açısından tartışılır. Bu makalede güç kablosunun birkaç noktadan temassız ölçümü ve bir analiz (Dalga biçimi analizi) ile kablo bağlantı tespiti ve kablo hasar tespiti önerilmiştir. Ayrıca tek kullanılan temassız gerilim sensörü yerine birçok sensör kullanarak doğruluğu arttırmış olmaktadır. Sensör için Ansoft silindirik yapısı benimsenmiştir. Ölçüm elektrotlarını etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Doğruluk ve kararlılık arttırılmış ve sonuç olarak kablo hasar tespiti ve yanlış bağlantı tespiti başarıyla gerçekleştirilmiştir. Mitsutoshi ve ark., (2019) çalışmasına göre; MEMS (Mikro Elektromekanik Sistemler) teknolojisi ile küçük boyutlara indirgenen sensörler; güç sistemlerinde izleme amacıyla kullanılan sensörler için önemlidir. Ancak bu sensörler hakkında pek çalışma yoktur. Bu teknoloji elektrostatik alan prensibiyle çalışan temassız gerilim ölçüm sensörlerinin basit , maliyeti düşük ve küçük boyutlu üretimi için önemlidir. Makelede bu sensörlerin yoğun elektrik alan altında (~1,4 MV/m) performansı değerlendirilmiştir. Sensör çıkışı; rezonans frekans kayması ve doğrusallığı olmayan hassasiyet göstermiştir. Çalışmada çeşitli rezonans modlarına sahip sensör çıktılarının çoklu doğrusal regresyon analizini kullanarak doğrusal yanıt için kalibrasyon ve geçmiş çalışmalarla niceliksel bir karşılaştırma için sensör bant genişliğinin sentezlenmiş sinüzoidal ve hızlı bir elektrik alanı değişimi ile değerlendirilmesi gibi pratik gösterimler gerçekleştirilir. Kobayashi ve ark., (2007) çalışmasına göre; Bu makale

bir iletken üzerindeki gerilimi temassız olarak algılayabilen kapasitif voltaj probu (CVP) üzerine bir çalışma içermektedir. Prop 2 elektrottan oluşur. İç elektrot gerilimi algılamak ve dış elektrot iç elektrodu korumak içindir. Yapılan test çalışmalarında bu probun 100 dB'lik bir dinamik aralığa ve 10 kHz' den 30 MHz'e kadar düz frekans tepkisine sahip olduğu görülmektedir. Testler hem bir empedans stabilizasyon ağı (ISN) hem de bir CVP kullanılarak elde edilen ölçülen veriler içerir ve CVP' nin geçerliliğini doğrulamak için karşılaştırılır. Sonuçlar, CVP tarafından ölçülen verilerin ISN tarafından elde edilenlerle yakından uyumlu olduğunu göstermektedir. Yongzhi ve ark., (2023) çalışmasına göre; Trafolarında metal oksit tutucunun (MOA) dirençli akımı, tutucunun eskime durumunu değerlendirmek için önemli bir parametredir. Rezistif bileşeni tam akımdan çıkarmak için tam akım ile bara gerilimi arasındaki faz açısının bilinmesi gerekir. Geleneksel ölçümde, voltaj sinyalinin kapasitör voltaj transformatörünün (CVT) sekonder tarafından alınması gerekir, bu nedenle ekipman hasarını tetikleyecek kısa devre riski vardır. Bu sorunları çözmek için, trafo merkezi tutucusunun bara gerilim fazı için temassız bir ölçüm yöntemi önerilmiştir. Parafudr altına uygun elektrik alan probu yerleştirilerek bara gerilim fazı elektrik alan bilgisinden elde edilir. Çalışmada bu yöntemi doğrulamak için gerçek çalışmaya dayalı ultra yüksek gerilim (UHV) trafo merkezi tutucularının modelleri oluşturulmuş ve problemlerin en uygun yerleşimi verilmiştir. Sonuçlar, elektrik alan probu parafudr ile CVT arasına yerleştirildiğinde ve parafudrdan 1,3 m – 2 m uzakta olduğunda hatanın nispeten minimum olduğunu göstermektedir. Ek olarak, önerilen çift algılama noktalarının düzenlenmesi, yalnızca elektrik şebekesinin üç fazlı voltajının faz sırasını elde etmekle kalmaz, aynı zamanda ölçüm hatalarının ortalamasını da sağlar. Raza ve Mani, (2023) çalışmasına göre; Bu çalışmada, fotovoltaik panellerde bir hücredeki veya bir modüldeki hücrelerin düşük performans gösteren noktalarını tespit etmek ve haritalamak için temassız bir elektrostatik voltmetre tekniğinden bahsedilmiştir. Bu temassız teknik, üst tabaka camın yüklü yüzey voltajını (671 mV) doğrudan haritalandırıyor ve voltmetre değerleriyle (660 mV) 11 mV'luk bir farka sahiptir. Elektrolüminesans görüntülerinin voltaj haritasına dönüştürülmesiyle elde edilen voltaj değerlerinin bir başka veri seti, temassız voltmetre değerleriyle 7 mV'luk bir fark göstermiştir. Ölçümlerdeki fark yüzdesel olarak %2' den düşük çıkmıştır. Dimitar ve ark., (2019) çalışmasına göre; Bu çalışma, TDK'nın yüzey potansiyeli sensörü EFS-22D'yi temel alan temassız voltaj toplama sisteminin yeni tasarımının sonuçlarını sunmaktadır.

Sistem, yüzey potansiyel sensörü ile prob arasındaki mesafe 1 3,5 mm olacak şekilde 0-950V arasındaki DC gerilimlerini ölçebilmektedir. EFS-22D sensöründen gelen 0 - 4,5V DC aralığındaki sinyal, ATMEGA328 mikrodenetleyicisi ile analog veriden dijital veriye dönüştürülür. Ölçümlerden elde edilen sonuçlar Bluetooth modülü kullanılarak LabVIEW uygulamasına gönderilir. LabVIEW uygulaması daha fazla veri toplama ve görselleştirme için arayüz sağlar. Ölçümlerde sensörden doğrusal bir çıkış olmasına rağmen bazı doğrusal olmama durumları gözlemlenmiştir. Bu durumu gidermek için yazılım üzerinden tek bir değeri algılamak için 20 ölçüm değeri kullanılmıştır. Ölçümlere dayanarak, yaklaşık değerlere yakın bir kalibrasyon eğrisi oluşturulmuş: doğrusal denklem  $y = 1,0032x + 2,1944$ , korelasyon katsayısı  $R^2=0,998$ . Noras, (2002) çalışmasına göre; Bu çalışma, yüzey elektrik yükleri ve potansiyellerinin ölçüm yöntemleri, alan ölçerler ve voltmetreler tartışılmıştır. Bu yöntemler arasındaki farklar ve benzerlikler sunulmuştur. AC geri beslemeli voltmetre benzersiz bir yöntem sonucuna varılmıştır. Tsang ve Chan, (2011) çalışmasına göre; Bu çalışmada, tek kapasitif problu temassız gerilim algılama sensörlerinin çevresel faktörlerden etkilenmesi sorununa karşın; AC gerilimin daha doğru ölçülebilmesi için iki sensör başlıklı kapasitif prob geliştirilmiştir. İki sensör kafası okuması ile algılanan AC voltajı arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi tanımlamak için ortogonal en küçük kareler tahmin algoritması uygulanmıştır. Eklenen ikinci sensör kafasıyla, algılanan AC voltajı, algılama ortamının ortamına ve algılama yüzeyi ile prob arasındaki mesafeye daha az duyarlı olacaktır. Önerilen sensör sisteminin, takılan modelle, farklı algılama ortamları altında farklı AC voltajlarını algılamadaki etkinliğini göstermek için deneysel sonuçlar dahil edilmiştir. Hata %5 oranına düşürülmüştür. Yamazaki ve ark., (1999) çalışmasına göre; Bu çalışma, temassız gerilim algı dedektörü için fizibilite içermektedir. .Bu dedektörün havai iletim hatlarının bakımı için kullanılması amaçlanmıştır. Kule direğinin yüzeyindeki elektrik alanının ölçülmesiyle bir algılama yöntemi önerisi ve araştırması içermektedir. iletim test hattındaki elektrik alanı ölçümleri ve sayısal hesaplamalar aracılığıyla sonuçlar, temassız gerilim varlığı tespitini gerçekleştirmek için iyi bir performans göstermiştir. Shenil ve George, (2018) çalışmasına göre; Bu çalışma, basit yapılı ve düşük maliyetli yemassız gerilim dedektör ünitesi tasarımı içermektedir. Temassız voltaj sensörü, gerçek değer ile orantılı bir çıkış gerilimi verir. Çıkış sinyali, prob ile ölçüm altındaki yalıtımlı tel/kablo arasındaki bağlantı kapasitansından bağımsızdır. Bu kendini dengeleyen bir sinyal koşullandırma devresi

ile gerçekleştirilir. Bu yaklaşım, sensör çıkışının, probun kablo kapasitanslarına olan değişkenliğine karşı daha az hassasiyete, iyi doğrusalığa ve ölçülen voltaj aralığı (0-300V) üzerinde yüksek doğruluk elde etmesine olanak tanır. Yapılan prototip çalışmasından elde edilen sonuç, tasarımın uygulanabilirliğini ortaya koymuş. Zhu ve ark., (2019) çalışmasına göre; Çalışma, günümüzde yenilenebilir enerjinin gelişimi akıllı şebekelerin yaygınlaşması sonucunda yüksek gerilim doğru akım (HVDC) güç sistemlerinin önemine vurgu yapıyor. Bu bağlamda güç iletiminde kalitenin ve kararlılığın sağlanması için sistemdeki gerilim düzeyinin sürekli izlenmesi ve gerekli düzeltmelerin yapılmasına vurgu yapıyor. Mevcut gerilim düzeyi ölçümü için kullanılan temassız sensörlerin; büyük ölçekli DC iletim hatlarında pratik olmadıklarını ifade eden ve bu yüzden yeni bir tasarımın sunulduğu çalışma; manyetik alan algılama kullanarak elektrik kuplajlı gerilim algılama yöntemi sunuyor. Çalışmaya göre; HVDC iletim hatlarının voltajları, indüksiyon çubuklarının indüklenen voltajının ölçülmesiyle yeniden oluşturulabilir ve bunların korelasyon katsayıları, göreceli uzaysal konumlarını belirleyen bir optimizasyon programı ile manyetik algılama yoluyla elde edilir. Önerilen algılama tekniğinin performansı,  $\pm 100$  kV HVDC iletim hattı sistemi üzerinde simülasyonla araştırılmış ve laboratuvardaki ölçekli bir HVDC iletim hattı test ortamında deneysel olarak da doğrulanmış. Bu algılama tekniği, bakır indüksiyon çubukları ve manyetorezistif sensörler kullanılarak düşük maliyetle uygulanabilir olarak görülmüş. Temassız yapısı ve maliyet etkinliği göz önüne alındığında bu teknik, geniş alan izleme için HVDC iletim ağları üzerinden büyük ölçekli dağıtım için uygun görülmüş. Dawson ve ark., (2012) çalışmasına göre; Çalışmada, şehir hayatı içerisinde elektrik enerjisinin olduğu her yerde çok çeşitli alanlarda kaçak gerilim yüzünden canlıların zarar görmesi üzerine literatür taranmış. Kaçak gerilimin temassız tespiti üzerine bazı patent çalışmalarını incelemiş. Zhou ve Li, (2016) çalışmasına göre; Çalışmada, elektrik ile çalışan çeşitli sistemlerdeki cihazların bakımlarında kullanılan elektrik enerjisi tespit cihazlarının büyük bir kısmının temaslı olması nedeniyle; olası bir izolasyon hatasında çalışanın riske girebileceği ve zarar görebileceği üzerinde durulmuş. Bu sebeple temassız gerilim sensörlerinin önemi vurgulanmış. İndüksiyon teorisine ve sensör teknolojisine dayanarak; bu yazıda elektromanyetik güç frekansını tespit etmek için bir elektrik devresi tasarımı bulunmaktadır. Suo ve ark., (2017) çalışmasına göre; Çalışmada, temassız ultrasonik ve geçici toprak voltajının tespiti teknolojilerinin halihazırda şalt sisteminin kısmi deşarj (PD) tespitinde yaygın

kullanımı belirtilmiş. PD testinin doğruluğunu karakterize etmek amacıyla doğrusalık hesaplaması önerilmiş ve UltraTEV Plus PD dedektörünün doğrusalık testi için performans test platformu hazırlanmış. Li ve ark., (2023) çalışmasına göre; Çalışmada, geleneksel gerilim ölçüm sistemi olan temaslı ölçüm tekniklerinin ihtiyacı karşılayamadığı belirtilmiş. Bu sebeple temassız gerilim ölçümünün güç sistemlerindeki önemi vurgulanmış. Temassız gerilim ölçümü için kullanılan elektrik ve optik temelli sensörlerin çalışma prensipleri anlatılmış. Güç sistemlerinde günümüzün ihtiyaçlarından küçük boyutlara indirgeme, hassasiyetin artırılması, yapay zeka kontrolüne uygunluk gibi özelliklerin karşılanması yönünden temassız yüksek gerilim algılama sistemlerinin gelişimi incelenmiş. Gorla ve ark., (2022) çalışmasına göre; Çalışmada, güç sistemlerindeki farklı bileşenlerinin yalıtımını bozabilecek geçici aşırı gerilimlerden ve bu istenmeyen durum için sistemin sürekli izlenmesi gerekliliğinden bahsedilmiş. Bu sorunun çözümü için temassız voltaj ölçüm tekniğinin kullanılabilmesi belirtilmiştir. Çalışmada temassız gerilim ölçümlerinin teorisini ve pratik uygulamasını açıklamaktadır. Gerilim ölçümü, yüksek gerilim iletkeni ile toprak arasındaki parazitik kapasitans kullanılarak elde edilir. Gerilim ölçümü için dolaylı olarak kapasitans bölücü görevi gören gerilimi tespit etmek için sensör görevinde metal bir plaka kullanılmış. Bu çalışmada, 20 Hz - 1 MHz'lik geniş bir bant genişliği üzerindeki voltajı doğru bir şekilde ölçmek için işlemsel yükselteç tabanlı diferansiyel entegratör devre topolojisini kullanılmış. Sensör sistemi ayrıca şönt reaktör anahtarlama geçişlerini izlemek için bir trafo merkezinde çevrimiçi bir test senaryosunda da test edilmiş. Peng ve ark., (2014) çalışmasına göre; Çalışmada, güç dağıtım sistemleri için MEMS (Mikro Elektromekanik Sistemler) teknolojisi ile üretilmiş mikro boyutlarda temassız voltaj ölçüm sensör tasarımı anlatılmıştır. Sensör rezonans frekansında çalışacak şekilde kendini otomatik olarak ayarlamaktadır. Bunun için negatif geri besleme kullanılmış. MEMS cihazı, daha düşük çalıştırma voltajlarıyla (yani 200mV DC ve 70mVp-p) ~0,05mTorr vakum derecesinde yaklaşık 31178 kalite faktörü (Q) verir. Ayrıca hem AC hem de DC voltajı ölçebilme yeteneği, yalnızca AC veya DC voltajı ölçebilen diğer sensörlere kıyasla bu sensörün önemli bir avantajıdır. Ma ve ark., (2022) çalışmasına göre; Çalışmada, Kuru tip hava çekirdekli reaktörün çalışması sırasında; elektrik şebekesinin güvenli, istikrarlı ve istenildiği gibi çalışmasını ciddi şekilde tehdit eden arızaların ve hatta yanma durumunun her zaman olabileceği belirtilmiş. Günümüzde bu sistemlerde oluşabilecek arıza durumlarını önlemek için koruma ve

izleme sisteminin olmadığından bahsedilmiş. Var olan izleme sistemlerinin kısıtlı olduğu belirtilmiş. Bu çalışmada izleme amacıyla temassız optik prensiplere dayanan bir tasarım anlatılmıştır. Tasarımın örnekleme hızı 20 MHz' den fazladır ve örnekleme kanalları 3' ten az değildir. Tasarlanan temassız gerilim toplama modülünün zaman ve frekans alanında dinamik tepki testi gerçekleştirilmiş. Duyarlılık, dinamik aralık ve frekans tepkisinde güçlü elektrik alanı ölçüm ihtiyaçlarının karşılanması esasına göre, reaktör aşırı gerilim anahtarlamasının yerinde testi gerçekleştirilmiş. Sonuç olarak; modülün temassız prensibe dayalı olarak aşırı gerilimi ölçmede iyi bir doğruluğa sahip olduğu gösterilmiş. Nanato ve ark. Çalışmasına göre; Çalışmada, yüksek sıcaklık süperiletken (HTS) bobinlerdeki normal geçişlerin konumunun koruma amacıyla önemli olduğu ve bu sebeple gerilim ölçümünün yapılması gerekliliği belirtilmiş. Ancak bu ölçüm için bobin yalıtkanının bozulması istenmediğinden temassız gerilim ölçüm yöntemleri kullanılmak istenmiş. Bu amaçla bobin yüzeyine iki iletken tabaka tutturularak harici kondansatör bağlantısı yapılmış. Bu sayede geçişler, harici kondansatörde voltaj olarak tespit edilebilmiş.

Aslan ve Çelik, (2022) çalışmasına göre; Bu çalışmada, elektrik ile ilgili çalışma alanlarında yaşanmış iş kazaları ve bu iş kazalarının sebepleri, bu kazaların oluşmasında etken olan değişkenler ve elektrik ile ilgili işlerde kaza oluşma riskini arttırıcı olası faktörler incelenmiştir. Araştırma Vangölü Elektrik Dağıtım A.Ş. (VEDAŞ)' ın çalışma sahasındaki Muş ili ve ilçelerinde, Bitlis ili ve ilçelerinde ve Van ilindeki elektrik dağıtım bölgelerinde yapılmıştır. Araştırma için anket formu kullanılmıştır. İstatistiksel analiz yapmak için "IBM SPSS.20" programı kullanılmış. Anket çalışması için; 296 çalışan ile yüz yüze görüşülmüş. 2020 yılında Temmuz-Aralık aylarında yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda elektrik dağıtım sektörü çalışan işçilerinin %8,8'inin iş kazası geçirdiği belirtilmiş.. Çalışan personelin şahit olduğu iş kazası oranının %13,9 olduğu belirtilmiş. Çalışma sonucunda iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tüm uzman ve sorumlu kişilerce çalışanların ve işverenin kurallara uyması noktasında daha takipçi ve daha ısrarcı olarak takip etmesi gerektiği belirtilmiş. Çalışan özelliklerinden; elektrik sektöründe çalıştığı süre, yaşı, eğitim durumu, çalıştığı firmadaki görevi ve işine başlamadan önceki mesleki eğitim alma durumu ile iş kazası geçirme arasında ölçülen ilişkinin anlamlı bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Yardımcı, (2015) çalışmasına göre; Bu çalışmada bir elektrik iletim

tesisinde karşılaşılan iş kazaları incelenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmaya göre; önleyici tedbirler alarak kazaları önlemek ve zararları en aza indirmek mümkün olacaktır. Bu çalışmada elektrik iletim işi yapan bir tesiste çalışanlarda iş kazaları görülme sıklığı ve sebep etmenlerin tespiti amaçlanmıştır. 2014 Yılı Kasım döneminde iş hayatında iş kazası geçirme ve ilişkili etmenler sorgulanmıştır. Araştırmada 149 erkek ve 1 kadın çalışan yer almıştır. 150 çalışanla görüşülerek 39 sorudan oluşan anket uygulanmıştır. Ayrıca, işveren tarafından verilen iş sağlığı güvenliği eğitimlerinin; ankete katılanların %51,33'ü çalışanlar tarafından yeterli olduğu tespit edilmiştir. % 65,33'ü düzenli olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldığı tespit edilmiştir. Anket katılanlarının % 69,33'ü işyerinde iş güvenliği kurulu olduğunu bilmektedir. Ve işle ilgili iş kazası riskleri konusunda % 55,33'ü eğitim almıştır. Buna rağmen araştırmaya katılan 150 çalışandan 12'si tesiste iş kazası geçirmiştir. En çok karşılaşılan iş kazaları çeşitleri yanma, çarpılma ve ark yanıklarıdır. Ceylan, (2012) çalışmasına göre; 2003-2011 yıllarına ait kaza verileri incelendiğinde, Türkiye'de elektrik iletim sistemlerinde çalışanlarda 171 iş kazasının meydana gelmiştir. Bu kazalarda toplamda 16 çalışan hayatını kaybetmiştir. İncelenen bu kazaların çoğunluğu önemli sonuçlar doğurmuştur. Bu çalışmada 2003-2011 yılları arasında TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.)'da meydana gelen kazalara ait kaza raporları incelenmiştir. Bu raporlara göre; elektrik kazaları analiz edilmiştir. Ayrıca, SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu) ve TEİAŞ verileri incelenmiştir. Türkiye genelinde meydana gelen kazalar ile TEİAŞ kazaları, uluslararası kaza istatistikçilerinin de kullandığı, çeşitli parametreler açısından kıyaslanmıştır. Mutlu ve Çabuk, (2021) çalışmasına göre; Bu çalışmada elektrik enerjisinin üretildiği tesislerden son kullanıcıya kadar tüm noktalardaki insanların ve çalışanların olası elektrik kaza olayları incelenmiş ve ana nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Kılıçaslan ve Ersoy, (2019) çalışmasına göre; Bu çalışmada sanayi ortamında çalışanların olası kaza riskleri ve bu risklerin ana nedenleri araştırılmıştır. Araştırılan kaza senaryolarına öneriler getirilmiştir. Sanayi üretiminde çalışan elektrik teknikeri elektrik teknisyeni ve elektrik mühendisi gibi teknik çalışanlar üzerinde bir çalışmadır.

Koca ve Akçakaya, (2021) çalışmasına göre; Bu çalışmada gelişen teknolojinin ürünü olan giyilebilir teknoloji tasarımlarının nasıl olması gerektiği üzerinde durulmuştur. Tasarımların yapılışı sırasında hangi faktörlerin sürece dahil

edilmesi gerektiği ve önem dereceleri araştırılmıştır. Sonuçta, en önemli ana faktörün “Akıllılık”, en az önemli ana faktörün ise “Moda” olduğu belirlenmiştir.

Literatür özetine baktığımızda;

Yapılan literatür taramasında çalışılmış konular; yüksek gerilim hatları için kablosuz gerilim seviyesi tespiti, kablosuz gerilim varlığı tespiti, kablosuz polarite tespiti, elektrik hattını uzaktan izleme sistemleri başlıklarında özetlenebilir.

Yapılmış çalışmaların bir kısmı giyilebilir teknoloji ürünü olarak tasarlanmış. Tasarım olarak bileklik ve eldiven şekilleri tercih edilmiş. Bunun dışında yüksek gerilim hatları için belirli mesafelere konumlandırılmış kutu tasarımları yapılmış.

İSG kapsamında çeşitli çalışma alanlarında anket çalışmaları yapılmış. Anket sonuçlarına göre İSG algı düzeyleri belirlenmiş. Teknik personel, çalışanlar ve işverenlerin maruz kalabilecekleri riskler değerlendirilmiş. Bu çalışmaların sonuçlarına göre çalışan personel ve işverenlerin genel olarak İSG kapsamında eğitim alarak bilinçlenmeleri gerekliliği sonucuna varabiliriz.

Giyilebilir teknolojilerin özellikleri, nasıl olmaları gerektiği üzerinde durulmuş. Akıllıca kullanımın ön planda ve moda kaygılarının geri planda tutulmasından bahsedilmiş.

## 2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE BULGULAR

### 2.1 Amaç

Bu tezin temel amacı, Elektrik enerjisi ile çalışan teknik personelin; bakım onarım çalışmalarında güvenlik tedbiri amacıyla enerji varlığında LED ışıklı uyarı veren yüzük şeklinde giyilebilir teknoloji ürününü geliştirmektir. Böylece çalışan teknik personel için mevcut kablolu güvenlik cihazlarına ek olarak kablosuz (temassız) çalışan uyarı cihazı geliştirilmiş olunacaktır.

### 2.2 Yöntem

Giyilebilir teknoloji ürünü yüzüğün ürün halinde ortaya konmasında aşağıdaki adımlar izlendi.

- Kablosuz algılama yapılacak ortamın özelliklerinin belirlenmesi.
- Belirlenen ortam için elektronik devrenin yapımı.
- 3 boyutlu çizim programında prototip için çizimin yapılması.
- Çizilen prototipin 3 boyutlu yazıcıdan baskısının alınması.
- Basılan prototipe elektronik devre yerleştirilmesi ve kablosuz (temassız) gerilim algılama sınırlarının ölçülmesi.

#### 2.2.1 Kablosuz algılama yapılacak ortamın özelliklerinin belirlenmesi

Ülkemizde şebeke frekans değeri 50 Hz olduğu için çalışmada bu frekans değeri baz alınmıştır. Ancak bazı ülkelerde kullanılan 60 Hz frekans değeri için de kullanılabilir.

Ülkemizde bir fazlı şebeke gerilim değeri 230 V AC' dir. Üç fazlı şebeke gerilimi ise 400 V AC' dir. Bunun dışında orta ve yüksek gerilim sınıflarında 6,3kV, 15 kV, 33 kV, 66 kV, 154 kV ve 380 kV gerilim genlik değerleri de kullanılmaktadır. Bu çalışmada yapılan prototip çalışma tüm bu gerilim seviyelerinde

algılama yapabilmesi için tasarlandı. Ancak temelde 230V ve 400V gerilim seviyelerinin bulunduğu ana ve tali elektrik panolarında çalışanlar için hedeflendi.

Teknik personelin çalışma yaptığı ortamlar çok dar olabileceği gibi geniş de olabilir. Bu yüzden ergonomik açıdan işlevinin yüksek olması için küçük boyutlarda yüzük şeklinde prototip çalışması yapıldı.

## 2.2.2 Belirlenen ortam için elektronik devrenin yapılması

### 2.2.2.1 Algılamada kullanılacak anten

Kablosuz olarak elektrik enerjisinin algılanabilmesi için öncelikle anten kullanımı gereklidir. Kullanılacak anten faraday indüksiyon kanununa göre çalışacak ve üzerinde gerilim endüklenecektir.

Wikipedia, (2024)' e göre; Faraday kanununa göre bir devrede indüklenen emk, devreden geçen manyetik akının zamana göre türevi ile doğru orantılıdır. Biot-Savart yasasına göre içinden akım geçen iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Kullandığımız devredeki selenoid anten bu akım geçen iletkene yaklaştığında manyetik alandan etkilenir ve antende emk oluşur. Bu emk' nın oluşumu faraday yasası ile açıklanır. Aşağıdaki denklemde (Denklem 2.1) faraday yasası ifade edilmiştir. N sayıda sarılmış bir bobinde oluşacak emk denklem 2.2' de verilmiştir.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (2.1)$$

$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (2.2)$$

$\mathcal{E}$ : İndüklenen emk (Volt)

$\Phi$ : Manyetik akı (Weber)

t: Zaman (saniye)

Ayrıca elektrik enerjisi geçen iletkenlerin havaya yaydıkları manyetik alanı ampere yasası ile açıklayabiliriz. Bir iletkenden akan akım iletken etrafında manyetik alan oluşturur. Bu çalışmada oluşan bu manyetik alanın antene ulaşması ve gerilim endüklemesi prensibinden faydalanılmıştır.

Wikipedia, (2024)' e göre; Tarihsel olarak ilk ortaya çıktığı hâliyle Ampere yasası manyetik alanı bu alanı oluşturan elektrik akımıyla ilişkilendirir.

İletken üzerinden havaya yayılan manyetik alanın belirli mesafede başka bir iletken üzerine (Bu çalışma için algılama yapılan anten) etki edecek manyetik alanı biot-savart yasası ile açıklarız.

Wikipedia, (2024)' e göre; Biot-Savart yasası, uzayın bir noktasındaki manyetik alanı, bu alanı oluşturan akım cinsinden veren matematiksel bir ifadedir. Bu ifadeye göre üzerinden akım geçen bobin etrafında manyetik alan oluşacağını anları. Aynı şekilde içinden akım geçen doğrusal bir telde de manyetik alan oluşur. Dolayısıyla gerilimin varlığını algılama büyüklüğümüz olan havada yayılan manyetik alanın tel etrafında oluşumunu bu yasa ile açıklayabiliriz. Aşağıdaki formülde (Denklem 2.3) iletkenden geçen akıma göre belli bir mesafe bir noktada oluşan manyetik alan ilişkisi ifade edilmektedir.

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2a\pi} \quad (2.3)$$

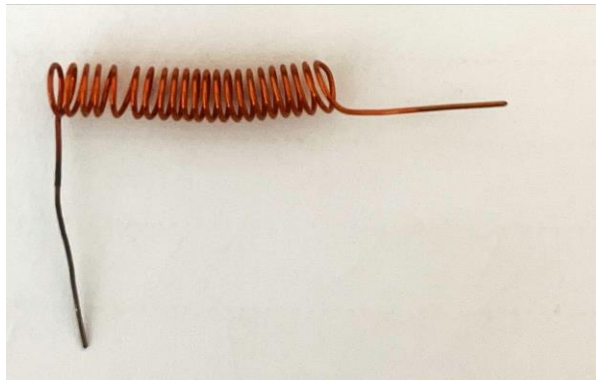
B: Manyetik alan (Tesla)

M: Serbest uzayın manyetik geçirgenliği ( $4\pi \cdot 10^{-7}$ )(N/A<sup>2</sup>)

I: Akım (Amper)

a: Uzaklık (metre)

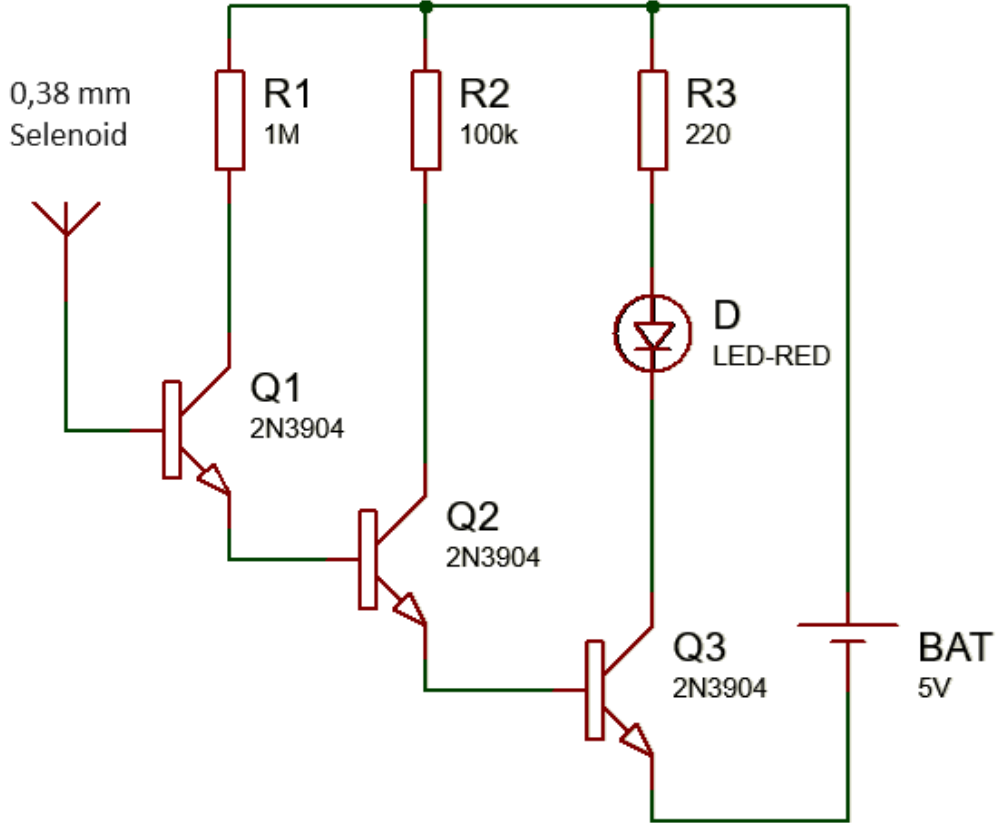
Algılama için kullanılacak anten selenoid şeklindedir. Yüzük şeklinin içerisine gizlenebilmesi için küçük çaplıdır.



**Şekil 2.1:** Selenoid Anten

### 2.2.2.2 Elektronik Devre

Antende algılanan elektrik sinyalinin yükseltmek için LED ışığını yakacak seviyeye getirmek için kullandığım devrede 3 adet kaskat bağlı transistör mevcut. Bağlantı kaskat (Darlington) olduğu için toplam gerilim kazancı tüm transistörlerin gerilim kazançları çarpımına eşittir. Burada üç transistör olduğu için  $\beta * \beta * \beta$  kadar toplam kazanç olmaktadır.



Şekil 2.2: Prototip İçin Kullanılan Darlington Bağlantılı Devre

Devrede kullanılan transistörler 2N3904 olarak tercih edildi. Her birinin akım kazanç değeri 100 alındığında (Transistörün teknik belgesinden alınmıştır.) ve toplam akım kazanç değeri  $\beta * \beta * \beta$  olduğundan devrenin toplam akım kazanç değeri 1000000 olarak bulunur. Bu değer anten girişindeki küçük sinyalin yükseleceği orandır.

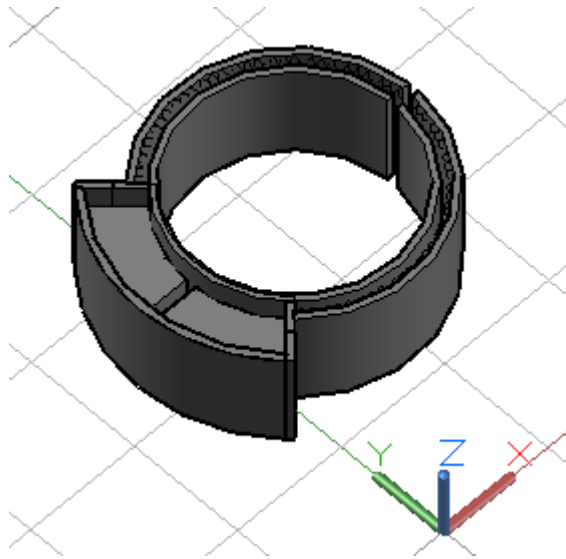
Elektronik devrenin çalışması:

Selenoid antende endüklenen emk “Q1” transistörünün “Base” ucuna gelir ve transistörü iletme geçirir. “Q1” transistörünün beta akım kazancı ortalama 100’ dür. Bu değer transistör bilgi sayfasından (Datasheet) edinildi. “Q1” transistörü “Base”

ucuna gelen sinyali akım kazancı oranında büyütürken “Emiter” ucundan “Q2” transistörünün “Base” ucuna iletir. Aynı işlem bu transistörde de yapılarak “Emiter” ucundan akım kazancı oranında (100 kat) büyütülerek sinyal “Q3” transistörünün “Base” ucuna iletilir. Bu transistör de iletme geçerek gelen “Base” ucuna gelen sinyali 100 kat yükseltir. Böylece antenden gelen sinyal üç transistörde de ortalama 100 kat yükseltilir. Ancak transistörler darlington bağlı oldukları için sinyal toplamda oluşan akım kazancı oranında yani  $100 \times 100 \times 100 = 1000000$  kat yükseltilmiş olur. Böylece elektrik enerjisi algılanıp antende emk endüklendiğinde LED ışığının yanması için gerekli akım elde edilmiş olur.

### 2.2.3 Üç boyutlu prototip çizimi

Prototip tasarlanırken çalışan personelin çalışmasına engel olmayacak kadar küçük ve hafif olması düşünüldü. Aynı zamanda elektronik devre, LED ışığı ve algılama yapacak antenin yerleşebileceği kadar da optimum boyutlu olmalı. Bu yüzden PLA malzemesinden basılmak üzere yüzük şeklinde ve parmağın çapına göre farklı parmaklarda kullanılabilen elastikiyette tasarlandı.



**Şekil 2.3:** AutoCAD Programında Yapılan Prototip Çizimi

Prototip çizimi AutoCAD programında yapıldı. Şekil olarak yüzük şekli benimsendi. Farklı parmak çaplarına uyum sağlaması için arka tarafında 1 mm kadar boşluk bırakıldı. Bu sayede PLA malzemesinin esnekliğiyle birleşerek farklı parmakla tam olarak yerleşebildi. Yüzük şeklinin ön tarafında bulunan içi boş kısım elektronik devre, LED ve pil yerleştirilmesi için düşünüldü. Yüzük şeklinin parmağı saran kısmının içi boş bırakılarak anten için gizli bir yer ayarlanmış oldu.

#### 2.2.4 Üç boyutlu baskı alınması

Çizim programında tasarımı yapılan yüzük, üç boyutlu yazıcıda PLA malzemesinden basıldı. Yüzük şeklinin arka tarafında bırakılan boşluk sayesinde farklı parmaklarda kullanılabilir yapıda oldu.



Şekil 2.4: Üç Boyutlu Yazıcıda Basılan Prototip

PLA malzemesinin tercih edilme sebebi düşük oranda esnekliğe ve optimum düzeyde dayanıma sahip olmasıdır.

#### 2.2.5 Prototip çalışmasının testleri

Prototipe elektronik devre ve antenin yerleşimi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



### Şekil 2.5: Baskısı Alınan Prototipe Devre Ve Anten Yerleşimi

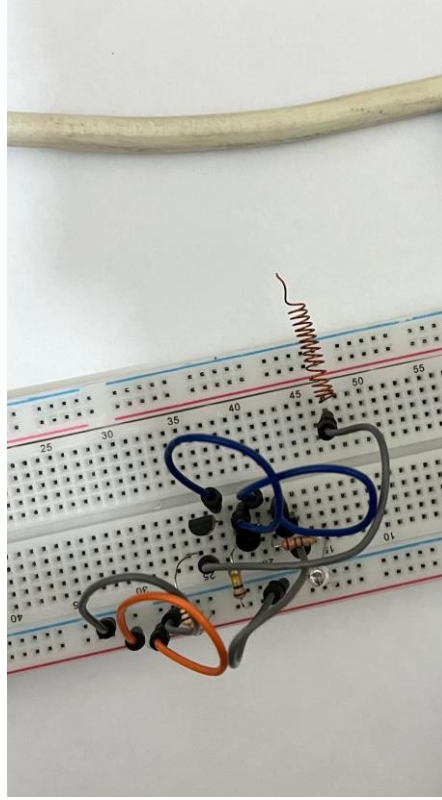
Yukarıdaki şekilde de görülebileceği gibi yüzüğün ön kısmında bulunan bölmeye elektronik devre ve LED yerleştirilmiş; yüzük şeklinin parmağı saran kısmına ise gizli şekilde anten yerleştirilmiştir. Anten yerleşimi gizlendiği için ergonomik açıdan parmak hareketini kısıtlamamaktadır. Anten neredeyse 360 derece parmağın etrafını sardığı için çok yönlü olarak elektrik enerjisi varlığını algılayabilir.



Şekil 2.6: Prototipin Parmakta Kullanımı

Yukarıdaki şekilde verilen prototipin parmakta kullanımına baktığımızda tasarımın ergonomik açıdan uygun olduğu görülmektedir.

Prototipin testi 230 V AC elektrik enerjisi taşıyan iletkendeki enerjiyi algıladığı ve LED' i yaktığı mesafenin ölçülebileceği test düzeneği ile yapıldı. Test için devre bread boarda kuruldu ve enerji akan iletkene 1cm aralıklarla yaklaştırıldı. Kararlı ölçüm yapılan algılama sınırları ölçülmüş oldu. Aşağıdaki şekilde test devresi verilmiştir.



**Şekil 2.7:** Test Devresi

Test yapılırken uzak mesafelerden devre, enerji akan iletkene yaklaştırıldı. LED ışığın yandığı mesafeden itibaren tabloya yandı şeklinde bilgi işlendi. Tekrar tekrar aynı mesafelerde test yapılarak kararlı çalıştığı mesafe aralığı tespit edildi.

## **2.3 Bulgular**

### **2.3.1 Test devresi**

Test devresi yukarıda Şekil 2.7' de verildiği gibidir. Devrede 3 adet 2N3904 transistör darlington bağlı şekilde kullanılmıştır. Giriş sinyalini algılaması için 0,38 mm çapında bobin teli selenoid şeklinde sarılmıştır. Yapılan test sonucunda tasarım yaklaşık 8 cm mesafeye kadar kararlı şekilde algılama yapmıştır.

### **2.3.2 Test sonuçları**

Yapılan testte algılama yapılan mesafelere göre kararlı çalışma durumu aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

**Çizelge 2.1: Fiziki Ortam Test Sonuçları**

-Test Gerilimi AC 230V -Test Devresi Beslemesi DC 5V	Selenoid Anten
İletkene Mesafe (cm)	
1	Stabil Çalıştı
2	Stabil Çalıştı
3	Stabil Çalıştı
4	Stabil Çalıştı
5	Stabil Çalıştı
6	Stabil Çalıştı
7	Stabil Çalıştı
8	Stabil Çalıştı
9	Stabil - Kararsız
10	Stabil - Kararsız
11	Kararsız Çalıştı
12	Kararsız Çalıştı
13	Kararsız Çalıştı
14	Kararsız Çalıştı
15	Kararsız Çalıştı
16	Kararsız Çalıştı
17	Kararsız Çalıştı
18	X-Algılama Olmadı

Yukarıdaki çizelgede de görüleceği gibi test devresi 8 cm mesafeye kadar karalı şekilde elektrik enerjisini algılayıp LED' i yakmıştır. 10 cm' ye kadar kararsız çalışmış ve 17 cm' den sonra algılama yapmamıştır.

### 2.3.3 SWOT analizi

Yapılan çalışmanın SWOT analizi yapıldığında güçlü yönlerinin fazla olduğu kadar zayıf yönlerinin de olduğu görüldü. Zayıf yönleri telafi edildiğinde tasarımın endüstriyel kullanıma uygun olacağı görülmekte. Yapılan SWOT analizine göre;

#### 2.3.3.1 SWOT analizi/güçlü yönler

- 8cm gibi kabul edilebilir algılama mesafesi.
- SMD devre elemanlarıyla küçültülebilir tasarıma sahip olması.
- Uygulamada kullanım alanlarının çok geniş olması.
- İşlevselliğinin yüksek olması.
- Can ve mal kaybını engelleyici etkisinin olması.

### **2.3.3.2 SWOT analizi/zayıf yönler**

- Çevresel sinyallerden (parazitlerden) etkilenebilme.
- Antene insan temasıyla devrenin kapasitif etkiyle yanlış algılama yapabilmesi.
- Algılama mesafesinin 8 cm' de kalması.
- Teknik personelin çalışması sırasında giyilebilir teknoloji ürünü olarak kullanımdaki olası ihmaller.
- Ergonomik açıdan az da olsa parmak hareketlerini kısılayabilmesi.

### **2.3.3.3 SWOT analizi/fırsatlar**

- İSG tedbirleri kapsamında giyilebilir teknoloji ürünü olarak pazara hitap etmesi.
- İSG tedbirleri için yenilikçi tasarıma sahip olması.

### **2.3.3.4 SWOT analizi/tehditler**

- Çevresel parazitlerden etkilenecek hatalı algılama yapabilmesi.
- Teknik personelin tedbir değil koruma elemanı olarak olası yanlış algısı sonucu ihmaller.

### **2.3.4 PLA baskı**

Yapılan prototip çizimine göre üç boyutlu yazıcıda PLA malzemeden basılan proje prototipinin insan parmağında sıkı bir şekilde durduğu ve ergonomik açıdan rahat olduğu gözlemlendi. El ve parmak hareketlerini kısıtlamadığı ve çalışmaya engel oluşturmadığı gözlemlendi.

### **2.3.5 Maliyet hesabı**

Prototip çalışması için kullanılan malzemelerin maliyet hesabını yaptığımızda aşağıda verilen fiyatlar karşımıza çıkmaktadır. Ortalama fiyatlara baktığımızda yaklaşık 123,5 TL gibi bir maliyeti olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.2: Ortalama Maliyet**

<b>ÜRÜN ADI</b>	<b>ORT BİRİM FİYAT</b>	<b>KULLANILAN ADET</b>	<b>TOPLAM MALİYET</b>
Transistör 2N3904	1 TL	3	3 TL
Direnç	1 TL	3	3 TL
LED	1 TL	1	1 TL
Bobin Teli	1 TL	10 cm	1 TL
PLA Baskı Hammaddesi	0,5 TL	1 gr	0,5 TL
Baskı Maliyeti (Kullanılan elektrik)	10 TL		10 TL
Batarya	100 TL	1	100 TL
İletken	5 TL	1	5 TL

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 3.1 Sonuç

Çalışmanın ergonomik açıdan kullanıma elverişli bir tasarım olduğu görülmekte. Tasarımın ergonomiye uygun olması çalışanın rahat hareket edebilmesi dolayısıyla rahat iş yapabilmesine olanak sağlar. Ergonomiye uygun olmasıyla İSG kapsamında kullanılabilir olması paralellik göstereceği için amacına hizmet etmiş olur.

Tasarımın özgün olması aynı işlevi gerçekleştiren diğer tasarımlardan ayrılmasını sağlamaktadır. Aynı işleve sahip diğer tasarımların boyutlarının büyük olması dezavantajdır. Bu çalışmadaki tasarımın küçük olması ise avantajdır.

Ergonominin yanında kabul edilebilir mesafe aralığında elektrik enerjisinin varlığını tespit ettiği görülmekte. 0-8 cm gibi bir mesafe aralığında kararlı çalıştığı tespit edildi. Yüzük içerisine sığabilecek küçüklükte batarya bulunamadığı için testler harici besleme kaynağıyla kablolar aracılığıyla yapıldı.

Tüm bu özellikleriyle İSG tedbirleri kapsamında amacına uygun olarak elektrik enerjisinin varlığını kablosuz (Temassız) olarak tespit ederek çalışan teknik personelin can ve mal sağlığını koruma noktasında işlevsel bir uyarı cihazı olmaktadır. Giyilebilir teknoloji ürünü olarak başarılı ve ergonomik olarak uygun bir prototip çalışması olmaktadır.

#### 3.2 Öneriler

Tasarımdaki yüzük şekli ergonomik açıdan geliştirilebilir. Boyutu küçültülebilir. Bu sayede parmak ve el hareketini birçok koşulda engellemeyecek bir yapıya evrilmiş olur.

Elektrik enerjisi varlığını algılama mesafesinin büyütülmesiyle daha geniş bir algılama alanına sahip olabilir. Böylece İSG kapsamında daha güvenli mesafelerden algılama yaparak risk oranını daha fazla azaltabilir.

Elektronik devrede kullanılan elektronik malzemeler daha küçük boyutta seçilip devre olarak küçültüldüğünde; yüzük olarak daha hafif ve daha küçük boyutlara ulaşabilir.

Yeni bilimsel çalışmalar ışığında küçük boyutlu, insan sağlığına zararsız ve verimli bir pil teknolojisi kullanılarak geliştirilebilir.

## KAYNAKLAR

- Aslan, İ. & Çelik, Y.** (2022). Elektrik Dağıtım Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği İncelemesi: Muş, Bitlis ve Van İlleri Uygulaması . Çalışma İlişkileri Dergisi , 2022 - Cilt 1 Özel Sayı , 130-145 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/cider/issue/71068/1083460>
- A. G. Bitancor et al.,** (2023). "Distribution Line Inspection Using a Microcontroller Based Quad-Copter Drone with an Integrated Non-contact Voltage Detector and Infrared Thermal Temperature Sensor for Thermal Imaging," 2023 15th International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE), Sydney, Australia, 2023, pp. 204-208, doi: 10.1109/ICCAE56788.2023.10111366.
- Beyan, A. C., & Demiral, Y.** (2016). Meslek Hastalıkları Ve Sürveyans. TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 16(58), 89-95.
- Ceylan, H.** (2012). Türkiye'deki Elektrik İletim Tesislerinde Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi . Ejoboc (Electronic Journal of Vocational Colleges) , 2 (1) , 98-109 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejoboc/issue/5394/73163>
- Crockett, C., Gulley, J. R., Smith, R., & Smith, C.** The Design of a Wearable Non-Contact Voltage Detector.
- Çimen, A. ve Çimen, S.** (2020). İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Önemi ve Bayburt Örnekleme. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları Ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 3(2), 81-85.
- Çiçek, Ö. ve Öçal, M.** (2016). Dünyada ve Türkiye'de iş sağlığı ve iş güvenliğinin gidişatı. Hak iş uluslararası emek ve toplum özeti , 5 (11), 106-129.
- Dimitar Tokmakov, Sotir Sotirov , Nikolay Vavrilov** (2019). - A Non-Contact Voltage Measurement System Using Surface Potential Sensor, ISSN 1311 - 9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online), 2019. Scientific Works of the Union

of Scientists in Bulgaria - Plovdiv. Series C. Technics and Technologies. Vol. XVII., ISSN 1311 -9419 (Print); ISSN 2534-9384 (Online), 2019

- Erdoğan, F.** (2022). Endüstri 4.0 Ve Yapay Zeka Uygulamalarının Güç Trafoları Üretim Montaj Çalışmalarında Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu Kullanılarak İsg Ve Üretime Olan Etkilerinin İncelenmesi. (İstanbul: Altınbaş Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi)
- Gorla, D. P. M., Janus, P., & Edin, H.** (2022, July). Non-contact Voltage Measurement Technique for On-Line Monitoring of Transient Overvoltages. In Proceedings of the Nordic Insulation Symposium (Vol. 27, No. 1).
- Horozoğlu, K.** (2017). İş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(2), 265-281.
- KARABAL, A.** (2021). İş sağlığı ve iş güvenliği. Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 5(1), 1-21.
- Serin, G., & Çuhadar, M.** (2015). İş güvenliği ve sağlığı yönetim sistemi. Teknik Bilimler Dergisi, 5(2), 44-59.
- Karadeniz, O.** (2012). Dünya’da ve Türkiye’de iş kazaları ve meslek hastalıkları ve sosyal koruma yetersizliği. Çalışma ve Toplum, 3(34), 15-73.
- Kadir, A.** (2018). Meslek Hastalıkları, Çalışan Sağlığı Ve Mesleki Yeterlilik. 2018 Uluslararası Güvenli Okullar, Çalışan Sağlığı Ve İş Güvenliği Sempozyumu.
- Horozoğlu, K.** (2019). İş Kazalarının İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Analizi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(2), 265-281.
- D. Lawrence, J. S. Donnal, S. Leeb and Y. He,** "Non-Contact Measurement of Line Voltage," in IEEE Sensors Journal, vol. 16, no. 24, pp. 8990-8997, 15 Dec.15, 2016, doi: 10.1109/JSEN.2016.2619666.
- D. -E. Kim, N. -H. Kim, S. -G. Kim, G. -S. Kil and S. -W. Kim,** "Studies on Non-contact Voltage Measurement in a Spacer of GISs," 2022 9th International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD), Kitakyushu, Japan, 2022, pp. 463-466, doi: 10.23919/CMD54214.2022.9991422.

- Dawson, A., Flaherty, M. J., & Tidwell, S. M.** (2012). Stray Voltage Detector (Doctoral dissertation, Worcester Polytechnic Institute).
- Ertas, C., & Kızılaslan, Z.** (2015). Üretimde Ergonomi Çalışmalarıyla Verimliliğin Artırılması. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 651-657.
- Hamza Ahmad Raza, Govindasamy TamizhMani,** (2023). Voltage mapping and local defects identification in solar cells using non-contact method, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Volume 57, 2023, 103304, ISSN 2213-1388, <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103304>.
- Ivanov, Dmitry A., Marat F. Sadykov, Danil A. Yaroslavsky, Aleksandr V. Golenishchev-Kutuzov, and Tatyana G. Galieva.** 2021. "Non-Contact Methods for High-Voltage Insulation Equipment Diagnosis during Operation" *Energies* 14, no. 18: 5670. <https://doi.org/10.3390/en14185670>
- Kabalıcı, Y. & Kabalıcı, E.** (2017). Akıllı Şebekeler için Kablosuz Enerji İzleme Sistemi Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi . *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology* , 5 (2) , 137-145 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gujsc/issue/49772/638529>
- Kaya Bulut, S.** (2022). Endüstri 4.0 Çağında İş Sağlığı Ve Güvenliği Uygulamalarındaki Teknolojik Gelişmeler. (İzmir: Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi)
- Kenichi Yamazaki , Kazuo Tanabe , Katsuhiko Ouchi ,** (1996). Study of non-contact voltage detection method for power transmission equipment using magnetic field method , *IEEJ Transactions B (Electric Power and Energy Division Journal)* , 1996 , Vol. 116 , No. 9 , p. 1158-1159 , Publication date 2008/12/19 , Online ISSN 1348-8147 , Print ISSN 0385-4213 , [https://doi.org/10.1541/ieejpes1990.116.9\\_1158](https://doi.org/10.1541/ieejpes1990.116.9_1158) , [https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes1990/116/9/116\\_9\\_1158/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes1990/116/9/116_9_1158/_article/-char/ja)
- Kim, K.-J.** (2018). A Study on the Current Detector with Non Contact Type. *Journal of the Korean Institute of Electrical and Electronic Material Engineers*, 31(5), 351–356. <https://doi.org/10.4313/JKEM.2018.31.5.351>

- Kobayashi R, Hiroshima Y, Ito H, Furuya H, Hattori M, Tada Y, (2007).** A Novel Non-contact Capacitive Probe for Common-Mode Voltage Measurement, IEICE TRANSACTIONS on Communications, Volume E90-B, 2007, Pages 1329-1337, ISSN 1745-1345, 10.1093/ietcom/e90-b.6.1329
- Koca, G. & Urmak Akçakaya, E. D. (2021).** Giyilebilir Teknolojik Ürünlerin Tasarımında Etkili Olan Faktörlerin Best-Worst Metodu (BWM) İle Değerlendirilmesi . Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 8 (1) , 136-150 . DOI: 10.35193/bseufbd.847791
- Kochurov, O.M., Kovalev, D.I., Borisov, R.K. et al. (2018).** An Algorithm for a No-Contact Digital Three-Phase Voltage Detector. Russ. Electr. Engin. 89, 289–293 (2018). <https://doi.org/10.3103/S1068371218050048>
- Kozak, M., & Kozak, Ş. (2012).** Enerji depolama yöntemleri. Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, 4(2), 17-29.
- Korkmaz, S. (2018).** GO/seramik esaslı süperkapasitör üretimi ve karakterizasyonu.
- Kılıçaslan, C. & Ersoy, S. (2019).** Sanayi Üretimde Elektrikle İlgili Yaşanan İş Kazalarının Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri . Afyon Kocatepe Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Teknolojileri ve Uygulamalı Bilimler Dergisi , 2 (2) , 85-101 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/akuumubd/issue/45622/573001>
- Lee, Ki-Yeon and other, " A Study on Measurement Technique of Insulation Resistance for Non-interrupting Inspection Using Non-contact Voltage Phase Detection Technology" The Transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, Volume 67 Issue 8, 2018, Pages.1106-1112**
- LIN Chengzhen, ZHENG Xin. (2020).** Simulation and Experimental Analysis of Non-Contact Voltage Sensor for Low Voltage Distribution Cable Inspection[J]. LOW VOLTAGE APPARATUS, 2020, 592(7): 1-7.
- Li, S., Wu, P., & Li, W. (2023).** Development status of non-contact high voltage measurement technology.
- Liu, X., Gao, H., Sun, L., & Yao, J. (2023).** Generic Air-Gen Effect in Nanoporous Materials for Sustainable Energy Harvesting from Air Humidity. Advanced Materials, 2300748.

- Ma, Z., Wang, G., Jiang, D., Yang, X., Shu, X., & Jiang, S.** (2022, December). Design and Application of Non-contact Voltage Acquisition Module for Dry Air Core Reactor. In *Frontier Academic Forum of Electrical Engineering* (pp. 175-184). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Mamur, H.** (2013). Termoelektrik jeneratörün elektriksel, termoelektriksel ve ısı parametrelerinin incelenmesi için bilgisayarlı bir veri edinim ve test sisteminin gerçekleştirilmesi.
- Mitsutoshi Makihata, Kouji Matsushita, Albert P. Pisano,** (2019). MEMS-based non-contact voltage sensor with multi-mode resonance shutter, *Sensors and Actuators A: Physical*, Volume 294, 2019, Pages 25-36, ISSN 0924-4247, <https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.05.005>.
- Mutlu, M. & Çabuk, A.** (2021). Türkiye’de Elektrik Kazalarında Kök Neden Analizi . *İSG Akademik* , 3 (1) , 15-24 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/isgakademik/issue/60198/849432>
- Nanato, N., Nishiyama, K., Hesaka, S., & Okura, K.** Locating of Normal Transitions in a High Temperature Superconducting Coil by Non-Destructive Voltage Detection Method.
- Noras, M. A.** (2002). Non-contact surface charge/voltage measurements. *Capacitive Probe—Principle of Operation*, (3001), 1-8.
- P. Girard, G.Cohen Solal, S. Belaidi,** (1996). Observation of voltage contrast in non contact resonant mode Atomic Force Microscopy, *Microelectronic Engineering*, Volume 31, Issues 1–4, 1996, Pages 215-225, ISSN 0167-9317, [https://doi.org/10.1016/0167-9317\(95\)00344-4](https://doi.org/10.1016/0167-9317(95)00344-4).
- Pengfei YANG, Xiaolong WEN, Xiaoming NI, Chunrong PENG.,** (2021). A Novel Non-contact AC Voltage Detector Based on Concentric Double-layer Spherical Shell Structure[J]. *Journal of Electronics & Information Technology*, 2021, 43(6): 1637-1643. doi: 10.11999/JEIT200286
- Peng, C., Yang, P., Wen, X., Fang, D., & Xia, S.,** (2014, November). Design of a novel micromachined non-contact resonant voltage sensor for power distribution systems. In *SENSORS, 2014 IEEE* (pp. 978-981). IEEE.

- S. Li, W. Peng, Q. Zhou and X. Hou**, (2019). "Research on Non - contact Voltage Measurement Technology Based on Near Field Detection," 2019 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC), Beijing, China, 2019, pp. 2704-2707, doi: 10.1109/iSPEC48194.2019.8974904. keywords: {voltage sensor;non-contact voltage detection;power transmission line},
- S. Miyajima, K. Nishioka and Y. Hishikawa**, (2017). "Non-contact Voltage Measurement of Solar Cell with Electrostatic Voltmeter," 2017 IEEE 44th Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), Washington, DC, USA, 2017, pp. 481-483, doi: 10.1109/PVSC.2017.8366426.
- S. Varma and A. Shiwalkar**, (2023). "Non Contact Voltage with Electrostatic Polarity Detector," 2023 World Conference on Communication & Computing (WCONF), RAIPUR, India, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/WCONF58270.2023.10235014.
- Sağbaşı, E. A., Ballı, S., & Yıldız, T.** (2016). Giyilebilir akıllı cihazlar: dünü, bugünü ve geleceği. Akademik Bilişim Konferansı, 30, 749-756.
- Shaoliang Wei, Licheng Zhang, Wenchang Gao, Zhongyue Cao**, (2011). Non-contact Voltage Measurement Based on Electric-Field Effect, *Procedia Engineering*, Volume 15, 2011, Pages 1973-1977, ISSN 1877-7058, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.368>.
- Shenil, P. S., & George, B.**, (2018, September). An auto-balancing scheme for non-contact ac voltage measurement. In 2018 IEEE 9th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS) (pp. 1-5). IEEE.
- Suo, C., Deng, X., Tan, X., Wang, K., Zhao, L., & Li, T.**, (2017). Linearity test method for non-contact ultrasonic and transient earth voltage PD detector. *Ferroelectrics*, 521(1), 44-52.
- Tsang, K. M., & Chan, W. L.**, (2011). Dual capacitive sensors for non-contact AC voltage measurement. *Sensors and Actuators A: Physical*, 167(2), 261-266.
- Yamazaki, K., Tanabe, K., & Kawamoto, T.**, (1999). Non-contacting Voltage Presence Detection by Electric Filed Measurement on Tower Post of Transmission Line. *IEEJ Transactions on Power and Energy*, 119(12), 1556-1557.

- Y. Xing, J. Liu, F. Li, G. Zhang and J. Li, (2023).** "Advanced Dual-Probes Noncontact Voltage Measurement Approach for AC/DC Power Transmission Wire Based on the Electric Field Radiation Principle," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 72, pp. 1-11, 2023, Art no. 1503511, doi: 10.1109/TIM.2023.3315402.
- Yang, J., Wang, J., Luo, R., Gao, C., Songnong, L. & Kongjun, Z., (2016).** Simulation Test System of Non-Contact D-dot Voltage Transformer. International Journal of Emerging Electric Power Systems, 17(2), 91-99. <https://doi.org/10.1515/ijeeps-2015-0193>
- Yardımcı, C., (2015).** Türkiyedeki Bir Elektrik İletim Tesisindeki İş Kazalarının Analizi ve Çalışanların Yüksek Gerilim Algı Düzeyleri. (Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi)
- Yongzhi Min, Zhenhua Long, Zhiye Du, Shengchun Meng, Guohua Yue, Long Shu, (2023).** Non-contact measurement method of busbar voltage phase of substation arrester, Electric Power Systems Research, Volume 214, Part B, 2023, 108959, ISSN 0378-7796, <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108959>.
- Yu, M., Wang, J., Ma, J., Peng, H. & Xiong, L., (2014).** Research on Non-contact Voltage Transducer for High-Voltage Transmission Lines Based on Inverse Problem of Electric Field. International Journal of Emerging Electric Power Systems, 15(2), 101-109. <https://doi.org/10.1515/ijeeps-2012-0060>
- Zhang, X., Zhang, P., Shi, Y., Dang, J., & Yuan, L., (2020, March).** Hardware design of non-contact voltage detector based on STM32 microcontroller. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 768, No. 6, p. 062036). IOP Publishing.
- Zhou, M., & Li, C., (2016, September).** Development of non-contact electroscopes. In 2016 IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application (ICHVE) (pp. 1-4). IEEE.
- Zhou, Qiang, Wei He, Dongping Xiao, Songnong Li, and Kongjun Zhou., (2016).** "Study and Experiment on Non-Contact Voltage Sensor Suitable for Three-Phase Transmission Line" Sensors 16, no. 1: 40. <https://doi.org/10.3390/s16010040>

- Zhu, J., Lei, X., Su, Z., Liu, T., Liu, K., Yu, G., & Zhu, L.,** (2018). Study of Non-contact voltage detector of 1000kV UHV AC based on MEMS electric field sensor. In MATEC Web of Conferences (Vol. 160, p. 02001). EDP Sciences.
- Zhu, K., Lee, W. K., & Pong, P. W.,** (2019). Non-contact voltage monitoring of HVDC transmission lines based on electromagnetic fields. IEEE Sensors Journal, 19(8), 3121-3129.
- W. Shuai, Q. Zheng, T. Liu and B. Zhang,** (2022). "Development and Application of Non-contact Voltage Detector with Metal Cover for UHV DC," 2022 5th International Conference on Electronics and Electrical Engineering Technology (EEET), Beijing, China, 2022, pp. 170-174, doi: 10.1109/EEET58130.2022.00036.
- Walczak, Krzysztof, and Wojciech Sikorski,** (2021). "Non-Contact High Voltage Measurement in the Online Partial Discharge Monitoring System" Energies 14, no. 18: 5777. <https://doi.org/10.3390/en14185777>
- Wikipedia,** "Faraday'in indüksiyon kanunu.", [https://tr.wikipedia.org/wiki/Faraday%27in\\_ind%C3%BCksiyon\\_kanunu](https://tr.wikipedia.org/wiki/Faraday%27in_ind%C3%BCksiyon_kanunu) (erişim 10.03.2024).
- Wikipedia,** "Ampère kanunu.", [https://tr.wikipedia.org/wiki/Amp%C3%A8re\\_kanunu](https://tr.wikipedia.org/wiki/Amp%C3%A8re_kanunu) (erişim 10.03.2024).
- Wikipedia,** "Biot-savart yasası.", [https://tr.wikipedia.org/wiki/Biot-savart\\_yasas%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Biot-savart_yasas%C4%B1) (erişim 10.03.2024).
- Xiao, D., Xie, Y., Ma, Q., Zheng, Q. and Zhang, Z.,** (2018), Non-contact voltage measurement of three-phase overhead transmission line based on electric field inverse calculation. IET Gener. Transm. Distrib., 12: 2952-2957. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2017.1849>
- Xuemin Zhang et al,** (2020). Hardware Design of Non-contact Voltage Detector Based on STM32 Microcontroller, 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 768 062036
- Koyama T. et al,** (2012). Development of a Non-contact Direct-voltage Detector, Spring 2012, JR EAST Technical Review-No.22

## ÖZGEÇMİŞ

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Ö. Lisans** : 2007, T.C. Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Elektrik Bölümü
- **Lisans** : 2013, T.C. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği
- **Y. Lisans** : 2024, T.C. İstanbul Gedik Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Tezli Yüksek Lisans Programı

### MESLEKİ DENEYİM:

- 2006-2006 Bora Denizcilik Gemi Elektrik Elektronigi
- 2007-2009 Arte Teknoloji Elektronik Güvenlik Sistemleri
- 2014-2016 MEB Harmandere MTAL Ücretli Öğretmenlik Elektrik Elektronik Tekn. Aln.
- 2016- MEB Elektrik Elektronik Tekn. Aln. Öğretmenliği