

## Madenlerde iş sağlığı ve güvenliği alanında baret denetimi için yeni bir tasarım

*A new design for helmet detection in occupational health and safety in mines*

Hasan EKER\*<sup>1</sup> , Mehmet Fatih ÖZLÜK<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Karabük Üniversitesi, Eskipazar Meslek Yüksek Okulu, Mülkiyet ve Koruma Bölümü, 78400, Karabük

<sup>2</sup>Karabük Üniversitesi, Eskipazar Meslek Yüksek Okulu, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, 78400, Karabük

• Geliş tarihi / Received: 02.04.2024

• Kabul tarihi / Accepted: 20.08.2024

### Öz

Türkiye’de, iş kazalarının son yıllarda arttığı görülmektedir. Meydana gelen iş kazalarının %0.3’ü ölümlle sonuçlanmaktadır. Türkiye’de her gün yaklaşık 4.2 kişi iş kazası sonucu hayatını kaybetmektedir. Meydana gelen iş kazalarının yapılan çalışmaların ortalaması dikkate alındığında yaklaşık %14.6’sı baş ve boyun yaralanması olarak karşımıza çıkmaktadır. Madencilik sektöründe yaşanan iş kazaları sonucu baş ve boyun yaralanmalarının sebepleri arasında çalışanların baretini takmaması, baret kullanmaması veya iş yeri içerisinde baretini çıkararak çalışması sayılabilir. Bu çalışmada; madenlerde çalışanların baretini çıkardığı anda, uzaktan algılanarak ve ilgili mühendis veya çalışanın ekranına çıkarıldığı haber veren bir baret tasarımı üzerinde durulmuştur. Tasarım olarak yapılan bu baret Karabük ilinde yer alan bir mermer işletmesinde tasarım aşamasında test edilmiştir. Sonuç olarak, madenlerde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uymayıp baret takmayan çalışanların iş kazasına yakalanmadan önce tespit edilerek baş ve boyun yaralanmaları gibi ciddi iş kazalarının önüne geçmesi amaçlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Baret tasarımı, Baret algılama, Madenlerde iş sağlığı ve güvenliği

### Abstract

*In Turkey, occupational accidents have increased in recent years. 0.3% of occupational accidents result in death. Approximately 4.2 people die every day in Turkey as a result of work accidents. Considering the average of the studies, approximately 14.6% of the occupational accidents are head and neck injuries. Among the reasons for head and neck injuries as a result of occupational accidents in the mining sector are not wearing a hard hat, not using a hard hat or working by removing the hard hat in the workplace. This study focuses on the design of a helmet that can be remotely detected and notified to the relevant engineer or employee's screen when the employee removes his/her helmet. As a result, it is aimed to prevent serious occupational accidents such as head and neck injuries by identifying employees who do not comply with occupational health and safety rules in mines and do not wear hard hats before they are caught in an occupational accident.*

**Keywords:** *Helmet design, helmet detection, Occupational health and safety in mines*

\* Hasan EKER; hasaneker@karabuk.edu.tr

## 1. Giriş

### 1. Introduction

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) verilerine göre 2012- 2022 yılları arasın dikkate alındığında iş kazalarının Türkiye’de %68.6 arttığı görülmektedir. Türkiye, ölümcül olmayan mesleki yaralanmalar açısından 11., ölümlü iş kazası sayısı açısından ise 15. sırada yer almaktadır. 2022 yılı SGK verilerine göre; 4a (588828) ve 4b (448) kapsamında sigortalı olan 589276 sigortalı çalışan iş kazası geçirdiği belirtilmektedir. Meydana gelen bu iş kazalarında, 4a (1517 kişi) ve 4b (3 kişi) kapsamında 1520 sigortalı çalışan hayatını kaybetmiştir. İŞİG Meclisi raporlarında ise 1843 çalışanın 2022 yılında hayatını kaybettiği belirtilmektedir. İki rapor arasındaki 323 kişinin kayıt dışı çalışma sonucu meydana gelen iş kazaları sonucunda vefat ettiği düşünülmektedir. İş kazaları sonucu meydana gelen ölümlerin nedenleri incelendiğinde %23’ü trafik kazaları, %19’u ezilme-göçük ve %16’sı ile düşme vakalarından kaynaklandığı görülmektedir.

İş hayatında meydana gelen iş kazaları, çoğunlukla üst ekstremitelerde yaralanmalarında görülmektedir (Özkan vd., 2010). Özkan vd., (2010), çalışmasında tüm yaralanmaların %56.6’sını üst ekstremitelerde, %17.6’sını alt ekstremitelerde, %10.1’ini baş-boyun yaralanmaları olduğunu tespit etmiştir. Kekeç vd., (2003), Erciyes Üniversitesi hastanesi acil servise başvuran iş kazalarıyla ilgili yaptıkları çalışmada kazalarda en çok yaralanan vücut bölümünün üst ekstremitelerde olduğunu belirtmişlerdir. Çelik vd., (2013); iş kazalarında en fazla üst ekstremitelerde yaralanmaları %53.7 oranda, alt ekstremitelerde yaralanmaları %15.3 oranda, baş-boyun yaralanmaları ise %13.3’lük oranda olduğunu tespit etmiştir. Karakurt vd., (2013) tarafından yapılan çalışmada iş kazalarında en fazla yaralanmanın %62.0 ile ekstremitelerde yaralanmaları olduğu ve bunun %22.0’sinin baş bölgesi yaralanmaları olduğunu ortaya koymuştur. Diğer bir çalışmada ise, en fazla üst ekstremitelerde (%46.2), daha sonra sırasıyla alt ekstremitelerde (%19.7) ve baş bölgesinde (%18.2) yaralanmaların olduğu görülmüştür (Yavuz vd., 2007). Benzer bir çalışmada, iş kazalarının %25.8’i parmak yaralanması, %25.6’sı alt ekstremitelerde yaralanması, %22.8’i üst ekstremitelerde (parmak hariç) yaralanması, %9.4’ü baş ve boyun yaralanması olarak meydana geldiği görülmüştür (Mehrdad vd., 2014).

Baret, çalışanı düşen nesnelere, bir yere veya kısma başını çarpmaya ve darbelere karşı koruyan, elektrik çarpmalarından, ergimiş metal sıçramalarından ve yanma gibi durumlar sonucu çalışanın baş kısmını koruyan bir kişisel koruyucu donanım (KKD)’dir.

KKD; 1) Çalışanı, yürütülen işten kaynaklanan, sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan, bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç, gereç ve cihazları, 2) Kişiyi bir veya birden fazla riske karşı korumak amacıyla üretici tarafından bir bütün haline getirilmiş cihaz, alet veya malzemeden oluşmuş donanımı, 3) Belirli bir faaliyette bulunmak için korunma amacı olmaksızın taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan, ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzemeyi, 4) Kişisel koruyucu donanımın rahat ve işlevsel bir şekilde çalışması için gerekli olan ve sadece bu tür donanımlarla kullanılan değiştirilebilir parçaları olarak ifade edilmektedir (KKD, 2024). Bu yönetmeliğin Ek 2’sine göre kişisel koruyucu donanımlar (KKD); baş, kulak, göz ve yüz, solunum sistemi, el ve kol, ayak ve bacak, cilt, gövde ve karın, vücut koruyucuları olarak sınıflandırılmaktadırlar. En fazla ve yaygın kullanıma sahip KKD’lerden biri baretlerdir. Baret, kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmeliğine göre baş koruyucular sınıfında yer almaktadır. Bu baş koruyucular; endüstride kullanılan koruyucu baretler, Saçlı derinin korunması, koruyucu başlıklar olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Endüstride kullanılan koruyucu baretler; madenler, inşaat sahaları ve diğer endüstriyel alanlarda kullanılan baş koruyucudur. Kepler, boneler, siperlikli veya siperiksiz saç fileleri ise saçlı deri korunması kısmına girmektedir. Kumaştan veya geçirimsiz kumaştan yapılmış boneler, kepler, gemici başlıkları ve benzerleri ise koruyucu başlık olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte; Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmeliğinin Ek-3’ünde KKD kullanılmasının gerekli olabileceği işler ve sektörler; İnşaat işleri, özellikle iskeleler ve yüksekte çalışma platformlarının üstünde, altında veya yakınında yapılan işler, kalıp yapımı ve sökümü, montaj ve kurma işleri, iskelede çalışma ve yıkım işleri, Çelik köprüler, çelik yapılar, direkler, kuleler, hidrolik çelik yapılar, yüksek fırınlar, çelik işleri ve haddehaneler, büyük konteynırlar, büyük boru hatları, ısı ve enerji santrallerinde yapılan çalışmalar, Tüneller, maden ocağı girişleri, kuyular ve hendeklerde yapılan çalışmalar, Toprak ve kaya işleri, Yeraltında ve taşocaklarında yapılan işler, hafriyat işleri, kömür işletmelerinde yapılan dekapaj işleri, Cıvatalama işleri, Patlatma işleri, Asansörler, kaldırma araçları, vinç ve konveyörler civarında yapılan işler, Yüksek fırınlar, ergitme ocakları, çelik işleri, haddehaneler, metal işleri, demir işleme, presle sıcak demir işleme, döküm işleri,

Endüstriyel fırınlar, konteynırlar, makinalar, silolar, bunkerler ve boru hatlarında yapılan işler, Gemi yapım işleri, Demiryolu manevra işleri, Mezbahalarda yapılan işleri olarak belirtilmektedir.

Li vd., (2018), yapmış oldukları çalışmada; otomatik güvenlik kaskı tespiti hakkında bilgi verilmek, güvenlik kaskı takılıp takılmadığının tespit edilmesi için yeni ve pratik bir sistem önermişlerdir. Bu sistem, yaya tespiti sonucuna dayanarak güvenlik kaskı takma durumunu tespit etmektedir. Özellikle enerji alt istasyonlarında yürüyerek çalışan işçiler için güvenlik kaskı takma tespiti önemli bir görevdir. Bu çalışmada, söz konusu sistem sayesinde yürüyerek çalışan işçilerin güvenlik kaskı takıp takmadığını eş zamanlı olarak tespit edilebilmektedir.

Boonsirisumpun vd., (2018) yapmış olduğu çalışmada ise, kasksız bisikletçilerin otomatik olarak tespit edilmesi için derin öğrenme tekniklerinin, özellikle de Evrişimsel Sinir Ağlarının (CNN) ve Tek Atışlı Çoklu Kutu Dedektörü (SSD) yönteminin kullanımı ele alınmaktadır. Araştırmacılar dört farklı CNN modelini (VGG16, VGG19, GoogLeNet, MobileNets) test etmiş ve SSD ile MobileNets kombinasyonunun kask kullanımını tespit etmede en yüksek doğruluğu elde ettiğini bulmuşlardır. Video gözetiminden alınan 493 görüntü kullanılarak deneyler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar 10 kat çapraz doğrulama kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca farklı CNN modellerinin kasklı ve kasksız bisikletçileri tespit etme performansı karşılaştırılmış ve MobileNets'in Inception V3'ten daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Bu araştırmanın nihai hedefi, gelişmiş görüntü işleme ve derin öğrenme teknikleri aracılığıyla kask takma uyumluluğunu ve güvenliğini artırmaktır (Boonsirisumpun vd., 2018).

Devadiga vd., (2018) yapmış oldukları bir çalışmada, video gözetimi kullanarak bisiklet sürücüleri için gerçek zamanlı bir otomatik kask algılama sisteminin geliştirilmesini tartışmaktadır. Sistem, kask takılmaması nedeniyle iki tekerlekli araçlarda meydana gelen yüksek kaza riskini ele almayı amaçlamaktadır. Kasksız sürücüleri tespit ederek ve plakalarını yakalayarak, etkili kovuşturma için suçluların bir veritabanı oluşturulabilir. Önerilen çözüm, doğru ve uygun maliyetli kask tespiti elde etmek için makine öğrenimi ve görüntü işleme tekniklerinden yararlanmaktadır. Sistem, kamu bilincini artırmayı ve trafik suçlularının sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Makalede ayrıca arka plan, ilgili çalışma, soruna genel bakış ve geliştirilen sistemin yanı sıra sistemin test edilmesinden elde edilen sonuçlar da özetlenmektedir. Önerilen çözümü desteklemek için çeşitli mevcut çalışmalara ve teknolojilere atıfta bulunmaktadır (Devadiga vd., 2018).

Agarwal vd., (2015) makalesinde, özellikle iki tekerlekli araç sürücülerinin sayısının yüksek olduğu Hindistan'da güvenliği artırmak ve kazaları azaltmak amacıyla bisiklet sürücüleri için akıllı bir kask sisteminin geliştirilmesi ele alınmaktadır. Sistem, sürücünün kask taktığından emin olmak için kaskta ve bisiklette bulunan modüllerin yanı sıra bir kaza önleme algılama modülü de içermektedir. Ayrıca kask kullanımını artırmak, yol güvenliğini geliştirmek ve kaza durumunda yardım sağlamak için teknolojiden yararlanıyor. Sistem, kask olmadan aracın çalışmasını engelleme, engeller hakkında önceden bilgi sağlama ve kazalarda büyük ve küçük kayıpları ayırtma gibi özellikler içermektedir. Makalede ayrıca, önerilen sistemde sensör modülleri, RF vericiler, android uygulaması, GSM modülü, mikrodenetleyici ve çıkış sistemleri gibi teknolojilerin kullanımı tartışılmaktadır. Sonuç bölümünde, projenin daha da geliştirilmesi ve gerçek zamanlı uygulanması için potansiyel vurgulanmaktadır (Agarwal vd., 2015).

Kurkute vd., (2019) çalışmasında, Hindistan'da özellikle motosiklet kullanan çok sayıda orta sınıf birey için kask algılamaya yönelik akıllı bir sisteme duyulan ihtiyacı tartışmaktadır. Güvenlik için kask takmanın önemi vurgulanmakta ve motosikletin ateşlemesini kontrol ederek yalnızca sürücünün kask takması halinde çalışmasına izin verecek bir sistem önerilmektedir. Sistem, motorcuların güvenliğini artırmayı ve trafik kazalarında meydana gelen ölümlerin sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Araştırma çalışması, IoT ve kaza yönetimi teknolojilerini kullanan benzer projeler üzerine bir literatür araştırmasının yanı sıra bisiklet güvenlik sistemi geliştirme bağlamında yüz algılama ve kenar algılama için kullanılan çeşitli algoritma ve teknikleri içermektedir. Makale ayrıca önerilen sistem için donanım ve yazılım gereksinimlerini özetlemekte, uygulanan tekniklerin sonuçlarını ve tartışmalarını ele almakta ve akıllı kasklar, akıllı araba sistemleri, IoT tabanlı araba park sistemleri ve diğer yenilikçi teknolojiler ve sistemler üzerine çeşitli ilgili çalışmalara ve araştırmalara referanslar sunmaktadır (Kurkute vd., 2019).

Kask tespiti için Çift Kanallı Çok Ölçekli YOLOv5 (DCMS-YOLOv5) modeli anlatılmaktadır. Model, yanal bir bağlantıda özellik çıkarma ve füzyon gerçekleştirerek karmaşık sahnelerdeki küçük hedefleri tespit etme

zorluğunu ele almaktadır. Model, kask takma veri kümesi (SHWD) ile doğrulanmış ve diğer yöntemlerle karşılaştırılarak yüksek algılama doğruluğu ve güçlü genelleme yeteneği göstermiştir (Liu & Tian, 2023).

Allamki vd., (2019), çalışması makine öğrenimi ve CCTV kameraları kullanarak kask takmanın otomatik olarak algılanması için bir sistemin geliştirilmesini tartışan bir çalışmadır. Önerilen metodoloji, gerçek zamanlı kask tespiti için You Only Look Once (YOLO) adlı DNN tabanlı bir model kullanmaktadır. Dosyada ayrıca kask tespiti ile ilgili çalışmalar ve konuyla ilgili araştırma makalelerine referanslar da yer almaktadır. Dosyada ayrıca, yol güvenliği için otomatik plaka tanımda Optik Karakter Tanıma'nın (OCR) rolü tartışılmaktadır (Allamki vd., 2019).

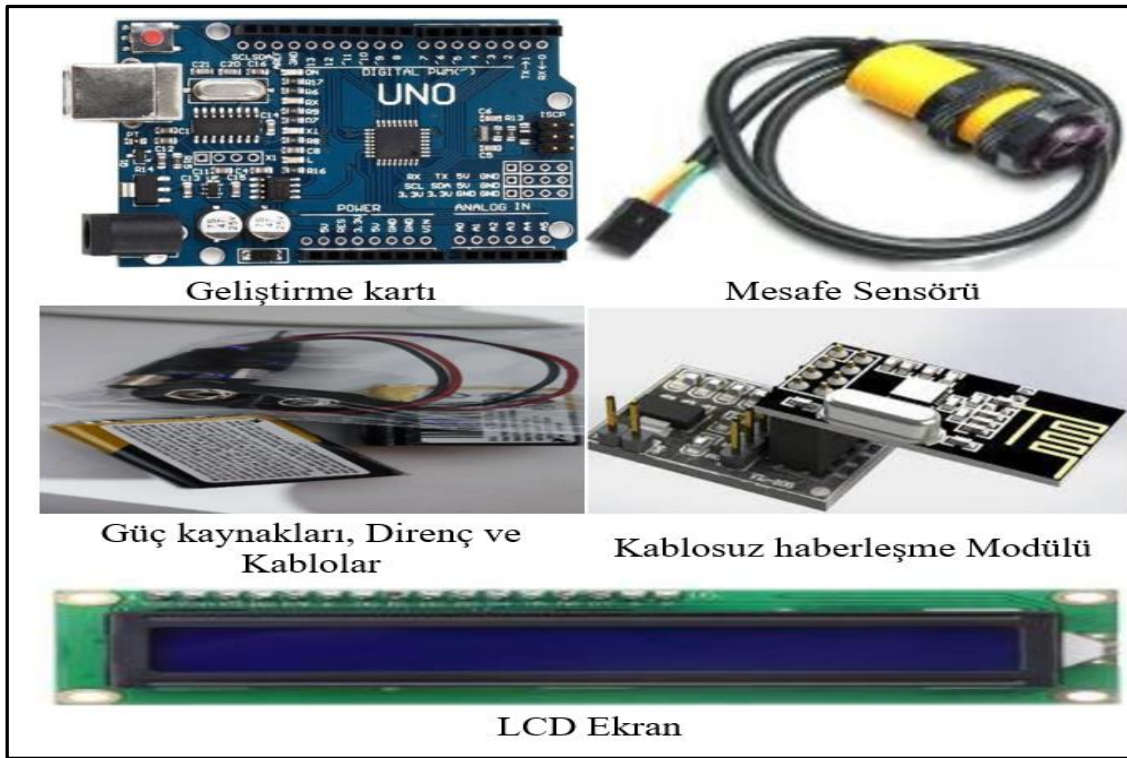
Long vd., (2019) çalışmasında, Enerji santrallerinde doğru kask takma tespiti için bir derin öğrenme yaklaşımı sunmaktadır. Önerilen sistem, özellikleri çıkarmak, koordinatları konumlandırmak ve nesnelere sınıflandırmak için tek atışlı çoklu kutu dedektörü (SSD) kullanmaktadır. Sistem, sık özellik haritasını zengin üst düzey semantik bilgiler içerecek şekilde optimize ederek küçük kaskları tespit etmenin zorluklarının üstesinden gelmektedir. Makalede ayrıca, sistemin tanıma doğruluğunu artırmak için video gözetiminde bağlam bilgisi analizinin önemi tartışılmaktadır. Deneyler 5.229 görüntüden oluşan bir veri kümesi üzerinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar önerilen sistemin etkinliğini ve pratikliğini göstermiştir (Long vd., 2019).

Bu çalışmanın kapsamı; madenlerde iş sağlığı ve güvenliği açısından çalışanların baş yaralanmalarının ana sebeplerinden biri olan baret takmama, kullanmama veya çıkarma problemini ortadan kaldırmak için baretin çıkarıldığını uzaktan algılayan ve ilgili ekrana çıkarıldığını haber veren bir baret tasarımı geliştirmektir.

## 2. Gereç ve yöntem

### 2. Equipment and method

Bu çalışmanın amacı, madenlerde iş sağlığı ve güvenliği açısından baş yaralanmalarının önemli nedenlerinden biri olan baret takmama, kullanmama veya çıkarma problemini ortadan kaldırmak için baretin çıkarıldığını uzaktan algılayan ve bu durumu ilgili ekranda bildiren bir baret tasarımı geliştirmektir. Tasarımda kullanılan malzemeler arasında Arduino Uno CH340, MZ80 mesafe sensörü, LCD i2c ekran, güç kaynağı, LED'ler, dirençler, kablolar, NRF24 kablosuz iletişim modülü ve adaptör bulunmaktadır. Bu malzemeler Şekil 1'de gösterilmiştir. Aşağıda, ilgili malzemelere dair detaylı bilgiler sunulmuştur:



Şekil 1. Madenci baret tasarımında kullanılan malzemeler  
Figure 1. Materials used in miner helmet design

**Arduino Uno CH340:** Bilgisayar ile iletişim kuran ve içerisine program yazılımının yüklendiği mikroişlemci birimdir. Kablosuz iletişim modülünden gelen veriyi işlemek için bir tanesi verici devresinde diğeri alıcı devresinde olmak üzere 2 adet kullanılmıştır.

**MZ80 mesafe sensörü:** Sinyalin engel ile karşılaşması üzerine dijital veri üretilmesini sağlamaktadır.

**LCD i2c ekran:** LCD I2C modülü sayesinde 2x16 lcd ekranın çok sayıdaki kablo bağlantısıyla uğraşmadan, I2C protokolü ve sadece 2 kablo vasıtası ile kolay bağlantı sağlamaktadır. Ayrıca, Arduino ve Raspberry Pi projelerinde daha pratik kullanım imkânı da sağlamaktadır. Bununla birlikte, modüle entegre potansiyometre sayesinde ekran kontrastını da kolayca ayarlayabilmenize yardımcı olmaktadır.

**Güç Kaynağı:** Güç kaynağı, denetim biriminde bulunan alıcı devresinin ve baret üzerinde bulunan verici devresinin çalışabilmesi için gerekli olan elektrik enerjisinin sağlayan 9V pil kullanılmıştır. Her iki modül de taşınabilir olmasından dolayı şebeke beslemesi için gerekli olan adaptör kullanılmamıştır.

**NRF24 kablosuz haberleşme modülü:** NRF24 modülü ile baret üzerinde bulunan verici devresi ile denetleme biriminde bulunan alıcı devresi arasında kablosuz iletişim sağlanmaktadır.

### 3. Madenci baret tasarımı

#### 3. Miner helmet design

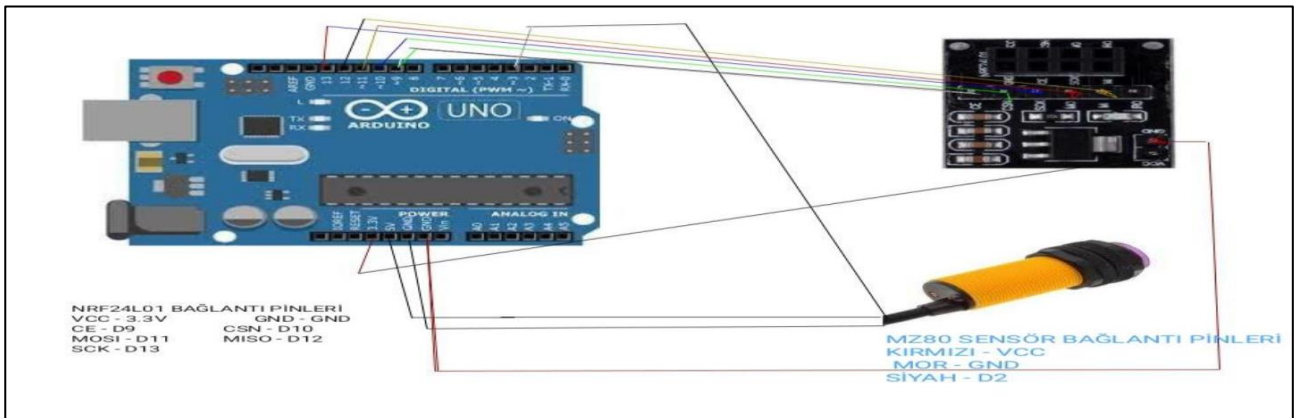
İlk önce madenci baret tasarımında gereksinim duyulan malzemeler tedarik edilmiştir. Devre bağlantı işlemleri aşağıdaki şemalarda gösterildiği şekilde yapılmıştır. Baretin üzerine baretin takıldığını veya çıkarıldığını denetlenmesi için gerekli olan sensör takıldı (MZ80 Sensörü). Baret üzerine mikroişlemci (Arduino Uno CH340) ve kablosuz haberleşme modülü (NRF24 Kablosuz iletişim modülü) monte edildi. Program yazılımı Arduino IDE 1.8.5 programı üzerinde yapılmıştır. Alıcı devresi ve verici devresi için ayrı iki adet program yazılmıştır. Kablosuz iletişim için alıcı ve verici devrelerinde 1 er adet NRF24 modülü kullanıldı. NRF24 modülünün alıcı veya verici olarak kullanılacağı yazılımsal olarak belirlenmektedir. Bölüm 3.1 Verici devre tasarımı başlığı altında program yazılımları verilmiş olup alıcı ve verici devresi kodları derleyici üzerinde gösterilmiştir.

Devrenin çalışması şu şekildedir. İlk önce baret üzerinde bulunan sensörden (MZ80) gelen veri baret üzerindeki mikrodenetleyici tarafından algılanır ve değerlendirme işleminden sonra bu verinin çıktısı NRF24 modülü üzerinden gönderilir. Baret üzerinde bulunan verici devresinden gelen veri alıcı devresinde bulunan NRF24 modülü tarafından algılanır ve alıcı devresinde bulunan mikrodenetleyici tarafından değerlendirilerek çıkış birimi olan LCD ekran üzerinde baretin durumu ifade edilir.

#### 3.1. Verici devre tasarımı

##### 3.1. Transmitter circuit design

Madenci baretinin üzerine takılan verici devresine ait tasarım, Şekil 2’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.** Madenci baret tasarımında kullanılan verici devresi

**Figure 2.** Transmitter circuit used in miner helmet design

Madenci baretinin üzerine takılan verici devresine ait kod 1 ise aşağıda verilmiştir (Şekil 3).

```

verici_devresi | Arduino 1.8.5
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

verici_devresi

#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
RF24 radio(7, 8); // CE, CSN pinleri
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Bu kodu kullanırken ekranda yazı çıkmaz ise
0x27 yerine 0x3f yazınız !!
int MZ80 = 2;
const byte address[6] = "00001"; //verinin akacağı adres, bu adres alıcı ve
vericide aynı olmalıdır.
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN); //burayı menzil-veri boyutu gibi koşulları göz
önünde bulundurup değiştirebilirsiniz.
  radio.stopListening();
  pinMode (MZ80, INPUT);
  delay(1000);
}
void loop() {
  int durum=digitalRead (MZ80);
  Serial.println (durum);
  delay(500);
  if (durum==0){
    const char text[] = "Takildi ";
    radio.write(text, sizeof(text));
    delay(100);
  }
}

```

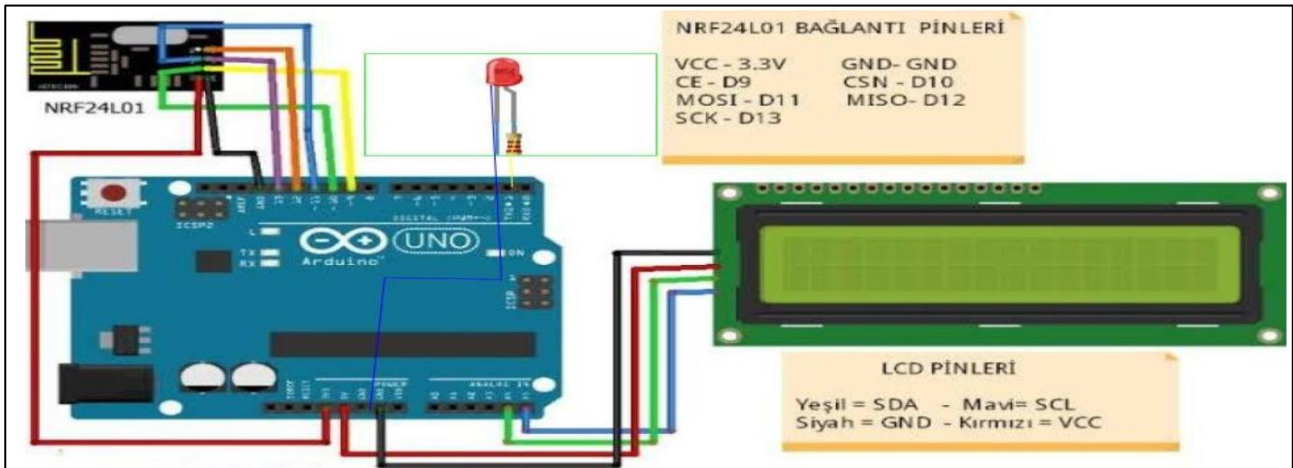
Şekil 3. Baret tasarımında kullanılan verici devre kodları

Figure 3. Transmitter circuit codes used in helmet design

### 3.2. Alıcı devre tasarımı

#### 3.2. Receiver circuit design

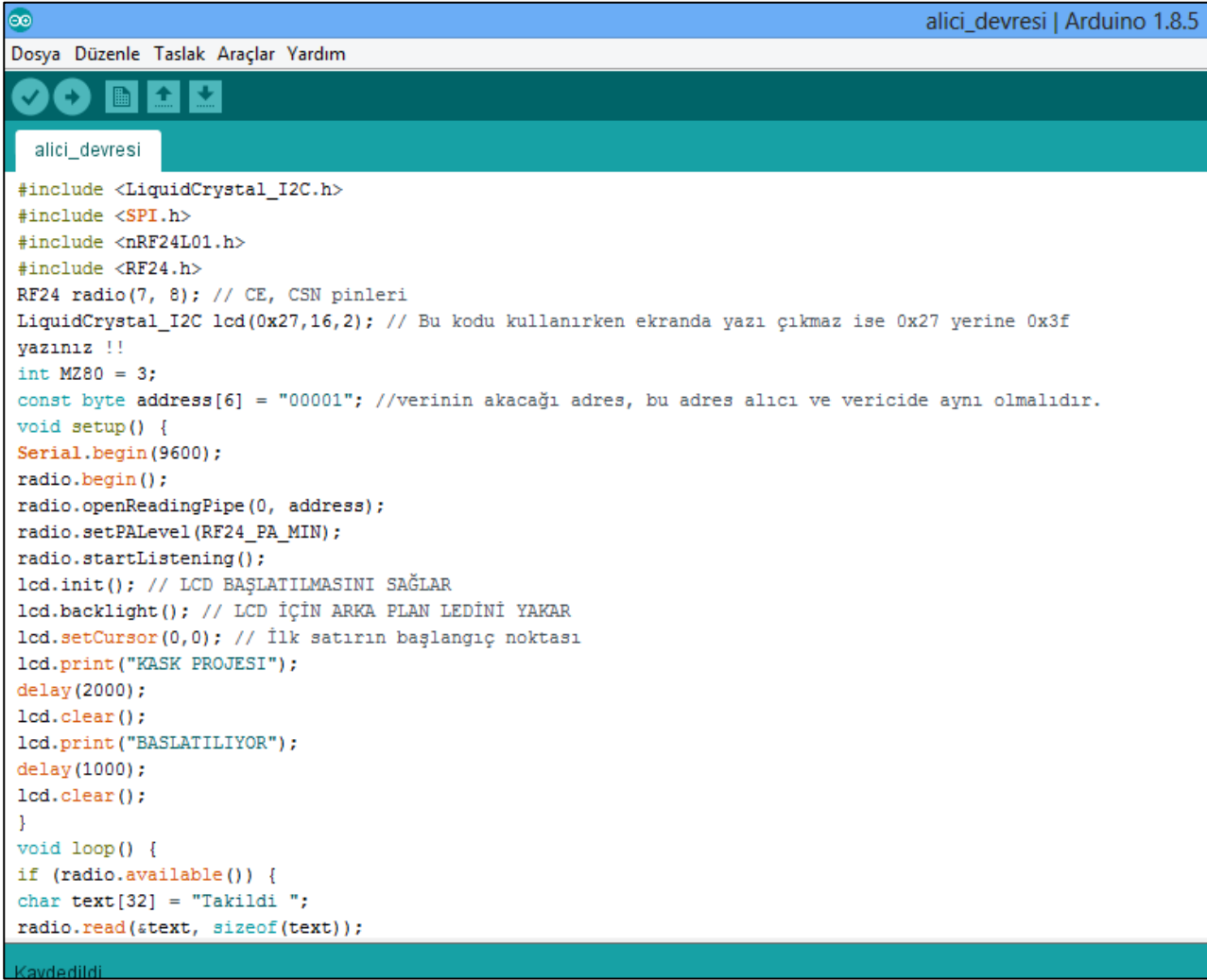
Madenci baretinin üzerine takılan vericiden gelen veriyi alıp ekrana baretin takılı olup olmadığı belirten devreye ait tasarım, Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Madenci baret tasarımında kullanılan alıcı devresi

Figure 4. Receiver circuit used in miner helmet design

Baret tasarımında kullanılan alıcı devreye ait kod 2 ise aşağıda verilmiştir (Şekil 5).



```

alici_devresi

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(7, 8); // CE, CSN pinleri
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Bu kodu kullanırken ekranda yazı çıkmaz ise 0x27 yerine 0x3f yazınız !!
int MZ80 = 3;
const byte address[6] = "00001"; //verinin akacağı adres, bu adres alıcı ve vericide aynı olmalıdır.
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.startListening();
  lcd.init(); // LCD BAŞLATILMASINI SAĞLAR
  lcd.backlight(); // LCD İÇİN ARKA PLAN LEDİNİ YAKAR
  lcd.setCursor(0,0); // İlk satırın başlangıç noktası
  lcd.print("KASK PROJESİ");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  lcd.print("BASLATILYOR");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
void loop() {
  if (radio.available()) {
    char text[32] = "Takildi ";
    radio.read(&text, sizeof(text));
  }
}

```

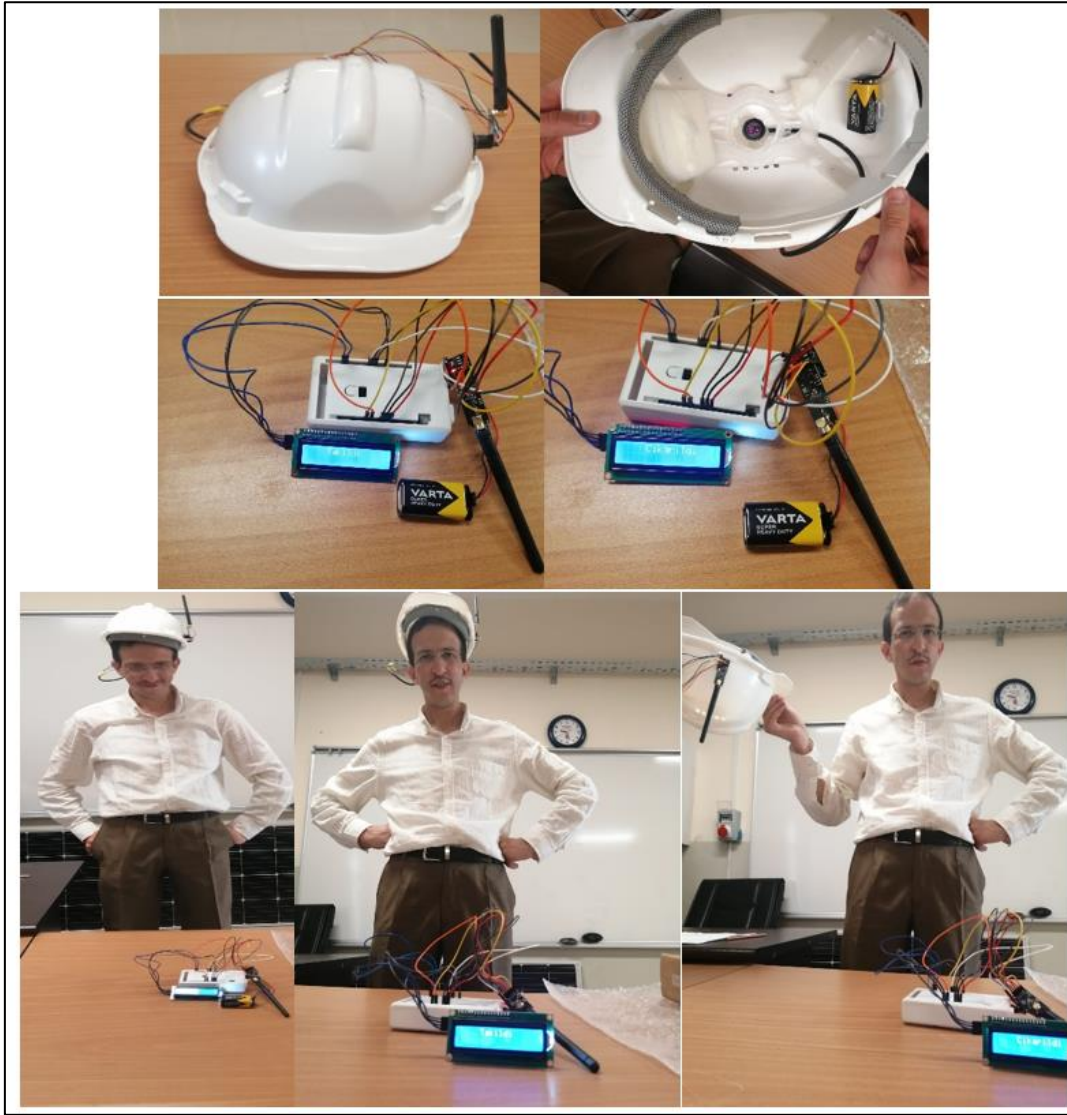
Şekil 5. Baret tasarımında kullanılan alıcı devre kodları

*Figure 5. Receiver circuit codes used in helmet design*

### 3. Bulgular

#### 3. Results

Madenci baret tasarımının sonuçlarını ve elde edilen barete ait resimleri içeren Şekil 6'da aşına olmayanlar için detaylı bir açıklama yapmak faydalı olabilir. Çalışanın kullandığı kişisel koruyucu donanım olan bareti taktığında MZ80 sensörü baretin takılı olduğunu algılayarak baretin üzerinde yer alan NRF24 kablosuz iletişim modülü sayesinde diğer alıcı devresine veriyi iletmektedir. Daha sonra mikrodenetleyici veriyi değerlendirerek LCD ekran üzerinde baretin takılı olduğunu ekran başında kontrol eden çalışana bildirmektedir. Baretin çalışanın kafasında takılı olmadığı durumda ise benzer yolu izleyen verien son aşamada LCD ekranda baretin çıkarıldığını yazmaktadır (Şekil 6). Madencilik sektöründe çalışanların görev yaptıkları alanların arasındaki konum farklı olması ve sürekli çalışanların baret takıp takmadığının tespiti mümkün olamamakta ya da herhangi bir iş kazası meydana geldiğinde çalışanın baret takmamasına bağlı meydana gelebilecek iş kazasının hasar boyutunun fazla olması söz konusu olacaktır. Bu durum, özellikle madenciler için avantaj sağlayacaktır. Bununla birlikte, amirlerin veya işverenin çalışanın baretinin takıp takmadığı kontrol etmesi açısından da fayda sağlayacağı öngörülmektedir.



**Şekil 6.** Madenci baret tasarımı  
**Figure 6.** Miner helmet design

Ayrıca, baret tasarımı sonucunda birçok menzil testi yapılmıştır. Elde edilen menzil testlerine göre baretin 1 km alan içerisinde çalıştığı, daha sonrasında ise veri iletiminde hatalar meydana geldiği tespit edilmiştir. Veri iletimindeki hataların verinin iletiildiği ortama, hava koşullarına göre farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu konudaki çalışmaların geliştirilerek, daha sonraki güncellemeler de bu eksiklikler üzerine değerlendirmeler yapılacaktır. Bu tasarımın eksikliklerinin olmasına rağmen maden ocaklarında çalışanlar ve iş yerleri açısından güvenli, konforlu ve kullanılabilirlik açısından fayda sağlayacaktır.

#### 4. Tartışma

##### 4. Discussion

Çalışmaların gösterdiği gibi, iş kazaları ve özellikle de iş kazalarına bağlı ölümler, Türkiye'de ve dünya genelinde ciddi bir endişe kaynağıdır. Bu bağlamda, iş güvenliği önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması ve işçilerin kişisel koruyucu donanımları (KKD) doğru bir şekilde kullanması son derece önemlidir.

Öncelikle, iş kazalarının önemli bir kısmı üst ekstremité yaralanmalarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, baret gibi baş koruyucu donanımların kullanımı, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak adına hayati öneme sahiptir. Yapılan çalışmalar, bu tür koruyucu ekipmanların doğru ve etkili bir şekilde kullanılmasının, iş kazalarının sayısını azaltmada önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.



Ayrıca, teknolojinin gelişimiyle birlikte, iş güvenliği alanında da önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Örneğin, Li vd., (2018) ve diğer araştırmacılar, otomatik güvenlik kaskı tespiti gibi yenilikçi sistemlerin geliştirilmesiyle, işçilerin kişisel koruyucu donanımlarını daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu tür teknolojiler, iş kazalarının önlenmesi ve iş güvenliği standartlarının iyileştirilmesi açısından büyük potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalarda daha çok çalışanların görüntüleri üzerinden baret takıp takmadığı görüntü işleme yöntemleri ile tespit edilmeye çalışılmıştır (Agarwal vd., 2015; Boonsirisumpun vd., 2018; Devadiga vd., 2018; Kurkute vd., 2019; Li vd., 2018; Liu & Tian, 2023; Long vd., 2019). Bu çalışma da ise baretin çalışanın kafasında çıkarılıp çıkarılmadığı hareket sensörü vasıtasıyla tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmalar daha çok motosiklet sürücüleri üzerine yapılmıştır, bu çalışma da ise maden çalışanlarının baret denetimi üzerine yapılmıştır. Ayrıca, Çelik vd. (2013), Karakurt vd. (2013), Kekeç vd., (2003), Mehrdad vd. (2014). Özkan vd., (2010) ve Yavuz vd., (2007) çalışmalarında elde edilen yaklaşık % 14.6 baş ve boyun yaralanmalarının önlenebileceği düşünülmektedir.

Ancak, teknolojik gelişmelerin yanı sıra, işçilerin eğitimi ve farkındalığının artırılması da önemlidir. İşçilerin, kişisel koruyucu donanımlarının gerekliliği konusunda eğitilmesi ve bu ekipmanları düzenli olarak kullanmaları teşvik edilmelidir. Ayrıca, işverenlerin ve işyeri yöneticilerinin, işçilerin KKD'yi doğru bir şekilde kullanıp kullanmadığını düzenli olarak kontrol etmeleri ve gerektiğinde gerekli önlemleri almaları önemlidir. Bununla birlikte, güç kaynağıyla ilgili olarak denetim merkezi sabit bir istasyon olursa alıcının beslemesi şebekeden yapılabilir.

Sonuç olarak, iş kazalarının önlenmesi ve iş güvenliği standartlarının iyileştirilmesi, hem işçilerin sağlığı ve güvenliği açısından hem de ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir. Bu amaçla, işyerlerindeki iş güvenliği önlemlerinin ve kişisel koruyucu donanımların etkin bir şekilde uygulanması ve işçilerin bu ekipmanları düzenli olarak kullanması büyük önem taşımaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği açısından madencilikte yaşanan baş yaralanma kaynaklı iş kazalarının meydana gelmesinin altında yatan sebepler çalışanın baretini takmaması, kullanmaması veya çalışma sahası içerisinde baretini çıkararak çalışmasıdır. Bu çalışma kapsamında; çalışanların baretini çıkardığı anda, uzaktan algılanarak ve ilgili ilgili mühendis veya çalışanın ekranına çıkarıldığını haber veren bir baret tasarımı geliştirilmiştir. Böylece, madenlerde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uymayan ve baret takmayan çalışanların iş kazasına yakalanmadan tespit edilerek ciddi iş kazalarının, ölümlerin veya yaralanmaların önüne geçilmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan MZ80 sensör yerine vücut ısısını denetleyen bir sensör kullanılması durumunda baretini kullanan personelin denetiminin daha güvenli bir şekilde yapılması da daha sonraki çalışmalarda ele alınması planlanmaktadır.

## 5. Sonuçlar

### 5. Conclusions

İş kazalarının çoğunluğu, çalışanların kişisel koruyucu donanımlarını (KKD) takmadığı durumlarda meydana gelmektedir. Bu bağlamda, çalışanın KKD'sini kullanması durumunda iş kazalarının zararları ya ortadan kalkacak ya da en aza inecektir. Madenlerde yaygın olan baş yaralanmalarına karşı önlem olarak, aşağıdaki adımlar önerilmektedir:

- Baret Takma ve İzleme: Yeni tasarlanan madenci baretinin, çalışan baretini çıkardığı anda ilgili mühendis veya teknikerin ekranında görünmesini sağlayacak bir sistem içermesi planlanmaktadır.
- Eğitim ve Uyarılar: Baretin çıkartıldığı durumu izleyen mühendis veya tekniker, gerekli eğitim ve uyarıları yaparak çalışanın baş yaralanmalarına karşı korunmasını sağlayacaktır.
- Çalışan Bilgilendirmesi: Çalışan, baretinden amirine sinyal gittiğini bildiğinde, baretini çıkarmadan kullanmaya devam ederek güvenli ve sağlıklı çalışmaya özen gösterecektir.

Tasarımı geliştirme geliştirme açısından öneriler ise;

- Estetik ve Ergonomi: İlerleyen çalışmalarda, baretin estetik ve ergonomik açıdan geliştirilmesi planlanmaktadır.
- Menzil Alanı: Baretin sinyal menzil alanının genişletilmesi hedeflenmektedir.

- Gaz Sensörleri: Özellikle yeraltı madencilik uygulamalarında zehirli, boğucu veya patlayıcı gazları tespit edebilen sensörlerin baret tasarımına eklenmesi düşünülmektedir.

## Kaynaklar

### References

- Agarwal, N., Singh, A. K., Singh, P. P., & Sahani, R. (2015). Smart helmet. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(02), 3.
- Allamki, L., Panchakshari, M., Sateesha, A., & Pratheek, K. S. (2019). Helmet detection using machine learning and automatic License Plate Recognition. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6(12), 4475-4480.
- Boonsirisumpun, N., Puarungroj, W., & Wairotchanaphuttha, P. (2018). Automatic detector for bikers with no helmet using deep learning. In *2018 22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 1-4). IEEE.
- Celik, K., Yilmaz, F., Kavalci, C., Ozlem, M., Demir, A., Durdu, T., ... & Yel, C. (2013). Occupational injury patterns of Turkey. *World journal of emergency surgery*, 8, 1-6
- Devadiga, K., Gujarathi, Y., Khanapurkar, P., Joshi, S., Deshpande, S., Devadiga, K., ... & Deshpande, S. (2018). Real time automatic helmet detection of bike riders. *International Journal*, 4, 146-148.
- Karakurt, Ü., Satar, S., Açıklım, A., Bilen, A., Gülen, M., & Baz, Ü. (2013). Acil tıp kliniğine başvuran iş kazalarının analizi. *The Journal of Academic Emergency Medicine*, 12, 19-23
- Kekeç, Z., Ünalın, D., Şenol, V., & Çetinkaya, F. (2003). Erciyes üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Servisine başvuran iş kazalarının değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*, 17(4), 277-83.
- KKD, (2024). Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18540&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 25.03.2024)
- Kurkute, S., Ahirao, N., Ankad, R. G., & Khatal, V. B. (2019, February). IOT based smart system for the Helmet detection. In *Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM)*, Amity University Rajasthan, Jaipur-India.
- Li, K., Zhao, X., Bian, J., & Tan, M. (2018). Automatic safety helmet wearing detection. *arXiv preprint arXiv:1802.00264*.
- Liu, Y., & Tian, Y. (2023). DCMS-YOLOv5: A Dual-Channel and Multi-Scale Vertical Expansion Helmet Detection Model Based on YOLOv5. *Engineering Letters*, 31(1).
- Long, X., Cui, W., & Zheng, Z. (2019). Safety helmet wearing detection based on deep learning. In *2019 IEEE 3rd information technology, networking, electronic and automation control conference (ITNEC)* (pp. 2495-2499). IEEE.
- Mehrdad, R., Seifmanesh, S., Chavoshi, F., Aminian, O., & Izadi, N. (2014). Epidemiology of occupational accidents in Iran based on social security organization database. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(1).
- Ozkan, S., Kilic, S., Durukan, P., Akdur, O., Vardar, A., Geyik, S., & İkizceli, İ. (2010). Occupational injuries admitted to the Emergency Department. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 16(3), 241-7.
- SGK, (2024). 2022 yılı istatistik bilgi, <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/> (Erişim Tarihi: 20.03.2024)
- Yavuz, M. S., Aşirdizer, M., Ulucay, T., Zeyfeoğlu, Y., Erbuyun, K., & Güllüçayır, S. (2007). İş kazası sonucu acil servise müracaat eden olgular. 6. *Manisa*, 6, 6-9.