

**T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE ELEKTRİKSEL KAZALARA  
KARŞI TELEFONDAN KONTROL EDİLEBİLEN ELEKTRİK  
PANOSU KUMANDA MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FATİH GÜNDOĞDU**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN**

**BİNGÖL-2022**

**T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE ELEKTRİKSEL KAZALARA  
KARŞI TELEFONDAN KONTROL EDİLEBİLEN ELEKTRİK  
PANOSU KUMANDA MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FATİH GÜNDOĞDU**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN**

**BİNGÖL-2022**



## ÖNSÖZ

Üzerinde severek ve eğlenerek çalışmasını yaptığım bu tezin konusunun belirlenmesinde ve tez yazım sürecinde bilgi ve tecrübelerini paylaşan sayın hocam Prof. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamın uygulama alanı olan Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi idaresine, elektrik elektronik teknolojisi ve bilişim teknolojileri alanı öğretmenlerine gözlem formunun doldurulmasında gönüllü olarak çalışmaya katıldıkları için teşekkürü borç bilirim.

Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde çalışma yapmam için izin veren Bingöl İl Milli Eğitim Müdürlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemi sağlayan anne ve babama, tez çalışmam süresince ihmal ettiğim bana desteklerini esirgemeyen eşim ve çocuklarıma çok teşekkür ederim.

**Fatih GÜNDOĞDU**  
**BİNGÖL 2022**

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ .....	x
ÖZET .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği .....	4
1.2. İş Sağlığı ve Güvenliğine Kavramsal Bakış .....	6
1.3. Tarihsel Süreç İçinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri .....	7
1.3.1. Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri .....	8
1.3.2. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri .....	10
1.4. İstatistiklerle İş Sağlığı ve Güvenliği .....	14
1.5. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Denetimlerin Önemi .....	17
1.6. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Elektrik Tehlikesi.....	19
1.6.1. Zaman Yolculuğunda Elektriğin Seyri .....	19
1.6.2. Elektrikle İlgili Temel Bilgiler .....	21
1.6.3. Elektrik Akımının İnsan Vücuduyla Etkileşimi.....	23
1.6.3.1. Neden Elektriğe Çarpılırız?.....	26
1.6.4. Elektrik Akımı ve Yangın Tehlikesi .....	28
1.6.5. Elektriksel Tehlike Kaynakları ve Riskler .....	33
1.6.6. Elektriksel Tehlikeler İçin Alınabilecek Önlemler .....	34
1.6.7. Elektrik Çarpılmalarında İlk Yardım .....	36
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	39
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	42
3.1. Atölyenin Mevcut Durumu.....	42
3.2. Fine-Kinney Metoduyla Risk Analizi .....	45

3.3. Elektrik Panosu Kumanda Modülünün Çalışma Prensipleri ve Bileşenleri .....	49
3.4. “DETAY B”, Baskı Devre Yapımı .....	55
3.4.1. Arduino Yazılım Yükleme Programı .....	62
3.4.2. Elektronik Karta Yüklenen Program Kodları .....	64
3.4.3. Bluetooth Modülü Eşleştirme, Şifre Değişikliği ve Diğer Özellikler.....	67
3.5. Akıllı Telefonlar ve Programlama.....	69
3.5.1. App Invertor Ara Yüzüne Giriş .....	69
3.5.2. App Invertor Ara Yüzünü Tanıyalım.....	71
3.5.3. Yazılan Programın Telefonda Test Edilmesi ve Yüklenmesi.....	72
3.5.6. Geliştirilen Modülün Telefon Ara Yüz Programı Tasarımı.....	75
3.5.7. EPKM Uygulamasının Çalıştırılması .....	79
3.6. 3D Baskı Teknolojisi.....	82
3.6.1. 3D Yazıcıyla Üretim Yapılması .....	83
3.7. Geliştirilen Uygulamanın İşlevselliğinin Ölçülmesi .....	85
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	86
4.1. Atölyenin Risk Durumunun Analizi ve Değerlendirmesi .....	86
4.2. Geliştirilen Elektrik Panosu Kumanda Modülün İncelenmesi .....	98
4.3. Üretimi Yapılan Kumanda Modülünün İşlevselliği .....	100
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	102
KAYNAKLAR .....	104
EKLER.....	111
ÖZGEÇMİŞ .....	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
MYK	: Mesleki Yeterlilik Kanunu
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
AC	: Alternatif Akım (Alternating Current)
DC	: Doğru Akım (Direct Current)
PVC	: Polivinil Klorür
KAKR	: Kaçak Akım Koruma Rölesi
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
LOTO	: Etiketleme ve Kilitleme (Lock Out/Tag Out)
KBK	: Koruma, Bildirme ve Kurtarma
İSGGM	: İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü
MYO	: Meslek Yüksek Okulu
PLC	: Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (Programmable Logic Controllers)
3D	: 3 Boyutsal (3 Dimensional)
V	: Volt
A	: Amper
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al
TOO	: Tehlikeli Olay Olasılığı
MF	: Maruziyet Frekansı
OS	: Olası Sonuçlar
RP	: Risk Puanı

MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology)
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Desing)
KAKR	: Kaçak Akım Koruma Rölesi
AI	: App Invertor
EPKM	: Elektrik Panosu Kumanda Modülü



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi.....	5
Şekil 1.2.	Heinrich'in domino teoremi.....	7
Şekil 1.3.	Birden çok neden modeli.....	7
Şekil 1.4.	Türkiye'de sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet alanlarındaki toplam çalışan sayıları.....	15
Şekil 1.5.	2022 yılı ocak ayı ücretli çalışan sayılarının sektörlere göre dağılımı..	15
Şekil 1.6.	Şekil 1.6. 2022 yılı ocak ayı sanayi alanındaki çalışan sayıları.....	16
Şekil 1.7.	2022 yılı Ocak ayı ticaret ve hizmetler alanlarındaki çalışan sayıları...	17
Şekil 1.8.	Birleşik kaplar elektrik akımı, gerilim, iletkenlik ve yalıtkanlık analogisi.....	22
Şekil 1.9.	Vücuttan geçen akımın bazı etkileri.....	24
Şekil 1.10.	Basit elektrik devresi, anahtar sıfır konumunda, lamba sönmüş durumda.....	26
Şekil 1.11.	Basit elektrik devresi, anahtar bir konumunda, lamba ışık veriyor.....	26
Şekil 1.12.	İstanbul'da 2015 ile 2019 yılı ağustos sonuna kadarki süreçteki yangın sayısı ve sebepleri.....	28
Şekil 1.13.	Gevşek bağlantı yapılmış bir termostatta meydana gelen bozulma.....	30
Şekil 1.14.	Prizin ve fişin kömürleşmiş yol boyunca oluşan arklardan dolayı yanması.....	30
Şekil 1.15.	Nevada, Boulder City'de 500 kV Eldorado trafo merkezi bakım yetkilisi Neil Brady tarafından çekilen videodan bir resim karesi.....	31
Şekil 1.16.	Tamamen açılmadan kullanılan seyyar uzatma kablosunun aşırı ısınarak yanması.....	32
Şekil 1.17.	LOTO prosedürü.....	36
Şekil 1.18.	Örnek ilk yardımcı kimlik kartı.....	37
Şekil 1.19.	Elektrik çarpmalarında kazazedenin iletkenden izole edilmesi.....	38
Şekil 3.1.	Tesisat atölyesi.....	42
Şekil 3.2.	Eğitim setleri ve acil stop butonu.....	43
Şekil 3.3.	Eğitim setlerinin beslendiği sigorta.....	44

Şekil 3.4.	Kablo ve kablo kanalı tesisatı.....	44
Şekil 3.5.	PUKÖ döngüsü.....	45
Şekil 3.6.	Tehlikeli olay olasılığı, TOO.....	47
Şekil 3.7.	Maruziyet frekansı, MF.....	47
Şekil 3.8.	Olası sonuçlar, OS.....	48
Şekil 3.9.	Risk puanı, RP.....	48
Şekil 3.10.	Elektrik panosuna ait otomatik kumanda devresi.....	49
Şekil 3.11.	Elektrik panosu görünüşü.....	51
Şekil 3.12.	Elektrik panosu.....	51
Şekil 3.13.	Kaçak akım koruma rölesi (KAKR) ve sembolü.....	52
Şekil 3.14.	Otomatik sigorta ve sembolü.....	52
Şekil 3.15.	Kilitli acil durdurma butonu ve sembolü.....	53
Şekil 3.16.	Kilitli açma kapama anahtarı ve sembolü.....	53
Şekil 3.17.	Kilitli otomatik manuel anahtarı ve sembolü.....	53
Şekil 3.18.	Sinyal lambası ve sembolü.....	54
Şekil 3.19.	Manuel mod besleme anahtarları, “DETAY A” ve sembolü.....	54
Şekil 3.20.	Adaptör devresi ve devre sembolü.....	54
Şekil 3.21.	Elektronik devrenin baskı devresinin alt ve üstten görünüşü.....	55
Şekil 3.22.	Programlanabilir elektronik devre kartı şeması.....	56
Şekil 3.23.	Arduino Nano kartı.....	57
Şekil 3.24.	HC 06 Bluetooth modülü ve ayak pinleri.....	57
Şekil 3.25.	330Ω ve 10K dirençler ve direnç sembolü.....	58
Şekil 3.26.	Led diyot ve sembolü.....	58
Şekil 3.27.	Bir kontaklı röle ve devredeki sembolü.....	58
Şekil 3.28.	PCB klemens ve devredeki örnek klemens lehimleme terminalleri.....	59
Şekil 3.29.	Switch ve devredeki bağlantı terminali.....	59
Şekil 3.30.	Alüminyum folyo.....	59
Şekil 3.31.	Lazer yazıcı ve baskı devre çıktısı.....	60
Şekil 3.32.	Laminasyon cihazı ve plaket üzerine baskı devre şemasının preslenmesi.....	60
Şekil 3.33.	Baskı devre şeması ve baskı devre.....	61
Şekil 3.34.	Örnek perhidrol şişesi, hazırlanan çözelti ve çözelti sonrası devre.....	61
Şekil 3.35.	Kalem havya ve lehimleme işlemi.....	62

Şekil 3.36.	Lehim teli ve lehimleme sonrası devre.....	62
Şekil 3.37.	Arduino IDE editörü ve ayarlar.....	63
Şekil 3.38.	Yazılan programın Arduino Nano'ya yüklenmesi.....	63
Şekil 3.39.	Arduino Nano bluetooth modül bağlantısı.....	67
Şekil 3.40.	App Invertor uygulamasına giriş.....	70
Şekil 3.41.	Yeni proje açma, 1. Start New Project, 2. Project name, 3. OK.....	70
Şekil 3.42.	App Invertor uygulama geliştirme ara yüzü.....	71
Şekil 3.43.	Tasarım penceresi, 1.Designer, 2.Blocks, 3.Palette, 4.Viewer, 5.Components, 6.Properties, 7.Media.....	71
Şekil 3.44.	Blocks penceresi, 1.Blocks Butonu, 2.Blocks menüsü, 3.Viewer, 4.Çanta, 5.Ekran navigasyon araçları, 6.Çöp kutusu.....	72
Şekil 3.45.	Android APK uygulaması.....	73
Şekil 3.46.	AI Companion seçeneği.....	73
Şekil 3.47.	Uygulamanın telefona yüklenmesi, 1.Kod ile bağlantı, 2.QR kodla bağlantı, 3.QR kod, 4.Bağlantı kodu.....	74
Şekil 3.48.	“.apk” uzantılı uygulama dosyasının oluşturulması.....	74
Şekil 3.49.	Örnek uygulama dosyası ve örnek çalışma resmi.....	75
Şekil 3.50.	Uygulamanın bölümleri.....	75
Şekil 3.51.	Baslık bölümü ve alt elemanları.....	76
Şekil 3.52.	Bluetooth bölümü ve alt elemanları.....	76
Şekil 3.53.	Bluetooth kod bloğu.....	77
Şekil 3.54.	Anahtarlama bölümü yerleşimi.....	77
Şekil 3.55.	Anahtarlama kod bloğu.....	78
Şekil 3.56.	Diğer özellikler bölümü ve alt elemanları.....	78
Şekil 3.57.	Diğer özellikler kod bloğu.....	79
Şekil 3.58.	Uygulama resmi.....	79
Şekil 3.59.	a. Uygulamanın ilk çalışması (Bağlantı yok) b. EPKM 'ye bağlantının sağlanması (Bağlantı sağlandı).....	80
Şekil 3.60.	Anahtarlama bölümünün çalışma mantığı.....	81
Şekil 3.61.	Diğer özellikler bölümünün çalışma mantığı.....	81
Şekil 3.62.	Çeşitli 3D yazıcılar.....	83
Şekil 3.63	Muhafaza kutusunun imalatı.....	84
Şekil 3.64	Adaptör muhafaza kutusu imalatı.....	84

Şekil 3.65.	Otomatik – Manuel mod seçim parçası.....	85
Şekil 4.1.	Doğal risk puanına göre risk durumları.....	97
Şekil 4.2.	EPKM'nin incelenmesi.....	99
Şekil 4.3.	Enerji setlerinin telefonda kumandası.....	99
Şekil 4.4.	Sistemin aynı anda tüm enerjisinin kesilmesi durumu.....	100
Şekil 4.5.	Enerji setlerinin manuel moda enerjilendirilmesi.....	100

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Bir saniyelik süreyle AC 'ye maruz kalınması durumunda vücutta görülebilen etkiler.....	26
Tablo 1.2.	Elektrik kaynaklı yangınların nedenleri.....	30
Tablo 1.3.	Çalışma ortamında oluşabilecek tehlikeler ve riskler.....	34
Tablo 1.4.	Elektriksel tehlikelere karşı alınabilecek önlemler.....	35
Tablo 4.1.	Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi.....	92
Tablo 4.2.	Geliştirilen kumanda modülün işlevsellik ölçümü.....	106

# MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE ELEKTRİKSEL KAZALARA KARŞI TELEFONDAN KONTROL EDİLEBİLEN ELEKTRİK PANOSU KUMANDA MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ

## ÖZET

Mesleki ve teknik liselerde çeşitli tehlikeleri bünyesinde bulunduran birçok alan bulunduğu için bu alanlarda iş kazaları meydana gelebilmektedir. Adapazarı'nda yaşanan bir iş kazasında atölye dersi sırasında bir elektrik öğrencisi elektrik akımına kapılarak yaşamını yitirmiştir. Bu çalışmada, mesleki ve teknik liselerde elektrik bölümündeki atölyelerde bulunan eğitim setlerinin elektriksel tehlikelerinin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Burada, başta çok tehlikeli sınıfta olmak üzere çeşitli tehlike sınıflarında bulunan alanlara sahip meslek liselerinde yaşanan iş kazalarının önüne geçebilmek için telefonda kontrol edilebilen bir elektrik panosu geliştirilmesi amaçlanmıştır.

İlk aşamada Bingöl İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün onayıyla Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde elektrik elektronik teknolojisi alanına sahip bir atölye seçilmiş ve bu atölyenin mevcut durumu gözlenmiştir. Fine-Kinney metodu kullanılarak söz konusu atölye için risk analizi yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Seçilen atölyede bulunan altı adet eğitim setine enerji sağlayan, telefonda kontrol edilebilen elektrik elektronik aksamına sahip bir elektrik panosu geliştirilmiştir. Atölyede eğitim veren öğretmenlere elektrik panosunu kullanma eğitimleri verildikten sonra panoyu kullanan öğretmenlerden dönütler alınarak çalışmanın işlevselliği analiz edilmiştir.

Yapılan çalışmalar neticesinde geliştirilen ürünün elektrik atölyesi içindeki eğitim setlerinin kontrolünün tamamen öğretmenlerin inisiyatifinde olması sağlanarak tehlikeli durum ve davranışların önüne geçildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İş sağlığı ve güvenliği, elektrik çarpması, elektrik akımı, Fine-Kinney, baskı devre, akıllı telefon, 3D yazıcı.

# **DEVELOPMENT OF ELECTRIC PANEL CONTROL MODULE THAT CAN BE CONTROLLED BY PHONE AGAINST ELECTRICAL ACCIDENTS IN VOCATIONAL AND TECHNICAL HIGH SCHOOLS**

## **ABSTRACT**

Because there are many areas that contain various hazards in vocational and technical high schools, occupational accidents may occur in these areas. In a work accident in Adapazarı, an electrical student lost his life during the workshop lesson by being caught in an electric current. In this study, it is aimed to eliminate the electrical hazards of the training sets in the workshops in the electrical department of vocational high schools. Here, it is aimed to develop an electrical panel that can be controlled from the phone in order to prevent occupational accidents in vocational high schools with areas in various hazard classes, especially in the very dangerous class.

In the first stage, with the approval of the Bingöl Provincial Directorate of National Education, a workshop in the field of electrical and electronic technology was selected in Bingöl Vocational and Technical Anatolian High School and the current situation of this workshop was observed. Using the Fine-Kinney method, a risk analysis was made for the workshop and the results were evaluated. An electrical panel with electrical and electronic components that can be controlled from the phone, providing energy to six training sets in the selected workshop, has been developed. After the teachers giving training in the workshop were given training on using the electrical panel, the functionality of the study was analyzed by taking feedback from the teachers using the panel.

As a result of the studies, it has been seen that the control of the training sets in the electrical workshop of the product developed is completely under the initiative of the teachers, and dangerous situations and behaviors are prevented.

**Keywords:** Occupational health and safety, electric shock, electric current, Fine-Kinney, printed circuit, smartphone, 3D printer.

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde, her gün çok sayıda iş kazası yaşanmaktadır. Bu nedenle iş kazalarının tamamen engellenmesi bu mümkün değilse olabildiğince azaltılması önemli bir konu haline gelmiştir. Anayasamızın 17 inci maddesi insanların yaşama hakkından, vücut bütünlüğünün ve onurunun korunmasından bahseder. Tüm Türkiye vatandaşlarını ilgilendiren bu madde aynı zamanda doğrudan iş sağlığı ve güvenliğine (İSG) bakar. İnsanların somut ve soyut gereksinimlerini karşılama hakları vardır (Gümüş, 2005). Yani çalışanların sağlığı ve güvenliğinin sağlanması anayasal bir gerekliliktir. Bu nedenle işyerlerinde İSG'nin sağlanması ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapılması gerekir. Bu çalışmaların ilk aşaması, belki de en önemlisi çalışanların eğitimidir. Ülkemizde çalışanlar, İSG ile ilgili eğitimlerini, iş başı yapmadan önce, iş değişikliğinde, iş yerindeki makinelerin gelişmiş teknoloji ürünleri ile değiştirilmesi, çalışanların organizasyondaki görevlerinin revize edilmesi gibi durumlarda almaktadırlar (MEB Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü ve Müdürlüğü, 2010; URL-1, 2021).

İş sağlığı ve güvenliği yönetimi sadece işçi sağlığı ile ilgili bir süreç olmayıp birden çok paydaşı olan bir sistemdir. İşveren, çalışan, geçici süre ile iş yerinde bulunanlar, İSG hizmeti yürütenler, İSG'nin paydaşları arasında sayılabilir. Bu sayılan paydaşların hepsinin korunmasıyla İSG gerçek anlamda sağlanır. Bir iş yerinde İSG çalışmalarının ana ögesi insandır (Tekin, 1991). İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili alınacak önlemler insanlar tarafından alınacağından, insanların İSG çalışmaları hakkında eğitilmesi bir zorunluluktur. İşyerlerinde işin sürekliliğinin sağlanması, İSG tedbirlerinin etkili bir şekilde alınması ve çalışanların İSG kurallarına riayet etmesiyle direkt olarak ilgilidir. İş güvenliğini tehlikeye atan güvensiz koşullar ve hareketler, işyerindeki personelden kaynaklı durumlardır (Bayguş, 2019; Ceylan, 2012; Tekin, 1991).

Ülkemizde nitelikli iş gücünün bir kısmı, meslek liselerinden mezun olan, teknisyen unvanını kazanan kişilerden karşılanmaktadır. Özellikle 5544 sayılı Mesleki Yeterlilik Kanunu (MYK) ve 2019 yılında yayınlanan tebliğ ile 143 meslekte mesleki yeterlilik



belgesi olmayanların 03.10.2020 tarihinden sonra bir iş yerinde çalıştırılmayacağı belirtilmiştir (URL-2, 2021). Dolayısıyla önümüzdeki yıllarda çalışma hayatındaki çalışan popülasyonunun büyük bir kısmını meslek lisesi mezunlarının oluşturacağı aşikârdır. Bu nedenle meslek liselerinde okuyan öğrencilere İSG bilinci okul hayatı boyunca verilmelidir. Meslek liselerinde tehlikeli hatta çok tehlikeli sınıfa girebilecek bölümler bulunmaktadır. Çoğu meslek lisesinde döner sermaye kapsamında üretim yapıldığı ve öğrencilerin üretim sürecinde aktif olarak çalıştıkları bilinmektedir. İş başı yapmadan önce üretimin sürekliliğini sağlamak amacıyla verilen İSG eğitimleri, çalışanların mesleki yeterlilik kazanma sürecinde de verilmelidir. İş sağlığı ve güvenliği eğitimi, okurken veya ilerde çalışma hayatına atılacak mezunların üretim sürecindeki uygulamaların güvenli bir şekilde nasıl yapılacağı konusunda bilgi kazanma sürecidir (Tezcan, 1985). Eğitimin İSG sürecindeki yeri önleyici tedbirler başlığı altındadır. Önleyici tedbirler iş kazası veya meslek hastalığı oluşuktan sonra yapılacak masraflardan çok daha ucuzdur (Yılmaz, 2009). Eğitimin önemli bir önleyici tedbir olması, tehlikeli durumları ortadan kaldırmakta yardımcı olması açısından yadsınamaz derecede önemlidir.

Meslek liselerinde meydana gelen kazalardan birçoğu öğrencilerin atölyelerde uygulama yaptıkları zamanlarda meydana gelmektedir. Meslek liselerinde umursamazlık, kontrolsüz çalışma ve yapılan işin niteliğinden dolayı ciddi yaralanmalar hatta ölümlerle sonuçlanabilen iş kazaları meydana gelmektedir (Çetinkaya ve Ulusoy, 2019). Meslek liselerinde okuyan öğrencilerin düşük gelir düzeyindeki ailelerin çocukları olduğu düşünülürse, düşük gelir düzeyi risk alma eğilimini arttırmakta ve bu nedenle de meslek liselerinde iş kazasına maruz kalma riski artmaktadır (Gündoğdu vd., 2013; Kaan vd., 2018).

Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü bünyesinde 55 alan bulunmaktadır. Bu 55 alan içinde “İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, Ek-1 İşyeri Tehlike Sınıfları Listesi” gereğince tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfa giren alanlar bulunmaktadır. Özellikle metal teknolojileri, elektrik elektronik teknolojileri, denizcilik, inşaat teknolojisi, makine teknolojisi, mobilya ve iç mekân tasarımı, yenilenebilir enerji teknolojileri alanlarında kullanılan makine ve gereçler nedeniyle bu alanlar çok tehlikeli sınıfta değerlendirilebilir (Öztürk, 2020).

Çalışma hayatında en riskli ve neticesinde en çok ölümlü iş kazası ile sonuçlanan çalışma alanlarından birisi de elektriğin kullanıldığı işlerle ilgilidir. Atölye ortamındaki en büyük tehlikelerden biriside elektrik akımıdır. Elektrik akımı tehlikesi çalışma ortamında bulunan tüm bireyleri ilgilendirirken bireysel olarak öğretmen ve öğrencilerin her birini ilgilendiren en ciddi risklerdendir (Alkan, 2017). Elektrik İç Tesisler Yönetmeliğinde tehlikeli gerilim sınırı 50 volt olarak tanımlanmıştır. Evlerde kullandığımız bir fazlı prizlerde 220 volt alternatif gerilim bulunmaktadır. Meslek liselerinde öğrenciler bir fazlı sistem olan 220 volt ve üç fazlı sistemlerin bulunduğu 380 volt alternatif gerilim seviyelerinde bulunan eğitim setlerinde uygulama yapmaktadırlar. Tehlikeli gerilim sınırının 50 volt olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin çalıştığı ortamlardaki tehlikenin ciddiyeti daha net anlaşılmaktadır. Meslek lisesi öğrencilerinin zaman zaman elektrik akımına kapılarak yaralandıkları hatta hayatlarını kaybettikleri ajanslara yansımaktadır (URL-3, 2012). Yaşanan talihsiz olaylardan sonra meslek liselerinde İSG çalışmalarına biraz daha önem verilmiş ancak tehlikeli durum ve tehlikeli davranışlar günümüzde halen önemli miktarda iş kazasına neden olmaktadır (Alkan, 2017).

Meslek liselerindeki öğrencilere, belirli bir süre içerisinde yaptıkları uygulamalar neticesinde puanlar verilmekte ve bu uygulama puanları, ders geçme notunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle öğrenciler uygulamalarını bir an önce bitirmeye çalışmaktadırlar. İşi verilen süre içinde çalışır vaziyette bitirme isteği öğrencide, konsantrasyon eksikliğine neden olmakta ve öğretmene haber vermeden uygulamasına enerji verme isteği eğilimine sokmaktadır (Çelik, 2019). Bazı öğrencilerde de kendisini öğretmene ve sınıfa ispatlama duygusu ağır basmakta ve dikkatsiz çalışma nedeniyle elektrik kazaları meydana gelebilmektedir (Akarçay, 2017). Atölyede birden fazla öğrenci uygulama yaptığından atölye öğretmenleri bazen İSG anlamında sınıf kontrolünü kaybedebilmektedirler. Millî Eğitim Bakanlığına Bağlı Eğitim Kurumları Yönetici ve Öğretmenlerinin Norm Kadrolarına İlişkin Yönetmelik kapsamında madde 22, ç bendinde:

- “9 uncu sınıflarda, 10-21 öğrenciye kadar 1, 21-31 öğrenciye kadar 2, 31’den fazla öğrenci için 3”
- “10 uncu, 11 inci ve 12 inci sınıflarda, 8-17 öğrenciye kadar 1, 17-25 öğrenciye kadar 2, 25-33 öğrenciye kadar 3, 33 ve daha fazla öğrenci için 4” öğretmen bulunması gerektiği ifade edilmektedir.

Yönetmelik maddesinden de anlaşılacağı üzere bir öğretmen aynı anada birden fazla öğrencinin uygulaması ile ilgilenme durumunda kalmaktadır. Her öğrenciye bir öğretmen atanamayacağına göre teknolojiyi kullanarak önlemler alınmalıdır.

Çalışmanın yapıldığı Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi atölyelerdeki eğitim setleri incelenmiş ve tüm eğitim setlerinin tek bir enerji hattına bağlı olduğu görülmüştür. Yani bir öğrenci uygulamasını bitirdiğinde, öğretmeni gözetiminde eğitim setine enerji vermesi durumunda diğer bütün eğitim setlerinde aynı anda elektrik enerjisi oluşacaktır. Dolayısıyla öğretmenin kontrolünde o an olmayan eğitim setlerinde çalışan öğrenciler enerji altında çalışmak zorundadır. Bu çalışma ile meslek liselerindeki alanlarda atölyelerde uygulama yapan öğrencilerin elektriksel kazalardan korunmasını sağlayacak bir elektrik panosu tasarımı yapılmıştır. Bu tasarlanan pano birden fazla güvenlik önlemi ile donatılarak, elektriksel kontrollerin tamamen atölye öğretmenin denetiminde olması sağlanmıştır. Her eğitim setine ayrı ayrı enerji verilebilmekte ve bu işlem mikrodenetleyici programlama ve android uygulama geliştirme yazılımları ile telefona yüklenebilen bir uygulama geliştirilerek sağlanmaktadır. Yazılım şifreli olduğundan öğrencilerin elektrik panosu yazılımına ulaşımı engellenmiştir.

### **1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği**

İnsanoğlu var olduğu günden beri bir şeyler üretmiş ve bu ürettiklerinden maddi ve manevi şekilde faydalanmıştır. İnsanoğlunun bu davranış şekli günümüz sanayisinin ve dolayısıyla teknolojisinin oluşmasına kadar devam etmiş ve bundan sonrada devam edeceği aşıkardır. Şüphesiz insanoğlunun maddi ve manevi ihtiyaçlarını karşılama güdüsünü en güzel açıklayan çalışmalardan biri Abraham Harold Maslow'un 1943 yılında yaptığı Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisidir (Şekil 1.1). Bu hiyerarşi fizyolojik ihtiyaçlardan başlayarak güvenlik, ait olma ve sevgi, değer ihtiyaçları ve nihayetinde en üst seviye olan kendini gerçekleştirme ihtiyacı ile tamamlanır. İnsanlar Maslow'un üzerinde durduğu ihtiyaçları karşılamak için üretimin bir parçası olarak çalışma hayatına katılırlar. Çalışma hayatına katılan insanoğlunun, bir ürün üretmek veya hizmet sunmak için yaptığı faaliyetleri iş olarak tanımlayabiliriz.



Şekil 1.1. Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi (Çoban, 2021)

Sanayi devriminden günümüze değin değışen süreçte, kimyasal maddelerin kullanımının artması ve çalışma hayatına çok farklı makinelerin girmesi iş güvenliği açısından problemlerinde artmasına neden olmuştur (Tekin, 1991). Şekil 1.1'de görülen Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinde ikinci basamakta bulunan güvenlik ihtiyacı beslenme, barınma, uyuma gibi fiziksel ihtiyaçlar karşılandıktan sonra ortaya çıkmaktadır. Tehlikeli durum ve hareketlerin güvensiz bir işyeri iklimi oluşturması çalışma motivasyonunu düşüreceğinden üretimde sorunlar yaşanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle güvenli bir çalışma ortamının oluşması için işyerlerinde iş güvenliği kültürünün yerleşmesi gerekir. Yapılan bir çalışmada çalışanların sorunları bildirme ve emniyetli bir çalışma ortamının sağlanmasına yönelik uygulamalara etkin katılımları, üretim aşamasında daha güvenli bir çalışma ortamı sağladığını göstermiştir (Dursun, 2013). İş güvenliği kavramı, tehlikeli durum ve hareketlerin ortadan kaldırılmasıyla fiziksel ve ruhsal iyilik halinin sağlanması olarak açıklanabilir (Olcay, 2019; Tekin, 1991).

Bir işyerinde işin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için çalışanların sağlıklı olması gerekir. Dünya sağlık örgütünün 1948 yılında "fiziksel, zihinsel ve sosyal olarak tam bir iyilik hali" olarak yaptığı sağlık tanımlaması o zamanlar için inovatif bir yaklaşımın ürünü olarak düşünülebilir. Yapılan bu tanımla sağlığın, bireyin sadece hastalık durumuyla alakalı olmadığı ruh hali ve çevresiyle de ilişkili olduğunu belirtmektedir (Sayım, 2017). Bazı uzmanlar WHO'nun tanımının bazı kısıtlamalara neden olduğunu savunmuşlardır. Bu uzmanlara göre "tam" kelimesi mutlaklık belirttiğinden çalışanın tam bir iyilik hali içinde olması çoğu zaman imkansızdır (Huber et al., 2011). Kronik ve

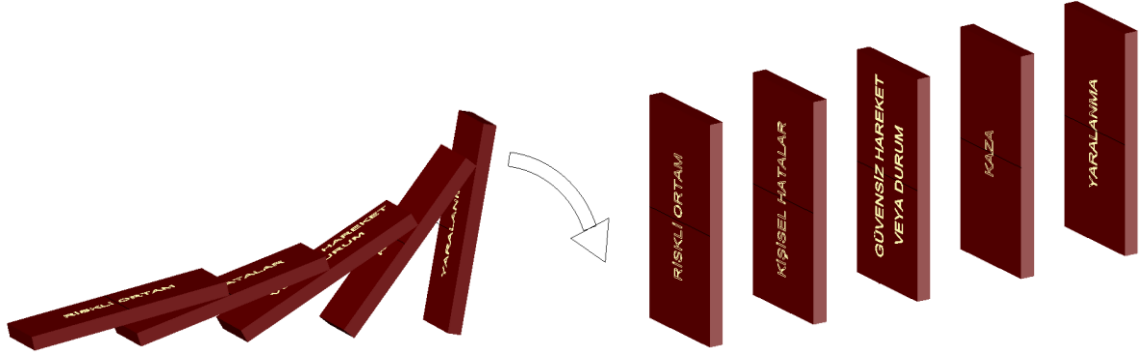
Covid19 gibi pandemik hastalıkların artmasıyla kişilerin ve toplumların sağlıklarının bozulması “tam iyilik hali” durumuna uymamaktadır (Huber et al., 2011). Yani “tam iyilik hali” durumunun sağlanmaması üretimi durdurmamalıdır. Bir grup uzman sağlığın tanımını, “uyum sağlama ve kendi kendini yönetme yeteneği” olarak önererek WHO’nun tanımını daha işlevsel duruma getirmeyi hedeflemiştir (Huber et al., 2011).

## **1.2. İş Sağlığı ve Güvenliğine Kavramsal Bakış**

Bir ürün üretmek veya hizmet sunmak için yapılan faaliyetlerin kesintisiz bir şekilde devamlılığını sağlamak hedefiyle, işin yapıldığı esnada, iş yerine ulaşıırken veya eğitim süreci boyunca, emniyetsiz koşullara ve davranışlara karşı önlem olarak yaşamı, maddi zararları, ruh sağlığını bozan etkileri ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalar İSG faaliyetleridir (Özkılıç, 2005).

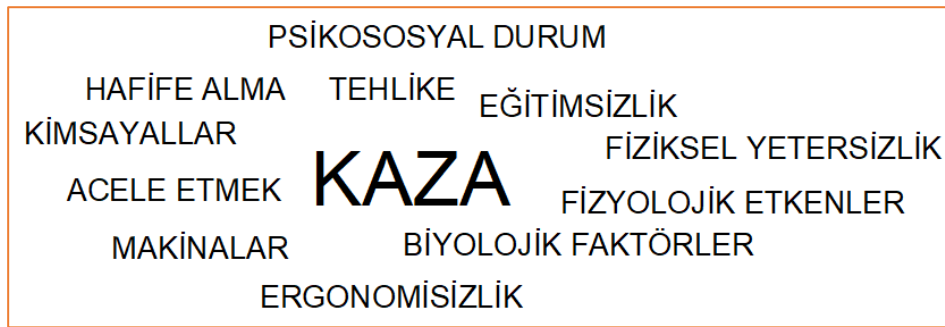
Güvenli bir çalışma ortamının sağlanması, İSG çalışmalarına maksimum katılımın sağlanmasıyla olabilir. Bir işyerindeki yöneticilerin ve diğer personellerin aktif katılacağı İSG ve risk değerlendirmesi çalışmaları işyerindeki paydaşlarda sorumluluk bilinci sağlayarak kurallara uyma eğilimini arttıracaktır.

Etkin ve verimli bir İSG ve risk değerlendirmesi çalışmasının yapılması tehlikelerin eksiksiz bir şekilde belirlenerek bu tehlikelerden kaynaklanacak risklerin çok iyi analiz edilmesi ile gerçekleşebilmektedir. İyi bir risk analizi yapıldıktan sonra tehlikeli durum ve davranışların ortadan kaldırılması ya da minimize edilmesi için sağlıklı önlemler alınabilir. Heinrich’in domino teorisine (Şekil 1.2) göre bir kazanın veya yaralanmanın oluşması için riskli ortam, kişisel hatalar, güvensiz hareket veya durum, kaza, yaralanmadan oluşan beş aşamanın arka arkaya gerçekleşmesi gerekir (Hagan et al., 2009).



Şekil 1.2. Heinrich'in domino teoremi (Hagan et al., 2009)

Diğer bir teoride (Şekil 1.3) ise kazaların birden fazla sebebin sonucu olarak ortaya çıktığı savunulur. Yani kazanın tek bir sebepten dolayı oluşmasının nadir görülen bir durum olduğu ve kazaların tek bir nedene bağlanmasının İSG adına yapılan çalışmalar için kısıtlılık oluşturacağı düşünülmektedir (Hagan et al., 2009).



Şekil 1.3. Birden çok neden modeli (Hagan et al., 2009)

İSG hizmetlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi işçi, işveren ve devletlerin birlikte çalışarak çalışanların onurunu kırmadan, Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisinin en üst basamağı olan kendini gerçekleştirme eylemine bireylerin ulaşmalarını sağlayarak, toplumlara maksimum hizmeti vermeleri ile mümkün olabilir (ÇASGEM, 2017).

### 1.3. Tarihsel Süreç İçinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri

Günümüzdeki İSG faaliyetlerinin ulaştığı nokta, tarihsel bir alt yapıya dayanmaktadır. Tarih boyunca bazen insanların sağlığını korumak bazen de üretimin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi adına bazı çalışmalar yapılmıştır. Önceleri bilim adamları veya filozofların

ilgi alanı olan İSG konuları, sanayinin gelişmesi ile birlikte devletlerin yasal düzenlemeler yapmaları gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Namal, 2020). Tarihsel süreç içerisinde dünyada ve Türkiye’de yapılan İSG faaliyetlerini incelememiz dünden bugüne İSG açısından alınan yolu gözler önüne sererek bir farkındalık oluşturacaktır.

### 1.3.1. Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri

- M.Ö. 2600’lü yıllarda rahip, hekim, mimar ve mühendis olan İmhotep Mısır Piramit’lerinin yapımında çalışanların sağlık sorunlarına değinmiştir (Çiçek ve Öçal, 2016; Dönmez, 2019; Namal, 2020).
- M.Ö. 2000’li yıllarda yaşayan Babil kralı Hammurabi ile anılan kanunlarda can veya mal kaybına neden olan inşalardan inşaatı yapanın sorumlu olacağı ve çok ciddi şekilde cezai yaptırıma uğrayacağı belirtilmiştir (Coady et al., 2015).
- M.Ö. 425 ile 484 yılları arasında yaşayan Herodot, çalışanların yeterli ve enerji bakımından zengin besin almaları durumunda verimli olabileceklerine değinmiş, yine aynı dönemde Aristoteles ve Eflatun’unda İSG hakkında görüş bildirmişlerdir (Çiçek ve Öçal, 2016; Gerek, 2006).
- M.Ö. 370’lerde Hipokrat halsizlik, felç ve görme bozukluğu gibi sağlık sorunlarını kurşunun zararlı etkisi ile ilişkilendirmiştir (Çiçek ve Öçal, 2016; Serin ve Çuahdar, 2015).
- M.S. 25 ile 70 yılları arasında yaşayan ve Roma İmparatorluğunda komutan olan filozof Pliny the Elder, çalışanların maske görevi görece torbaları başlarına geçirerek, ortamdaki tehlikeli tozlardan korunması gerektiğini savunmuştur (Namal, 2020).
- 1493 – 1541 yılları arasında yaşayan Paracelsus tarihte ilk iş hekimliği kitabı olarak kabul edilen “De Morbis Metallicis” adlı kitabında maden işçilerinde görülen kurşun ve cıva zehirlenmelerinden bahsetmiştir (Çiçek ve Öçal, 2016; Namal, 2020).
- 1556 yılında yayınlanan “De Re Metallica” kitabının yazarı Georgius Agricola madenlerde oluşan zehirli gazların etkisini azaltmak için havalandırma çalışmalarının yapılmasını önermiştir (Çiçek ve Öçal, 2016; Namal, 2020).
- 1713 yılında Bernardino Ramazzini tarafından yazılan “De Morbis Artificum Diatriba” adlı kitapta çiftçiler, duvarcılar, madenciler, askerler ve hemşirelerin de

bulunduğu 52 meslekle ilgili sağlık tehlikelerinden bahsedilmekte ve işçi hastalıklarının yapılan işle bağlantısı olduğunu belirtmektedir (Coady et al., 2015; GEREK, 2006).

- 1788’de İngiltere’de Baca Temizleyicileri kanunu çıkmış, bu kanunun çıkmada Percival Pott’un baca temizleme işlerinde kansere yakalananlar ile ilgili yaptığı çalışmalar etkili olmuş ve çocukların baca temizleme içinde çalıştırılmaları yasaklanmıştır (Çiçek ve Öçal, 2016; Namal, 2020).
- 1802 yılında İngiltere’de çırakların çalışma saatleri, işyeri hijyeni, çırakların eğitimi gibi maddeleri içeren “Çırakların Sağlığı ve Morali” kanunu çıkarılmış, kanuna uyulmaması halinde para cezası yaptırımını kanun kapsamına alınmıştır (Coady et al., 2015; Namal, 2020).
- 1832 yılında İngiliz parlamenter Michael Thomas Sadler’in çabalarıyla 1833 yılında yasalaşan “Fabrikalar Yasası” 9 yaşından küçük çocukların istihdam edilmesi, 18 yaşından küçüklerin ise gece çalıştırılmaları ve günlük 12 saatten fazla çalıştırılması yasaklanmıştır (Çiçek ve Öçal, 2016; Demir, 2012).
- Almanya’da 1839 tarihinde çıkarılan “Fabrikalarda Genç İşçileri Çalıştırılmasına İlişkin Yasa” ve Fransa’da 1841 tarihinde çıkarılan “Fabrika, İmalathane ve Atölyelerde Çalışan Çocukların Çalışma Düzenine İlişkin Yasa” düzenlemeleri ile çocukların çalışma koşulları düzenlenmiştir (Demir, 2012).
- 1842 tarihinde İngiltere’de madenlerde kadın ve çocukların istihdamı yasaklanmış, 1844 tarihinde de fabrikalarda iş yeri hekimi istihdam etme mecburiyeti getirilmiştir (Gerek, 2006).
- 1847 yılında Britanya Parlamentosu tarafından çıkarılan “10 Saat Yasası” ile tekstil sektöründe çalışan kadınların ve genç işçilerin çalışma saatleri maksimum 10 saat olarak belirlenmiştir (URL-4, 1864).
- 1867 yılında Amerika Birleşik Devletlerin’de Massachusetts eyaletinde iş güvenliği ile ilgili ilk kanun çıkarılmış, 1877 yılında ise asansör ve diğer kaldırma makinalarının mekanik aksamları ile ilgili alınması gereken güvenlik tedbirleri belirlenmiştir (Gerek, 2006).
- 1919 yılında Birleşmiş Milletler çatısı altında ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) kurulmuştur.
- 1948 yılında WHO (Dünya Sağlık Örgütü) kurulmuştur.
- 1970 yılında ABD’de OSHA (İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası) kanunlaşmıştır.



### 1.3.2. Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Seyri

- 1867 yılında (Bazı kaynaklarda tarih 1865 olarak belirtilmiştir. Bu durum kanunun hazırlanması ve yürürlüğe girmesi arasındaki geçen süreden kaynaklıdır.) “Dilaver Paşa Nizamnamesi” olarak adlandırılan ancak asıl adı “Ereğli Maden-i Hümayun İdaresinin Nizamnamesi” olan düzenleme padişahın olurluğunu alması da tarihimizdeki ilk düzenleme olarak kabul görmüştür (Yüksel, 2017). Nizamname çalışanların barınma, beslenme, istirahat süreleri ve iş güvencesi gibi birçok madde içermesinden dolayı İSG uygulamaları açısından tarihimizde önemli bir yer teşkil etmektedir (Akpınar, 2014; Yüksel, 2017).
- 1869 yılında düzenlenen “Maadin Nizamnamesi” konuları arasında işçilerin herhangi bir kazadan dolayı yaralanmaları veya ölüm hallerinde kendilerine ya da ailelerine tazminat ödenmesi gerektiği, madende eczane ve doktor bulundurma zorunluluğu, önleyici ve koruyucu tedbirleri almayan işverenlere para cezası verilmesi gibi yaptırımlar bulunmaktadır (Balcı, 1994).
- 1871 yılında kurulan “Ameleperver Cemiyeti” birçok araştırmacı tarafından tarihimizde ilk işçi örgütü olarak kabul edilmesine rağmen araştırmacıların bir kısmı tarafından da kurucu üyelerinin işçi olmadığı, aksine zengin hayırseverlerin işsizlere iş bulduğu, küçük esnaflara yardım ettiği işçi örgütlenmesiyle alakasız bir kuruluş olduğu belirtilmektedir (Güzel, 1981).
- 1876 yılında “Mecelle” adında yürürlüğe giren Osmanlı’nın ilk medeni kanununda ilk defa işçi ve işçi haklarıyla ilgili düzenlemeler getirilmiştir (Akpınar, 2014).
- 1921 yılında çıkarılan “Zonguldak ve Ereğli Havza-i Fahmiyesinde Mevcut Kömür Tozlarının Amele Menafii Umumiyesine Olarak Furuhtuna Dair Kanun” işlenen kömürden elde edilen kömür tozlarının işçi ihtiyaçlarının karşılanması için kullanılmasından bahseder (Akpınar, 2014).
- 1921 yılında çıkarılan “Ereğli Havzai Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun” ile iş kazası ve hastalıklar sonucunda ihtiyaç duyulan yardımların yapılması için patronların ve işçilerin gelirlerinden kesinti yapılarak bir yardım fonu oluşturması ile ilgili maddeler içermektedir (Akpınar, 2014).

- 1923 senesinde “Birinci İktisat Kongresi” gerçekleştirilmiş, bu kongrede çalışan temsilcilerinin katkılarıyla İSG ile alakalı kanunların çıkarılmasına ön hazırlık yapılmıştır (Akpınar, 2014; Gerek, 2006; Namal, 2020).
- 1924 senesinde çıkarılan “394 sayılı Hafta Tatili Yasası” ile işçilerin haftada bir günlük hafta tatili yapmaları yasal durum haline gelmiştir (Gerek, 2006; Namal, 2020).
- 1926 senesinde çıkarılan “818 sayılı Borçlar Kanunu” ile işverenlere meslek hastalığı ve iş kazaları sonucunda oluşan yasal sorumluluklar yüklemiştir (Akpınar, 2014; Gerek, 2006).
- 1930 senesinde yürürlüğe konulan “1580 sayılı Belediyeler Kanunu” ile belediyelere sanayi kuruluşlarındaki makine ve teçhizatları, periyodik olarak muayene etmek ve sağlıklı çalışma ortamını sağlamak adına işyerlerinin denetimi yetkisi verilmiştir (MMO, 2016).
- 1930 senesinde çıkarılan “1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu”, sanayide çalışan kadın ve çocukların çalışma şartları, hamilelik öncesi ve sonrası çalışma şartları ve işyerindeki sağlık hizmetleri gibi konularda düzenlemeleri içermektedir (Gerek, 2006; MMO, 2016; Tüzüner ve Özaslan, 2011).
- 15/06/1936 tarihindeki 3330 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 3008 kanun numaralı “İş Kanunu” ile İSG alanında detaylı bir kanun çıkarılmıştır. Kanun “Umumi hükümler”, “İş akdi”, “İşin tanzimi”, “İşçilerin sağlığını koruma ve iş emniyeti”, “İş ve işçi bulma”, “Grev ve lokavt yasaklığı ve iş ihtilaflarının halli”, “İş hayatının murakabe ve teftişi”, “Sosyal yardımlar”, “Ceza hükümleri”, “Teşkilat” ve “Son hükümler” olmak üzere 10 başlıktan oluşan ilk kapsamlı kanundur (URL-5, 1936).
- 27/06/1945 tarihindeki 6042 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 4763 kanun numaralı “Çalışma Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun” ile çalışma hayatındaki faaliyetlerin kontrolünde Çalışma Bakanlığı görevlendirilmiştir (URL-6, 1945).
- 07/07/1945 tarihindeki 6051 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 4772 kanun numaralı “İş Kazaları, Meslek Hastalıkları ve Analık Sigortaları Kanunu” gebelikte, doğum ve doğum sonrası, iş kazaları, meslek hastalıkları gibi nedenlerle bağlanan her türlü gelir yardımlarına haciz getirilemeyeceği, kazananın meydana gelmesi durumunda kasıt olup olmadığı, kasıt olması durumunda

yapılacaklar, yapılacak soruşturmalar, geçici ve sürekli iş göremezlik durumlarında alınacak ödenekler, cenaze durumunda yapılacak destekler gibi birçok hüküm bulundurmaktadır (URL-7, 1945).

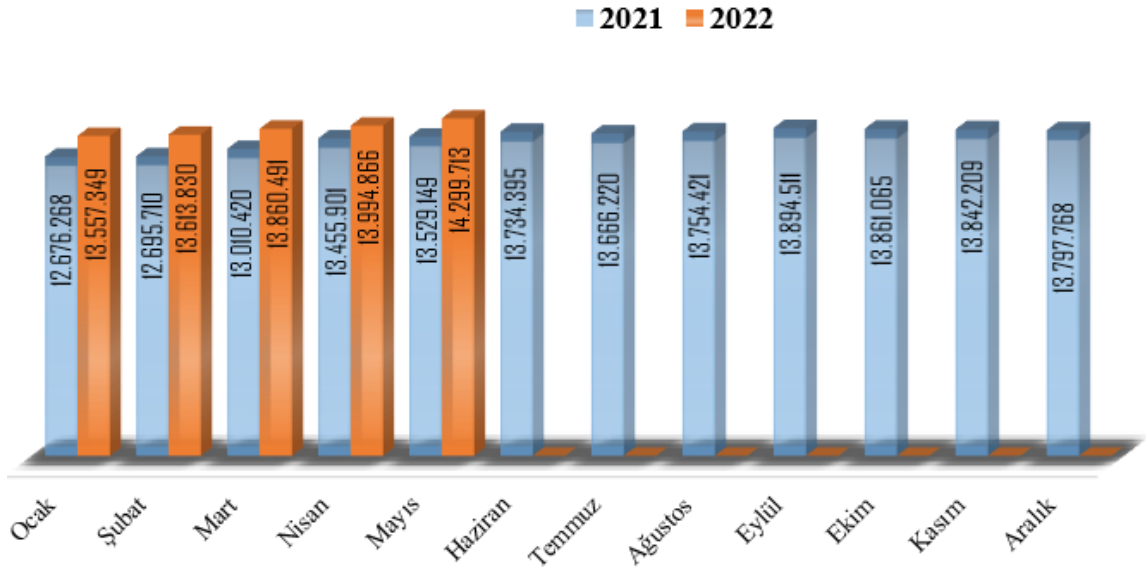
- 16/07/1945 tarihindeki 6058 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 4792 kanun numaralı “İşçi Sigortaları Kurumu Kanunu” ile çalışma hayatındaki çeşitli durumlarda Sigorta Kanunu hükümlerini uygulamak amacıyla Çalışma Bakanlığına bağlı “İşçi Sigortaları Kurumu” kurulmuştur (URL-8, 1945).
- 26/02/1947 tarihindeki 6542 sayılı T.C. Resmî Gazete ’de yayımlanan 5018 kanun numaralı “İşçi ve İşveren Sendikaları ve Sendika Birlikleri Hakkında Kanun” ile işçi ve işverenlere sendika kurma hakkı sağlanmıştır. Sendikalıların mesleki ve kültürel gelişimleri sağlayacak etkinlikler planlamak, toplu sözleşme, hizmet akdi gibi konularda sendikalı adına girişimlerde bulunma sorumluluğu sendikal faaliyetler arasında sayılmıştır (URL-9, 1947).
- 08/06/1949 tarihindeki 7227 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan “İhtiyarlık Sigortası Kanunu” ile iş kanununa tabi işyerlerindeki işçilerden sigortalı olanların ihtiyarlık durumlarında bağlanacak aylık ve yapılacak başka ödemeler konusunda hükümleri içermektedir (URL-10, 1949).
- 1950 yılındaki 5690 sayılı kanun ile kabul edilen “81 No’lu İş Teftişi Sözleşmesi” sanayide ve ticarete iş teftişi sistemi bulundurma zorunluluğunu getirerek, sanayi ve ticari işlerde İSG faaliyetlerinin uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek amacıyla iş müfettişlerinin görevlendirilmesi gerekliliğinden bahsetmektedir (URL-11, 1951).
- 10/01/1950 tarihindeki 7402 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 5502 kanun numaralı “Hastalık ve Analık Sigortası Kanunu”, iş kanununa tabi işyerlerindeki işçilerden sigortalı olanların hastalıkları ve analık durumlarında yapılacak yardımlar konusunda hükümleri içermektedir (URL-12, 1950).
- 1961 Anayasasında devletin çalışanları korumak için gerekli tedbirleri alması gerektiğinden, kişilerin biyolojik ve fizyolojik özelliklerine göre işlerde çalıştırılması zorunluluğundan, çalışanların istirahat hakkından, yapılan işe uygun adil bir ücret alınması gerekliliğinden, “sendika kurma hakkı”, “ruh ve benden sağlığının sağlanması” için gerekli tedbirlerin alınmasının devletin görevi olduğundan bahseder.

- 29/07/1964 tarihindeki 11766 sayılı T.C. Resmî Gazete’de yayımlanan 506 kanun numaralı “Sosyal Sigortalar Kanunu” ile sosyal sigorta yardımlarının kanun kapsamındaki koşullar çerçevesinde yapılması sağlanmıştır. Bu yardımlar “iş kazaları”, “Meslek hastalıkları”, “hastalık”, “malullük”, “yaşlılık” ve “ölüm” gibi durumlarda işçiye veya yakınlarına nakdi ya da aynı yardımlardır (URL-13, 1964).
- 12/08/1967 tarihindeki 12672 sayılı T.C. Resmi Gazete’de yayımlanan 931 kanun numaralı “İş Kanunu” 3008 sayılı kanun sonrasında yürürlüğe giren kanunları bir çatı altında toplamış, “275 sayılı Toplu İş Sözleşmesi Grev ve Lokavt Kanunu” ve “3008 sayılı İş Kanunu” gibi kanunların mülga edilmiş maddelerinden dolayı ortaya çıkan boşluk doldurulmuş, işyerlerindeki çalışan sayısına bakılmaksızın 5. maddede geçen istisna yerler dışındaki her yer kanuna tabi kılınmış ve fikir ile beden işçisi ayrımı ortadan kaldırılarak aynı kanuna tabi olmaları sağlanmıştır (Oğuzman, 1967).
- 26/03/1969 yılında “İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi Müdürlüğü (İSGÜM)” kurulmuştur. İSGÜM iş yerleri için ergonomik, kimyasal, biyolojik, Psikososyal ve fiziksel risk etmenleri ile ilgili ölçümler ve analizler yapmaktadır (URL-14, 2022).
- 01/09/1971 tarihinde 13943 sayılı T.C. Resmi Gazete’de yayımlanan 1475 kanun numaralı “İş Kanunu” ile işyerlerinde İSG faaliyetlerini yürütecek, sorumluluğu Çalışma Bakanlığınca belirlenen “İş sağlığı ve iş güvenliği kurulu” oluşturulması, işverenin mahiyetindeki işçinin sağlık ve güvenliğini eksiksiz bir şekilde sağlaması gerektiği gibi konuları hüküm altına almıştır (URL-15, 1971).
- 1982 Anayasasının 17. maddesindeki “Herkes, yaşama, maddi ve manevi varlığını koruma ve geliştirme hakkına sahiptir.” cümlesi genel bir ifade olsa da doğrudan İSG’ni kapsar. Çıkarılan bütün kanunların Anayasaya aykırı olmaması gerektiği bilinmektedir.
- 24/07/2003 tarihinde 25178 sayılı T.C. Resmi Gazete’de yayımlanan 4947 kanun numaralı “Sosyal Güvenlik Kurumu Teşkilatı Kanunu” ile paydaş kurumlar arasında organizasyonun sağlanması, kuralların belirlenmesi, yönetsel ve finansal yönden denetimlerin yapılması amaçlanmıştır (URL-16, 2003).

- 2003 yılı “4857 sayılı İş Kanunu” ile çalışanlar ve işverenler arasında çalışma koşulları ve güvenli ortamların oluşturulması adına paydaşların görev ve sorumluluklarını belirlemiştir (URL-17, 2003).
- 2006 yılı “5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu” ile sağlık hizmetlerinden yararlanacak kişiler, bu kişilerin sağlık harcamalarının nasıl karşılanacağı, hangi durumlarda sağlık hizmetlerinden yararlanılacağı gibi prosedürlerin belirlenmesi amaçlanmıştır (URL-18, 2006).
- 2012 yılı “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” ile İSG faaliyetlerinin planlanması ve güncellemelerin yapılması adına çalışan ve işverenlerin yapması gerekenlerin neler olduğu organize edilmiştir (URL-19, 2012).

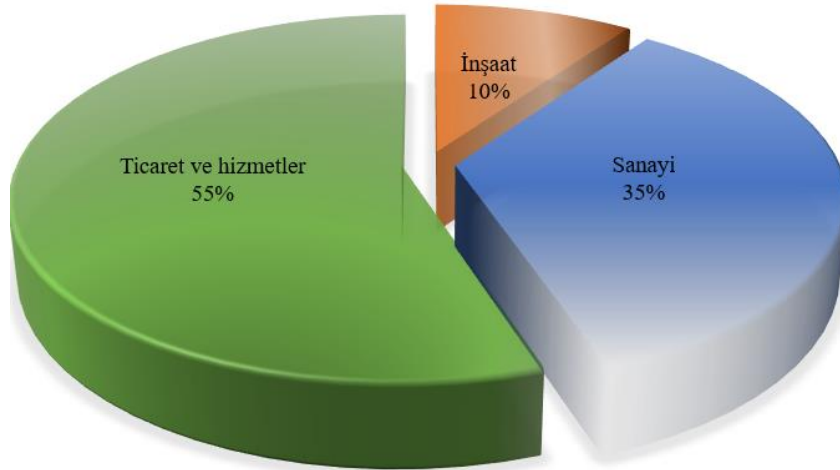
#### **1.4. İstatistiklerle İş Sağlığı ve Güvenliği**

Bu bölümde verilecek verilerin doğrudan bir popülasyonun göstergesi olarak görülmesinden ziyade İSG faaliyetlerinin önemi üzerinde farkındalığı arttırmak amacıyla değerlendirilmesi yerinde olacaktır. 02.08.2022 tarihli erişimi sağlanan Şekil 1.4'deki takvim ve mevsim etkilerinden arındırılmamış verilere göre Türkiye’de 2021 yılında sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet alanlarında ocak ayındaki toplam ücretli çalışan sayısı 12,676,268 kişi iken 2022 yılında ocak ayında aynı alanlarda ücretli çalışan sayısı 13,557,349 kişi olarak gerçekleşmiş, 2021 yılında ücretli çalışan sayısı eylül ayında 13,894,511 kişi ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır (TÜİK, 2022). 2021 eylül ayında en yüksek seviyesine ulaşan ücretli çalışan sayısı sonraki aylarda düşüşe geçse de 2022 ocak ayında 2021 yılı ocak ayına göre 881.081 kişilik bir iş gücü artışı olmuştur. Bu artış geçen yılın aynı aylarına göre artmaya devam etmiştir. Takvim ve mevsim etkilerinden arındırılmamış veriler her ne kadar dönemsel iş gücü artışlarını barındırsa da bu bölümde, çalışan kişi sayısına dikkat çekilmek istenmiştir. Çalışan her bir kişi aynı zamanda İSG faaliyetlerinin bir ögesini oluşturmaktadır. Erişim tarihi itibarıyla veriler mayıs ayına kadar yayımlandığından sonraki aylara ait veriler bulunmamaktadır.



Şekil 1.4. Türkiye’de sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet alanlarındaki toplam çalışan sayıları (TÜİK, 2022)

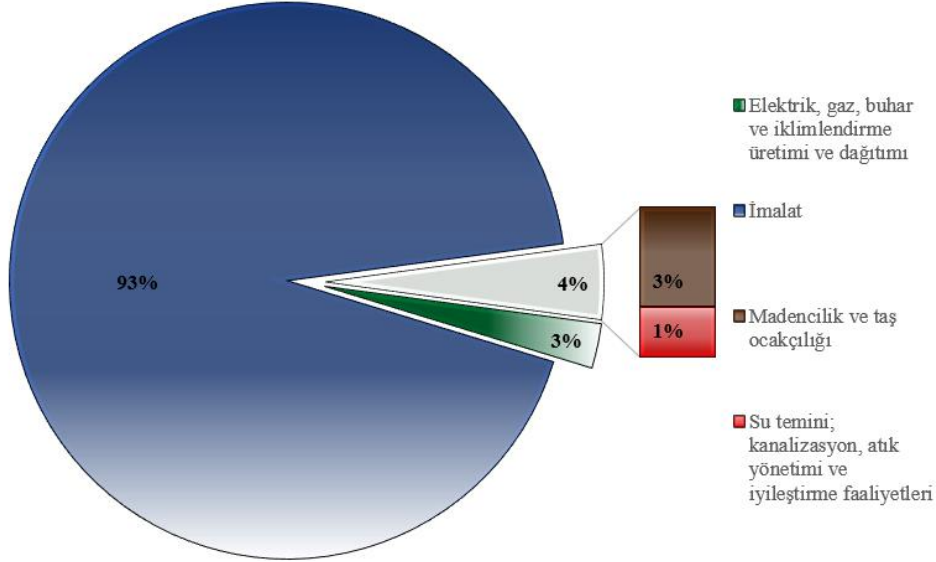
TÜİK 2022 yılı ocak ayı verilerine göre ücretli çalışanlar sanayi, inşaat, ticaret ve hizmetler olmak üzere 3 ana başlıkta değerlendirilmiş ve toplam ücretli çalışan sayının 13,557,349 kişi olarak yayımlandığından daha önce bahsedilmiştir. Şekil 1.5’teki pasta grafiğinde sanayi alanındaki dilimde çalışan sayısı 4,743,337 kişi, inşaat alanındaki dilimde 1,333,610 kişi, ticaret ve hizmetler alanındaki dilimde 7,480,402 kişi bulunmaktadır.



Şekil 1.5. 2022 yılı ocak ayı ücretli çalışan sayılarının sektörlere göre dağılımı (TÜİK, 2022)

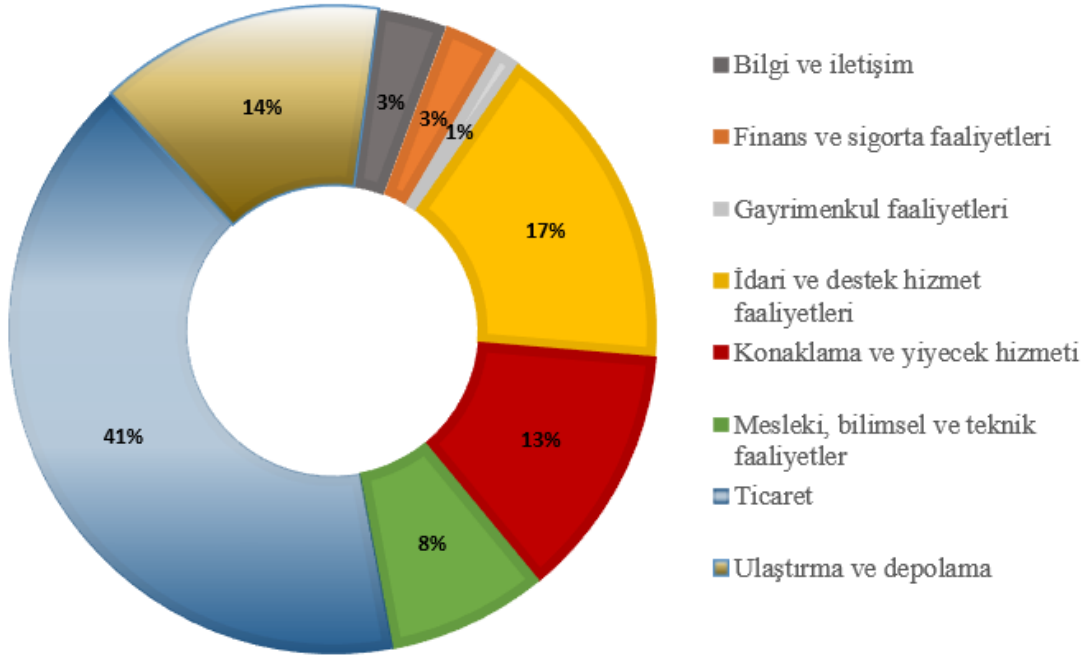
TÜİK 2022 yılı ocak ayı verilerine göre sanayi alanındaki toplam ücretli çalışan sayısı 4,743,337 kişi olmuştur. Şekil 1. 6’daki sanayi alanındaki alt başlıklarda madencilik ve

taş ocakçılığı alanında çalışan 132,169 kişinin, imalat alanında çalışan 4,414,813 kişinin, elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım alanlarında çalışan 119,580 kişinin, su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri alanında çalışan 68,240 kişinin yüzdeler dağılımları görülmektedir.



Şekil 1.6. 2022 yılı ocak ayı sanayi alanındaki çalışan sayıları (TÜİK, 2022)

TÜİK verilerine göre ticaret ve hizmet alanlarındaki 2022 yılının ocak ayında toplam ücretli çalışan sayısı 7,480,402 kişi olmuştur. Şekil 1.7’de görülen yüzdeler oranları, ticaret alanında 3,067,546 kişi, ulaştırma ve depolama alanında 1,060,416 kişi, konaklama ve yiyecek hizmeti alanında 952,324 kişi, bilgi ve iletişim alanında 259,179 kişi, finans ve sigorta alanında 201,857 kişi, gayrimenkul faaliyetleri alanında 100,658 kişi, mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler alanında 597,766 kişi, idari ve destek hizmet faaliyetleri alanında 1,240,656 kişi oluşturmaktadır.



Şekil 1.7. 2022 yılı Ocak ayı ticaret ve hizmetler alanlarındaki çalışan sayıları (TÜİK, 2022)

Bu bölümdeki bilgilerden anlaşılacağı üzere ülkemizdeki çalışan sayıları göz önüne alındığında İSG alanındaki faaliyetlerin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

### 1.5. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Denetimlerin Önemi

Sanayileşmenin getirdiği teknolojik atılım, çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından iş yeri koşullarına bağlı olarak tehlikeli durumlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. İşçi sağlığının korunması için mevzuatımızda birçok çalışma yapılmıştır. 6331 sayılı İSG ve diğer tamamlayıcı kanunlar ile iş yerinde meydana gelen iş kazası ve meslek hastalığının işveren, işçi ve ekonomiye verdikleri zararları azaltmak veya tamamen yok etmek amaçlanmıştır. Her ne kadar iş güvenliği öncelikle işçiyi korumaya yönelik olsa da işvereni, makinaları, bina ve tesisatlarında zarar görmesini engellemektedir. Ayrıca iş kazaları ve meslek hastalıkları ülke ekonomisi açısından iş gücü, hammadde, zaman kayıplarına ve kaynakların boşa harcanmasına sebebiyet vermektedir.

Kanunlarla işleyiş denetlenmediği zaman birilerinin bu kanunları her zaman istismar etme potansiyeli vardır. Yaşanan istismarların tespit edilmesi durumunda ciddi yaptırımlar uygulanmaktadır. Bu nedenle 6331 sayılı kanunun “Teftiş ve İdari



Yaptırımlar” bölümünde iş yerinin denetlenmesi sonucunda kanuna aykırılıklar görülürse işin durdurulması, kamu ihalelerinden yasaklanma veya idari para cezalarına çarptırılma gibi uygulamalarla karşılaşmaktadır.

İşyerinde güvenlik önlemlerinin alınması işverene bir maliyet yükleyecektir. İlk başta ek bir maliyet olarak görülen iş güvenliği kalemleri uzun dönemde etkin bir üretimin sağlanmasına katkı sunacaktır (Olçay, 2019). İşverenleri iş güvenliği ile ilgili maliyetleri karşılamaya zorlayacak etmen müfettişlerin denetim yapmasıdır. Gereksiz maliyet olarak görülen İSG tedbirlerini almayan işverenler iş kazası olduğunda ödedikleri tazminatlar ve hatta hapis cezaları nedeniyle pişmanlık duymaktadırlar (Tekin, 1991). Denetimlerin yapılmasının ne kadar önemli olduğunu iş işten geçtikten sonra idrak edilmektedir.

İş güvenliğinin sağlanmadığı bir işyerinde oluşan vakalar firmanın kötü bir şöhrete sahip olmasına neden olacaktır (Tekin, 1991). İş kazası nedeniyle üretim aksayacağından alınan işler geç teslim edilecek bu yuzdende tazminat ödeme durumu oluşacaktır. Yapılan denetimler sayesinde iş kazası veya meslek hastalıklarının önüne geçilecektir.

Makinaların iş kazası nedeniyle hasara uğraması üretimin durmasına neden olacak ve tekrar üretime başlamak içinde bir zaman ve maliyet kaybı yaşanacaktır (Medeni, 2014; Tekin, 1991). Denetimler sayesinde özellikle pahalı ekipmanların güvenlik tertibatları ile donatılması sağlanacaktır. Dolayısıyla maliyet gibi gözükken kalemler aslında üretimi koruyucu bir etken olacaktır.

İş yerinde oluşan bir kaza veya meslek hastalığı işçi sağlığı dışında ayrıca kalifiye iş gücü kaybı yaşanmasına neden olacaktır (Olçay, 2019). Kalifiye bir işçinin yetişmesinin ne kadar zor olduğu işveren örgütleri tarafından deklare edilmektedir. İş gücü kaybını önlemek için alınan tedbirlere en önemli katalizör görevi görecektir etmenlerden bir tanesi de yapılacak denetimlerdir.

Bir iş kazası veya meslek hastalığı yaşandığında en büyük zararı, kazanın derecesine göre işçi ve işçi yakınları yaşamaktadırlar (Medeni, 2014). Birçok iş kazasının denetimsizlikten kaynaklandığı zaman zaman ajanslara yansımaktadır. Bu durum bize denetimlerin ne kadar önemli olduğunu açıklamaktadır. İşçiler sağlıklı ve güvenli bir

ortamda çalıştıklarını düşünürlerse daha verimli çalışacaklardır. Yapılan denetlemeler ile çalışanlar işyerinin denetlendiğini göreceklerdir. İşyerinin sağlıklı ve güvenli olması psikolojik açıdan olumlu etki meydana getirerek üretimin kalitesini arttıracaktır.

Yukarıda bahsedilen olumsuzlukların yaşanmaması için İSG ile ilgili mevzuatlara uyulması ve iş yerlerinin denetlenmesi gereklidir. “6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu” dikkate alınarak bakanlık müfettişleri tarafından yapılan teftiş, inceleme, araştırma işlemlerinin iş yerlerine, işçiye ve ekonomiye çok önemli katkılar sağladığı anlaşılmaktadır.

## **1.6. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Elektrik Tehlikesi**

Elektriğin evrenin oluşumundan itibaren var olduğunu bugünkü bilgilerimizle bilebiliyoruz. Bilim adamları sayesinde bugün elektrik enerjisini doğrudan insanoğlunun konforunu arttırmak için kullanabilmekteyiz. Günlük yaşamımızın her alanında kullandığımız elektrik enerjisinden ısınma, aydınlanma, yük kaldırma ve taşıma, hizmet sektöründe, temizlik işlerinde, imar işlerinde, iletişim ve ulaştırma gibi daha birçok alanda faydalanmaktayız. Bu nedenle birkaç saatlik elektrik kesintisi üretimin durmasına, maddi ve manevi zararlara neden olmakta ve insanların tahammül edemeyeceği bir durum oluşturmaktadır.

Yaşam kalitesini arttırmasının yanı sıra çarpılma ve yangın gibi risklere sebep olan elektrik, can ve mal kaybına neden olacak çok ciddi riskler barındırmaktadır. Bu yüzden elektriğin ne olduğu hakkında insanların bilgi sahibi olmaları önemlidir.

### **1.6.1. Zaman Yolculuğunda Elektriğin Seyri**

Günlük hayatımızı kolaylaştıran elektriğin kullanımı, uzun bir tarihi süreç içerisinde birçok bilim adamının yaptığı çalışmalar neticesinde somutlaşmıştır. Şüphesiz insanoğlu, elektriğin nimetlerinden faydalanmamızı sağlayan bu bilim adamlarına çok şey borçludur. Bir insanın geleceğe yön verebileceğinin en büyük kanıtlarını ortaya koyan bilim adamları bazen önceki çalışmaların üzerine eklemeler yapmış, bazen de

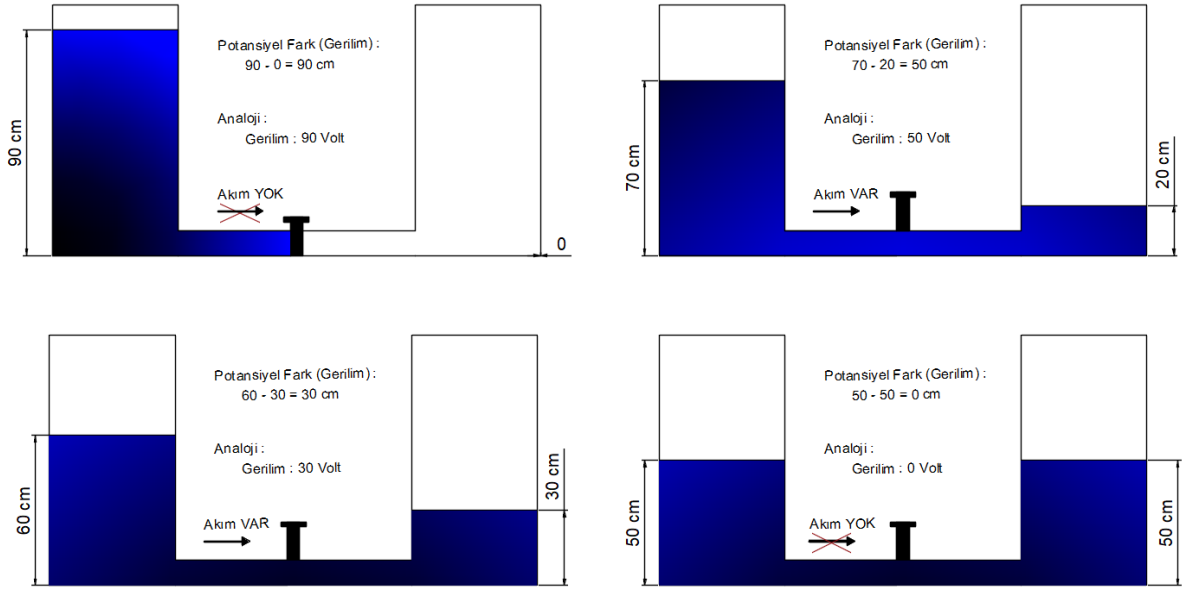
birbirlerinden bağımsız çalışmalar yapmışlardır. Bu başlıkta elektriğin günümüze değin hangi aşamalarından geçtiğine dair bilgi verilerek farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır.

- M.Ö. antik Yunanistan'da yaşamış Miletli filozof Thales kehribarın sürtünme sonucunda bir çekim gücü oluşturduğunu fark etmiştir (Lindell, 2009). Bu durum sürtünme ile elektriklenme sonucu ortaya çıkan statik elektriğe örnek olarak verilebilir.
- Theophrastus (M.Ö. 372-287), kehribarın çekim gücünden yazılı olarak ilk defa bahsetmiş ayrıca De Lapidibus kitabında günümüzde turmalin veya sarı kehribar olduğu düşünülen çekim gücüne sahip Lyncurium adlı efsanevi bir taş ile ilgili bilgi vermiştir (Lindell, 2009).
- Aristotle (Aristoteles, M.Ö. 384-322) Thales'in kehribar deneylerinden bahsetmiş ve on altıncı yüzyıl Avrupa'sına kadar bu anlatıları ulaştırmıştır (Lindell, 2009).
- 1600 yılında William Gilbert elektrik terimini kullanmış, manyetizma ile elektrik arasında bir ilişki olduğunu fark etmiştir (Mastrullo, 2005).
- 1752 yılında Benjamin Franklin, iki yardımcısının ölümüyle sonuçlanan uçurtma deneyinde yıldırımın elektriğin bir formu olduğunu keşfederek günümüzde kullandığımız artı ve eksi elektrik yük kavramlarını bilime kazandırmıştır (Mastrullo, 2005).
- 1820 yılında Hans Christian Oersted, pusulanın yakınında bulunan bir telden elektrik akımı geçtiğinde pusula iğnesinin hareket ettiğini gözlemlemiştir (Mastrullo, 2005).
- 1821 yılında Michael Faraday, elektrik motorlarının temelini oluşturan bobin içindeki mıknatısın hareketi sonucunda bobin üzerinde elektrik akımının oluştuğunu fark etti (Mastrullo, 2005).
- 1826 yılında Andre Marie Ampere, adına ithaf edilen birimi Amper olan elektrik akımıyla manyetik alan ilişkisini açıklayan ilk kişi olmuştur (Mastrullo, 2005).
- 1827 yılında Georg Simon Ohm, akım, direnç ve gerilim arasındaki ilişkiyi açıklayan Ohm Kanununu bulmuştur (Mastrullo, 2005). Bu kanuna göre bir iletken üzerinden geçen akım telin direnci ile ters uygulanan gerilimle doğru orantılıdır.
- 1831 yılında Charles Wheatstone ve William Fothergill Cooke, ilk telgraf makinesini icat etmişlerdir (Mastrullo, 2005).

- 1838 yılında Samuel Morse, bir çeşit kodlama sistemi olan çizgi ve noktalardan oluşan Mors alfabetini bularak uzak noktalar arasında verimli bir şekilde haberleşmeyi olanaklı kıldı (Mastrullo, 2005).
- 1970 yıllarında Thomas Edison, doğru akım (DC) jeneratörü yaparak New York şehrinin elektriğini sağladı (Mastrullo, 2005).
- 1876 yılında Alexander Graham Bell, telefonu icat etti (Mastrullo, 2005).
- 1878 yılında Joseph Swan ve Thomas Edison, ilk karbon flamanlı elektrik lambasının patentini aldılar (Mastrullo, 2005).
- 1800 yıllarında Nicola Tesla, günümüzde elektrik iletiminde, elektrik motorlarının çalışmasında ve diğer elektrikli cihazlarının çalışmasında kullandığımız alternatif akımı (AC) bulmuş ve Niagara Şelalesi üzerinde kurulan dünyadaki ilk hidroelektrik santralini kurmuştur (Mastrullo, 2005).
- 1895 yılında Wilhelm Fein, ilk elektrikli matkabı icat etti.
- 20. yüzyılda elektrikle çalışan buzdolabı, çamaşır makinesi, televizyon gibi hayatımızı kolaylaştıran birçok alet icat edildi.

### 1.6.2. Elektrikle İlgili Temel Bilgiler

Maddenin yapı taşı olan atomun çekirdeğinde pozitif yüklü proton ve yüksüz nötronlar, yörüngesinde ise negatif yüklü elektronların varlığı bilim adamları tarafından keşfedilmiş, hatta atom altı denem parçacıkların varlığından günümüz teknolojisi ile haberdar olabilmekteyiz. Elektrik enerjisinin oluşumunda atomların yörüngesinde bulunan elektronların rolü büyüktür. Doğadaki maddelerin atomları sürtünme, dokunma ve etki yolu ile elektrik yüklü duruma gelirler. Elektron kazanan maddeler negatif potansiyele sahip olurken, elektron kaybedenler pozitif potansiyelle yüklenmiş olurlar. Birbirinden farklı şiddette yüklenmiş maddelerin potansiyelleri arasında bir fark oluşur. Yüklü iki madde potansiyelleri arasındaki farka “Gerilim” denir. Gerilimin şiddeti ifade edilirken “Volt” birimi kullanılır. Bu durum fizikte, birisi dolu diğeri nispeten boş ve aralarında kapalı bir vana bulunan birleşik kaplara benzetilmiştir (Şekil 1.8). Yani kaplardan birinin su seviyesi diğerkaptakinden fazladır ve bu iki kap arasında potansiyel bir su seviyesi farkı oluşur. Bu analogide, dolu kaptaki ve nispeten boş kaptaki suların seviyeleri arasındaki farkı elektrikselsel gerilime benzetebiliriz. Bu su farkı çevresel etkiler göz ardı edilirse kaplar arasındaki vana açılmadığı sürece devam edecektir.



Şekil 1.8. Birleşik kaplar elektrik akımı, gerilim, iletkenlik ve yalıtkanlık analogisi

Elektrik potansiyeli farkı bulunan iki madde arasında bir elektriksel iletim hattı oluşursa elektron sayısı daha fazla olan maddeden elektron sayısı daha az olan maddeye elektron akışı gerçekleşir ve bu elektron akışı maddelerin yükleri eşitlenene kadar devam eder. İki madde arasında gerçekleşen elektron akışına elektrik akımı denir. Elektrik akımının yönü literatürde elektron akışına zıt yönlü olarak kabul edilir. Kapalı çevrim bir elektrik devresindeki elektron akışı güç kaynağının negatif ucundan pozitif ucuna doğru iken elektrik akımının yönünün pozitif uçtan negatif uca doğru olduğu kabul edilmiştir. Elektrik akımının şiddeti belirtilirken “Amper” birimi kullanılır. Birleşik kaplar analogisinde birleşik kaplar arasındaki vana ilk başta kapalı bir şekilde dururken kaplardaki sular bulunduğu kaba bir basınç uygularlar. Kaplar arasındaki vana açıldığında su seviyesi fazla olan kaptan su seviyesi nispeten az olan kaba su akışı gerçekleşir ve bu su akışı iki kap arasındaki su seviyesi eşitlenene kadar devam eder. İki kap arasındaki su akışı elektrik akımına benzetilerek elektrik akımının oluşması için iki nokta arasındaki potansiyel farkın olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Elektrik akımının oluşabilmesi için gerilimin olması tek başına yeterli olmadığı birleşik kaplar teorisi ile daha açıklayıcı olabilir. Su seviyelerinin eşitlenmesi için bir su iletim hattının olması gerekliliği elektrik akımı içinde geçerlidir. Elektrik akımının oluşması için

elektrik yüklü iki nokta arasında iletim hattı olması gerekliliği bizi “iletkenlik” ve “yalıtkanlık” kavramları üzerinde düşünmemizi sağlar. Birleşik kaplar arasındaki vananın kapalı olmasıyla yalıtkanlık sağlanırken vana açılması ile iletkenlik sağlanır ve iki kap arasında bir iletim hattı oluşur. Elektrik akımın akmasına karşı gösterilen zorluğa “Direnc” denir. Direncin birimi “Ohm ( $\Omega$ )” dur. Bir maddenin direncinin fazla olması o maddenin yalıtkanlığını arttırırken tersi durumda iletkenlik artar. Örneğin kauçuk, tahta, kâğıt gibi maddelerin dirençleri çok fazla olduğundan bu maddeler elektriksel tehlikelere karşı alınan önlemler için aynı zamanda iyi birer yalıtkanlardır.

Elektrikle ilgili olarak bilinmesi gereken kavramlardan biride elektrik devrelerinde oluşan hata akımlarının insanlara zarar vermemesi için cihazların mekanik aksamalarının bir iletken yardımıyla toprakla irtibatlandırılması işlemi olan topraklama terimidir (Hydro One, 2013). Cihazların topraklanması doğrudan yapılabileceği gibi genellikle elektrik prizlerindeki topraklama kontağı sayesinde gerçekleştirilir. Topraklama elektrik çarpılmalarına karşı alınacak en önemli önlemlerden biridir.

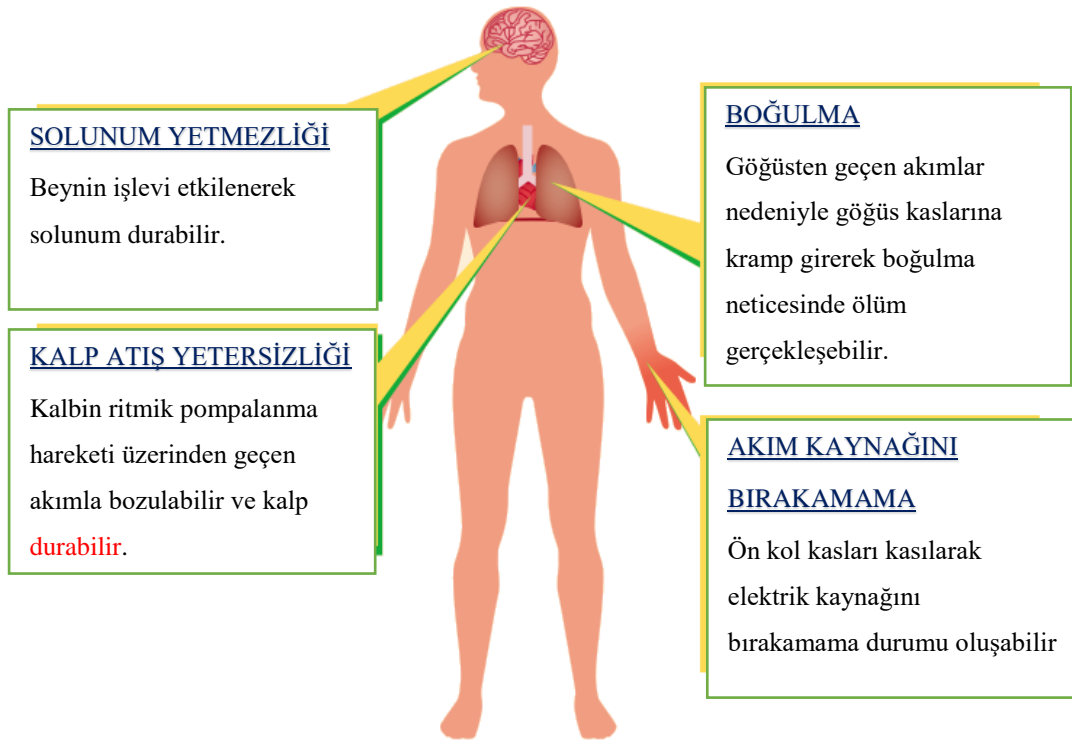
Bu bölümde birçok kazaya neden olan çoğu zaman kontrolümüz dışında oluşan statik elektrik kavramından da bahsetmek yararlı olacaktır. Maddelerin birbirlerine sürtünmesi sonucunda maddeler arasında elektrik yükü yani elektron alışverişi olduğu bilinmektedir. Bu yük akışını günlük hayatımızda bazen birisiyle tokalaşırken, kapı koluna dokunurken, kazaklarımızı çıkarıp giyerken hissetmekteyiz. Elektrik yüklü bulutların birbirleri ile ve yer yüzeyi ile olan etkileşimi, şimşek ve yıldırım olarak gözlemlediğimiz statik elektriğin varlığını bize gösterir. Statik elektrik nedeniyle özellikle parlayıcı, kolay alevlenebilir maddelerin çıkardığı yangınların çok ciddi can ve mal kaybına neden olduğu ajanslara yansımaktadır.

### **1.6.3. Elektrik Akımının İnsan Vücuduyla Etkileşimi**

İnsan vücudunun temel fonksiyonlarını yerine getirmesi için elektriği kullandığı bilinmektedir. Örneğin kaslarımızın elektrik sayesinde kasıldığı, sinir sisteminin uyarılarının elektriksel sinyaller sayesinde gerçekleştiği bilim adamları tarafından açıklanmıştır. Vücudumuzun ürettiği düşük şiddetteki elektrik yaşamsal fonksiyonların yerine getirilebilmesi için belirli bir seviyededir. Tıp dünyasının dış dünyadan

vücudumuza giren elektrik enerjisini kontrollü bir şekilde insan sağlığına faydalı bir amaçla kullanmasının yanı sıra belirli bir şiddetin üzerindeki elektrik akımı yaralanma ve ölümlere neden olabilmektedir. Fizik tedavide elektroterapi, kalp durması gibi durumlarda şoklama, vücudun sağlık durumunu gözleme gibi birçok uygulama elektrik akımı sayesinde gerçekleştirilebilir.

Doğrudan elektrik çarpmasına maruz kalan bireylerde kalp spazmı, doku zedelenmesi ve kas krampları görülmektedir (Aksoy, 1997). Normal koşullarda yetişkinlerin kalp atış hızı dakikada 60 ile 100 defa arasında olduğu bilinmektedir. Elektrik çarpması esnasında kalp ritminin normal atışının çok üstüne çıkması ve kalp kaslarının hızlı gevşeyip kasılmasının sürdürülememesinden dolayı kalp atışı durabilmektedir (Luis ve Moncayo, 2017). Şekil 1.9'da elektrik çarpması sonucunda akımın vücuttaki etkilerinden bazıları görülebilmektedir.



Şekil 1.9. Vücuttan geçen akımın bazı etkileri (Luis ve Moncayo, 2017)

Risk değerlendirilmesi yapılmamış çalışma ortamında elektriksel tehlikelerin farkında olunmadan yapılan çalışmalar sonucunda elektriğe çarpılma durumu kaçınılmaz bir son olabilmektedir. Elektrik çarpması sonucunda yaralanma veya ölüm durumu; insan

vücudundan geçen akımın türüne (Alternatif Akım, AC veya Doğru Akım, DC), vücuttan geçen elektrik akımının geçiş süresine ve şiddetine, elektrik akımının vücutta izlediği yola ve vücudumuzun elektrik akımına karşı gösterdiği dirence bağlı olmakla birlikte bazen de direkt olarak elektrik akımına maruz kalınmasa bile yaşanan korku hali, elektrik kaynaklı yangınlar ya da oluşan ark neticesinde yaralanmalar ve ölümler vuku bulmaktadır (Aksoy, 1997; Coady et al., 2015).

Tablo 1.1’de maksimum 1 saniyelik süre içerisinde insan vücudundan geçen akım şiddetlerinin insan vücudundaki olası etkileri açıklanmıştır. Akımın baz alınmasının sebebi çarpılmanın doğrudan nedeninin akım olmasıdır. Burada unutulmaması gerek şey akımın oluşması için elektrik potansiyeli bulunan iki nokta arasında iletim hattının olması gerekliliğidir. İletim hattı görevini gören insan vücudu, elektrik akımına maruz kaldığında bazı sağlık sorunları oluşabilmektedir.

Tablo 1.1. Bir saniyelik süreyle AC’ye maruz kalınması durumunda vücutta görülebilen etkiler (Hydro One, 2013)

Akım Şiddeti Miliamper (mA)	İnsan Vücudunda Görülebilen Etki
1 mA	Hissedilebilir seviyede karıncalanma duygusu
5 mA	Acı vermeyen, hafif şok etkisi oluşturan rahatsız edici his
6 mA – 16 mA	Kas kontrolünü kaybetme ve ağrı verici şok
17 mA – 99 mA	Şiddetli ağrı ve kas kasılmaları, tutulan cismin bırakılamaması durumu, ölüm ihtimali
21 mA – 99 mA	Solunum yapılamaması
50 mA ‘in üstü	Kalp ritminde bozukluklar başlar
100 mA – 200 mA	Kalbin düzensiz atması, kasların kasılması ve sinir hasarı oluşumu başlangıcı
2000 mA ‘in üstü	Kalp durması, iç organların hasar görmesi ve ciddi yanıkların oluşumu, yüksek ölüm riski

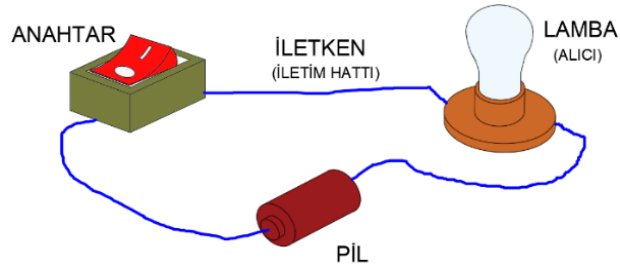
İnsanların vücut direnci fizyolojik ve biyolojik yapılarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle bir kişi 30 mA şiddetindeki akımı başka bir kişiye göre daha fazla hissedebilir. Bunun dışında insan vücudunun direncinin büyük bir kısmını deri oluşturmakta ve yara, kesik gibi herhangi bir deri açıklığında elektriği iyi ileten kan ve



dokular nedeniyle vücut direnci de düşeceğinden normalde hissedilmeyen akımlar bile daha acı verici olabilmektedir (Aksoy, 1997).

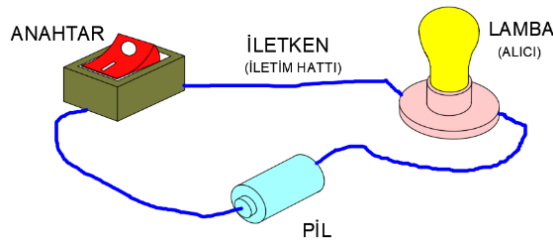
### 1.6.3.1. Neden Elektriğe Çarpılırız?

Üreteç, anahtar, iletim hattı ve alıcıdan oluşan bir elektrik devresinde anahtar açıkken (sıfır konumunda) iletim hattı kesildiğinden dolayı üretelin bir kutbundan diğer kutbuna doğru bir elektron akışı olmadığı için elektrik akımı oluşmayacak ve alıcı üzerinden akım geçmeyecektir (Şekil 1.10). Alıcılar, üzerlerinden geçen akıma karşı bir direnç gösterirler ve bu direnç nedeniyle ısı, hareket veya ışık gibi diğer enerji türleri açığa çıkar. Açığa çıkan bu enerji türlerini gözlemleyerek ya da hissederek elektrik akımının devreyi dolaştığını anlayabilmekteyiz.



Şekil 1.10. Basit elektrik devresi, anahtar sıfır konumunda, lamba sönmüş durumda

Basit elektrik devresinde anahtar kapatılırsa (bir konumunda) iletim hattı ile kapalı devre oluşacağından pilin kutupları arasında elektron akışı oluşacağından dolayı elektrik akımı devreden dolaşarak alıcının çalışmasını sağlayacaktır (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Basit elektrik devresi, anahtar bir konumunda, lamba ışık veriyor

Canlıların elektriğe çarpılma nedenleri yukarıda anlatılan basit elektrik devresiyle açıklanabilir. Ülkemizde bir fazlı sistemlerde 220 volt, üç fazlı sistemlerde fazlar arası 380 volt seviyelerinde gerilimler kullanılmaktadır. Evlerimizde kullandığımız prizlerde faz, nötr ve topraklama olmak üzere 3 adet bağlantı elektrotu bulunurken, sanayide kullanılan üç fazlı makinaların beslemeleri için genellikle 3 adet farklı karakteristikteki fazlardan oluşan sistemler kullanılır. 220 voltun oluşması için potansiyeli 220 volt kabul edilen bir faz iletkeni ve yüksüz kabul edilen bir nötr iletkeni gereklidir ve böylece faz ve nötr iletkenlerinin potansiyelleri arasındaki matematiksel fark 220 volt olmaktadır. 380 voltun oluşması için ise potansiyel farkları 380 volt olacak iki farklı karakteristikteki iki fazın olması şartı sağlanmalıdır. İnsanların 220 veya 380 volt şiddetindeki gerilimlere maruz kalmaları iki nokta arasında potansiyel fark bulunan bir iletim hattı üzerlerinde bulunmalarından dolayıdır. Elektrik akımı oluşmadığı sürece elektrik devresindeki iletkenlere temas edilse dahi herhangi bir elektriğe çarpılma gerçekleşmeyecektir. Elektrik akımının oluşması için potansiyel farkın olması zorunluluğunu en iyi anlatan durum, tek tel üzerine konan kuşların elektrik akımına maruz kalmamalarıdır. Özetle canlıların elektriğe çarpılma nedenleri potansiyel fark bulunan bir iletim hattı üzerinde bulunmalarıdır. Faz bulunan iletken kablolarla temas edilmesi durumunda vücudumuzun herhangi bir yeri farklı potansiyeldeki bir iletken veya toprağa temas ediyorsa iletim hattı tamamlanarak üzerimizden akım geçişi olacak ve üzerimizden geçen akım şiddeti 30 mA'in üzerindeyse çok ciddi tehlikeler oluşacaktır.

Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğinde tehlikeli gerilim sınırı 50 V olarak tanımlanmıştır. Kuru bir ciltte vücut direnci 500 ile 500000 Ohm arasında değişirken, ıslak veya nemli ciltte direnç 200 ile 20000 Ohm arasında değişmekte ve bu direnç aralıkları kişilerin fiziksel özelliklerine göre değişim göstermektedir (Mastrullo, 2005). IEC 60479-1 standardında hayat koruma sınır 30 mA, elektrik kaynaklı yangından korunma sınırı 300 mA olarak kabul edilmiştir. Ohm kanuna göre elektriksel direnç; gerilimin, akıma oranıdır. Burada 50 voltu 30 mA'e oranlarsak yaklaşık 1666 Ohm olarak bulunan değer insan vücudu direnci olarak hesaplamalarda kullanılmaktadır. Bu değer deride herhangi bir açıklık olmaması durumu içindir zira vücut direncinin büyük bir kısmını oluşturan derinin olamaması daha iletken olan kan ve dokular nedeniyle vücut direncinin çok ciddi oranda düşeceğinden daha önce bahsedilmiştir.

#### 1.6.4. Elektrik Akımı ve Yangın Tehlikesi

Doğrudan elektrik çarpmalarının haricinde elektrik kaynaklı yangınlardan dolayı da can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Elektrik kaynaklı yangınlar, sadece elektrik dağıtım şirketlerinin bize sunduğu enerji iletim hatları nedeniyle olmayıp, statik elektrik sebebiyle oluşan arklardan da çıkabilmektedir. Oksijen bulunan bir ortamda kolay alevlenebilir bir maddenin, herhangi bir nedenle meydana gelen elektrik arkının açığa çıkaracağı yüksek ısı nedeniyle yanacağı bilinmektedir.

İstanbul İtfaiyesi'den aktarılan istatistiklere göre (URL-20, 2022) 2015 yılında 26,978, 2016 yılında 28,586, 2017 yılında 25,073, 2018 yılında 20,416 ve 2019 yılı ağustos sonu verilerine göre 15,162 yangın olmak üzere, 2015 yılı ile 2019 yılının ağustos ayı sonuna kadar geçen periyotta İstanbul'da yılda 20.000'nin üzerinde yangın çıktığı görülmüştür (Şekil 1.12).




Şekil 1.12. İstanbul'da 2015 ile 2019 yılı ağustos sonuna kadarki süreçteki yangın sayısı ve sebepleri (URL-20, 2022)

Şekil 1.12'ye göre 2015 yılında 6,564, 2016 yılında 6,155, 2017 yılında 6,259, 2018 yılında 5,442, 2019 ağustos sonuna kadar da 3,233 elektrik kaynaklı yangın çıkmıştır. Her yıl çıkan elektrik kaynaklı yangınların ortalaması %20'nin altına düşmediği görülmektedir.

İstanbul istatistik ofisi verilerine göre İstanbul'da 2019 yılında 22,543, 2020 yılında da 20,584 yangın çıktığı belirtilmiştir. 2020 yılında elektrik kaynaklı yangın sayısı 5,780 olduğu ve çıkan toplam yangınlar arasındaki yüzdeler payının %28,08 olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır (İstanbul İstatistik Ofisi, 2021). Bu veriler, her ne kadar İstanbul ili için istatistik sunmakta olsa da elektrik kaynaklı yangınların çok ciddi sayılarda gerçekleştiğini göstermek adına önemli verilerdir.

Elektrik yangınlarının çıkış nedenlerinden bahsedildiğinde ilk akla gelen kısa devre veya elektrik kablolarının aşırı yüklere maruz kalması olmakla birlikte gerçekte birçok neden elektrik yangınına neden olabilmektedir (Babrauskas, 2008). Vytenis Babrauskas, "Research on Electrical Fires: The State of the Art" başlıklı makalesinde birçok adli tıp uzmanı ve elektrik mühendisiyle yaptığı görüşmelerden edindiği deneyimlerle Tablo 1.2'deki gibi bir çerçeve sunmuştur.

Tablo 1.2. Elektrik kaynaklı yangınların nedenleri (Babrauskas, 2008)

Yangına Neden Olabilen Elektriksel Tehlikeler	Tehlike Seviyesi
Gevşek bağlantı	<p>Yüksek</p>  <p>Düşük</p>
Karbonize yol nedeniyle oluşan ark	
Hava boşluğunda oluşan ark	
Aşırı ısınma	
Aşırı yükleme	
Sıcak parçaların sıçraması	
Katı veya sıvıların yalıtkanlık özelliklerinin bozulması	
Diğer nedenler	

Gevşek bağlantı, elektrik kablolarının birbirlerine veya cihazların bağlantı noktalarında; elektrik enerjini toplamak, dağıtmak ya da cihazın beslemesini yapmak amacıyla gerçekleştirilen zayıf bağlantılardır. Bu zayıf bağlantıların bulunduğu noktalarda arklar

oluşarak yüksek ısı açığa çıkar. Oluşan yüksek ısılar yakınlarda bulunan kolay alevlenebilir maddelerin tutuşmasına neden olabileceği gibi iletkenin ve izolasyonu sağlamak için kullanılan PVC esaslı yalıtkan kılıfı da eriterek tehlikelerin ortaya çıkmasına neden olabilir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Gevşek bağlantı yapılmış bir termostatta meydana gelen bozulma (Babrauskas, 2008)

Karbonize olmuş yol nedeniyle oluşan arklar, elektrik tesisatlarında kullanılan iletkenlerin yalıtımında kullanılan veya herhangi iki iletken elektrot arasında bulunan yalıtkan malzemelerin, iletkenin kendisinden veya harici bir ısı kaynağından yayılan sıcaklığın, kömürleşmiş yarı iletken bir çizgi hat oluşturmasıdır (Babrauskas, 2002, 2008). Bu kömürleşmiş yarı iletken hat zamanla daha çok kömürleşerek hat boyunca elektrik arklarının geçmesini kolaylaştırır ve bu durum yangın riski oluştur (Şekil 1. 14).



Şekil 1.14. Prizin ve fişin kömürleşmiş yol boyunca oluşan arklardan dolayı yanması (URL-21, 2022)

Şekil 1.15'te hava boşluğunda oluşan arklar, genellikle yüksek gerilimlerde gerçekleşmekle birlikte 240 volt gibi alçak seviyedeki gerilimlerde de iki iletkenin herhangi bir nedenle bağlantılarının kesildiği anlarda havanın yalıtkanlığının bozulmasıyla oluşabilir (Babrauskas, 2008). Havanın yalıtkanlığının bozulması olarak ifade edilen delinme gerilimi literatürde Paschen yasası olarak ifade edilen havanın basıncı ile elektrotlar arasındaki mesafenin çarpımının fonksiyonudur (Arıkan, 2013). Elektrotlar arasındaki mesafe azaldıkça daha düşük seviyelerdeki gerilimler havanın yoğunluğuna da bağlı olarak delinme gerilime neden olabilir.



Şekil 1.15. Nevada, Boulder City'de 500 kV Eldorado trafo merkezi bakım yetkilisi Neil Brady tarafından çekilen videodan bir resim karesi (URL-22, 2022)

Aşırı ısınma, kabloların veya cihazların havalandırması yetersiz ortamlarda ısının kablo ve cihazlarda tutulması nedeniyle oluşabilmektedir. Elektrik kablolarından akım geçişi olduğunda iletken etrafında manyetik alan oluşur. Eğer elektrik kabloları üst üste ve yan yana sarılırsa bobin denilen elektronik devre elemanları gibi davranarak daha büyük bir manyetik alan oluşturarak ve ısıyı hapsederek PVC iletken kılıflarının yanmasına neden olabilmektedir. Şekil 1.16'da görülen seyyar uzatma kablosu sargısı tamamen açılmadan kullanıldığından iletkenlerden geçen akım nedeniyle ısınan özellikle iç kısımdaki kablolar aşırı ısınarak PVC kılıfın erimesine neden olmuştur.



Şekil 1.16. Tamamen açılmadan kullanılan seyyar uzatma kablosunun aşırı ısınarak yanması (URL-23, 2022)

Aşırı yükleme, kabloların taşıyabilecekleri akım kapasitelerinin üzerinde akım çekecek yüklerin sisteme bağlamasıdır. İletken kablolar belirli standart kesitlerde üretilirler. Elektrik iç tesisat yönetmeliğinde kuvvetli akım devrelerinde kullanılacak en küçük kablo kesiti 1,5 mm<sup>2</sup> olarak belirtilmiştir. 1,5 mm<sup>2</sup> kesitli iletken üretici firmaya göre değişmekle beraber boru içinde 14-16 amper arasında değerinde akım taşıyabilmektedir. Elektrik tesisatlarında iletkenler uygun sigortalarla korunarak iletkenlerin çekebilecekleri akım değerlerinden fazla akım taşımaları engellenmiş olur. Eğer iletkenin akım taşıma kapasitesinin çok üzerinde bir sigorta koruma elemanı olarak seçilmişse, örneğin 1,5 mm<sup>2</sup> kablo için 63A'lık sigorta kullanılmışsa ve iletkene aşırı yüklemeler olursa iletkenlerin yanması kaçınılmaz olacaktır.

Sıcak parçaların sıçraması genellikle iletkenler arasında oluşan kısa devreler neticesinde meydana gelir. Kısa devre prensibine göre çalışan ark kaynak makineleri sıcak parça sıçramasına en güzel örneklerden biridir. Kısa devre anlarında çok yüksek ısı açığa çıkarak akkor hale gelmiş parçaların kontrolsüz bir şekilde etrafa sıçramasına neden olur. Kısa devrenin olduğu yerin yakınlarında kolay alevlenebilir maddelerin olması yangın çıkmasına neden olmaktadır.

Katı ve sıvıların yalıtkanlık özelliklerinin bozulması yüksek voltaj dalgalanmalarında görülebilmektedir. Enerji santrallerinin ürettiği elektrik enerjisini iletmede ve kullanmamızda yardımcı olan trafolar içinde sıvılar kullanılmaktadır. Bu sıvıların bazı

durumlarda yalıtkanlık özelliklerinin bozulması nedeniyle trafo patlamaları yaşanmaktadır. Katıların yalıtkanlıkları ise gerilim dalgalanmaları ya da ısıdan dolayı sünen yalıtkanın direncinin düşmesiyle elektriksel olarak delinebilmektedir (Babrauskas, 2008). Yukarıda anlatılanlar dışında daha birçok etken elektrik yangınlarına neden olabilmektedir. Bu nedenler arasında kemirgen hayvanların kabloları kemirmesi, atmosferik olaylar, işçilik hataları, izolasyon hataları, periyodik bakım onarım eksikliği, yetkisiz kişilerin müdahaleleri, mevzuatlara uyulmaması gibi daha birçok neden sayılabilir.

### 1.6.5. Elektriksel Tehlike Kaynakları ve Riskler

Çalışma ortamında ölüme kadar götürebilecek ciddi elektriksel tehlikeler bulunmaktadır. İşyerlerinde genel tehlikeler bulunmakla birlikte, işyerinin çalışma koluna bağlı olarak işyerine özel tehlikelerinde bulunacağı göz ardı edilmemelidir. Tehlikeler, canlıların fiziksel ve ruhsal iyilik hallerinin bozulmasına neden olabilecek etkenler iken, bu durumlar sonucunda yaşanacak olumsuzlukların gerçekleşme olasılığı riskleri oluşturmaktadır.

Tablo 1.3. Çalışma ortamında oluşabilecek tehlikeler ve riskler (Coady et al., 2015)

Durumlar	Tehlikeler	Riskler
Elektriksel ekipmanların yanlış topraklanması	Elektrik akımı İletken makine gövdesi	Ölüm, Yaralanma
İzolasyonu olmayan veya bozulmuş iletkenler	Elektrik akımı, Elektrik tesisatı, Kısa devre, Ark	Ölüm, Yaralanma, Yangın çıkması, Şok
Aşırı yüklenmiş tesisat	Prizler, Kablolar Elektrik panosu	Yangın
Hasar görmüş elektrikli alet ve ekipmanlar	Elektrik Akımı, Makineler, El aletleri	Ölüm, Şok, Yaralanma
Islak veya nemli çalışma ortamı	Elektrikli makineler, Seyyar kablolar	Ölüm, Şok, Yaralanma
Çalışma ortamındaki havai ve yer altı kabloları	Elektrik tesisatı, Kısa devre, Ark, Kazıcı aletler	Yangın, Yaralanma, Şok, Ölüm, Patlama
Hatalı bağlanmış elektrik tesisatı	Elektrik tesisatı, Makineler, El aletleri	Ark sonucu körlük, Şok, Yaralanma, Ölüm
İletken alet ve ekipman kullanımı	El ve güç aletleri, Elektrik tesisatı	Ölüm, Şok, Yaralanma
Alev alan ve parlayan sıvılar	Kısa devre, Ark, Isınan kablolar, Elektrik tesisatı	Patlama, Yaralanma, Şok, Ölüm, Yangın



Tablo 1.3’de görüldüğü gibi çalışma ortamında birçok elektriksel tehlike bulunmakta ve bu tehlikeler ölüme sebebiyet verecek ciddi riskleri oluşturabilmektedir. Bazı önlemler alınarak elektriksel tehlikelerin minimize edilmesi veya tamamen yok edilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Yapılacak çalışmalara işyeri çalışanları aktif bir şekilde katılmalı ve hatta tez çalışmasının hedef kitlesi olan atölye ortamındaki öğrencilerinde çalışmalara etkin katkıları sağlanarak daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmalıdır.

### 1.6.6. Elektriksel Tehlikeler İçin Alınabilecek Önlemler

Bir tehlikeye karşı önlem almak için en kesin yöntem tehlike kaynağını ortadan kaldırmak olabilir, ancak elektriği kesmek aynı zamanda işi de durdurmak anlamına geleceğinden tehlike kaynağı olarak elektriği ortadan kaldıramayız. Elektrik akımının varlığı altında çalışmak zorunda olduğumuza göre, elektriği kesmek yerine önleyici ve koruyucu tedbirler alınarak güvenli çalışma ortamı sağlanmalıdır (Tablo 1.4).

Tablo 1.4. Elektriksel tehlikelere karşı alınabilecek önlemler (Coady et al., 2015)

Önlem	Açıklamalar
Yapılacak işe uygun ekipman ve kablo kullanmak	Elektrikli aletler amaçları dışında kullanılmamalıdır. Eğitim bilimlerinde “işleve takılma” problem çözme yeteneği için olumsuz bir kavram olsa da bazen işlevi dışında kullanılan aletler elektriksel tehlikeleri arttırabilmektedir. Örneğin kablo kesmek için üretilmiş yan keskinin kabloyu bükmeye, çekmeye veya tutmaya yarayan pense yerine kullanılması durumunda, iletkenin zedelenmesine ve zamanla kopmasına neden olabilmektedir. Diğer bir tehlike yetersiz kesitte iletken kablolar kullanarak cihazların beslenmesidir. Yetersiz kesitteki iletken taşıyabileceğinden fazla akım geçişine maruz kalacağından ısınarak tehlike oluşturacaktır.
Yönetmelik, standart ve üretici firma yönergelerine uygun kurulum yapmak	Elektrik tesisatları ve cihaz kurulumları yetkili kişiler tarafından yönetmelik, standart ve üretici firmanın belirttiği kriterlere göre yapılmalıdır. Yanıcı, patlayıcı ve parlayıcı maddelerin yakınlarına mümkün olduğunca kurulum yapılmamalıdır.
Kaçak akım koruma elemanı kullanmak	Kaçak akım koruma röleleri (KAKR), faz iletkeninden gelen akım miktarı ile nötr iletkeninden giden akım miktarın eşitliği prensibine göre çalışırlar. Canlıların herhangi bir nedenle faz iletkenine teması gelen ve giden akım miktarı eşitliğini bozarak dengesizliğe neden olur. Bu akım miktarı hayat koruma için 30 mA, yangından koruma için 300 mA olarak IEC 60479-1 standardında belirtilmiştir.

Tablo 1.4. (Devamı) Elektriksel tehlikelere karşı alınabilecek önlemler (Coady et al., 2015)

Önlem	Açıklamalar
Elektrik tesisatlarında mutlaka topraklama uygulaması yapılmalıdır.	Topraklama, makine veya cihazların iletken gövde kısımlarının kablo yardımıyla toprak içinde gömülü olan topraklama elektrotuna bağlanmasıdır. Evlerimizdeki prizlerde standartlar gereği sarı-yeşil renğinde topraklama iletkeni bulunur. Bu sarı-yeşil iletken sayesinde elektrik prizine taktığımız cihazlar topraklanmış olur ve herhangi bir kaçak akım durumunda akımın canlılar üzerinden geçmesini engelleyerek topraklama iletkeni üzerinden toprağa akmasını sağlar. Hayat koruma sınırı olarak kabul edilmiş olan 30 mA değerindeki Kaçak Akım Koruma Röleleri (KAKR) iyi bir topraklama uygulamasının yapıldığı yerlerde amacına uygun çalışır.
Aşırı akım koruma elemanları kullanmak	Elektrik iletimi için değişik kesitlerde kablolar kullanılmaktadır. Her kesitin taşıyabileceği bir akım kapasitesi bulunur ve kablodan taşıyabileceğinden fazla akım çekilmesi durumunda kablonun zarar görmemesi için üzerinden akan akımın kesilmesini sağlayan sigortalar kullanılır. Doğru sigortanın seçilmesi kablonun zarar görmemesi çok önemlidir. Örneğin 15 A akım taşıma kapasitesine sahip bir iletkeni korumak için kullanılan 32 A 'lik sigorta kabloyu korumayarak yangın çıkma riskini arttırabilir. Sigortalar ayrıca tesisatta veya cihazlarda oluşabilecek kısa devrelerde akımı keserek muhtemel zararların önlenmesini sağlarlar.
Elektriksel olarak yalıtım sağlayan alet ve ekipman kullanmak	Çalışanların elektrik akımına maruz kalmaması için yalıtkanlık özelliği iyi olan aletler kullanılmalıdır. Yalıtkanlık özelliğini yitirmiş pense, kontrol kalemi, yan keski, kargaburnu gibi el aletleri kesinlikle kullanılmamalıdır. Örneğin meslek liselerinde uygulama yapan öğrencilerin elektrik akımına maruz kalmasını önlemek için eğitim setlerinin önüne kauçuktan yapılan izole halı kullanılmalıdır.
Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanmak	Elektrik enerjisi altında çalışılırken yapılan işe uygun koruyucu donanım kullanılarak çarpılma riski azaltılabilir. İzole eldiven, ayakkabı, antistatik giysiler, baret gibi malzemeler kullanılarak elektriksel tehlikeler bertaraf edilebilir.
Uyarı ve İkaz yapmak	Elektrik enerjisi olan alan ve ekipmanlar mutlaka uyarı ve ikaz işaretleri etiketlenerek bilgilendirmeler yapılmalıdır.
Düşük Gerilim Kullanmak	50 voltun altındaki gerilimler güvenli kabul edilir. Günlük hayatta kullandığımız gerilim değeri evlerimizde 220V'tur. Günlük hayatta olmasa da meslek liselerinde eğitim setlerinin bir bölümü düşük gerilim ile kullanılabilir seviyelere getirilirse İSG açısından güvenilir bir ortam oluşturmaya katkı sağlanmış olur.

Tablo 1.4'teki açıklamaların dışında elektrik enerjisinin bulunduğu makine, pano ve diğer ekipmanlarda periyodik bakım onarım faaliyetleri düzenli olarak yapılarak İSG açısından güvenli çalışma ortamının sağlanmasına katkı sağlanmalıdır. Bakım onarım faaliyetleri esnasında mümkün olduğu kadar enerji altında çalışılmamalıdır. Elektrik kesilmeden yapılan çalışmalarda çok sık çarpılma vakaları yaşanmaktadır. Elektrik panolarındaki şalterler indirildikten yani enerji kesildikten sonra başka birinin tekrar enerjisi bakım onarım faaliyeti içindeki çalışandan habersiz sisteme vermesini engellemek için “Lock-Out/Tag-Out” denilen kısaca LOTO prosedürleri uygulanmalıdır (Coady et al., 2015). LOTO etiketleme ve kilitleme olarak çevrilebilir. LOTO'daki mantık elektrik enerjisi kesildikten sonra uyarı ve ikaz işareti ile pano işaretlenmeli ve kilitlenebilir şalterler kullanılarak şalterlerin açma kapama mekanizması kilitlenmelidir. İşçilerin şahsına özel kilitler verilerek birden fazla kişinin aynı anda çalışma yaptığı zamanlarda işçilerden birinin işi erken biterse kendi kilidini açsa bile çalışmaya devam eden diğer işçinin kilidi halen takılı olduğu için enerji kesintisine devam edilecektir. Ayrıca kilitlerin takılma saat ve tarihlerinin işlendiği etiketler kullanılmalıdır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17. LOTO prosedürü

### 1.6.7. Elektrik Çarpılmalarında İlk Yardım

İlk yardım, kazazedenin bulunduğu alanda, sağlık personellerinin olay yerine intikal etmesine kadar geçen sürede, kazazedenin hayati faaliyetlerinin çalışmasına devam edebilmesi için mevcut imkanlar dahilinde tıbbi bir aparat kullanmadan ilaçsız yapılan müdahaledir (AKUT, 2021). İlk yardım sadece ilk yardım eğitimi almış ilk yardımcı

olarak anılan kişiler tarafından yapılmalıdır. Çevremizde ilk yardım sayesinde hayat kurtarabileceğimiz anne, baba ve çocuklarımız gibi yakınlarımız veya tanımadığımız kişiler olabileceği gibi bizzat kendimiz bile öğreneceğimiz çok basit tekniklerle ölümcül durumlardan kurtulabiliriz. Bu nedenle mutlaka her bireyin ilk yardım eğitimi alması çok önemlidir. İlk yardımcı olabilmek için Sağlık Bakanlığının yetkilendirdiği kurum veya kuruluşlara başvurulabileceği gibi “Türk Kızılay’ı İlk Yardım Eğitim Merkezleri” aracılığıyla da ilk yardımcı olunabilir (Şekil 1.18).



Şekil 1.18. Örnek ilk yardımcı kimlik kartı

İlk yardım koruma, bildirme ve kurtarma (KBK) olarak ifade edilen üç uygulamadan oluşur. Koruma, olay yerindeki olası tehlikeleri gözlemleyip güvenli bir ortam oluşturmaktır. Bildirme, 112 aranarak yardım kuruluşlarına bilgilendirme yapmaktır. Kurtarma, hastanın hayati fonksiyonlarının çalışmasını sağlamaya çalışmaktır.

Elektrik çarpmalarında ilk önce enerji kesilerek elektriksel açıdan güvenli bir çevre oluşturulmalıdır. Kazazede elektrik hattını bırakmış veya halen temas halinde bulunuyor olabilir. Elektrik enerjisini kesme imkânı bulunmuyorsa elektrik çarpmasına maruz kalan kişinin, yalıtkan bir malzeme yardımıyla elektrik akımına maruziyeti engellenmelidir. Elektrik akımından izole edilme işlemi şekil 1.19’da görüldüğü gibi mümkünse ayakkabı tabanı altına bir yalıtkan malzeme konulduktan sonra kablo kazazededen veya kazazedenin kablodan uzaklaştırılmasıyla yapılabilir.



Şekil 1.19. Elektrik çarpmalarında kazazedenin iletkenen izole edilmesi (URL-24, 2022)

Bu aşamadan sonra veya mümkünse kazazede ilk görüldüğü andan itibaren ilgili yardım kuruluşları aranarak sağlıkçıların olay yerine intikal etmeleri sağlanmalıdır. İlgili yardım kuruluşlarını arayan kişi sakin olmalı ve mümkünse olay mahallinin adresini bilen birisinin yardım kuruluşlarını araması avantaj sağlayacaktır. İlk yardımın, ilk yardımcılar tarafından yapılması gerekliliğinden dolayı çevrede ilk yardımcı olma ihtimali düşünülerek yardım istenebilir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nün 2020 yılında yayınladığı “İstatistiklerle Türkiye'nin İş Sağlığı ve Güvenliği Görünümü” raporuna göre 2018 yılında 4/c'li ve isteğe bağlı sigortalı olan 4/b'li sigortalılar dışında kalan 4/a ve 4/b'li sigortalı çalışan sayısı 18,888,058 kişidir. 18,888,058 kişiyi çalıştıran işyeri sayısı ise 1,879,771'dir. Bu verilere diğer çalışanları ve kayıt dışı çalışanları da kattığımızda İSG hizmetleri açısından devasa bir alanın varlığı söz konusudur (İSGGM, 2020). 2018 yılındaki iş kazası sayısı 431,275 iken iş kazası sebebiyle yaşamını yitiren kişi sayısı 1,542, fatalite hızı ise 3,6'dır. Özellikle iş kazası bildirim formlarının internetten alınmaya başlanmasıyla verilerin daha net bir şekilde kayıt altına alınması nedeniyle son yıllarda yaşanan iş kazası sayısında artış olduğu gözlenmektedir. Aslında geçmiş yıllarda da çok ciddi sayıda iş kazası yaşanmış ancak bildirimlerin eksik veya yapılamaması nedeniyle sayısal olarak günümüzde daha fazla iş kazası yaşanmış gibi gözükmektedir. Ülkemizde her 1000 iş kazası sayısında ölümlü iş kazası sayısı 3,6 (fatalite hızı) olması çok ciddi İSG problemlerinin yaşandığının göstergesidir. 2013 yılında 351 olan meslek hastalığına yakalananların sayısı, 2018 yılına gelindiğinde %198 gibi bir oranla artarak 1,047'ye ulaşmıştır (İSGGM, 2020).

Türkiye'deki İSG eğitiminin nasıl yapıldığı, kazaların önlenmesi için gerekli olan çalışmalarda eğitimin önemini, meslek yüksekokullarındaki (MYO) İSG eğitimleri ve MYO mezunu İSG teknikerlerinin eğitimleri ve görevleri incelenmiş, MYO'lardaki İSG bölümlerinin kontenjanları ve ülkemizin ihtiyaç duyduğu İSG teknikeri sayısı karşılaştırılmış, İSG teknikerlerinin eğitilmesinde görev alan öğretim elemanlarının niceliği ve niteliği değerlendirilmiş, MYO'lardaki fiziksel ve donanımsal ihtiyaç analiz edilerek ülkemizdeki İSG eğitimi ile ilgili sorunlara çözüm önerileri sunulmuştur (Ceylan, 2012).

İSG eğitimlerinin sadece iş yerlerinde verilmemesi gerektiği, bütün eğitim kademelerinde İSG eğitiminin verilmesinin gerekliliği, nitelikli İSG uzmanlarının sayısının yetersizliği, iş kazası ve meslek hastalıklarının savaşı, kötü alışkanlıklar ile karşılaştırılarak niceliği, İSG eğitiminin önleyici ve koruyucu hizmetler açısından önemi, İSG eğitiminde okulun ve işyerinin rollerin neler olduğu, Avrupa'nın İSG eğitimine verdiği önem, ülkemizdeki İSG eğitimlerinin niteliksel ve niceliksel yönden değerlendirilmesi, ülkemizdeki ve yurtdışındaki İSG lisans eğitimleri ve uygulanabilirliği, iş güvenliği mühendisliği bölümünün olması ve bu bölümün öğretim programının nasıl olması gerektiği konularında çalışma yapılmıştır (Yılmaz, 2009).

Dünyada ve ülkemizde nitelikli insan gücüne duyulan ihtiyaçla birlikte meslek liselerinin bu ihtiyacı karşılamadaki rolünün önemi, meslek liselerin artan rolleri nedeniyle sınıf mevcutlarının arttığını ve bu nedenle iş güvenliği sorunun ortaya çıktığını gösteren, MEB'in güveli okul projesi ile okullardaki tehlike ve risklerin nasıl ortadan kaldırılacağı, meslek lisesi öğrencilerinin iş güvenliği ile ilgili farkındalık düzeylerinin ölçen bir anket uygulanan, İSG farkındalık anketi sonucunda yetersiz İSG farkındalığı ile karşılaştırıldığı ve İSG çalışmaları konusunda bilinçli mezunlar vermek için öneriler sunan bir çalışma yapılmıştır (Çetinkaya ve Ulusoy, 2019).

Ülkemizde mühendislik fakültelerinde okutulan İSG derslerinin durumu analiz edilmiş, dünyadaki İSG eğitimleri ile karşılaştırılmış, Türkiye'nin meslek hastalığı sayısına göre dünyadaki sıralaması belirlenmiş, iş kazası yaşanan kişilerin eğitim durumuna göre analizi yapılmış, üniversitelerde değişik dersler altında İSG eğitimi konularının anlatıldığının tespit edildiği bir çalışma yayımlanarak, bu çalışmada 2 dönemlik İSG ders planı taslağı hazırlanarak bu taslağı oluşturan ders müfredatının mühendislik programlarındaki İSG derslerinin 3. ve 4. sınıflarda okutulması önerilmiştir (Doğan vd., 2017).

Meslek liselerine yönelik eğitim setleri hazırlayan birçok firma bulunmaktadır. Bu firmalar eğitim setlerinde iş güvenliğini sağlamak için düşük gerilim ve korumalı kablo kullanımı gibi tam güvenlik sağlamayan yöntemler kullanmaktadır. Yapılan bir çalışmada elektrik kumanda atölyesi için "PLC eğitim seti tasarımı" yapılmış ancak iş güvenliğinin nasıl sağlanacağı konusuna değinilmemiştir (Güsün, 2006).

Başka bir çalışmada internet üzerinden asenkron motor kumanda ve güç devresine ulaşım sağlanarak uygulamaların yapılması sağlanmıştır (Irmak, 2009; Yalçın, 2014). Atölyelerdeki eğitim setlerine uzaktan erişimli birçok uygulama geliştirilerek öğrencilerin ders dışı vakitlerde de uygulama yapma imkânı sunmaktadır (Azaklar, 2007; Sarıkaş ve Yayla, 2017). İnternet erişimli uygulamalar öğrencileri atölye ortamına getirmeden eğitim setine uzaktan bağlanarak erişim sağlamayı amaçlamıştır. Uzaktan erişim tabanlı uygulamalar pandemi süreci açısından eğitim öğretime katkı sağlayabilir. Ancak eğitim öğretimin pandemi süreçleri dışında, özellikle uygulamalı alanlarda normal seyrinde atölye ortamında yüz yüze yürütülmesi son derece önemlidir. Öğrencilerin atölye ortamında bulunmaması yaparak yaşayarak öğrenme ilkesine de aykırıdır. Öğrenmenin gerçekleşmesi için öğrencilerin somut olarak ilgili atölye ortamında uygulama yaparak bulunması gerekliliği eğitim biliminin önemli bir konusudur.

Yapılacak bu çalışma sayesinde Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin atölyelerinde bulunan eğitim setleri, iş güvenliğine uygun bir hale getirilecektir. Eğitim setlerinde elektrik çarptırılmasından kaynaklı risklerin ortadan kaldırılması sağlanacaktır. Hazırlanan bu yüksek lisans tezi sayesinde beklentimiz, İSG tedbirleri kapsamında meslek lisesi öğrencilerinin elektriksel kazalara karşı korunmasını sağlayarak güvenli atölye ortamına katkı sunmaktır.

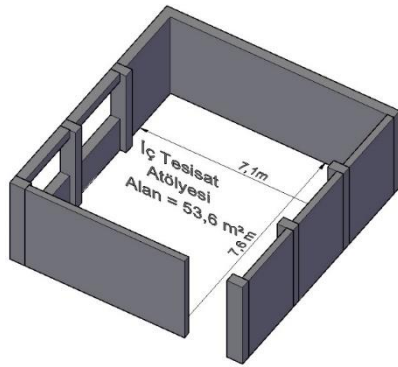


### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde öncelikle çalışma yapılacak atölyenin mevcut durumu anlatılmış, atölye için kullanılacak risk analizi yöntemi açıklanacak, geliştirilecek kumanda panosunda kullanılacak elemanlar tanıtılmış, elektronik devre kartı yapımı hakkında bilgi verilmiş, donanımsal olarak geliştirilen ürünün telefonla etkileşme yöntemleri için gerekli materyal ve yazılımlardan bahsedilmiş ve üretilen elektronik kartın dış etkilerden korunmasını sağlayacak muhafaza kutusunun üretimi için gerekli olan 3 boyutlu (3D) baskı teknolojisi tanıtılmıştır.

#### 3.1. Atölyenin Mevcut Durumu

Uygulamanın yapılacağı atölye Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi elektrik elektronik teknolojisi alanına ait tesisat atölyesidir. Tesisat atölyesi yaklaşık 54 m<sup>2</sup> alana sahip olup aynı anda 14 öğrencinin eğitim öğretim görebileceği şekilde planlanmıştır (Şekil 3.1). Atölyedeki iki adet pencere güney cephesinde bulunduğundan gün ışığını yeterince içeriye almakta ve duvar renklerinin büyük çoğunluğunun beyaz renk olması sayesinde yeterli doğal aydınlatma sağlanarak görsel konfor yeterince sağlanabilmektedir.



Şekil 3.1. Tesisat atölyesi

Tesisat atölyesinde 2'li gruplar halinde bir masada birleştirilmiş 6 adet elektrik tesisat eğitim seti bulunmaktadır (Şekil 3.2). Eğitim setlerinde öğrenciler zayıf akım ve kuvvetli akım elektrik devrelerinin uygulamalarını yaptıklarından hem 12V gibi düşük gerilimlerle hem de 220V gibi tehlikeli gerilim seviyelerinde çalışabilmektedirler. Eğitim setlerinde uygulama sırasında bir olumsuzluk oluşması durumunda enerjinin kesilmesini sağlayan acil stop butonu konulmuş ayrıca duvarlara sağlık ve güvenlik işaretleri asılarak öğrencilerin İSG açısından farkındalıklarını arttırmak amaçlanmıştır (Şekil 3.2). Eğitim setlerindeki sinyal lambaları acil durdurma butonlarından bağımsız olarak sadece enerjinin varlığını göstermekte, enerjinin eğitim seti üzerinden kesildiği durumlarda sinyal lambası yanmaya devam etmektedir.



Şekil 3.2. Eğitim setleri ve acil stop butonu

6 adet eğitim seti kapının açıldığında arkasında kalan duvara monte edilmiş B16A tipinde tek bir otomatik sigorta ile beslenmektedir (Şekil 3.3). B ve C tipi olan otomatik sigortalardan C tipi olanlar sınırladıkları akım değerlerinin üstünde bir akımın üzerlerinden çok kısada olsa bir müddet geçmesine izin verirken B tipi sigortalar hemen devreyi açarak akım geçişini kesmektedirler.



Şekil 3.3. Eğitim setlerinin beslendiği sigorta

Eğitim setlerinin beslenmesi için bazı yerlerde sıva üstü antigron kablo bazı yerlerde de kablo kanalı kullanılarak elektrik tesisatı çekilmiştir (Şekil 3.4). Tesisat kabloları ve kablo kanalları süpürgeliklerin hemen üstünden döşenmiştir.



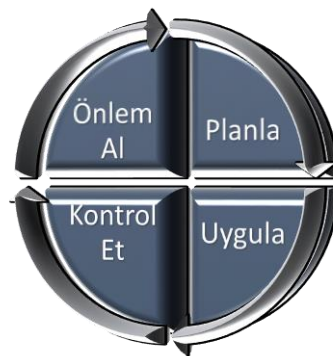
Şekil 3.4. Kablo ve kablo kanalı tesisatı

Tesisat atölyesinde bir öğretmen masası, etkileşimli tahta, çeşitli teşhir ürünlerinin bulunduğu tablolar ve çöp kovası bulunmaktadır.

### 3.2. Fine-Kinney Metoduyla Risk Analizi

İş sağlığı ve güvenliği adına alınabilen tedbirler, üretim sürekliliğini sağlayarak sonradan olası kaza ve maliyet kayıplarının önüne geçmektedir. Tedbirler alınırken teorik olarak riskin hiçbir zaman tamamen ortadan kalkmayacağı, ancak gerekli müdahaleyle azaltılabileceğinin düşünülmesi İSG faaliyetleri açısından bir sigorta görevi görecektir (Kinney ve Wiruth, 1976).

Bir işyerinde İSG faaliyetlerin ilk basamağını risk değerlendirmesi oluşturmaktadır. Risk değerlendirmesi sayesinde İSG anlamında işyerinin halihazırdaki durumunu, eksikliklerini ve güçlü yanlarını görme imkânı sağlanmaktadır. Risk değerlendirmesi kapsamında tehlikeler ve bu tehlikelerden kaynaklanan riskler belirlendikten sonra risk analizi yapmak için literatürde bahsedilen birçok yöntem kullanılabilir. Risk analiz yöntemleri incelendiğinde planla, uygula, kontrol et ve önlem al basamakları olarak bilinen PUKÖ döngüsünün uygulanmasını sağlayan Fine-Kinney metodunun bu tezde risk analizi metodu olarak kullanılması tercih edilmiştir (Şekil 3.5). Fine-Kinney metoduyla risk düzeyine karar verildikten sonra yapılacaklar planlanır, uygulanır, başarı durumu denetlenir ve eksiklikler belirlenerek tekrar önlemler alınır. Tüm anlatılanların dışında uygulaması kolay olan Fine-Kinney metodunun yaygın olarak kullanılması üçüncü kişiler tarafından anlaşılması açısından avantaj sağlamaktadır.



Şekil 3.5. PUKÖ döngüsü

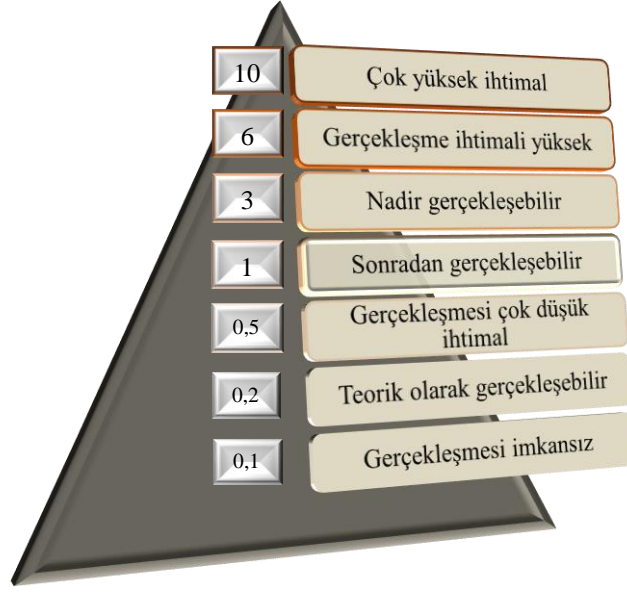
Fine-Kinney risk analizi metodu; tehlikelerin gerçekleşme ihtimalleri, tehlikelerin muhtemel oluşma sıklığı ve tehlikelerin gerçekleşmesi durumunda oluşabilecek zararların, deneyimlere dayalı olarak puanlanması sonucunda oluşan sayısal değerlerin matematiksel olarak birbirleri ile çarpılması sonucu oluşan bir risk puanının yorumlanmasını içerir (Kinney ve Wiruth, 1976). O halde tehlike ve risk kavramlarını açıklamakta yarar vardır.

Tehlike; kişinin ummadığı bir durumda oluşabilecek maddi ve manevi zarar verme potansiyeli olan durum veya davranışlardır. Elektrik enerjisi altında çalışmak tehlikeli duruma ve davranışa örnektir.

Risk; tehlikenin oluşması durumunda meydana gelebilecek maddi ve manevi zararların meydana gelme olasılığıdır. Elektrik enerjisi altında çalışan birisinin çarpılması, yaralanması veya ölmesi gibi ihtimaller risktir.

Daha önce riskin hiçbir zaman sıfırlanamayacağını düşünmenin risk analizi açısından önemli bir faktör olduğu söylenmişti. Eğer risk tamamen sıfırlanamıyorsa bu durumda literatürde kabul edilebilir risk kavramı karşımıza çıkmaktadır. Elektrik enerjisi altında çalışan bir kişinin gerekli kişisel koruyucu donanımlar (KKD) kullanarak işini yapması halinde bile çarpılma riskinin tamamen ortadan kalkmayacağı düşünülmelidir. Dikkatsizlik veya üçüncü kişilerin etkisini düşünürsek risk mevcudiyeti söz konusudur. Ancak bu durum kabul edilebilir risk olarak düşünülebilir zira elektrik arızasının devam etmemesi için çalışma yapılması elzemdir.

Şekil 3.6'da tehlikeli olayların oluşma olasılıklarına tecrübeler dayalı olarak bazı sayısal değerler verilmiştir. Örneğin hiçbir KKD kullanılmadan elektrik enerjisi altında çalışan birisi çok yüksek ihtimale çarpılacaktır, bu çok yüksek ihtimale sayısal olarak 10 değeri verilmiştir. Bir elektrik panosunda gevşek bağlantıların olması yakın zamanda olmasa da daha sonraki zamanlarda ark oluşturarak yangın çıkarma riskini oluşturur, bu durum sonradan gerçekleşebilir ve buna sayısal değer olarak 1 değeri verilmektedir. Diğer durumlar için 1 ve 10 sayısal değerleri baz alınarak ara değerler verilmiştir. Yine bu metotta bir riskin gerçekleşmesinin imkânsız olması durumu olsa bile buna da çok küçükte olsa bir değer verilmiştir.



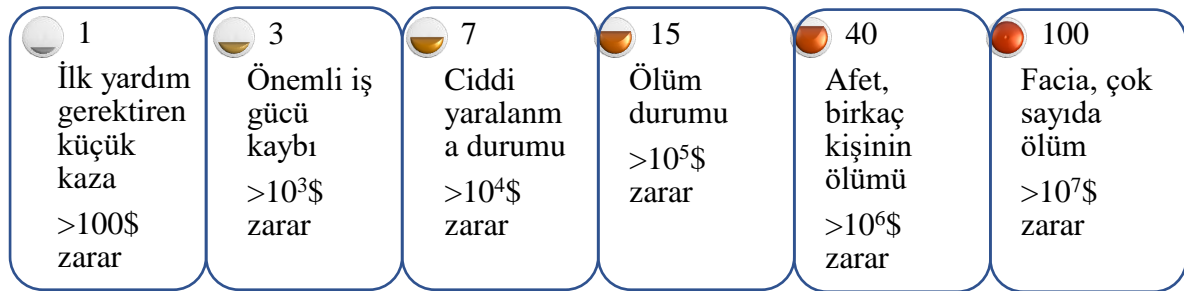
Şekil 3.6. Tehlikeli olay olasılığı, TOO (Kinney ve Wiruth, 1976)

Şekil 3.7’de potansiyel tehlikelere maruz kalma sıklıklarına verilen sayısal değerler görülmektedir. Yine burada tecrübelerle dayalı olarak bazı puanlar verilmiştir. Maruz kalma sıklığının artması doğal olarak riski de arttırmaktadır. Riske maruz kalma durumu hiç olmasa bile sayısal bir değer verilmesi İSG açısından faydalı olacaktır.



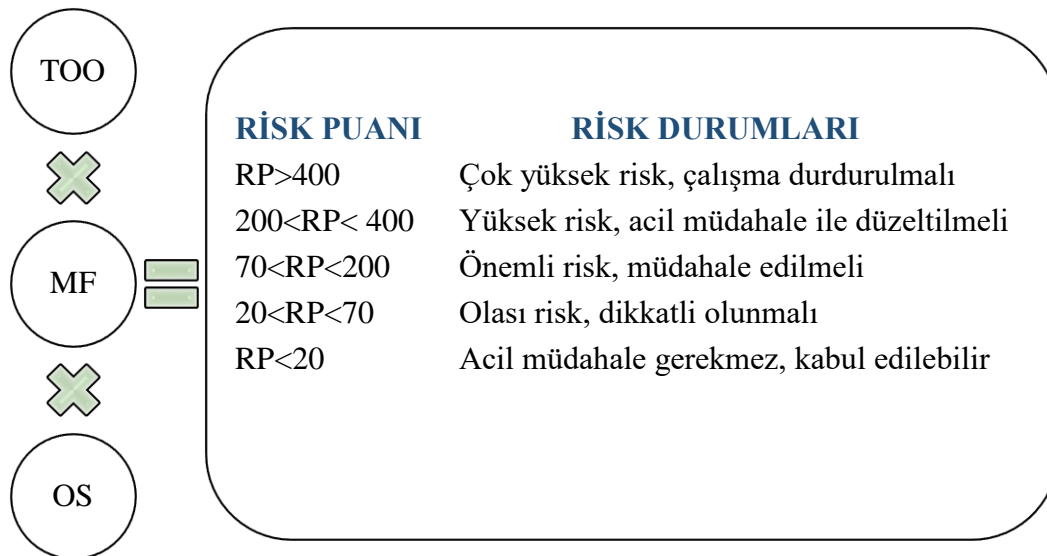
Şekil 3.7. Maruziyet frekansı, MF (Kinney ve Wiruth, 1976)

Şekil 3.8’de risklerin gerçekleşmesi durumunda meydana gelen çalışan yaralanması veya ölüm durumu ile maddi kayıpları gösteren veriler verilmiştir. Örneğin gevşek bağlantı yapılmış özellikle hareketli bir elektrik cihazında oluşacak arklar nedeniyle yangın çıkması durumunda işyerindeki çalışan sayısı, çalışma kolu gibi faktörler göz önüne alındığında çok sayıda ölümden ilk yardım gerektiren küçük kazalara kadar değerlendirmeler yapılarak puanlar verilebilir.



Şekil 3.8. Olası sonuçlar, OS (Kinney ve Wiruth, 1976)

Şekil 3.9’da tehlikeli olay olasılığı (TOO, Şekil 3.6), maruziyet frekansı (MF, Şekil 3.7) ve olası sonuçlar (OS, Şekil 3.8) değerlendirilerek oluşan değerler matematiksel olarak çarpılarak bir risk puanı (RP) bulunmuştur. Bulunan risk puanlarına göre yapılacak durumlar belirlenerek yol haritası çıkarılmıştır.

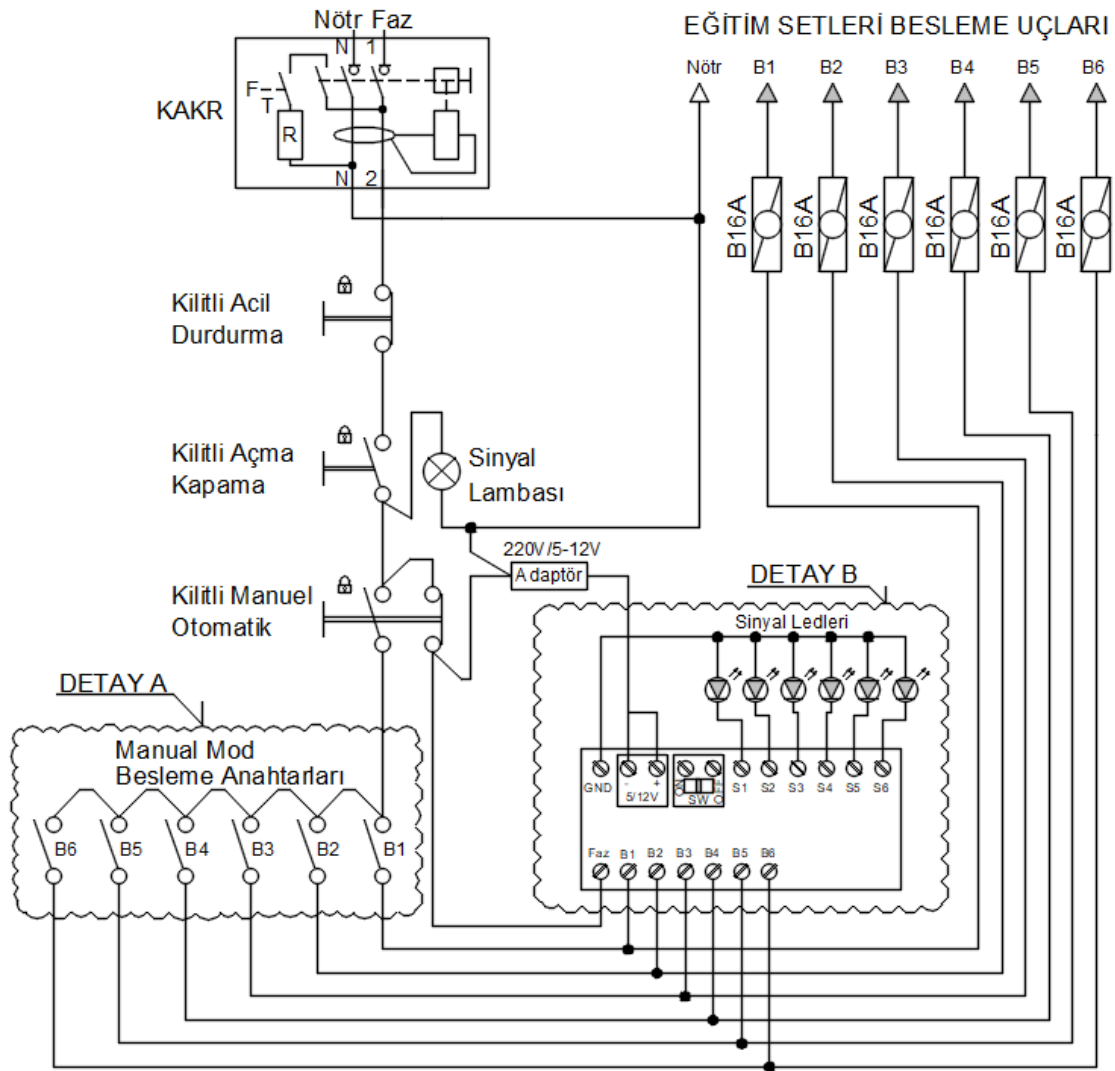


Şekil 3.9. Risk puanı, RP (Kinney ve Wiruth, 1976)

### 3.3. Elektrik Panosu Kumanda Modülünün Çalışma Prensibi ve Bileşenleri

Telefondan kontrol edilebilen elektrik kumanda panosunun yapılabilmesi için hem donanımsal hem de yazılımsal bazı araç gereçler kullanılması gerekmektedir. Bu bölümde kumanda panosunda kullanılacak araç gereçler tanıtarak başkalarının da geliştirilen uygulamayı kolaylıkla yapabilmesi için bir kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

Şekil 3.10’da “Telefondan Kontrol Edilebilen Elektrik Panosu Kumanda Modülü” elektrik kumanda şeması görülmektedir.



Şekil 3.10. Elektrik panosuna ait otomatik kumanda devresi



Bu başlıkta devrenin elektriksel kısımlarına değinilmiş, elektronik kısım “Baskı Devre Yapımı” başlığı altında açıklanmıştır. Elektrik kumanda devresinde elektrik akımının akışını sağlamak veya kesmek ve otomatik, manuel mod seçimlerini yapabilmek için kilitlenebilir anahtarlar, elektriksel koruma sağlamak için otomatik sigortalar ve kaçak akım koruma rölesi (KAKR), enerjinin varlığını anlayabilmek için sinyal lambası ve led diyotlar, geliştirdiğimiz uygulamanın beyni diyebileceğimiz programlanabilir ve telefonla haberleşmeyi sağlayacak elektronik kart kullanılmıştır.

“Kilitli Açama Kapama” anahtarı ile tüm sisteme enerji verilebilmektedir (Şekil 3.10). “Kilitli Manuel Otomatik” anahtarı ile sistemin otomatik olarak telefonla çalışması ya da herhangi bir arıza durumunda telefonla çalışmanın devre dışı bırakılarak sistemin manuel olarak çalışması sağlanmıştır. “Kilitli Manuel Otomatik” anahtarı varsayılan olarak otomatik mod konumundadır. Sisteme enerji verildiğinde “DETAY B” ile ifade edilen programlanabilir elektronik beyin enerjilenerek telefonda gelen komutlara göre eğitim setlerinin enerjilenmesi veya enerjilerinin kesilmesi işlemlerini yapar. Telefonda veri gönderilmesi işlemi sonraki bölümlerde anlatılmıştır.

Bütün elektrikli cihazlar gibi geliştirilen bu sistemde arızalanma ihtimali düşünülerek sisteme manuel mod eklenmiştir. “Kilitli Manuel Otomatik” anahtarı manuel mod konumuna alındığında telefonla çalışma özelliği devre dışı kalacak ve eğitim setlerine “DETAY A” ile belirtilen anahtarlar yardımıyla enerji verilebilecektir.

Şekil 3.11’de geliştirilen kumanda modülünün pano görüntüsü görülmektedir. Modülde dış muhafaza için kullanılan elektrik panosu kilitlenebilir yapıda ve eni 210 mm, boyu 280 mm, derinliği 130 mm ölçülerindedir. Mümkün olan en optimal ölçülerde kullanılan elektrik panosunun rahatlıkla başka alanlarda da kullanılması amaçlanmıştır. Ayrıca pano kapağındaki sinyal lambaları, led diyotlar ve anahtarlar aracılığıyla dış dünya ile etkileşim sağlanmıştır.



Şekil 3.11. Elektrik panosu görünüşü

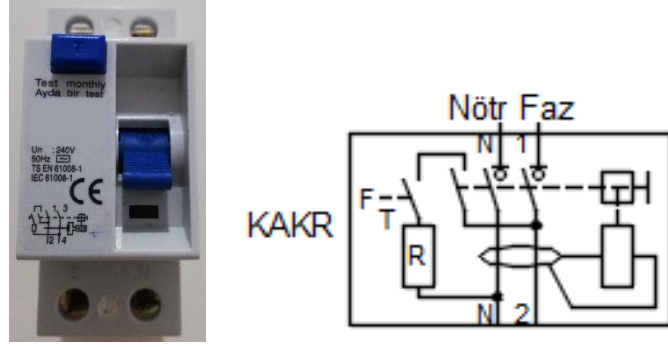
Geliştirilen elektrik panosu kumanda modülünün elektriksel kısmında kullanılacak devre elemanları şunlardır:

- Elektrik panosu: Elektrik enerjisinin iletilmesi ve dağıtılması amacıyla kullanılan devre elemanlarının bir arada düzenli bir şekilde tutulmasını sağlar (Şekil 3.12). Elektrik panosu içindeki sigortaları, anahtarlama elemanlarını, elektronik kart veya cihazları dış ortamdan yalıtarak güvenli bir ortam sağlar.



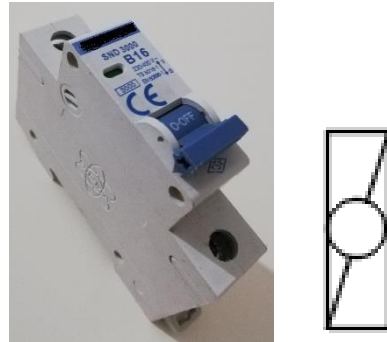
Şekil 3.12. Elektrik panosu

- Kaçak akım koruma rölesi: Faz iletkeninden devreye giriş yapan akımın nötr hattından kayıpsız olarak çıkması devrede herhangi bir kaçağın olmadığını gösterir (Şekil 3.13). Dolayısıyla devrede bir kaçak akım oluşması durumunda fazdan giren akım nötr hattından kayba uğrayarak çıkacağından giren akım çıkan akım eşitsizliği oluşarak devre enerjisinin kesilmesi sağlanacaktır. Devrede 30mA kaçak akım sınırlı KAKR kullanılarak kaçak akım kaynaklı çarpılma riski önlenmiştir.



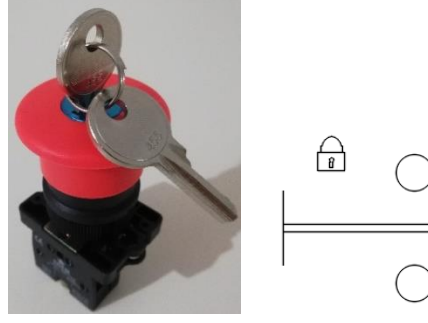
Şekil 3.13. Kaçak akım koruma rölesi (KAKR) ve sembolü

- Otomatik sigorta: Elektrik akımının şiddetini sınırlamaya yarayan devre elemanıdır (Şekil 3.14). Herhangi bir aşırı akım durumunda elektrik devresini açarak kumanda devresinin zarar görmesini engeller. Örneğin bir aşırı akım oluşumu olan kısa devre durumunda meydana gelen yüksek akımlar, iletken tellerin erimesine ve ark oluşmasına neden olarak yangın çıkarabilmektedir. Bu nedenle elektrik devrelerinde koruma amaçlı kullanılması çok önemlidir.



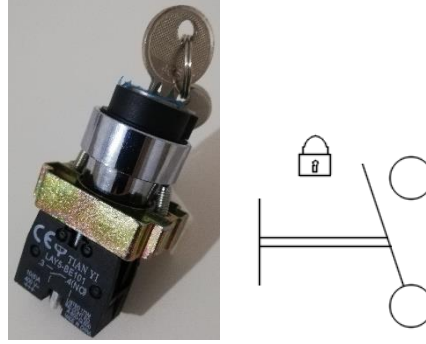
Şekil 3.14. Otomatik sigorta ve sembolü

- Kilitli acil durdurma butonu: Herhangi bir acil durumda elektrik enerjisinin rahat bir şekilde kesilmesi için kullanılan, kırmızı rengi ile dikkat çeken, basıldığında konumunu koruyan, varsayılan konuma dönebilmek için anahtar gerektiren buton çeşididir (Şekil 3.15).



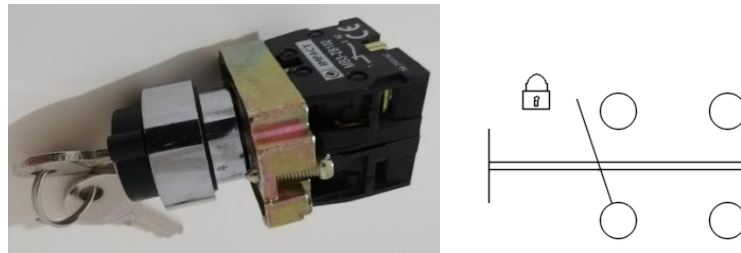
Şekil 3.15. Kilitli acil durdurma butonu ve sembolü

- Kilitli açma kapama anahtarı: Tek kontağı bulunur. Devreye enerji verip kesmemize yardımcı olur. Kilitlenebilir yapısı sayesinde sadece yetkili kişiler tarafından enerjinin kontrol edilebilmesi sağlanır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Kilitli açma kapama anahtarı ve sembolü

- Kilitli otomatik manuel anahtarı: Biri normal durumda açık diğeri normal durumda kapalı olmak üzere iki kontağı bulunur (Şekil 3.17). Anahtar çevrildiğinde kapalı kontak açılır, açık kontak kapanır. Kilitlenebilir tercihi sayesinde istenmeyen kişilerin müdahalesi engellenmiştir.



Şekil 3.17. Kilitli otomatik manuel anahtarı ve sembolü

- Sinyal lambası: Bir elektrik devresinde enerjinin varlığını veya cihazların aktif ve pasif durumlarını gözlemleyebilmemizi sağlar (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Sinyal lambası ve sembolü

- Manuel mod besleme anahtarları, “DETAY A”: Tek kontağı bulunan akımın geçişini veya engellenmesini sağlayan devre elemanıdır (Şekil 3.19). Işıklı yapısı sayesinde hangi eğitim setinin enerjilendiği gözlemlenebilmektedir.



Şekil 3.19. Manuel mod besleme anahtarları, “DETAY A” ve sembolü

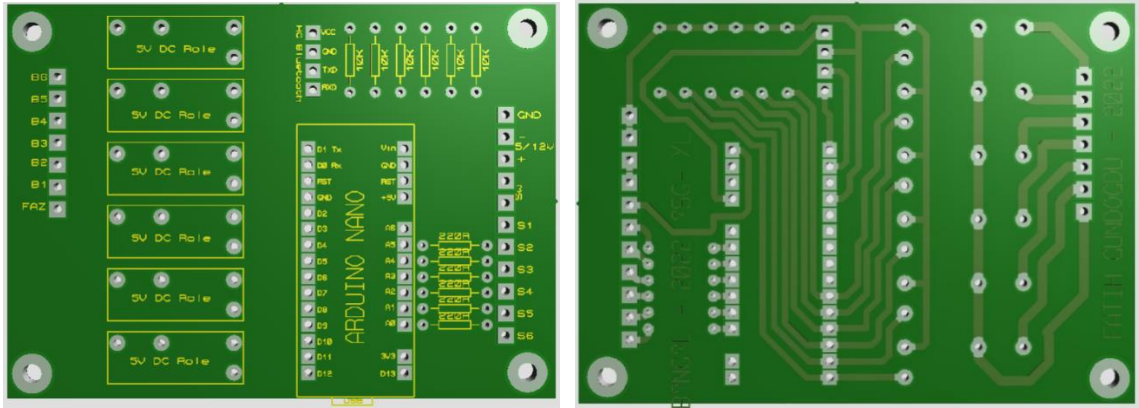
- Adaptör: Şebekeden gelen AC 220V gerilim seviyesini elektronik devrenin çalışabileceği DC 5-12V seviyesine dönüştüren devre elemanıdır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Adaptör devresi ve devre sembolü

### 3.4. “DETAY B”, Baskı Devre Yapımı

Elektronik devrelerin düzenli bir şekilde yüzeyi bakır kaplı plakete markalanması işlemine baskı devre denir (Şekil 3.21). Elektronik devrelerin daha küçük ve sade, seri üretime uygun, bakım tamirat ve montajın kolaylaştırılması amacıyla günümüzde baskı devre tekniğini hemen tüm elektronik piyasası üreticileri kullanmaktadır.



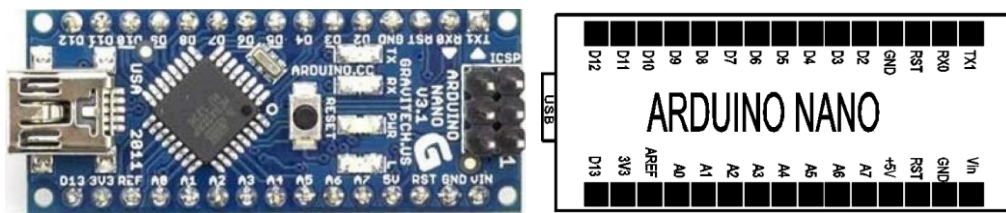
Şekil 3.21. Elektronik devrenin baskı devresinin alt ve üstten görünüşü

Baskı devre, elle plaket üzerine çizilebileceği gibi daha profesyonel anlamda bilgisayardan faydalanılarak da baskı devre çizim programları ile de çizilebilir. Piyasada ücretli ve ücretsiz birçok baskı devre çizim programı bulunmaktadır. Bu programlar sayesinde yapılan çizim hataları kolaylıkla programdan değiştirilebilir. Devre elemanlarını birleştiren bakır yolların kalınlığını elle standart olarak çizmek çok güçtür. Ancak baskı devre çizim programları ile standart yol kalınlıkları oluşturulabilir. Elle çizilen bir baskı devreyi sonradan küçültmek zordur oysaki baskı devre çizim programlarıyla çok kolay bir şekilde yeniden düzenleme yapılarak daha küçük devreler üretilebilir. Hatta bazı programlar çizim kurallarını belirttikten sonra baskı devreyi bizim yerimize çizebilecek özelliktedirler.

Baskı devre programı ile çizilen devrenin lazer yazıcıdan çıktısının alınması gerekir. Burada çıktı alınacak malzemenin seçimi baskı devre kalitesini doğrudan etkilemektedir. Yapılan bir araştırmada transfer kâğıdı, kuşe kağıt, asetat kağıdı ve koli bandı kullanılarak baskı devre çizim çıktıları alınmış ve bu malzemelerin tercih edilebilme seçeneği için maliyet, temin edilebilme, alınan çıktının ve baskı devrenin kalitesi



- Arduino Nano kartı: Üzerine kod yazılmasını sağlayan bir mikrodenetleyici bulunduran, 14 tanesi dijital ve 8 tanesi analog giriş çıkış olmak üzere 22 giriş çıkış pinine sahip olan ve bu pinler sayesinde dış ortamla iletişime geçerek cihazları çalıştırabilmemizi sağlayan hazır elektronik bir karttır (Şekil 3.23). Kart üzerindeki RX0 ve TX1 pinleri sayesinde bluetooth modülü ile haberleşme gerçekleşebilmektedir. D7, D8, D9, D10, D11, D12 pinleri ile eğitim setlerini besleyen rölelere enerji verilmektedir. A0, A1, A2, A3, A4, A5 pinlerine led diyotlar bağlanmıştır.



Şekil 3.23. Arduino Nano kartı

- Bluetooth Modülü: İki cihaz arasında kablosuz bilgi alışverişi sağlayan elektronik karttır (Şekil 3.24). Kartın VCC pinine DC 5V, GND pinine eksi, RXD pini Arduino üzerinde TX0 pinine, TXD pini Arduino üzerinde RX0 pinine bağlanır. Bağlantının yanlış yapılması bluetooth modülü ile Arduino arasındaki haberleşmenin gerçekleşmemesine neden olur.

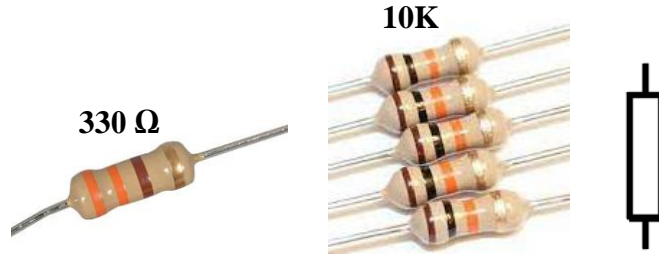


Şekil 3.24. HC 06 Bluetooth modülü ve ayak pinleri

- Direnç: Elektrik akımına karşı gösterilen zorluk olarak tanımlanmaktadır. Devremizde led diyotların yüksek akımlardan korunması ( $220\Omega$ - $330\Omega$ ) için ve devrenin kararlı çalışmasını sağlamak adına Arduino pinlerini sıfır volt değerine

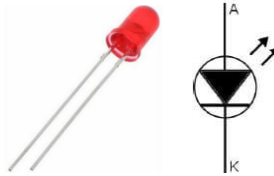


çekebilmek (10K) için kullanılmıştır (Şekil 3.25). Dirençler, üzerlerindeki renk kodları sayesinde birbirlerinden ayırt edilebilir. Turuncu, turuncu, kahverengi, altın renginde olan direnç  $220\Omega$ , kahverengi, siyah, turuncu, altın renklerine sahip direnç 10K'dır.



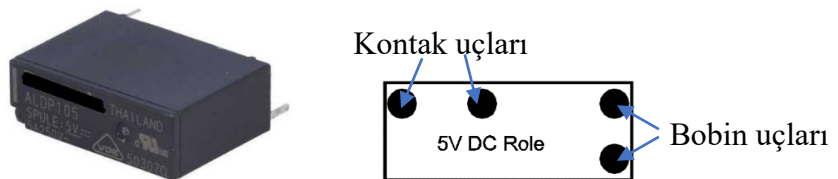
Şekil 3.25. 330Ω ve 10K dirençler ve direnç sembolü

- Led diyot: Artı ve eksi kutbu bulunan, enerji verildiğinde ışık yayan elektronik devre elemanıdır (Şekil 3.26). Devremizde hangi eğitim setine enerji verildiğini göstermek için kullanılmıştır.



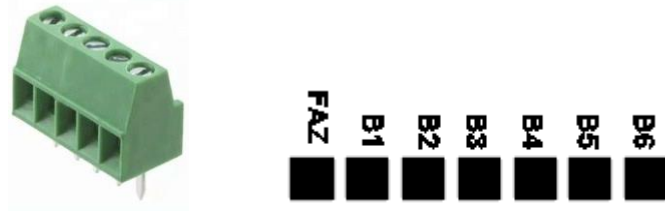
Şekil 3.26. Led diyot ve sembolü

- Röle: Anahtarlama görevini sağlayan kontakları bulunan ve bu kontakların manyetik alan yardımıyla açılıp kapanmasını sağlayan bir bobinden oluşan elektromanyetik devre elemanıdır (Şekil 3.27). En büyük avantajı düşük akım seviyesi ile enerjilenerek kontakları yardımıyla yüksek akım seviyelerinin kontrol edilebilmesidir.



Şekil 3.27. Bir kontaklı röle ve devredeki sembolü

- PCB klemens: İletkenlerin baskı devre üzerindeki ilgili yerlere bağlantılarının yapılması için kullanılan baskı devreye direkt olarak lehimlenebilen ek elemanlardır (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. PCB klemens ve devredeki örnek klemens lehimleme terminalleri

- Switch: Elektronik karta enerji vermek ya da kesmek için kullanılır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29. Switch ve devredeki bağlantı terminali

- Alüminyum folyo: Baskı devre programında çizilen devre lazer yazıcı yardımıyla alüminyum folyo üzerine aktarılır. Alüminyum folyo yerine baskı devre kağıtları da kullanılabilir. Alüminyum folyonun bir tarafı diğer tarafına göre daha parlaktır (Şekil 3.30). Daha az parlak olan tarafına baskı devre çıktısı alınmalıdır.



Şekil 3.30. Alüminyum folyo

- Lazer yazıcı: Baskı devre çizim programında çizilen devrenin çıktısını sağlıklı bir şekilde alabilmemizi sağlar. Alüminyum folyo üzerine çıktı alırken folyo

kenarlarının bantlanması, olası çıktı kaymalarının engellenmesini sağlayarak düzgün bir devre çıktısı almayı sağlayacaktır (Şekil 3.31).



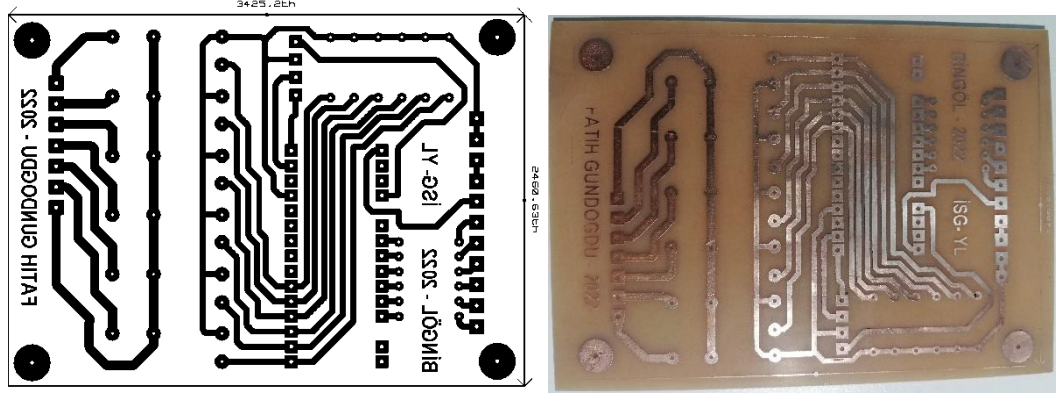
Şekil 3.31. Lazer yazıcı ve baskı devre çıktısı

- Laminasyon cihazı: Bu cihaz sayesinde lazer yazıcıdan üzerine çıktı alınan alüminyum folyonun bakır plaket üzerine preslenmesiyle devre çiziminin bakır plaket üzerine aktarımı sağlanır (Şekil 3.32). Laminasyon cihazı yerine susuz ütü kullanılabilir.



Şekil 3.32. Laminasyon cihazı ve plaket üzerine baskı devre şemasının preslenmesi

- Bakır plaket: Elektronik devre elemanlarının birbirleri ile bağlantılarının kablo olmadan bakır yollar vasıtasıyla sağlanabildiği ve devre elemanlarının bir arada düzgün bir şekilde durabilmesi için kullanılan bir veya iki yüzü bakır kaplı kartlardır. Şekil 3.33’de geliştirilen sisteme ait baskı devre şeması ve baskı devre verilmiştir.



Şekil 3.33. Baskı devre şeması ve baskı devre

- Baskı devre çözültisi: Perhidrol (hidrojen peroksit) ve tuz ruhu kullanılarak hazırlanan ve bakır plakete üzerine çizilen yolların dışındaki bakır yüzeyleri eriterek asıl devrenin kalmasını sağlayan çözültidir. Çözelti, kullanılan perhidrol ve tuz ruhunun etkinliğine göre değişmekle birlikte genel olarak 1 oran perhidrol, 3 oran tuz ruhu şeklinde hazırlanır. Perhidrol alırken seçici olunmalı, kutusunun üzerinde uyarı etiketlerinin bulunmasına dikkat edilmelidir (Şekil 3.34).



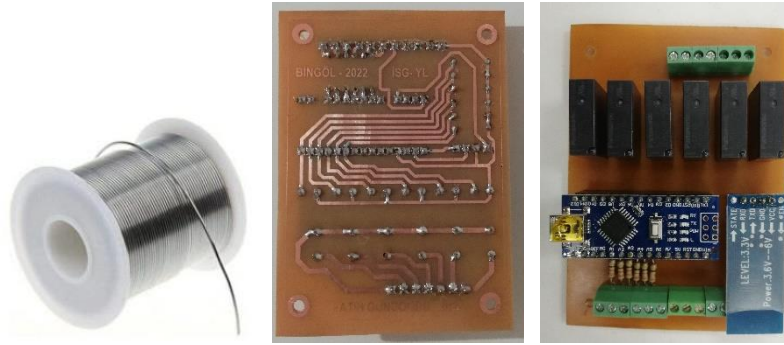
Şekil 3.34. Örnek perhidrol şişesi, hazırlanan çözelti ve çözelti sonrası devre

- Kalem havya: Elektronik devre elemanlarının baskı devre üzerine lehimlenmesi için kullanılır. Yapısında bulunan rezistans enerjilenince ısınarak metal ucu ısıtır. Isınan metal uç yeterli sıcaklığa ulaştığında lehim telini eriterek devre elemanlarının baskı devre üzerine sabitlenmesi işlemini sağlar.



Şekil 3.35. Kalem havya ve lehimleme işlemi

- Lehim teli: Kalay ve kurşun alaşımından oluşan, eritilerek bakır plaket ve elektronik devre elemanlarının birleşim noktalarına dökülen, iletken malzemedir (Şekil 3.36).



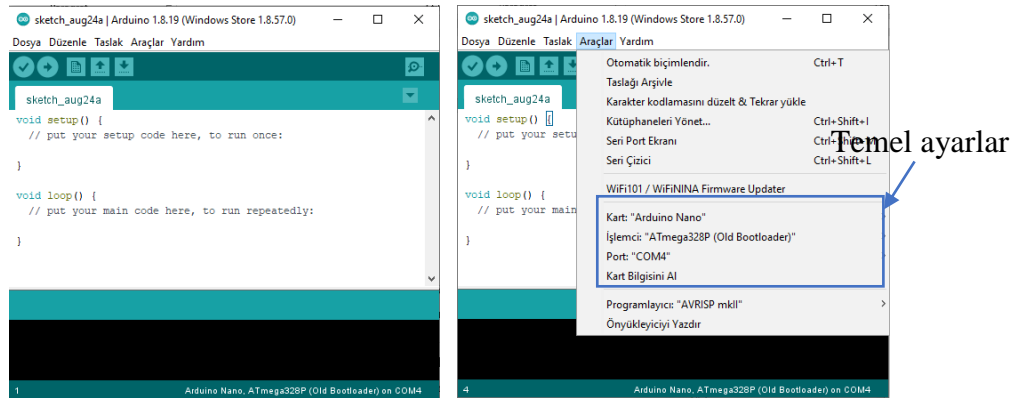
Şekil 3.36. Lehim teli ve lehimleme sonrası devre

### 3.4.1. Arduino Yazılım Yükleme Programı

Elektronik kartımızda kullandığımız Arduino Nano kartına gerekli yazılımın yüklenmesi için bir platforma ihtiyaç duyulmaktadır. Yazılan kodlar tamamen açık kaynak kodlu entegre geliştirme platformu olan Arduino IDE ile gerçekleştirildi. Arduino IDE “<https://www.arduino.cc/en/software>” sayfasına gidilerek “SOFTWARE” menüsü altından indirilip bilgisayara kurulumu gerçekleştirildi. Kurulumun nasıl yapılacağı dair çok geniş bilgi web ortamında bulunmaktadır.

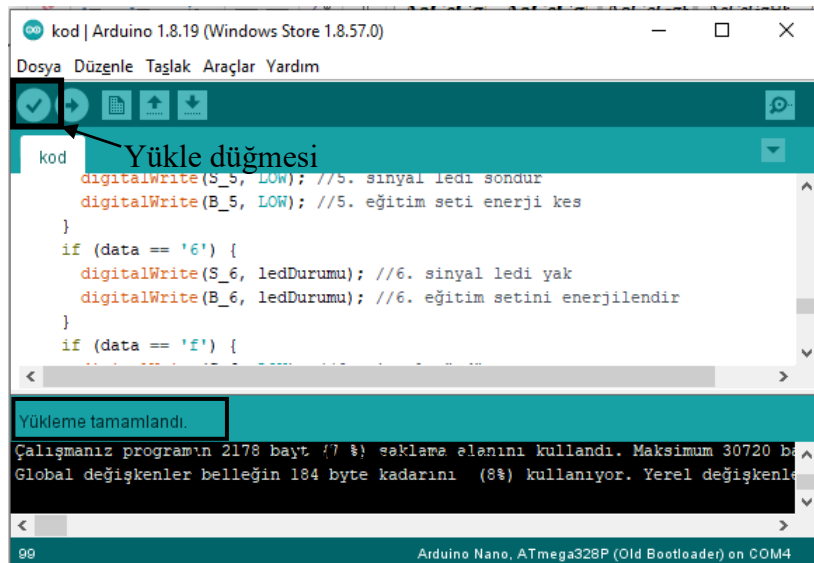
Program yüklendikten sonra Arduino IDE çalıştırıldığında Şekil 3.37’deki pencere açıldı. Kodu karta yüklemek için bazı temel ayarlar yapıldı. Bunun için “Araçlar” menüsünde

bulunan “Kart”, “İşlemci” ve “Port” seçimleri yapıldı. Kart olarak “Arduino Nano” seçilmiştir. “İşlemci” ve “Port” bilgileri bilgisayara ve mikrodenetleyici kartta göre değişiklik gösterebilmekte ve bu ayarların yapılabilmesi için Arduino kartının bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlı olması gerekmektedir. Temel ayarların yapılmasında sorun yaşanması durumunda detaylı bilgi için web ortamında küçük bir tarama yapılabilmektedir.



Şekil 3.37. Arduino IDE editörü ve ayarlar

Arduino Nano bilgisayara bağlandıktan sonra Arduino IDE editöründe bulunan “Yükle” düğmesiyle yükleme yapıldı. Yükleme başarılı olarak tamamlandığında ekranda “Yükleme tamamlandı.” uyarısı belirdi (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Yazılan programın Arduino Nano’ya yüklenmesi

### 3.4.2. Elektronik Karta Yüklenen Program Kodları

Aşağıda yazılan kodlar anlaşılabilirliğin yüksek olması açısından mümkün merteye basit yazılmıştır. Yazılan kodlar olduğu gibi Arduino IDE editörü aracılığıyla Arduino kartına yüklendiğinde sistem sorunsuz çalışmaktadır.

```
//Eğitim seti enerji beslemeleri değişken tanımlamaları
int B_1 = 12;
int B_2 = 11;
int B_3 = 10;
int B_4 = 9;
int B_5 = 8;
int B_6 = 7;

//Eğitim setlerine enerji durum sinyal ledleri değişken tanımlamaları
int S_1 = A5;
int S_2 = A4;
int S_3 = A3;
int S_4 = A2;
int S_5 = A1;
int S_6 = A0;

int ledDurumu=HIGH;

void setup() {
  // Enerji besleme pinlerinin çıkış olarak atanması
  pinMode(B_1, OUTPUT);
  pinMode(B_2, OUTPUT);
  pinMode(B_3, OUTPUT);
  pinMode(B_4, OUTPUT);
  pinMode(B_5, OUTPUT);
  pinMode(B_6, OUTPUT);
  // Sinyal Led pinlerinin çıkış olarak atanması
  pinMode(S_1, OUTPUT);
  pinMode(S_2, OUTPUT);
  pinMode(S_3, OUTPUT);
  pinMode(S_4, OUTPUT);
```

```
pinMode(S_5, OUTPUT);
pinMode(S_6, OUTPUT);
//Seri haberleşmenin açılması
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
if (Serial.available()) { //Bluetooth modülü ile iletişim kontrolü
int data = Serial.read(); // Telefonda gelen verileri oku ve data değişkenine at
if (data == '1') {
digitalWrite(S_1, HIGH); //1. sinyal ledi yak
digitalWrite(B_1, HIGH); //1. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'a') {
digitalWrite(S_1, LOW); //1. sinyal ledi söndür
digitalWrite(B_1, LOW); //1. eğitim seti enerji kes
}
if (data == '2') {
digitalWrite(S_2, ledDurumu); //2. sinyal ledi yak
digitalWrite(B_2, ledDurumu); //2. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'b') {
digitalWrite(S_2, LOW); //2. sinyal ledi söndür
digitalWrite(B_2, LOW); //2. eğitim seti enerji kes
}
if (data == '3') {
digitalWrite(S_3, ledDurumu); //3. sinyal ledi yak
digitalWrite(B_3, ledDurumu); //3. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'c') {
digitalWrite(S_3, LOW); //3. sinyal ledi söndür
digitalWrite(B_3, LOW); //3. eğitim seti enerji kes
}
if (data == '4') {
```



```

digitalWrite(S_4, ledDurumu); //4. sinyal ledi yak
digitalWrite(B_4, ledDurumu); //4. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'd') {
    digitalWrite(S_4, LOW); //4. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_4, LOW); //4. eğitim setini enerji kes
}
if (data == '5') {
    digitalWrite(S_5, ledDurumu); //5. sinyal ledi yak
    digitalWrite(B_5, ledDurumu); //5. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'e') {
    digitalWrite(S_5, LOW); //5. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_5, LOW); //5. eğitim seti enerji kes
}
if (data == '6') {
    digitalWrite(S_6, ledDurumu); //6. sinyal ledi yak
    digitalWrite(B_6, ledDurumu); //6. eğitim setini enerjilendir
}
if (data == 'f') {
    digitalWrite(S_6, LOW); //6. sinyal söndür
    digitalWrite(B_6, LOW); //6. eğitim seti enerji kes
}
if (data == '7') {
    digitalWrite(S_1, LOW); //1. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_1, LOW); //1. eğitim setini devre dışı bırak
    digitalWrite(S_2, LOW); //2. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_2, LOW); //2. eğitim setini devre dışı bırak
    digitalWrite(S_3, LOW); //3. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_3, LOW); //3. eğitim setini devre dışı bırak
    digitalWrite(S_4, LOW); //4. sinyal ledi söndür
    digitalWrite(B_4, LOW); //4. eğitim setini devre dışı bırak
    digitalWrite(S_5, LOW); //5. sinyal ledi söndür

```

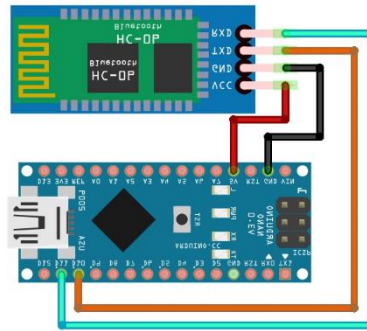
```

digitalWrite(B_5, LOW); //5. eğitim setini devre dışı bırak
digitalWrite(S_6, LOW); //6. sinyal ledi söndür
digitalWrite(B_6, LOW); //6. eğitim setini devre dışı bırak
}
}
}”

```

### 3.4.3. Bluetooth Modülü Eşleştirme, Şifre Değişikliği ve Diğer Özellikler

Geliştirilen uygulama modülü bluetooth ile haberleştiğinden telefonda modüle bağlanmak için bluetooth ayarının aktif olması gerekmektedir. Kullanılan bluetooth modülüne bağlanmak istediğimizde eşleştirme işlemi için “Kullanılabilir cihazlar” listesinde bulunan cihazlardan “HC-06” adına tıkladıktan sonra şifre girilmesi gerekmektedir. Varsayılan şifre 1234’tür. Şifre girildikten sonra eşleştirme tamamlanmaktadır. Görüleceği üzere şifrenin kolay bulunabilir olması öğrencilerin sisteme girme olasılıklarını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle bluetooth modülün şifresinin özelleştirilerek öğrencilerin sisteme bağlanma olasılıkları minimize edilmelidir. Ayrıca sisteme özel bir isimde verilerek bağlantı sırasında listelenen bluetooth cihazlarından uygulamamıza ait olanının bulunması kolaylaştırılmalıdır. Bluetooth cihazındaki değişiklikler için öncelikle Şekil 3.39’daki devre kurulmalıdır.



Şekil 3.39. Arduino Nano bluetooth modül bağlantısı

Bluetooth modül adının ve şifresin değiştirilmesi için aşağıdaki kod bloğunun Arduino IDE programı vasıtasıyla uygulama devresine yüklenmesi gerekmektedir.

```

#include <SoftwareSerial.h>

```

```
SoftwareSerial B_Seriport(10, 11); // Bluetooth modülünün RX pini 10, TX pini 11  
String komut = ""; //Seri port ekranında gelen uyarıları tutan değişken
```

```
void setup()
```

```
{  
  Serial.begin(115200);  
  B_Seriport.begin(9600);  
  Serial.println("AT Komutu Giriniz:");  
}
```

```
void loop()
```

```
{  
  if (B_Seriport.available())  
  {  
    while (B_Seriport.available())  
    {  
      // Gelen uyarı karakterleri okunduğu sürece komut değişkeninde topla  
      komut += (char)B_Seriport.read();  
    }  
    Serial.print(komut);  
    komut = "";  
  }  
}
```

```
//Eğer haberleşme varsa kullanıcı girişini oku
```

```
if (Serial.available())
```

```
{  
  delay(10);  
  //Değişikleri Bluetooth modülüne yükle  
  B_Seriport.write(Serial.read());  
}  
}"
```

Bluetooth adını değiştirmek için seri port ekranında” AT+NAMEEPKM-2022”, şifresini değiştirmek için “AT+PIN1984” komutların yazılmasıyla, bluetooth adı “EPKM-2022” şifre ise “1984” olarak değiştirildi.

### **3.5. Akıllı Telefonlar ve Programlama**

1973 yılında Dr. Martin Cooper tarafından üretilen ilk mobil telefonda bugüne neredeyse yarım asırlık bir teknolojik gelişim yaşanmıştır (URL-25, 2012a). İlk mobil telefonların büyük ve pahalı olmaları nedeniyle halk tarafından satın alınmaları, üretildikleri tarihten yaklaşık 10 yıl sonra gerçekleşmiştir (URL-25, 2012b). 2022 yılına gelindiğinde işletim sistemine sahip olmalarıyla birer bilgisayara dönüşen mobil telefonlar sayesinde işlerimizin çoğunu oturduğumuz yerden kolaylıkla yapabilmekteyiz.

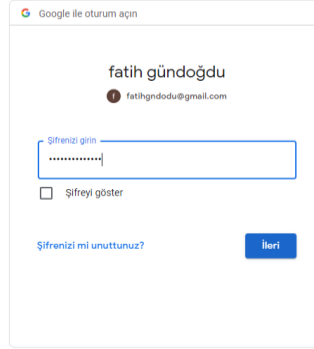
İnsanlar tarafından akıllı telefon olarak adlandırılan farklı firmaların ürettiği işletim sistemine sahip olan mobil telefonlara, programlar yazılarak hayatımızı kolaylaştıran uygulamalar üretilmektedir. Akıllı telefonlar, üzerlerindeki sensörler yardımıyla dış dünyayı algılamakta ve internette bağlanarak devasa bilgi erişimi sağlamaktadırlar (Patton et al., 2019). Akıllı telefonlarımızdaki uygulamalar, bazı problemlerin çözümü için yazılmış, program adı verilen komutlar dizisinden oluşmakta ve bu sayede telefonlarımız isteklerimizi yerine getiren kararlar almaktadırlar (Uysal, 2003).

Akıllı telefonları programlamak için kullanılan programlama yöntemlerinden biri olan Google ile ortak çalışan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) tarafından geliştirilen “App Inventor (AI)” akıllı telefonlarda kullanılan Android ve IOS işletim sistemleri için yapboz mantığına benzer blok tabanlı uygulama geliştirmeyi sağlayan bir platformdur (Patton et al., 2019).

#### **3.5.1. App Inventor Ara Yüzüne Giriş**

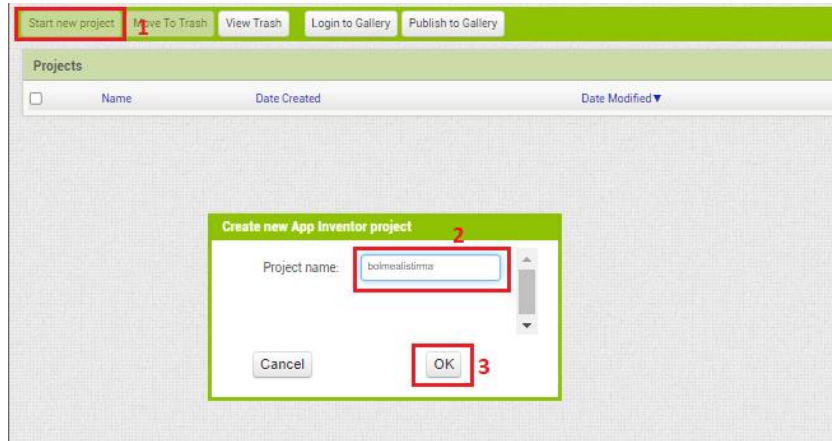
Android veya IOS işletim sistemine sahip bir cihazda uygulama geliştirmek, bulut tabanlı bir uygulama geliştirme ortamı olan App Inventor sayesinde herhangi bir kurulum gerektirmeden tarayıcı vasıtasıyla doğrudan yapılabilmektedir (URL-26, 2022). Bir uygulama geliştirmek için yapılması gereken adımlar şunlardır;

- Tarayıcımızda ai2.appinventor.mit.edu yazılarak siteye gidilir.
- Bu aşamada sistem bizden Google ile ortak çalışıldığından dolayı bir Gmail hesabı ile giriş yapmamızı istemektedir.



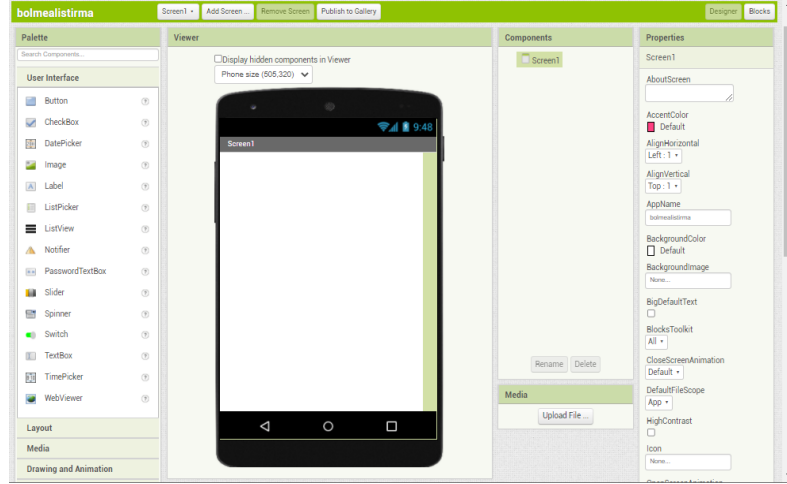
Şekil 3.40. App Inventor uygulamasına giriş

- Gmail ile giriş yaptıktan sonra bir sözleşme onay ekranı gelmektedir. Sözleşme onaylandıktan sonra karşılama mesaj penceresinde “Continue” ve “Close” butonlarına tıklanabilir.
- Açılan ekranda “Start New Project” menüsü tıklandıktan sonra açılan pencerede “Project name” kısmına bir proje ismi verilerek “OK” seçilir.



Şekil 3.41. Yeni proje açma, 1. Start New Project, 2. Project name, 3. OK

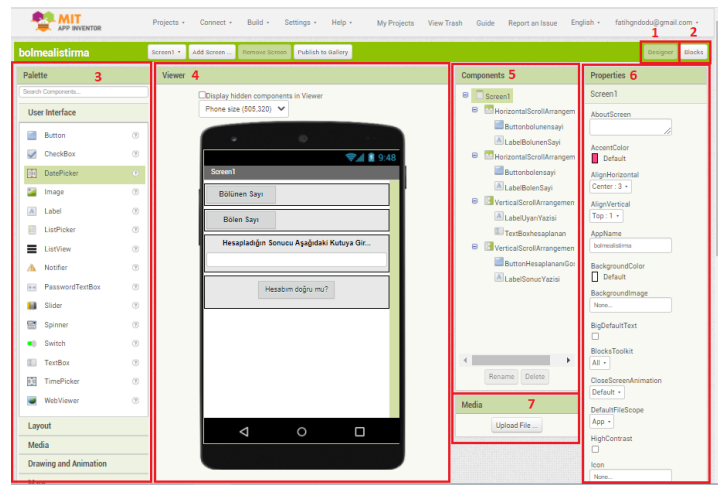
- Projeye isim verildikten sonra uygulama geliştirme ara yüzü ekrana gelmektedir (Şekil 3.41).



Şekil 3.42. App Inventor uygulama geliştirme ara yüzü

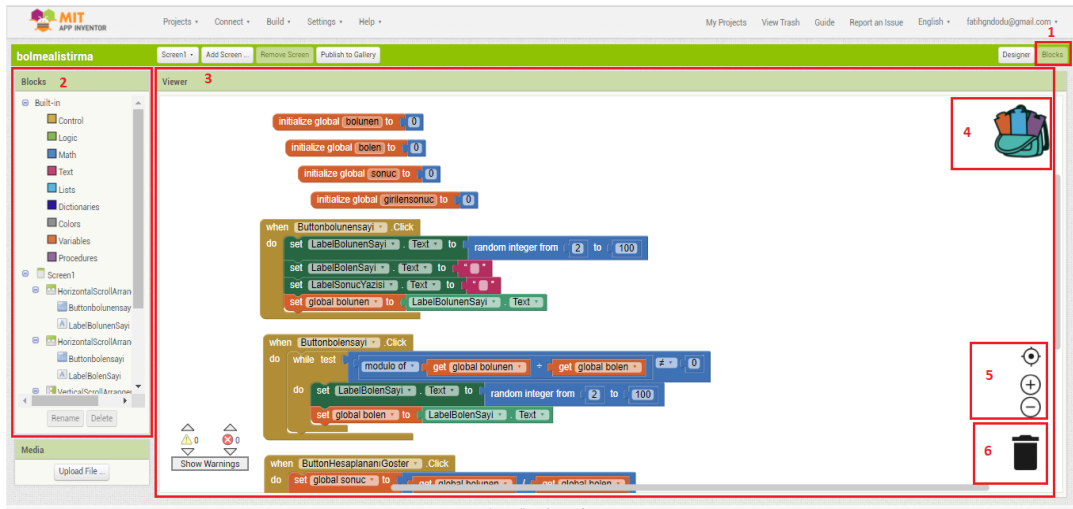
### 3.5.2. App Inventor Ara Yüzünü Tanıyalım

App Inventor ara yüzü temel olarak Tasarım (Designer) ve Bloklar (Blocks) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tasarım penceresindeyken “Palette” kısmında sürükleyip bırak yöntemiyle “Viewer” bölüme aktarabileceğimiz “component” denilen bileşenler bulunur. Designer kısmında telefonumuzda uygulamamızın görüneceği görsel tasarım yapılır. “Viewer” kısmına sürüklenen bileşenler “Components” kısmında görünür. “Properties” kısmında ise seçilen bileşenlerin renk, boyut, davranış gibi özellikleri belirlenir. “Media” kısmından ise fotoğraf, video gibi dosyaların projeye aktarılması sağlanır (Şekil 3.42).



Şekil 3.43. Tasarım penceresi, 1.Designer, 2.Blocks, 3.Palette, 4.Viewer, 5.Components, 6.Properties, 7.Media

Uygulamanın görsel olarak tasarımını yaptıktan sonra “Blocks” seçeneğine tıklanarak uygulamanın çalışmasını sağlayan program yazım penceresine geçilir. “Blocks” kısımdan sürükleyip bırak yöntemiyle bloklar “Viewer” kısmına atılır. “Viewer” kısmına atılan kod blokları projemizin amacına uygun olarak program yapmamızı sağlar. Çanta kısmına çok kullanılan kod bloklarını atarak kişiselleştirme yapılabilir. Ekran navigasyon araçlarından ekran büyütülüp küçültülebilir. Gereksiz görülen veya yanlışlıkla kullanılan kod blokları çöp kutusuna atılarak “Viewer” bölümünden kaldırılabilir (Şekil 3.43).



Şekil 3.44. Blocks penceresi, 1.Blocks Butonu, 2.Blocks menüsü, 3.Viewer, 4.Çanta, 5.Ekran navigasyon araçları, 6.Çöp kutusu

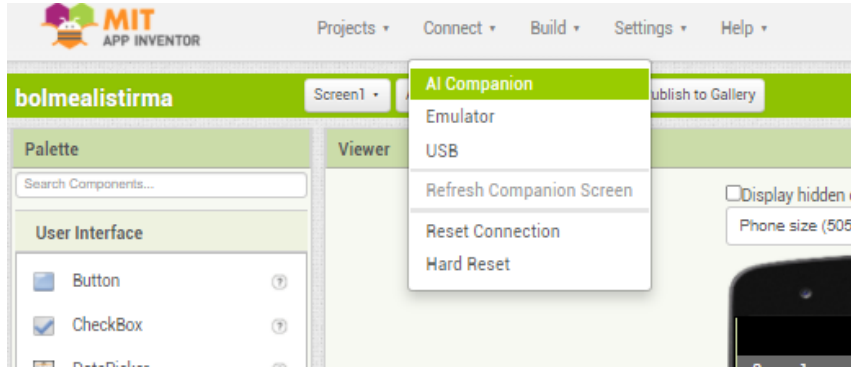
### 3.5.3. Yazılan Programın Telefonda Test Edilmesi ve Yüklenmesi

App Inventor ile geliştirdiğimiz uygulamaları cihazlarda test etmek için WiFi bağlantısıyla IOS ve Android cihaz kullanımı, Chromebook kullanımı, Emulator kullanımı, USB kablo bağlantısıyla IOS ve Android cihaz kullanımı yöntemlerini kullanabiliriz (URL-26, 2022b). Biz tezimizin konusu gereği gerçek bir cep telefon uygulaması yapacağımızdan fiziksel cep telefonumuzu kullandık. Cep telefonumuzdan App Store veya Google Play uygulamalarından “MIT AI2 Companion” programı aratarak program cep telefonuna yüklenebilir veya Şekil 3.44’teki QR kod taranarak uygulama dosyası kurulabilir.



Şekil 3.45. Android APK uygulaması (URL-26, 2022c)

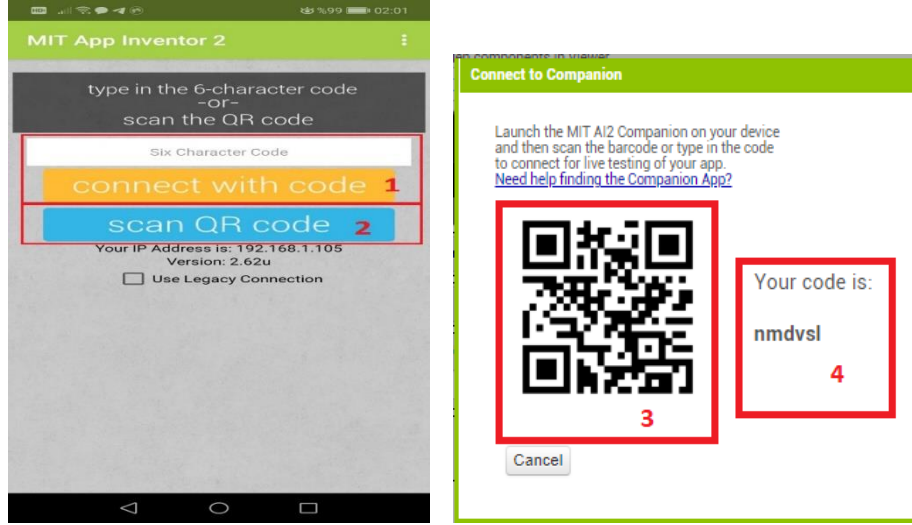
“MIT AI2 Companion” uygulaması yüklendikten sonra uygulamanın telefona yüklenebilmesi için bilgisayarın ve telefonun aynı WiFi ağına bağlı olması gereklidir (URL-26, 2022d). Artık uygulamayı telefonda test etmek için bilgisayarda hazırlanan projeye gidilerek Şekil 3.45’deki gibi “Connect” menüsünden “AI Companion” seçeneği seçilir.



Şekil 3.46. AI Companion seçeneği

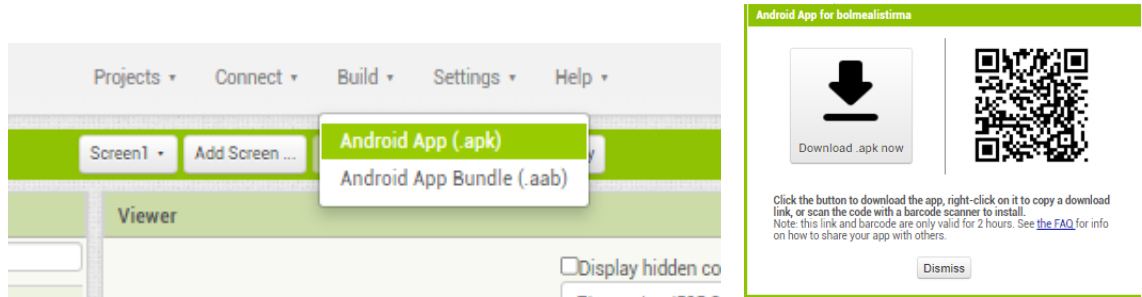
Bu aşamadan sonra App Inventor bir bağlantı kodu ve QR kod oluşturarak telefonda uygulamayı test etmek için iki seçenek sunulmaktadır. İstenirse üretilen kod text alanına girilerek “connect with code” seçeneğine tıklanarak ya da “scan QR code” seçeneğine tıklanarak uygulama telefona test için yüklenebilmektedir (Şekil 3.46).





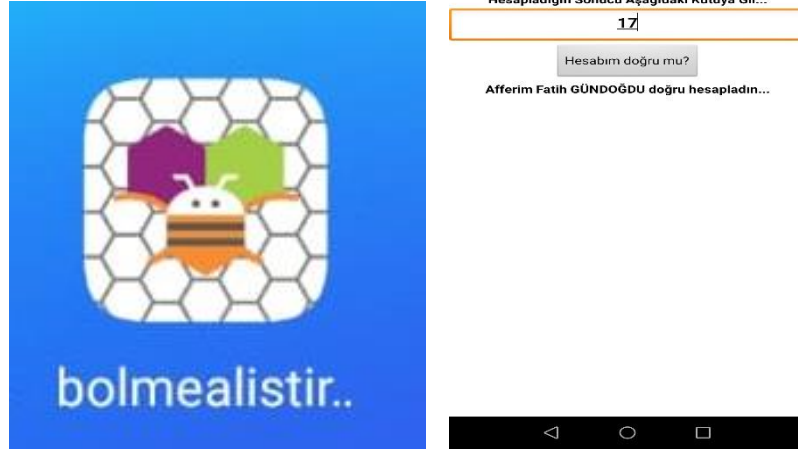
Şekil 3.47. Uygulamanın telefona yüklenmesi, 1.Kod ile bağlantı, 2.QR kodla bağlantı, 3.QR kod, 4.Bağlantı kodu (URL-26, 2022e)

Test işlemi tamamlandıktan sonra uygulamayı kalıcı olarak telefona yüklemek için “Build” menüsünden “Android App (.apk)” seçeneği seçilerek uygulama dosyası oluşturulur (Şekil 3.47).



Şekil 3.48. “.apk” uzantılı uygulama dosyasının oluşturulması

Örnek uygulamamızda oluşan “bolmealistirma.apk” isimli dosya bilgisayara indirilerek daha sonra telefona kablo veya kablosuz bağlantıyla atılır ve kurulumu yapılır. Böylece oluşturulan program sürekli telefonda kullanılabilir (Şekil 3.48).



Şekil 3.49. Örnek uygulama dosyası ve örnek çalışma resmi

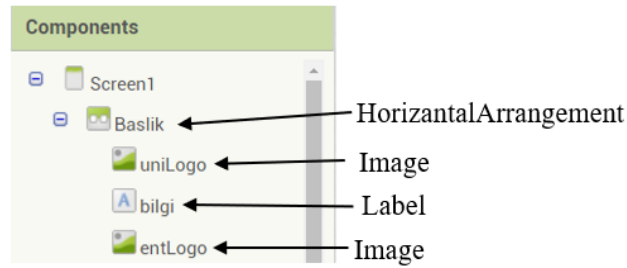
### 3.5.6. Geliştirilen Modülün Telefon Ara Yüz Programı Tasarımı

Bu bölümde bluetooth aracılığıyla “Elektrik Panosu Kontrol Modülü (EKPM)” ile telefon arasındaki bağlantının sağlanması için özgün bir ara yüz tasarım aşamaları anlatılmıştır. Tasarım yukardan aşağı sırasıyla başlık, bluetooth, anahtarlama ve diğer özellikler olmak üzere 4 bölümden oluşmaktadır (Şekil 3.49).



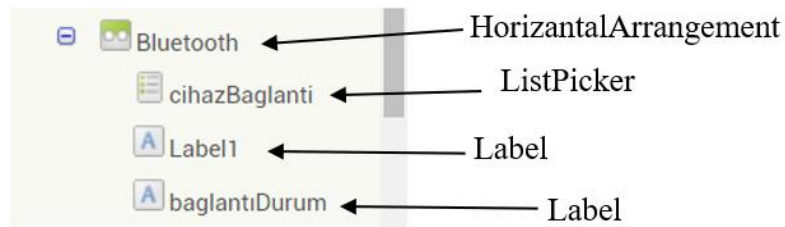
Şekil 3.50. Uygulamanın bölümleri

Başlık bölümünü oluşturmak için “Palette” kısmından “Layout” araç menüsünden “HorizontalArrangement” sürüklenerek “Viewer” kısmına atılarak ismi “Baslik” olarak değiştirilmiştir. Oluşturulan “Baslik” adlı yatay düzenleme penceresi içine sırasıyla “Palette” kısmındaki “User Interface” araç menüsünden “Image”, “Label”, “Image” araçları sürüklenerek bırakılmış ve Şekil 3.50’de gözüktüğü gibi isimlendirme yapılmıştır. “Baslik” bölümü bilgilendirme amaçlı olduğundan herhangi bir kodlama yapılmamıştır.



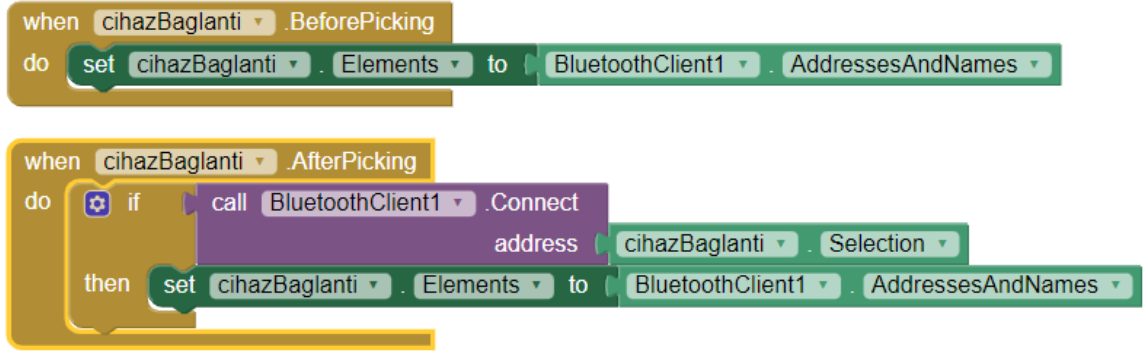
Şekil 3.51. Baslik bölümü ve alt elemanları

Bluetooth bölümünü oluşturmak için “Palette” kısmından “Layout” araç menüsünden “HorizontalArrangement” sürüklenerek “Viewer” kısmına atılarak ismi “Bluetooth” olarak değiştirilmiştir. Oluşturulan “Bluetooth” adlı yatay düzenleme penceresi içine sırasıyla “Palette” kısmındaki “User Interface” araç menüsünden “ListPicker”, “Label”, “Label” araçları sürüklenerek bırakılmış ve Şekil 3.51’de gözüktüğü gibi isimlendirme yapılmıştır. Bluetooth ile iletişim kurmak için “Palette” kısmındaki “Connectivity” araç menüsünden “BluetoothClient” ve “Sensors” araç menüsünden “Clock” sürüklenerek “Viewer” kısmına bırakılır.



Şekil 3.52. Bluetooth bölümü ve alt elemanları

Bluetooth bölümünün kodlamasını yapmak için “Blocks” kısmına geçiş yapılır. “Blocks” kısmında Şekil 3.52’deki kod blokları bulunup gerekli değişiklikler yapılmalıdır. Bu kısım telefonun bluetooth modülünü görmesi için gereklidir.



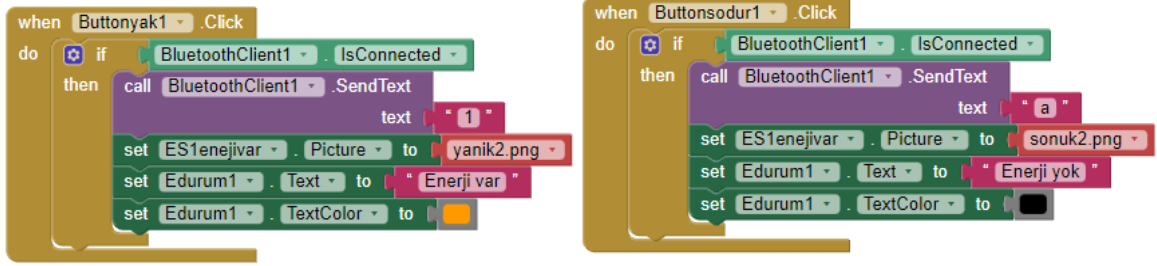
Şekil 3.53. Bluetooth kod bloğu

Anahtarlama bölümü eğitim setlerinin enerjilendirilmesini sağlayan bölümdür. Bu bölümünü oluşturmak için “Palette” kısmından “Layout” araç menüsünden “TableArrangement” sürüklenerek “Viewer” kısmına atılarak ismi “Anahtarlama” olarak değiştirilmiştir. Oluşturulan “Anahtarlama” adlı tablo düzenleme penceresi “Properties” kısmından 5 sütun ve 6 satır olarak ayarlanmıştır. “User Interface” araç menüsünden seçilen araçlar satır ve sütunlara aşağıdaki şekilde yerleştirilmiştir. Örneğin 1. sütundaki tüm elemanlar için “Label” aracı, 4. sütundaki tüm elemanlar için “Image” aracı kullanılmıştır (Şekil 3.53).

Label	Button	Button	Image	Label
1. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok
2. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok
3. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok
4. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok
5. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok
6. Eğitim Seti	ON	OFF	🔦	Enerji yok

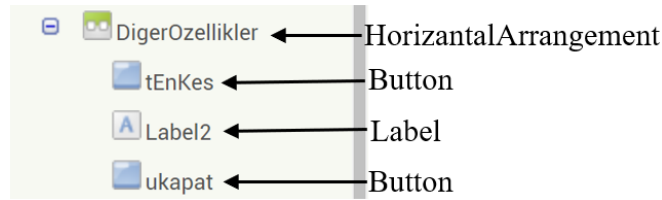
Şekil 3.54. Anahtarlama bölümü yerleşimi

Anahtarlama bölümünün kodlamasını yapmak için “Blocks” kısmına geçiş yapılır. “Blocks” kısmında Şekil 3.54’teki kod blokları bulunup gerekli değişiklikler yapılmalıdır. Şekil 3.54’te sadece 1. Eğitim setinin kodlaması gösterilmiş, diğer eğitim setlerinin kodlamalarında sadece değişkenlerin değiştirilmesi yeterlidir.



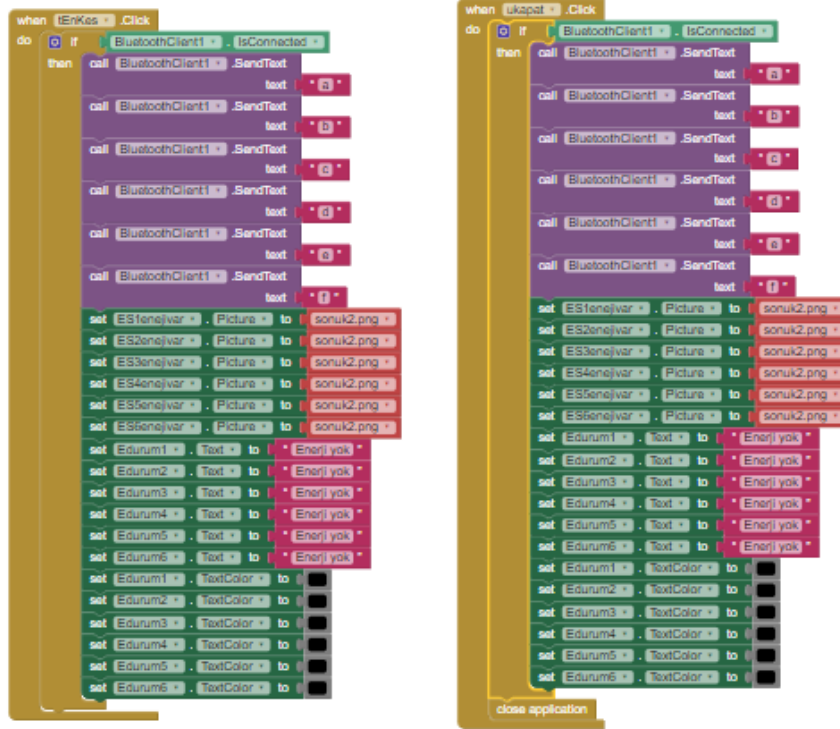
Şekil 3.55. Anahtarlama kod bloğu

Diğer özellikler bölümünü oluşturmak için “Palette” kısmından “Layout” araç menüsünden “HorizontalArrangement” sürüklenerek “Viewer” kısmına atılarak ismi “DigerOzellikler” olarak değiştirilmiştir. Oluşturulan “DigerOzellikler” adlı yatay düzenleme penceresi içine sırasıyla “Palette” kısmındaki “User Interface” araç menüsünden “Button”, “Label”, “Button” araçları sürüklenerek bırakılmış ve Şekil 3.55’te görüldüğü gibi isimlendirme yapılmıştır.



Şekil 3.56. Diğer özellikler bölümü ve alt elemanları

Diğer özellikler bölümünün kodlamasını yapmak için “Blocks” kısmına geçiş yapılır. “Blocks” kısmında Şekil 3.56’daki kod blokları bulunup gerekli değişiklikler yapılmalıdır. Bu kod blokları ile telefonda “Tüm enerjisi kes” butonuna tıkladığında o an tüm eğitim setlerinin enerjisinin aynı anda kesilmesi ve “Uygulamayı kapat” butonuna tıkladığında yine tüm enerjinin kesilerek uygulamadan çıkış yapılması sağlanır.



Şekil 3.57. Diğer özellikler kod bloğu

### 3.5.7. EPKM Uygulamasının Çalıştırılması

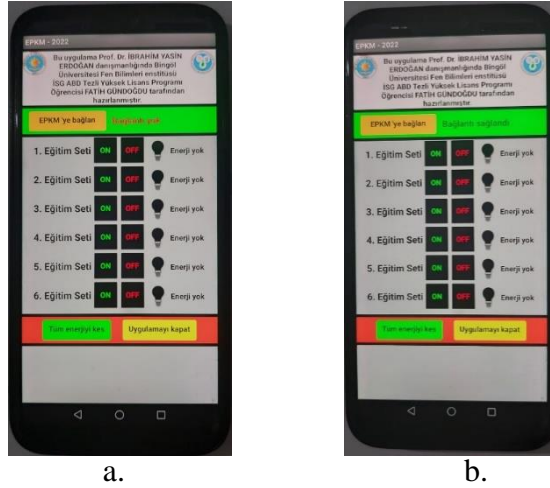
Uygulamanın telefona nasıl yüklendiği daha önce anlatılmıştı. Uygulamanın çalışması için telefonun bluetooth özelliği açık olmalı ve cihazla eşleşme yapıldığından emin olunmalıdır. Uygulama yüklendikten sonra telefonda Şekil 3.57’de görünen EPKM isimli resme tıklanarak uygulama çalıştırılır.



Şekil 3.58. Uygulama resmi

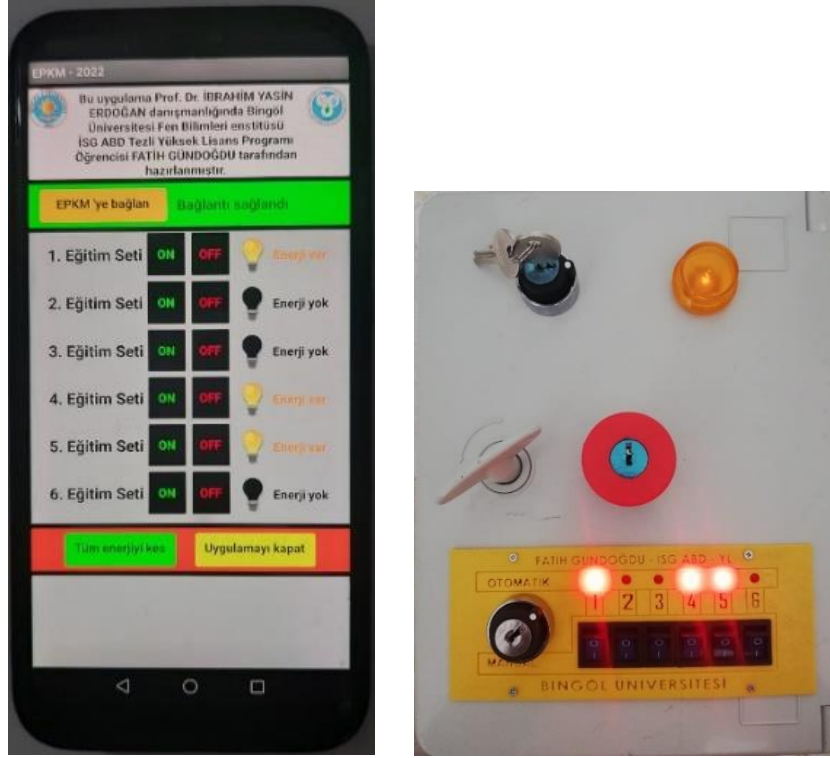
Uygulamanın açıldıktan sonraki görünümü Şekil 3.58’de görülmektedir. Uygulama ilk açıldığında telefonla sisteme bağlantı gerçekleşmemiştir. Şekil 3.58’de görünen bluetooth bölümünde “EPKM’ye bağlan” butonuna tıklandığında bluetooth eşleşmesi yapılmış cihazlar listelenecektir. Listeden “EPKM-2022” seçilerek bağlantı sağlanmalıdır.

Bağlantı sağlanması durumunda şekil 3.58.b’de görüldüğü gibi “Bağlantı sağlandı” yazısı görünecektir. Aksi durumda hata mesajı belirecektir ve bu durumda bağlantı kontrolleri tekrar gözden geçirilmelidir.



Şekil 3.59. a. Uygulamanın ilk çalışması (Bağlantı yok) b. EPKM ‘ye bağlantının sağlanması (Bağlantı sağlandı)

Şekil 3.59’da görünen “Anahtarlama bölümünde” eğitim setlerinin kumanda kısımları bulunmaktadır. İlk anda bütün enerji setleri enerjisiz olduğundan bütün lambalar siyah renkli ve yanlarındaki yazılar “Enerji yok” şeklinde olacaktır (Şekil 3.59). Örneğin 1., 4. ve 5. eğitim setlerine enerji gönderebilmek için “ON” butonları tıklanmalıdır. Eğer enerji verilmişse ilgili eğitim setine ait lamba sarıya dönecek ve lambanın yanında “Enerji var” yazısı belirecektir (Şekil 3.59). Enerjilenmiş herhangi bir eğitim seti, uygulamadaki ilgili “OFF” butonuna tıklanarak pasif duruma getirilebilir.



Şekil 3.60. Anahtarlama bölümünün çalışma mantığı

Şekil 3.60’da görünen “Diğer özellikler bölümünde” görüldüğü gibi “Tüm enerjisi kes” ve ” Uygulamayı kapat” olmak iki adet buton bulunmaktadır. “Tüm enerjisi kes” butonu o an hangi eğitim setinin enerjili olduğuna bakmaksızın tüm eğitim setlerinin enerjisini kesmektedir (Şekil 3.60). “Uygulamayı kapat” butonuna tıklandığında yine tüm sistemin enerjisi kesilmekte ve uygulamadan çıkılmaktadır.



Şekil 3.61. Diğer özellikler bölümünün çalışma mantığı

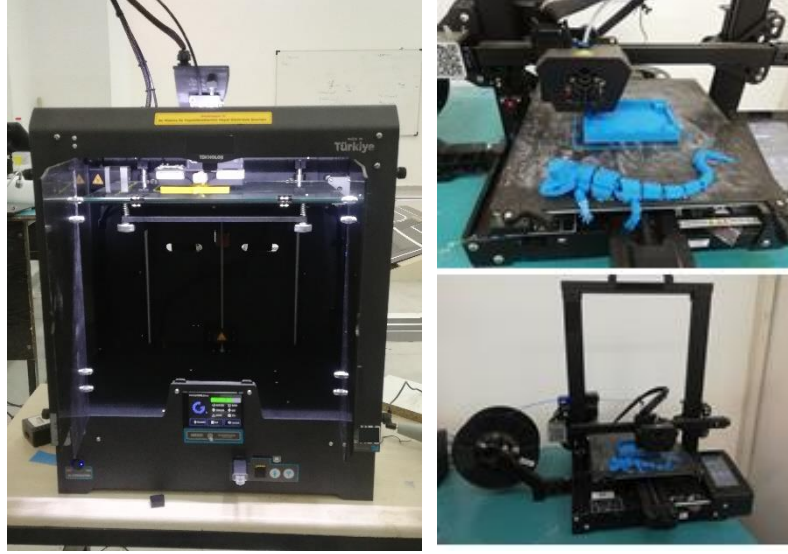


### 3.6. 3D Baskı Teknolojisi

1970'li yılların sonlarında ilk kez adını duyuran üç boyutlu yazıcılar, 1982 yılında Hideo Kodama tarafından katı bir madde oluşturulmasıyla somutlaşmış ve Charles Hull 1984 yılında ilk üç boyutlu yazıcıyı üretmiştir (Sönmez vd., 2018). Üç boyutlu yazıcıların üretilmesiyle birlikte tıp, mühendislik, sağlık gibi birçok disiplin bir ürünün prototipini veya ürünün direk kendisini kolay bir şekilde üretme fırsatı bulmuştur (Sahin ve Turan, 2018).

Bir ürünü üç boyutlu yazıcıyla üretmek için öncelikle ürünün, CAD olarak bilinen bilgisayar destekli tasarım programları (Örneğin; Tinkercad, AutoCAD, SolidWorks) kullanılarak STL uzantılı bir model dosyası oluşturulur. Oluşturulan ürün dosya modelini 3D yazıcıya tanıtmak için dilimleme programıyla (Örneğin; Ultimaker Cura) katmanlara ayrılarak yazıcının anlayacağı Gcode'a dönüştürme işlemi yapılır. Gcode'a dönüştürülen ürün 3D yazıcıya yüklenerek baskı işlemi yapılır (Sahin ve Turan, 2018). Görüleceği üzere 3D yazıcı sadece baskı işlemi sırasında devreye girmektedir. Yani bir ürünün modelini 3D yazıcıdan baskısını alabilmek için ya üç boyutlu çizim programlarından birini bilmek ya da bilen birisinden yardım almak gerekmektedir.

Günümüzde amatör veya profesyonel olarak üretilmiş, kullanıcıya birçok kolaylık tanıyan farklı büyüklüklerde, birden çok renkli baskı yapabilen 3D yazıcılar bulunmaktadır (Şekil 3.61).



Şekil 3.62. Çeşitli 3D yazıcılar

3D yazıcılarda baskı işlemi için filament denilen malzemeler kullanılır. Filament, yazıcı tarafından eritilerek katmanlar halinde üst üste bindirilerek fiziksel bir nesneyi oluşturur. Kullanım amacına göre ABS, PLA, ahşap ve bazı kompozit filamentler kullanılmaktadır (Sönmez vd., 2018). Bu uygulamada sağlığa zararı olmayan ve piyasada kolayca bulunabilen PLA filament kullanılmıştır.

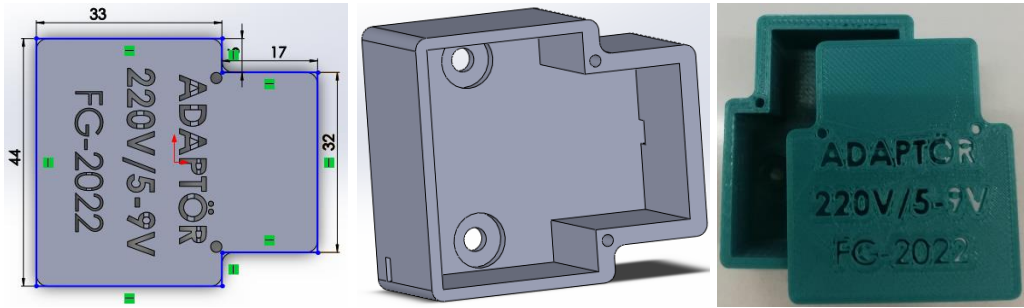
### 3.6.1. 3D Yazıcıyla Üretim Yapılması

DETAY B baskı devresi yapılan elektronik devrenin elektrik panosu içinde çevresel etkilerden korunması için üç boyutlu parça çizilebilen herhangi bir çizim programı yardımıyla bir muhafaza kutusu çizilmiştir. Çizilen muhafaza kutusu “.stl” formatında kaydedilerek “Ultimaker Cura” programı yardımıyla 3D yazıcının anlayacağı dil olan “.gcode” formatına dönüştürülmüştür. “.gcode” uzantılı dosya 3D yazıya aktarılarak Şekil 3.63’de görünen imalat yapılmıştır.



Şekil 3.63. Muhafaza kutusunun imalatı

Geliştirilen modülün besleme gerilimi bir adaptör aracılığıyla sağlanmaktadır. Kullanılan adaptör devresinin muhafaza edilmesi içinde minimum ölçülerde kutu imalatı yapılmıştır (Şekil 3.64).



Şekil 3.64. Adaptör muhafaza kutusu imalatı

EPKM uygulamasının otomatik ve manuel seçimlerinin yapıldığı bölümün, estetik ve işlevsel olması amacıyla 3D yazıcı yardımıyla üretimi yapılmıştır (Şekil 3.64). Yapılan imalatta Şekil 3.10’da belirtilen “Kilitli Manuel Otomatik” anahtarı ile sistemin telefondan veya elle çalıştırılması seçimi kolaylıkla sağlanabilmektedir. Varsayılan mod otomatik çalışma olarak ayarlanmış ve telefondan verilen komutlar neticesinde hangi eğitim setinin enerjilendiği led diyotlarla gösterilmektedir. Arıza durumunda anahtar manuel moda alınarak pano üzerinden de kumanda sağlanabilmektedir.



Şekil 3.65. Otomatik – Manuel mod seçim parçası

### 3.7. Geliştirilen Uygulamanın İşlevselliğinin Ölçülmesi

Geliştirilen “Elektrik Panosu Kumanda Modülü” atölyede derse giren 5 elektrik elektronik teknolojisi öğretmeni ve 1 bilişim öğretmenine denetilerak gözlemlenmiştir. Gözlem sırasında her öğretmen için Ek A’da gösterilen gözlem formu doldurularak bir puanlama yapılmıştır. Ek A’daki formda öğretmenlerden 9 adet özelliği gözlemlenmesi istenmiştir. Gözlemlenen özellikler için evet ve hayır şeklinde kısa cevaplar verilmesi istenmiştir. Formdaki gözlem formu maddelerine her evet için 1 puan, her hayır için 0 puan verilmiştir. Bir öğretmenden toplamda en yüksek 9 puan, tüm öğretmenlerden de en yüksek toplamda 54 puan alınabilmektedir.

Geliştirilen uygulamanın gözlem formundaki tüm maddelerden evet onayı alarak tam puan olan 54 puanı alması hedeflenmiştir. Herhangi bir öğretmenden 9 puan alınamaması durumunda öncelikle ilgili öğretmene verilen sistemi kullanma eğitimi, telefona yüklenen yazılım programı gözden geçirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Eğer her öğretmenden 9 puan üzerinden sıfır ve toplamda 54 puan üzerinden sıfır puan alınırsa sistem komple yeniden gözden geçirilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde çalışma yapılan atölyenin risk durumu analiz edilerek risk analiz sonuçları değerlendirilmiş, geliştirilen EPKM uygulamasının çalışması incelenmiş ve EPKM uygulamasının işlevselliğinin tespiti adına yapılan gözlem formu sonuçları sentezlenmiştir.

### 4.1. Atölyenin Risk Durumunun Analizi ve Değerlendirmesi

Mesleki ve Teknik Anadolu liselerindeki alanların bir kısmı İSG açısından tehlikeli veya çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Bu nedenle meslek liselerindeki alanlara yönelik İSG faaliyetlerin düzgün bir şekilde yapılması önemli bir durumdur. Meslek liselerinde alanlardaki öğrencilerin mesleki öğrenimleri için uygulamalar yapılmakta ve yapılan uygulamalar sırasında birçok tehlike ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu nedenle önleme faaliyetleri kapsamında mutlaka risk analizleri yapılarak mevcut durum görülmeli ve iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Bu bölümde Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu lisesindeki elektrik elektronik teknolojisi alanındaki iç tesisat atölyesinde uygulama esnasındaki tehlikeler ve risklerin belirlenmesi için Fine-Kinney metodu kullanılmıştır. Fine-Kinney metodu ile mevcut durum analiz edildikten sonra alınması gereken tedbirler alınarak güncellemeler yapılabilmekte, böylece daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanabilmektedir.

Tablo 4.1’de Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu lisesindeki “Elektrik Elektronik Teknolojileri” alanındaki “İç Tesisat” atölyesindeki tehlike ve risklerin genel bir fotoğrafı çekilerek mevcut durum gözlemlenmiştir.

Tablo 4.1. Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (İÇ TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Elektrik panosu	Elektrik panosunun yokluğu	Yangın çıkması, çarpılma, yaralanma, ölüm	6	6	40	1440	Atölye içinde eğitim setlerini besleyen bağımsız elektrik panosu konulmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.
Elektrik Enerjisi	Atölye eğitim setlerine ait ana acil durdurma butonunun yokluğu	Çarpılma, yaralanma, ölüm	6	6	15	540	Kolay ulaşılabılır bir alana acil durdurma butonu konulmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	0,5	15	1,5	Kabul edilebilir.
Elektrik enerjisi	Eğitim setlerinin önünde izole halhların bulunmaması	Çarpılma, yaralanma, ölüm	6	2	15	180	Akıma kapılma durumunda akımın topırağa akmasını engelleyecek özellikte yalıtkan halı kullanılmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / 1 ay içinde	0,2	1	15	3	Kabul edilebilir.
Elektrik enerjisi	Amacını yitirmiş ve ucu boşta kalan kablolar	Yaralanma, ölüm	3	3	15	135	İşlevi kalmamış kablolar sökülmesi ya da güvenli bir şekilde yalıtılmalıdır.	Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	1	15	3	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Elektrik enerjisi	Elektrik priz ve anahtarların yerlerinden çıkması	Çarpılma	1	3	15	45	Priz ve anahtarların kontrolü yapılmalı, yerinden çıkmış olanlar sabitlenmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / hemen	1	3	15	45	Olası risk
Elektrik enerjisi	Çoklu grup priz kullanımı	Aşırı ısı sonucu yangın	1	2	40	80	Gereğinden fazla kullanılan grup prizler sökülmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 1 ay içinde	0,2	1	40	8	Kabul edilebilir.
Elektrik enerjisi	Öğretmen masası çevresinde bulunan kablolar	Takılma, düşme	1	2	7	14	Kablolar organize edilerek güvenli ortam oluşturulmalıdır.	Atölye şefi, teknisyen / 1 hafta içinde	0,5	1	7	3,5	Kabul edilebilir.
Elektrik enerjisi	tesisatının periyodik kontrolünün	çıkması, çarpılma, yaralanma,	1	2	100	200	Peryodik bakım onarım planı yapılmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / 6 ayda 1	1	0,5	100	50	Olası risk
Eğitim setleri	Eğitim setleri için ortak bir sigorta elemanından enerji alınması	Yangın çıkması, maddi zarar, şok	6	6	40	1440	Pano içerisine eğitim setlerinin ayrı ayrı kontrol edilebileceği sigortalar konulmalıdır.	Atölye şefi, teknisyen / 1 ay içinde	0,5	0,5	40	10	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Eğitim setleri	Eğitim setlerini koruyan sigortanın atölye kapısının arkasına konulması	Enerjinin kesilememesi sonucunda şok, yaralanma	6	6	40	1440	Koruma elemanları ulaşılabilir alanlara konulmalıdır.	Atölye şefi, teknisyen / 1 hafta içinde	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.
Eğitim setleri	Eğitim setleri için bağımsız bir besleme hattının çekilmemesi	Yangın çıkması, maddi zarar	3	6	40	720	Atölyedeki diğer elektrik tesisatından bağımsız eğitim setlerine özel besleme hatları çekilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 1 hafta içinde	0,5	0,5	40	10	Kabul edilebilir.
Eğitim setleri	Eğitim setlerindeki koruma elemanlarının bozukluğu	Çarpılma sonucu şok, yaralanma, ölüm	1	1	40	40	Koruma elemanları kontrol edilmeli ve arızalı olanlar yenileri ile değiştirilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 1 hafta içinde	1	1	40	40	<u>Olası risk</u>
Eğitim setleri	Eğitim setlerinin bakım onarım planlarının olmaması	Yangın çıkması, çarpılma, yaralanma, ölüm	1	1	40	40	Eğitim setleri için bakım onarım planları hazırlanmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.



Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Eğitim setleri	Eğitim setlerinin kullanma kavuzlarının olmaması	Çarpılma sonucu şok, maddi zarar	3	1	15	45	Eğitim setlerine ait kullanma talimatları hazırlanmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	0,5	15	1,5	Kabul edilebilir.
Eğitim setleri	Eğitim setlerindeki sinyal lambalarının eksik olması veya yanlış mantıkla çalışması	Çarpılma sonucu şok, yaralanma, ölüm	3	2	15	90	Sinyal lambaları kontrol edilmeli ve amacına uygun şekilde yeniden revize edilmelidir.	Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / 1 ay içinde	1	1	15	15	Kabul edilebilir.
Eğitim setleri	Korunmalı tip born jak eksikliği	Çarpılma sonucu şok, yaralanma	10	6	40	2400	Vücut ile teması engelleyen korunmalı tip malzeme kullanılmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / 2 ay içinde	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.
Eğitim setleri	Korunmalı tip banana jak eksikliği	Çarpılma sonucu şok, yaralanma	10	6	40	2400	Vücut ile teması engelleyen korunmalı tip malzeme kullanılmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / 2 ay içinde	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Kablo kanalları	Kablo kanallarının zemine çok yakın monte edilmesi	Temizlik sırasında su ile temas veya ayak darbelerine maruz kalma olasılığı nedeniyle maddi zarar, çarpılma	3	1	15	45	Kablo kanalları temasın en aza indirilmesi gereken şekilde zeminden uzakta tesis edilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 2 hafta içinde	0,5	0,5	15	3,75	Kabul edilebilir.
Kablo kanalları	Deforme olmuş kablo kanalları	Kırılmış kanallar nedeniyle çarpılma	3	1	7	21	Deforme olmuş kanallar yeniden tesis edilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 2 hafta içinde	1	0,5	7	3,5	Kabul edilebilir.
Kablo kanalları	Kablo kanallarından çıkmış kablolar	Çarpılma sonucu şok, yaralanma	3	1	15	45	Kablolar kanalların içine yerleştirilmeli ve kanal kapakları güvenli bir şekilde kapatılmalıdır.	Atölye şefi, teknisyen / 1 hafta içinde	1	0,5	15	7,5	Kabul edilebilir.
Kablo kanalları	İşçiliği kötü yapılmış kablo kanalları	Maddi zarar, yaralanma	3	2	7	42	Kötü işlik yapılmış kanallar söktülmeli ve yeniden tesis edilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / 1 ay içinde	0,5	0,5	7	1,75	Kabul edilebilir.
Koruma iletkeni	Eğitim setlerine topraklama hattının çekilmemesi	Yaralanma, ölüm, şok	10	6	40	2400	Tüm setlere topraklama kablosu çekilmelidir.	Alan şefi, Atölye şefi, teknisyen / hemen	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI : ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Aydınlatma	Aydınlatma armatürlerinin bozukluğu	Göz bozukluğu, göz yanıklığı sonucu yaranma	3	1	7	21	Bozuk aydınlatma armatürleri yenileriyle değiştirilmelidir.	Atölye şefi, teknisyen / hemen	1	0,5	7	3,5	Kabul edilebilir.
Çalışma ortamı	Kapağı olmayan çöp kutusu	Mikrop kapma, hastalanma	3	2	7	42	Çöp kovası için kapak temin edilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi / hemen	1	1	7	7	Kabul edilebilir.
Çalışma ortamı	Çöp kutusunun uygunsuz alanda bulunması	Mikrop kapma, hastalanma, takılma	3	2	7	42	Çöp kovası temasın az olacağı noktalara yerleştirilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi / hemen	1	1	7	7	Kabul edilebilir.
Çalışma ortamı	Uyarıcı levhaların eksikliği	Bilinçsiz davranış sonucu maddi zarar, yaranma	3	3	7	63	Uyarıcı levhalar her an görülebilir uygun noktalara asılmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi / hemen	0,2	0,5	7	0,7	Kabul edilebilir.
El aletleri	Standartlara uygun olmayan el aleti kullanımı	Kesik, elektrik çarpması, uzuv kopması	1	3	15	45	TSE ve diğer standartları karşılayan aletler kullanılmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi / hemen	0,5	0,5	15	3,75	Kabul edilebilir.
El aletleri	El aletlerinin amaçları dışında kullanılması	Kesik, elektrik çarpması, uzuv kopması	3	3	15	135	El aletlerinin kullanımını hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi / her hafta	0,5	2	15	15	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
El aletleri	El aletlerinin şaka amaçlı kullanımını	Kesik, yaralanma, uzun kopması, maddi zarar	6	3	40	720	Çalışma ortamında uyulması gereken kurallar anlatılmalı ve uygun noktalara uyarılar asılmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi / her hafta	1	1	40	40	<u>Olası risk</u>
El aletleri	El aletlerindeki yalıtım yoksunluğu	Elektrik çarpması, şok	3	2	15	90	El aletleri kontrol edilmeli, yalıtımlığı bozulmuş olanlar kullanılmamalıdır	Alan şefi, Atölye şefi / her hafta	1	0,5	15	7,5	Kabul edilebilir.
Kişisel Koruyucu Donanım	Düğmeleri itiklenmemiş önlükle veya önlüksüz şekilde çalışma	Maddi zarar, yaralanma	1	1	15	15	Güvenliği sağlayan iş elbisesi olmadan çalışmaya izni verilmemelidir.	Alan şefi, Atölye şefi / her hafta	0,5	0,5	15	3,75	Kabul edilebilir.
Kişisel Koruyucu Donanım	Atölye temizliği yapılırken KKD (maske, eldiven) kullanılmaması	Mikrop kapılması sonucunda sağlığın bozulması	1	2	7	14	Maske, eldiven gibi KKD ürünleri kullanılmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi/ 1 hafta içinde	0,5	1	7	3,5	Kabul edilebilir.
İSG faaliyetleri	İş sağlığı ve güvenliği eğitiminin verilmemesi	Maddi zarar, yaralanma, ölüm	6	3	15	270	Tüm öğrencilere İSG eğitimi verilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi/ hemen	0,2	0,5	15	1,5	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ			ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ			RİSK DURUMU		
			TOO	MF	OS			RP	TOO	MF		OS	RP
İSG faaliyetleri	Atölye içinde ilk yardım dolabının bulunmaması	Kaza sonucunda uygun müdahalenin yapılmaması	3	6	40	720	Atölyeye tam teşekküllü ilk yardım dolabı konulmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi/ 1 ay içinde	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.
İSG faaliyetleri	İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ikaz ve talimat tabelalarının olmaması	Bilgi eksikliği nedeniyle maddi zarar, yaralanma, ölüm	3	3	40	360	Uyarıcı levhalar her an görülebilir uygun noktalara asılmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi/ hemen	0,2	0,5	40	4	Kabul edilebilir.
İSG faaliyetleri	Yangın söndürme tüplerinin olmaması	İlk müdahalenin yapılmaması nedeniyle yangın çıkması, büyümesi	6	3	100	1800	Yangın söndürme tüpleri temin edilerek uygun noktaya konulmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi/ 1 ay içinde	0,2	0,5	100	10	Kabul edilebilir.
Ölçü aletleri	Ölçü aletlerinin ölçüm kablolarında izolasyon bozulmaları	Çarpılma, yaralanma, maddi zarar	1	1	15	15	İzolasyonu bozulmuş kablolar kullanılmamalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi/ hemen	0,5	1	15	7,5	Kabul edilebilir.
Ölçü aletleri	Ölçü aletlerinin yanlış ölçüm yapması	Elektrik çarpması, şok	1	1	15	15	Ölçü aletlerin sağlamlığı kontrol edilmelidir	Alan şefi, Atölye şefi/ hemen	0,5	1	15	7,5	Kabul edilebilir.

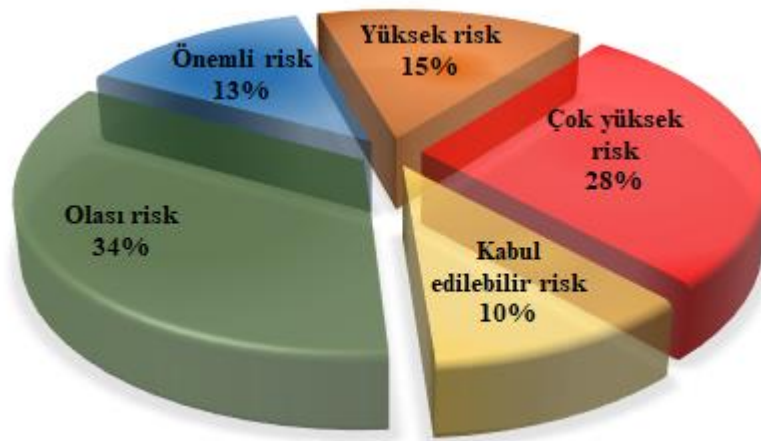
Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Ölçü aletleri	Ölçü aletlerinin hatalı kullanımını	Elektrik çarpması, şok	1	2	15	30	Ölçü aletlerinin kullanımını öğretilmelidir.	Alan şefi, Atölye şefi, ders öğretmeni/ 1 hafta içinde	0,5	1	15	7,5	Kabul edilebilir.
Malzeme dolapları	Eğitim setlerinde uygulama yapmak için kullanılan malzemelerin raflara konulmaması	Kesik, giysiye takılma sonucu maddi zarar veya düşme	1	2	15	30	Öğrencilerde malzemelerin depolanması ile ilgili kültür oluşturulmalıdır.	Alan şefi, Atölye şefi, Atölye öğretmeni/ 2 ay içinde	0,5	1	15	7,5	Kabul edilebilir.
Malzeme dolapları	Malzemelerin yerleştirilmesi için yeterli kadar raf bulunmaması	Takılma, düşme, yaralanma	1	2	15	30	Yeterli sayıda depolanma sağlayacak dolap temin edilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi / 1 ay içinde	0,2	1	15	3	Kabul edilebilir.
Acil durum eylem planı	Acil durum tanılarının yapılmaması	Acil durumların bilinmemesi, yaralanma, ölüm	3	2	100	600	Acil durumlar ile ilgili eğitimler verilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, Atölye öğretmeni / 2 hafta içinde	0,2	0,5	100	10	Kabul edilebilir.
Acil durum eylem planı	İlk yardımcı personelin yokluğu	Ölüm, vücutta kalıcı fiziksel veya biyolojik hasar	3	2	40	240	Personellerin ilk yardımcı eğitimi alması sağlanmalıdır.	İl milli eğitim müdürlüğü, Okul idaresi/ 6 ay içinde	0,2	1	40	8	Kabul edilebilir.

Tablo 4.1. (Devamı) Fine-Kinney yöntemiyle yapılmış risk analizi

ETKİNLİK ALANI: ELEKTRİK ELEKTRONİK ATÖLYESİ (TESİSAT ATÖLYESİ)													
AÇIKLAMA	TEHLİKE	RİSK	DOĞAL RİSK ÖLÇÜMÜ				ALINACAK TEDBİRLER	SORUMLU / UYGULAMA ZAMANI	ARTIK RİSK ÖLÇÜMÜ				RİSK DURUMU
			TOO	MF	OS	RP			TOO	MF	OS	RP	
Acil durum eylem planı	Tatbikatların yapılmaması	Acil durum anında deneyimsizlik sonucu kargaşa, yaralanma, ölüm, maddi zarar	6	1	100	600	Belirli zaman aralıklarında tatbikatlar yapılmalıdır.	İl milli eğitim müdürlüğü, Okul idaresi/ 6 ay içinde	0,5	1	100	50	<u>Olası risk</u>
Eğitim öğretim ortamı	Sınıf oturma planının olmaması	Düzensizlik sonucu öğrenciler arası kavga, afet durumunda öğrenci verilerine ulaşamama	3	1	100	300	Sınıf oturma planı asılarak sınıf panosuna asılmalı ve bir örneği dosyalanmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, Atölye öğretmeni / hemen	0,2	0,5	100	10	Kabul edilebilir.
Eğitim öğretim ortamı	Akran zorbalığı yaşanması	Kontrolsüz sınıf ortamında kavga, yaralanma, eğitim öğretimin yapılamaması	3	6	15	270	Akran zorbalığına karşı eğitimler verilmelidir.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, Atölye öğretmeni, Rehber Öğretmen / her dönem başı	1	2	15	30	<u>Olası risk</u>
Eğitim öğretim ortamı	Güvensiz sınıf ortamı	Öğreneme durumu, derse güdüleneme, kavga, kargaşa	3	6	15	270	Güvenli sınıf ortamı için öğrencilerle sürekli etkileşim içinde olunmalıdır.	Okul idaresi, Alan şefi, Atölye şefi, Atölye öğretmeni, Rehber Öğretmen / her dönem başı	1	2	15	30	<u>Olası risk</u>

Tablo 4.1'deki risk analize göre atölyede 47 adet tehlike ve tehlikeye bağlı olarak risk tespit edilmiştir. Doğal risk ölçümüne göre risk puanı 20'nin altında olan 5, 20 ile 70 arasında 16, 70 ile 200 arasında 6, 200 ile 400 arasında 7 ve 400'den büyük 13 adet tehlike ve risk belirlenmiştir. 47 adet riskin %28'ini çok yüksek risk (13 adet risk), %15'ni yüksek risk (7 adet risk), %13'ünü önemli risk (6 adet risk), %34'ünü olası risk (16 adet risk), %10'nunu kabul edilebilir risk (5 adet risk) oluşturmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Doğal risk puanına göre risk durumları

Şekil 4.1'deki doğal risk puanlarına bakıldığında sadece %10'luk kabul edilebilir risk durumu, atölyede çok ciddi tehlikelerin varlığını gözler önüne sermektedir. Bu %10'luk risk durumu puanları, alınacak tedbirler kısmına bakıldığında öğretmenlerin tertip, düzen ve iş disiplini ile ilgili alacağı önlemler sayesinde çok daha düşük risk puanı seviyelerine gerileyebilmektedir.

%34'lük olası riskler incelendiğinde, eğitim setlerinin daha güvenli hale getirilmesi, çekilen elektrik tesisatı işçiliğinin standartlara uygun yapılması, uyarıcı levhaların asılması, depolamanın düzgün yapılması, bazı cihazların bakım ve onarımlarının yapılmasıyla risk puanlarının kabul edilebilir risk durumlarına dönüştüğü Tablo 4.1'de görülebilmektedir.

%13'lük önemli risk durumları incelendiğinde, izole halıların temin edilmesi, açıkta bulunan çıplak iletkenlerin izolasyonu, eğitim setlerindeki enerji varlığını gösteren sinyal lambalarının amacına uygun şekilde çalışacak duruma getirilmesi, el aletlerinin güvenli bir



şekilde amacına uygun kullanılmasının sağlanması gibi faaliyetler yapılarak risk durumları kabul edilebilir seviyelere dönüşebilmektedir.

%15'lik yüksek risk durumları incelendiğinde, elektrik tesisat ve ekipmanlarda periyodik kontrollerin yapılması, İSG eğitimlerinin verilmesi, ikaz ve talimat tabelalarının miktarların artırılması, personelin ilk yardım eğitimi alması, sınıf ortamının alınacak pedagojik tedbirlerle güvenli bir ortama dönüştürülmesiyle bazı risk durumlarının kabul edilebilir ve insan faktöründen dolayı bazı durumların olası risk durumlarına dönüşümü sağlanabilmiştir.

%28'lik çok yüksek risk puanı Şekil 4.1'deki pasta grafiğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. %28'lik risk durumunun büyük bir bölümü, Tablo 4.1'deki alınacak tedbirler kısmına bakıldığında geliştirilen EPKM sayesinde, doğrudan 13 adet risk durumundan 5'ini artık risk ölçümü sonucu kabul edilebilir risk durumuna dönüşmüştür. Geriye kalan 8 risk durumu da eğitim setlerinin güvenliklerinin iyileştirilmesi, iş disiplininin sağlanması, acil durumlarda kullanılacak ekipmanların temin edilmesi ve acil durum tatbikatlarının yapılmasıyla kabul edilebilir ve olası risk durumlarına indirgenebilmektedir.

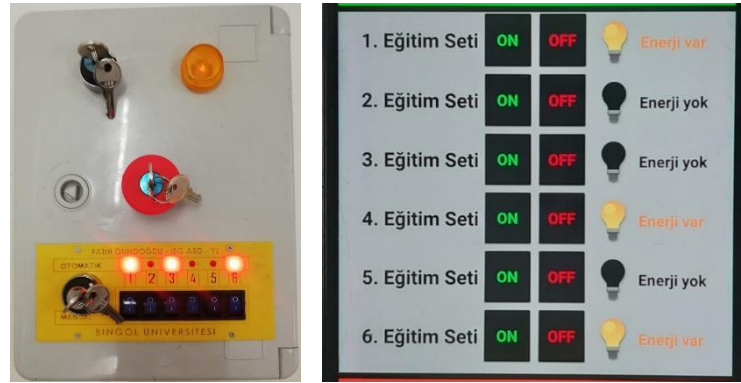
#### **4.2. Geliştirilen Elektrik Panosu Kumanda Modülün İncelenmesi**

EPKM üzerindeki tüm anahtarlar kilitlenebilir tipte tercih edilmiştir. Böylece yetkisiz kişilerin herhangi bir çalışma anında panoya müdahalesi engellenmiştir. Modülde 1 adet açma kapama anahtarı, 1 adet otomatik manuel mod seçim anahtarı, 1 adet acil durdurma butonu, 1 adet sinyal lambası, her bir eğitim seti için toplamda 6 adet otomatik sigorta, kaçak akım koruma rölesi, ledler ve anahtarlar kullanılmıştır (Şekil 4.2). Adaptör ve programlanabilir elektronik kart devresi için muhafaza kutusu imalatları yapılarak dış etkilere karşı güvenlik önlemi alınmıştır.



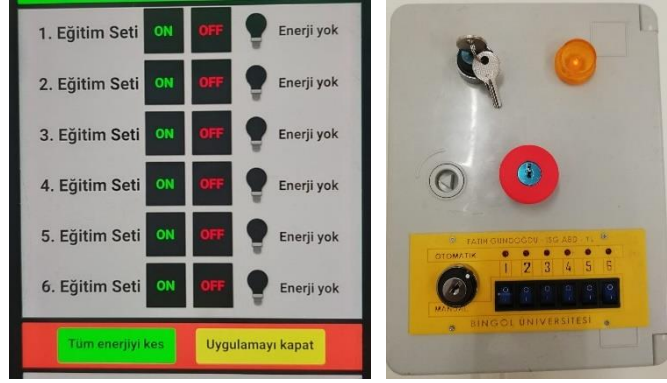
Şekil 4.2. EPKM'nin incelenmesi

Açma kapama anahtarı ile modüle enerji verildiğinde sinyal lambası yanarak sistemde enerji olduğunu göstermektedir. EPKM varsayılan durumda otomatik moda çalışmaktadır. Enerjilenen EPKM'ye telefonda erişim sağlanarak istenilen eğitim setlerine bağımsız olarak telefonda enerji gönderilmesi sağlanabilmekte veya enerji kesintisi yapılabilmektedir (Şekil 4.3).



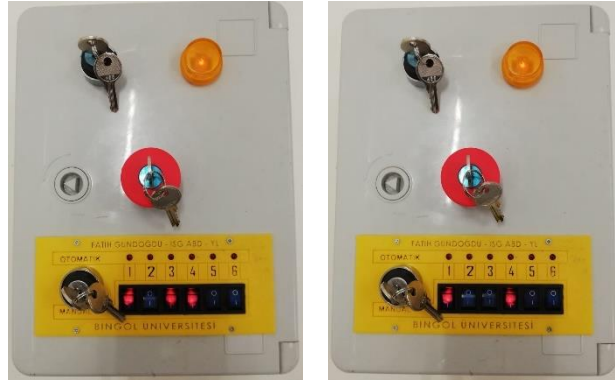
Şekil 4.3. Enerji setlerinin telefonda kumandası

Telefonda “Tüm enerjisi kes” butonuna tıklandığı zaman tüm eğitim setlerinin aynı anda enerjisi kesilmiş, “Uygulamayı kapat” butonuna tıklandıktan sonra yine tüm eğitim setlerinin aynı anda enerjisi kesilmiş ve uygulamadan çıkılmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sistemin aynı anda tüm enerjisinin kesilmesi durumu

Herhangi bir arıza durumu için otomatik manuel anahtarı, manuel mod konumuna alınmış ve telefonda kontrol edilebilme özelliği devre dışı bırakılmıştır. Manuel modda eğitim setleri birbirlerinden bağımsız şekilde ışıklı anahtarlar vasıtasıyla enerjilendirilmiştir. Sistemin manuel modda sorunsuz olarak çalıştığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Enerji setlerinin manuel modda enerjilendirilmesi

### 4.3. Üretimi Yapılan Kumanda Modülünün İşlevselliği

İmalatı yapılan kumanda modülün işlevselliğini gözlemleyebilmek için atölyede derse giren öğretmenlerin akıllı telefonlarına uygulama programı yüklenmiş, telefonda otomatik durumda ve direkt pano üzerinden manuel durumda test etmeleri sağlanmıştır. Test etme sürecinde Ek A'daki gözlem formu doldurularak Tablo 4.2'deki veriler elde edilmiştir.

Tablo 4.2. Geliştirilen kumanda modülün işlevsellik ölçümü

Gözlem Formu Maddeleri		Kumanda modülünün manuel veya otomatik kademeleri çalışıyor mu?	Telefondaki ara yüz uygulaması sorunsuz açılıyor mu?	Kumanda modülüne bluetooth ile bağlantılabiliyor mu?	Telefon ara yüz programından her bir eğitim setine birbirinden bağımsız enerji verilebiliyor mu?	Telefon ara yüz programından her bir eğitim setinin enerjisi birbirlerinden bağımsız kesilebiliyor mu?	Tüm eğitim setlerinin enerjisi aynı anda ara yüz aracılığıyla kesilebiliyor mu?	Kumanda modülündeki acil durdurma butonu çalışıyor mu?	Kumanda modülü kullanım süresince elektriksel arıza olmadan çalıştı mı?	Kumanda modülünün kullanımını sorunsuz gerçekleştirdi mi?	Toplam puan
A	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
B	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
C	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
D	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
E	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
F	Evet	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	Hayır										
Genel Toplam											<b>54</b>

Tablo 4.2’de veriler incelendiğinde atölyede derse giren 5 elektrik elektronik teknolojisi öğretmene ve yazılımsal anlamda uzman değerlendirmesini almak adına 1 tane de bilişim teknolojileri öğretmene gözlem tekniği uygulanmıştır. Yapılan gözlemler sonucunda Tablo 4.2’deki sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 4.2’ye göre geliştirilen uygulama modülü her öğretmenden tam puan olarak toplamda en yüksek puan olan 54 puana ulaşmıştır. Geliştirilen kumanda modülü işlevsellik açısından maksimum faydayı sağlamaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezin konusu olarak geliştirilen EPKM'nin üretim aşamasına geçmeden önce atölyede yapılan risk analizindeki risk durumlarına bakıldığında çok yüksek riskin %28, yüksek riskin ise %15 olduğu görülmüştür. %28'lik çok yüksek risk durumlarının bir kısmının eğitim setlerinin beslemesinden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Atölyede bulunan mevcut eğitim setlerinin besleme durumundan kaynaklı tehlikelerin en aza indirilmesi için geliştirilen EPKM, iş güvenliğini arttırmasının yanı sıra kolay kullanılabilir olması amacı ile işlevsel ve özgün bir tasarım ürünü olmuştur. Ürün ortaya çıkmadan önce devre tasarımı ve simülasyonu yapılarak uygulamanın kararlı çalışma durumu kontrol edilmiştir. Geliştirilen pano sayesinde eğitim setlerinin beslemeleri tamamen atölye öğretmenlerinin kontrolüne geçmiştir. Panonun bluetooth üzerinden telefonla haberleşmesi nedeniyle öğrencilerin de kendi telefonlarından EPKM ile iletişim kurmaları riskini engellemek için özgün şifrelerin oluşturulması özelliği, geliştirilen ürün ile sağlanmıştır. Ayrıca sistemin herhangi bir arıza durumunda manuel olarak kontrolü sağlanmıştır. Bluetooth modülü kullanılarak geliştirilen EPKM, üzerinde yapılacak basit bir çalışma sonucu WİFİ ile de gerçekleştirilebilir.

MIT tarafından geliştirilen "App Invertor" platformu ile geliştirilen telefon ara yüzü anlaşılır ve kullanışlı bir sadelikle tasarlanmıştır. Bu çalışmada geliştirilen ürünün herkes tarafından kolaylıkla yapılabilmesi adına bir kaynak olması hedefiyle, tasarım aşamalarında mümkün olduğunca kolay kod mantığı ve görsel tasarım tercih edilmiş ve bu aşamalar adım adım açıklanmıştır. Bu tezde verilen bilgilerden faydalanılarak okulların kendine özgü telefon ara yüz tasarımları yapmaları mümkündür.

Tezde 3D baskı teknolojisinden yararlanılarak imal edilen ürünler için faydalı bilgiler verilse de 3 boyutlu çizim programlarının kullanımı beceri gerektirdiğinden bu programları kullanabilen kişilerden yardım alınabileceği gibi hazır muhafaza kutuları kullanarak veya biraz el becerisi ile başka malzemelerden rahatlıkla imalatlar yapılabilir.

Bununla birlikte ücretsiz olarak sunulan 3 boyutlu çizim programları ile ilgili yapılacak araştırmalarla kolaylık basit üretimler yapılabilir.

Geliştirilen EPKM için hedeflenen işlevsellik ölçümü için öğretmenlere öncelikle ürünün tanımını ve kullanımını ile ilgili bilgiler verilmiş ve öğretmenlerin EPKM'yi kullanmalarını gözlem formları kullanılarak test edilmiştir. Yapılan puanlama sonucu 54 tam puan alınarak işlevselliğın sağlandığı değerlendirilmiştir.

Üretilen panonun montajı yapıldıktan sonra mutlaka İSG kurallarına göre etiketleme yapılmalı ve pano kullanımını ile ilgili bilgilendirme levhası en yakın noktaya asılmalıdır.

Bu çalışmada, Bingöl Mesleki ve Teknik Anadolu lisesi, elektrik elektronik teknoloji alanına ait bir atölyede öğrencilerin uygulama yaparken kullandıkları eğitim setlerinin elektriksel tehlikeleri minimize edilmiştir. Seçilen atölyede yapılan Fine-Kinney risk analiz sonucunda elektrik panosu yokluğundan kaynaklı birçok tehlikeli durumun ve akabinde gelen tehlikeli davranışın kontrol altına alınması sağlanarak riskler mümkün olduğunca bertaraf edilmiş ve İSG konusunda ileri bir teknolojik ürün ortaya çıkarılmıştır.

## KAYNAKLAR

Akarçay, O. (2017). Elektrik İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği İller Bankası A.Ş.'Ye Ait Bir Örnek Üzerinde İncelenmesi. (Uzmanlık tezi) İller Bankası Anonim Şirketi.

Akpınar, T. (2014). İş Sağlığı ve İş Güvenliği. Ekin kitabevi,.

Aksoy, M. E. (1997). Elektrik Akımlarının Neden Olduğu Yaralanmalar. The Bulletin of Legal Medicine, 2(1), 25–34.

AKUT. (2021). Temel ilk yardım eğitim kitabı. İstanbul: Arama Kurtarma Derneği.

Alkan, E. (2017). Meslek Lisesi Öğrencilerinin İş Güvenliği Kültürü ve Bilinci Üzerine Bir Çalışma. (Yüksek Lisans Tezi) İstanbul Yeniüzyıl Üniversitesi.

Arıkan, K. (2013). Elektriksel Boşalmanın Bulanık Mantık İle Benzetimi. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi.

Azaklar, S. (2007). Uzaktan Erişimli Elektronik Laboratuvarı Tasarımı. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi.

Babrauskas, V. (2002). How Do Electrical Wiring Faults Lead To Structure Ignitions. İçinde Interscience Communications Ltd (39–51).

Babrauskas, V. (2008). Research on electrical fires: The state of the art. Fire Safety Science, 3–18.

Balcı, E. (1994). Osmanlı Maden Rejiminde Nizamnameler Dönemi ve İmtiyazlar. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi.

Bayguş, D. (2019). Bir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Öğrencilerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Bilgi Düzeyi ve İş Kazaları Sıklığı. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi.

Çakır, O., Çakır, Ö. ve Çakır, F. (2009). Yeni ve Çok Düşük Maliyetli Bir Baskı Devre Hazırlama Yöntemi, 1–4.

ÇASGEM. (2017). Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği Algısı. Ankara: Uzerler Matbaacılık Tanıtım Sanayi Tic. Ltd.

Çelik, M. (2019). Mesleki ve Teknik Liselerde Elektrik Laboratuvar Uygulamalarında İş Sağlığı ve Güvenliğinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Aydın Üniversitesi.

Çetinkaya, A. İ. ve Ulusoy, I. (2019). Mesleki ve Teknik Liselerde Atölye Uygulamalarında İş Sağlığı ve Güvenliği. Ohs Academy İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi.

Ceylan, H. (2012). Türkiye'deki iş sağlığı ve güvenliği eğitimi sorunlar ve çözüm önerileri. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 94–104.

Çiçek, Ö. ve Öçal, M. (2016). Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 11, 111.

Coady, C., Feltham-Scott, D., Fewer, C., Osborne, C., Taylor, K., Whiffen, C. and Yetman, M. (2015). *Building a Safer Tomorrow*. MINTBROOK HILL CONTENT SOLUTIONS.

Çoban, G.S. (2021) Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Kendini Gerçekleştirme Basamağında Gizil Yetenekler . *European Journal of Educational & Social Sciences*,6(1)

Demir, F. 2012. Çalışma Hayatında Çocukların Korunması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 577, 547–577.

Doğan, B., Yalçınkaya, C. ve Balcı, M. G. (2017). Türkiye'de Mühendislik Fakültelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 58(685), 1–15.

Dönmez, O. O. (2019). Eski Mısır Uygarlığında Tıp Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi) Pamukkale Üniversitesi.

Dursun, S. (2013). İş Güvenliği Kültürünün Çalışanların Güvenli Davranışları Üzerine Etkisi. *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 3(2), 61–75.

Gerek, N. (2006). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Gümüş, A. T. (2005). Türk Anayasasında Kişinin Maddi ve Manevi Varlığını Koruma ve Geliştirme Hakkı. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*.

Gündoğdu, M., Selami, K. ve Kenan, K. (2013). Lise Öğrencilerinde Risk Alma Davranışı. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(21), 151–160.



Güsün, K. (2006). Elektrik Kumanda Laboratuvarı PLC Eğitim Seti Tasarımı. (Yüksek Lisans Tezi) Marmara Üniversitesi.

Güzel, M. Ş. (1981). 1871 Ameleperver Cemiyeti. *Bilim ve Sanat*, 8, 43–45.

Hagan, E. P., Montgomery, J. F. and O'reilly, J. T. (2009). *Accident Prevention Manual For Business & Industry Administration & Programs*. National Safety Council.

Huber, M., André Knottnerus, J., Green, L., Van Der Horst, H., Jadad, A. R., Kromhout, D. and Smid, H. (2011). How should we define health?. *BMJ (Online)*, 343(7817).

Hydro One. (2013). *Electrical safety handbook for emergency responders*. Canada: Hydro One Networks Inc.; Electrical Safety Authority; Office of the Fire Marshal; Public Services Health and Safety Association.

Irmak, E. (2009). Uzaktan Erişimli Bir E-Laboratuvar Platformunun Tasarımı. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 24(2), 311–322.

İSGGM. (2020). *İstatistiklerle Türkiye'nin İSG Görünümü*. Ankara: T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

İstanbul İstatistik Ofisi. (2021). Yangın ve Güvenlik. *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, 221, 42–43.

Kaan, K. B., Nuri, Bi. ve Esin, T. (2018). Meslek Lisesi Mezunu Çalışanların Kazalanma Oranındaki Artışın Tespiti İçin Bir Algı Çalışması ve Değerlendirmeler. *Ohs Academy*, 1(1), 12–23.

Kinney, G. F. and Wiruth, A. D. (1976). *Practical Risk Analysis for Safety Management*. Naval Weapons Center. California: Naval Weapons Center.

Lindell, I. (2009). *The Long History of Electricity*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University.

Luis, F. and Moncayo, G. (2017). *Notes on Electrical Safety*. Hong Kong: Occupational Safety & Health Council.

Mastrullo, K. (2005). *Electrical safety in the workplace*. İçinde Paper presented at the ASSE Professional Development Conference and Exposition. New Orleans, Louisiana.

MEB Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü, Müdürlüğü, Ç. ve S. G. B. İ. S. ve G. G. (2010). *Mesleki ve Teknik Eğitim Kurumları İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*. Ankara.

Medeni, D. B. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Sorumluluk. (Yüksek Lisans Tezi) Erciyes Üniversitesi.

MMO. (2016). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği. Ankara: Ankamat Matbaacılık San. Ltd. Şti.

Namal, M. K. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği. Ankara: Gazi Kitabevi.

Oğuzman, K. (1967). 931 Sayılı Yeni İş Kanununun Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası, 33(3-4), 215-227.

Olçay, Z. F. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Maliyetlerinin İnşaat Sektöründeki İş Kazaları Üzerindeki Etkisinin Analizi. (Doktora Tezi) İstanbul Aydın Üniversitesi.

Özkılıç, Ö. (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. Ankara: TİSK Yayınları.

Öztürk, Y. (2020). Meslek Lisesi Öğrencilerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkındaki Tutumları. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 32(2), 111-117.

Patton, E. W., Tissenbaum, M. and Harunani, F. (2019). MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development. Computational Thinking Education. Cambridge: Springer Singapore.

Sahin, K. ve Turan, B. O. (2018). Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojileri Karşılaştırmalı Analizi. Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2(2), 97-116.

Sarıkaş, A. ve Yayla, A. (2017). Uzaktan Erişimli Mikrodenetleyici Laboratuvarı. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 6(4), 283-296.

Sayım, F. (2017). Türkiye’de Sağlık Ekonomisi İstatistikleri ve Sağlık Harcamalarının Gelişimi. Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(15), 13-30.

Serin, G. ve Çuahdar, M. T. (2015). İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetim Sistemi. Teknik Bilimler Dergisi, 5(2), 44-59.

Sönmez, S., Kesen, U. ve Dalgiç, C. (2018). 3 Boyutlu Yazıcılar. 6. Uluslararası MatbaTeknolojileri Sempozyumu, (November), 471-481.

Tekin, F. A. (1991). İş Güvenliği ve Önemi. Eskişehir Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi, IX, 329-360.

Tezcan, M. (1985). Eğitim sosyolojisi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları No : İSO, 150, 3–4.

TÜİK. (2022). Ücretli Çalışan İstatistikleri, Ocak 2022. TÜRKİYE İSTATİSTİK KURUMU (C. 45818).

Tüzüner, V. L. ve Özaslan, B. Ö. (2011). Hastanelerde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesine yönelik bir araştırma. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 40(2), 138–154.

URL-1. (2021). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği (Erişim tarihi:07.01.2021).

URL-2. (2021). <https://www.myk.gov.tr/index.php/tr/myk-meslek-yeterlik-belges-zorunluluğu-sayfasi> (Erişim tarihi: 08.01.2021).

URL-3. (2012). <https://www.sondakika.com/haber/haber-iki-ogrencinin-olumu-ders-oldu-meslek-liselerinde-3234495/> (Erişim Tarihi: 25.09.2021).

URL-4. (1864). [https://stringfixer.com/tr/Factory\\_Act\\_1847](https://stringfixer.com/tr/Factory_Act_1847), (Erişim Tarihi: 28.02.2022).

URL-5. (1936). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/3330.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İŞ KANUNU. 15.06.1936. Sayı:3330(Erişim tarihi:15.03.2022).

URL-6. (1945). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/6042.pdf>, T.C. Resmî Gazete. Çalışma Bakanlığı kuruluş ve görevleri hakkında kanun. 27.06.1945. Sayı:6042(Erişim tarihi:17.03.2022).

URL-7. (1945). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/6051.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İş kazalarıyla meslek hastalıkları ve analık sigortaları kanunu. 07.07.1945. Sayı:3330(Erişim tarihi:20.03.2022).

URL-8. (1945). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/6058.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İşçi Sigortaları Kurumu Kanunu. 16.07.1945. Sayı:6058)(Erişim tarihi:20.03.2022).

URL-9. (1947). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/6542.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İşçi ve İşveren Sendikaları ve Sendika Birlikleri hakkında Kanun. 26.02.1947. Sayı:6542(Erişim tarihi:20.03.2022).

URL-10. (1949). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/7227.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İhtiyarlık Sigortası Kanunu. 08.06.1949. Sayı:7227(Erişim tarihi:24.03.2022).

URL-11. (1951). [https://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS\\_377260/lang--tr/index.htm](https://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS_377260/lang--tr/index.htm), (Erişim Tarihi: 19.03.2022).

URL-12. (1950). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/7402.pdf>, T.C. Resmî Gazete. Hastalık ve Analık Sigortası Kanunu. 10.01.1950. Sayı:7402(Erişim tarihi:20.03.2022).

URL-13. (1964). <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/11766.pdf>, T.C. Resmî Gazete. SOSYAL SİGORTALAR KANUNU. 29.07.1964. Sayı:11766(Erişim tarihi:27.03.2022).

URL-14. (2022). <https://www.csgeb.gov.tr/isgum/contents/baskanlik/hizmetlerimiz/>, (Erişim Tarihi: 28.03.2022).

URL-15. (1971). <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1475.pdf>, T.C. Resmî Gazete. İş Kanunu. 01.09.1971. Sayı:13943(Erişim tarihi: 29.03.2022).

URL-16. (2003). <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4947.pdf>, T.C. Resmî Gazete. Sosyal güvenlik kurumu teşkilâti kanunu. 24/07/2003. Sayı:25178(Erişim tarihi:03.04.2022).

URL-17. (2003). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4857.pdf>, İŞ KANUNU (Erişim tarihi:04.05.2022).

URL-18. (2006). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5510.pdf>, Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (Erişim tarihi: 04.05.2022).

URL-19. (2012). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf>, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Erişim tarihi:06.05.2022).

URL-20. (2022). <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/istanbulda-2019un-ilk-sekiz-ayinda-15-bin-162-yangin-cikti-432305.html> (Erişim Tarihi:29/05/2022).

URL-21. (2022). <https://trimbox.com.tr/elektrik-yangini-nasil-cikar-ve-nasil-onlenir> (Erişim Tarihi:24/05/2022).

URL-22. (2022) <http://www.capturedlightning.com/frames/longarc.htm> (Erişim Tarihi:24/05/2022).

URL-23. (2022). <http://ahmetsertkan.blogspot.com/2012/01/seyyar-uzatmal-elektrik-kablo-yangn.html> (Erişim Tarihi:25/05/2022).

URL-24. (2022). <https://tasteminty.com/daza/4852/first-aid-in-case-of-electric-shock> (Erişim Tarihi:20/06/2022).

URL-25. (2012). <http://www.brophy.net/PivotX/?p=john-francis-mitchell-biography#CELLPHONEINVENTOR> (Erişim Tarihi : 19/01/2022).

URL-26. (2022). <https://appinventor.mit.edu/>, (Erişim Tarihi: 19/01/2022).  
Uysal, M. 2003. C ile Programlama. İSTANBUL: Beta Basım A.ř.

Yalçın, N. A. (2014). Web Tabanlı Güç Elektroniği Sanal Laboratuvarı. (Yüksek Lisans Tezi) Uludağ Üniversitesi.

Yılmaz, F. (2009). İş Sağlığı ve Güvenliği'nde Okul Eğitiminin Önemi: Modern Örnekler Işığında İş Sağlığı ve Güvenliği Lisans Eğitiminin Ülkemizde Uygulanabilirliği. Kamu-iş, 11(1), 107–138.

Yüksel, B. (2017). Çalışma İlişkilerine Yönelik İlk Düzenleme: Dilaver Paşa Nizamnamesi ve Çalışma Hayatına Etkileri. İş ve Hayat, 3(6), 155–178.

## EKLER

Ek A: Gözlem formu

**“MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE ELEKTRİKSEL KAZALARA KARŞI  
TELEFONDAN KONTROL EDİLEBİLEN ELEKTRİK PANOSU KUMANDA  
MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ” BAŞLIKLİ TEZ ÇALIŞMASI KAPSAMINDA  
HAZIRLANAN UYGULAMAYA AİT GÖZLEM FORMUDUR**

Bu gözlem formunun amacı “MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE ELEKTRİKSEL KAZALARA KARŞI TELEFONDAN KONTROL EDİLEBİLEN ELEKTRİK PANOSU KUMANDA MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ” yüksek lisans tezi kapsamında geliştirilen elektrik panosu kumanda modülünün işlevselliğini belirlemektir. Bu çalışmaya gönüllü katılımınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Gözlem No	
Gözlem Tarihi	
Gözlem Yeri	
Gözlem Süresi	

Gözlem Formu Maddeleri	Evet	Hayır	Açıklama
1. Kumanda modülünün manuel veya otomatik kademeleri çalışıyor mu?			
2. Telefondaki ara yüz uygulaması sorunsuz açılıyor mu?			
3. Kumanda modülüne bluetooth ile bağlanılabiliyor mu?			
4. Telefon ara yüz programından her bir eğitim setine birbirlerinden bağımsız enerji verilebiliyor mu?			
5. Telefon ara yüz programından her bir eğitim setinin enerjisi birbirlerinden bağımsız kesilebiliyor mu?			
6. Tüm eğitim setlerinin enerjisi aynı anda ara yüz aracılığıyla kesilebiliyor mu?			
7. Kumanda modülündeki acil durdurma butonu çalışıyor mu?			
8. Kumanda modülü kullanım süresince elektriksel arıza olmadan çalıştı mı?			
9. Kumanda modülünün kullanımı sorunsuz gerçekleşti mi?			

Evet 1, Hayır 0 puan değerindedir. Her gözlemde 0 ile 9 puan arasında değişen bir puanlama yapılacaktır.

Evet Sayısı	
Hayır Sayısı	
Toplam Puan	