



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

**TEHLİKELİ SINIFTA YER ALAN İŞYERLERİNDE ÇALIŞANLARIN
YAŞAMSAL BULGULARINA AİT PARAMETRELERİN GERÇEK
ZAMANLI İZLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYÜP KÖKREK

HAZİRAN

EYÜP KÖKREK

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2024

**TEHLİKELİ SINIFTA YER ALAN İŞYERLERİNDE ÇALIŞANLARIN
YAŞAMSAL BULGULARINA AİT PARAMETRELERİN GERÇEK
ZAMANLI İZLENMESİ**

Eyüp KÖKREK

**YÜKSAK LİSANS TEZİ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman

Doç. Dr. Betül CANIMKURBEY

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2024

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Eyüp KÖKREK tarafından hazırlanan “Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşyerlerinde Çalışanların Yaşamsal Bulgularına Ait Parametrelerin Gerçek Zamanlı İzlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Namık ÖZDEMİR

Genel Fizik Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Danışman: Doç. Dr. Betül CANIMKURBEY

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bilge Han TOZLU

Devreler ve Sistemler Anabilim Dalı, Hitit Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Prof. Dr. Mehmet KARA

Termodinamik Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Prof. Dr. Metin ORBAY

Uygulamalı Matematik Anabilim Dalı, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 26/06/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Eyüp KÖKREK

26/06/2024

TEHLİKELİ SINIFTA YER ALAN İŞYERLERİNDE ÇALIŞANLARIN YAŞAMSAL BULGULARINA AİT PARAMETRELERİN GERÇEK ZAMANLI İZLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Eyüp KÖKREK

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2024

ÖZET

Günümüzde hızlı teknolojik gelişme, hayatın her alanında büyük değişikliklere neden olmaktadır. Bu değişimlerin bir sonucu olarak iş yerlerinde insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek bazı problemler meydana gelebilmektedir. Bu çalışmada özellikle tehlikeli iş yerlerindeki çalışanların yaşamsal bulgularına ait parametrelerin anlık olarak izlenebileceği bir iş donanım kiti geliştirilmiştir. Bu donanım sayesinde çalışanın sağlık durumunun gerçek zamanlı takip edilebilmesi ve olası bir risk durumunda iş yerinin durumdan haberdar olması amaçlanmıştır. Kullanımı son derece kolay olan bu teknoloji sayesinde iş kazalarını önlemek adına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

İşverenin bilgisayar, IOS veya Android işletim sistemleri ile çalışan akıllı telefonlarında da rahatlıkla kullanabilecekleri web tabanlı uygulama ile çalışanın bileğine uyumlu elektronik cihaz sayesinde cihazdan alınan parametreler ile çalışanın vücut sıcaklığı, nabızı, ortam nemi ve hava kalitesi tespit edilmektedir. Tasarlanan bu donanımda veriler bluetooth aracılığıyla bilgisayara aktarılmıştır. Bilekteki donanım üzerinde bulunan algılayıcılardan elde edilen verilerin daha önce belirlenen sınırlar dışına çıkması halinde hem çalışan hem de işveren sesli uyarı ile ikaz edilmektedir.

Sayfa Adedi : 32
Anahtar Kelimeler : Güvenlik, İşçi Sağlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ortam Koşulları, Tehlikeli İş Yerleri
Danışman : Doç. Dr. Betül CANIMKURBEY

REAL-TIME MONITORING OF VITAL PARAMETERS OF EMPLOYEES WORKING
IN HAZARDOUS CLASSIFIED BUSINESSES

(M. Sc. Thesis)

Eyüp KÖKREK

AMASYA UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

June 2024

ABSTRACT

In today's world, rapid technological advancements are causing significant changes in every aspect of life. As a result of these changes, some problems that could negatively affect human health may arise in workplaces. In this study, a workplace equipment kit has been developed to monitor the vital signs of employees in hazardous workplaces in real-time. This equipment aims to enable real-time tracking of the employee's health status and to inform the workplace in case of any potential risk. This technology, which is extremely easy to use, aims to contribute to preventing workplace accidents.

With the web-based application that can be easily used on the employer's computer, IOS, or Android operating system smartphones, the employee's body temperature, pulse, ambient humidity, and air quality are detected through an electronic device compatible with the employee's wrist. In the designed equipment, the data is transferred to the computer via bluetooth. If the data obtained from the sensors on the wrist device exceed predefined limits, both the employee and the employer are alerted with an audible warning.

Number of pages : 32

Keywords : Safety, Occupational Health, Occupational Health and Safety,
Environmental Conditions, Hazardous Workplaces.

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Betül CANIMKURBEY

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Bugünlere ulaşmamda büyük emek ve hakkı olan, desteğiyle moral ve motivasyonumu en üst düzeyde tutmamı sağlayan kıymetli eşime teşekkür ve şükranlarımı sunarken, dualarıyla her zaman yanımda olan anneme ve babama çok teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde bilgi, birikim ve tecrübesiyle her zaman yanımda olan, yol gösteren, her anlamda desteğini hiçbir şekilde esirgemeyen, tezimde çok büyük emeği olan tez danışmanım Doç. Dr. Betül CANIMKURBEY' e, kıymetli hocam ikinci tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bilge Han TOZLU' ya göstermiş olduğu sabır ve hoşgöründen dolayı şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda ve yüksek lisans süresinde desteklerini her zaman hissettiğim, bilgilerini paylaşmaktan çekinmeyen, yardımcı olan ve imkân sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Fatih IŞIK olmak üzere tüm saygıdeğer hocalarıma ayrı ayrı şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği	2
1.1.1. İş sağlığı ve güvenliği tanımı	2
1.1.2. İş sağlığı ve güvenliğinin önemi	3
1.1.3. İş sağlığı ve güvenliğinin amaçları	3
1.2. Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Düzenlemeler.....	4
1.2.1. Dünyadaki iş kazalarına ait istatistiksel veriler	5
1.2.2. Ülkemizdeki iş kazalarına ait istatistiksel veriler	7
1.2.3. Teknolojinin iş kazalarına alabileceği önlemler	11
1.2.4. Çalışma ortamında iş kazalarının izlenmesi	12
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
2.1. Arduino Nedir?	16
2.1.1. Arduino avantaj ve dezavantajları.....	16
2.1.2. Arduino kontrol kartı.....	17
2.1.3. Yazılım dili.....	18

2.2. Algılayıcılar	19
2.2.1. MQ135 hava kalitesi algılayıcı	19
2.2.2. DHT11 ısı ve nem algılayıcı	20
2.2.3. HC06 bluetooth modülü	21
2.2.4. Nabız (Pulse) algılayıcı	22
2.2.5. Arduino nano kontrol kartı	22
2.3. Programlama Platformu: Visual Studio.NET ve Microsoft Visual C#	23
2.4. Tasarlanan Sistemin Veri Aktarımı	26
3. SONUÇ	27
KAYNAKLAR	29
EKLER.....	33
EK-1: Çizelge 1’de Yer Alan Bölgelerdeki Ülkeler	34
EK-2: Kaynak Kodlar	35
ÖZGEÇMİŞ	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1. Dünya'daki iş kazası ve meslek hastalıkları ile ilgili veriler.....	6
Çizelge 2. MQ135 algılayıcısı hava kalite endeksi.....	19



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Tasarlanan sistemin şeması.....	1
Şekil 1.2. En az 4 gün işe devamsızlık ile sonuçlanan iş kazalarının toplam istihdama oranı (%)	7
Şekil 1.3. İş kazalarının yıllara göre farklılığı	8
Şekil 1.4. Ölümlü iş kazalarının yıllara göre farklılığı	8
Şekil 1.5. Ölümlü kazaların en çok yaşandığı sektörler.....	9
Şekil 1.6. 28 avrupa birliği ülkesi ve türkiyenin yüzbinde ölümlü iş kazalı oranı sıralaması (2017).....	9
Şekil 1.7. İş kazalarında yaranın türüne göre dağılımı	10
Şekil 1.8. İş kazalarında yaranın yerine göre dağılımı.....	10
Şekil 1.9. İş kazalarında saatlere göre dağılımı	11
Şekil 1.10. Endüstri 4.0 ile bilişim ve iletişim teknolojisinin gelişimi	11
Şekil 2.1. Arduino Uno ve IDE yazılım geliştirme ortamı	18
Şekil 2.2. Arduino Uno ve MQ135 gaz algılayıcı bağlantı şeması.....	20
Şekil 2.3. MQ135 gaz algılayıcı	20
Şekil 2.4. MQ135 gaz algılayıcı devre elemanları.....	20
Şekil 2.5. Dht11 sıcaklık ve nem algılayıcı	21
Şekil 2.6. Sıcaklık ve nem algılayıcı bağlantı şeması.....	21
Şekil 2.7. HC06 bluetooth modülü ve arduino nano bağlantı şeması.....	22
Şekil 2.8. Nabız (Pulse) algılayıcı görüntüsü.....	22
Şekil 2.9. Arduino nano kontrol kartı devre ve yapısı	23
Şekil 2.10. Visual Studio C# bağlantı görüntüsü.....	24
Şekil 2.11. Tasarlanan işçi takip sisteminin arayüz tasarım ekranı	25

Şekil 2.12. Veri aktarım sistemi	26
--	----



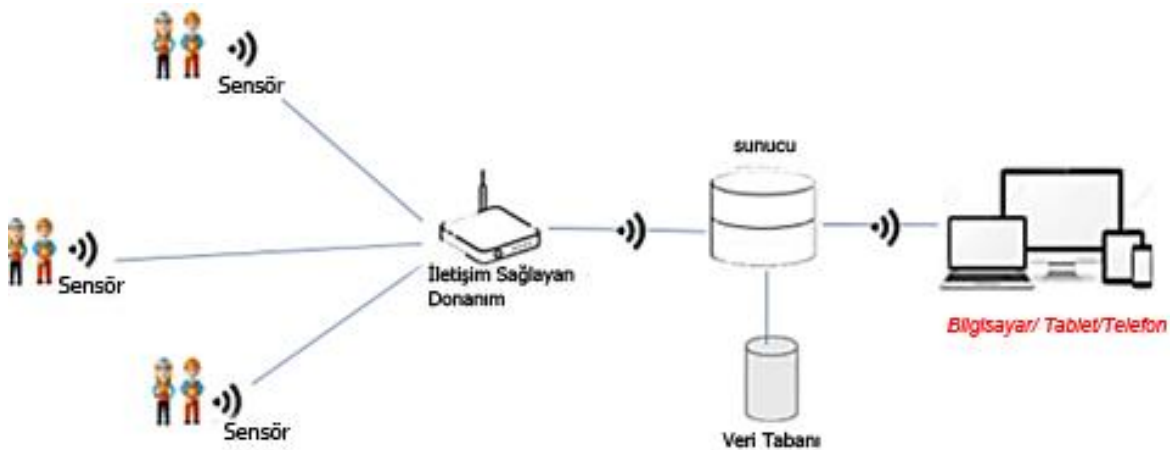
KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, yanda açıklamaları verilmek üzere aşağıda listelenmiştir.

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa birliği
ILO	Uluslararası çalışma örgütü
İSG	İş sağlığı ve güvenliği
SGK	Sosyal güvenlik kurumu
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
WHO	Dünya sağlık örgütü
KOBİ	Küçük ve orta ölçekli işletmeler

1. GİRİŞ

Günlük yaşamın her alanında kullanılan akıllı takip modüllerinin çeşitliliği süratle artarak birçok bireyin hayatını kolaylaştırmaktadır. Bireyde hastalık belirtisi tansiyon, şeker, nabız, kan oksijen miktarı (%), vücut sıcaklığı gibi yaşamsal fonksiyonların anlık olarak sürekli, doğru ve hızlı şekilde tespiti büyük bir önem arz etmektedir. Bu tür verilerin sağlık merkezlerinde sürekli takip edilebilmesi günlük koşullar göz önüne alındığında hem maliyeti artırmakta hem de uygulamada zorluk oluşturmaktadır (Böbrek, Kırbaş ve Özcan, 2017). Bu çalışmada günümüzde iş sağlığı ve güvenliği alanında çok fazla çalışılmamış bir konu olan tehlikeli sınıfta yer alan iş yerlerinde insan sağlığının daha iyi takip edilmesine olanak sağlayan bir sistem tasarlanması amaçlanmıştır. Bu çalışma ile çalışanların yaşamsal bulgularına ait parametreler anlık olarak dışarıdan takip edilebilecektir. Kişinin vücut nabızı, ortam nemi-sıcaklığı ve ortam hava kalitesi sürekli takip edilerek oluşabilecek risklere karşı erken müdahale fırsatı sağlanmış olacaktır. Alınan veriler sürekli kayıt altında tutulabilecektir. Tez çalışmasının bağlantı şeması Şekil 1.1.'de verilmiştir. Sensörler yardımı ile tespit edilen bilgiler toplanıp Z-Wave Gateway isimli donanım (iki protokol arasında iletişimi sağlayan donanım) üzerinden bluetooth, ethernet veya kablosuz bağlantı aracılığı ile bir pc-tablet-telefon terminaline veya web sayfasına iletilecektir.



Şekil 1.1. Tasarlanan sistemin şeması

Bu çalışmada amaç tehlikeli işyerlerinde çalışan personelin anlık sağlık durumu, ortam hava kalitesi gibi bazı bilgilere işverenin sürekli olarak ulaşabilmesine imkan tanıyan örnek bir

prototip oluşturmaktır. Sistem; personel veya çalışma ortamında oluşabilecek tehlikelere karşı erken müdahale fırsatı sağlamak yönüyle önemlidir.

1.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve iş güvenliği kelimelerinin birleşiminden oluşan iş sağlığı ve güvenliği kavramını daha iyi anlayabilmek adına meydana geldiği kelimelerin tanımlarına aşağıda yer verilmiştir.

1.1.1. İş sağlığı ve güvenliği tanımı

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sağlığı "yalnızca fiziksel olarak değil, zihinsel ve sosyal olarak da tam bir iyilik hali" olarak tanımlamaktadır (Poçan, 2015).

İş sağlığı kavramı kişinin çalışma şartlarının ya da kullandığı araç ve gereçlerin sebep olduğu tehlikeleri bertaraf ederek ya da bu tehlikeleri en aza indirerek huzurlu bir çalışma ortamının sağlanmasıdır. Çalışanın sağlıklı olması sadece beden en sağlığının yerinde olması demek değildir. Beden sağlığıyla beraber ruhsal açıdan da iyi olması sağlanmalıdır. Bu çerçevede iş sağlığının temelini oluşturan konular; çalışan kişinin hem beden olarak hem de ruhsal yönden iyi olmasının sağlanması şeklinde özetlenebilir.

İş güvenliği kavramına bakıldığında çalışanların işyerlerinde işleriyle ilgili olarak meydana gelebilecek tehlikelerden hem bedensel hem de ruhsal olarak herhangi bir zarar görmemeleri için zorunlu olarak alınması gereken tıbbi, teknik ve hukuki tedbirleri içeren sistematik çalışmalardır. Başka bir deyişle iş güvenliği, çalışanın teknik sorunlara karşı korunmasını sağlar. Teknik önleme ve bilgi güvenliği gerektiren risklerin belirlenmesi ve bu risklere karşı koruyucu önlemlerin uygulanması iş güvenliğinin konusudur (Alkan, 2017).

Yukarıdaki tanımlardan da anlaşılacağı üzere iş sağlığı ve güvenliği birbirinden bağımsız olmayan birbirini tamamlayan iki kavramdır. İş sağlığı ve güvenliği, iş kazalarını, meslek hastalıklarını, yangınları ve insani krizleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için uygulanması gereken önlemlerin tamamıdır (Zimolong ve Elke, 2006).

1.1.2. İş sağlığı ve güvenliğinin önemi

Çalışma ortamlarının sağlıklı ve güvenli olmasının çalışan açısından önemi büyüktür. Çünkü çalışan birey ruhen ve bedenen kendini ne kadar mutlu ve huzurlu hissederse öncelikle kendi ve bakımıyla mükellef olduğu ailesine de bu durum o denli yansır (Gerim, 2012).

İş yerlerinde sağlık ve güvenlik önlemlerinin yeterince alınmaması çalışanların çeşitli kazalar sonucu yaralanmasına ve hatta kayıpların yaşanmasına neden olmaktadır. Meydana gelen bu kazalar bireylerin beden ve ruh sağlıklarını kaybetmelerine, dolayısıyla da iş gücünün veya iş verimliliğinin tamamını ya da bir bölümünü geçici ya da kalıcı olarak kaybetmelerine sebep olmaktadır. Yaşanan bu kayıp çalışanın kazandığı gelirin tamamını ya da bir bölümünü kaybetmesi anlamına gelmektedir. Ücretinden başka geliri bulunmayan çalışanların yaşadığı bu kayıp ise öncelikle kendisini ve bakımını üstlendiği ailesini zor duruma sokacaktır (Gerek, 1989).

Sonuç olarak ruh ve beden sağlığını kaybeden çalışan, üreten biriyken tüketen olacak ve bakımını üstlendiği ailesi de başkasına muhtaç hâle gelecektir. Çalışan bireylerin iş ortamlarında huzuru sağlamak, karşı karşıya kalabilecekleri tehlikeleri önleyerek gerekli tedbirleri almak, kapasitelerinin üstünde ya da çok altında işler vermemek gibi uygulamalar sayesinde çalışan birey kendini değerli hissederek işini daha azimle ve istekle yapacak ve bu sayede iş veriminde de artış gözlenecektir (Özel ve Güğərçin, 2020).

1.1.3. İş sağlığı ve güvenliğinin amaçları

İnsanların iş hayatlarında iş sağlığı ve güvenliğinin amaçları şunlardır:

- Öncelikle çalışanların işi gereği karşılaştıkları problemler karşısında bedenen ve ruhen, vücut bütünlüklerini korumak,
- Üretimde güvenliği sağlayarak meydana gelebilecek iş kazalarını ve meslek hastalıklarının önlenmesini ve böylelikle var olan işgücünde yaşanan kayıpları azaltarak üretim sürecine katkı da bulunmak,

- Çalışanlara güvenilir bir çalışma ortamı sağlayarak onları her türlü tehlikeden uzak tutmak ve böylece işletme güvenliğini sağlamak,
- Hem psikolojik hem de ekonomik yönden çalışanları ve ailelerini korumak,
- İşveren tarafından alınacak sağlık ve güvenlik tedbirleriyle vasıflı eleman işgücünü korumak, bu sayede işgücü kayıplarını önlemenin yanında işçiye ödenecek tazminatların maliyetlerini minimum seviyeye indirmek,
- İş yerinde işveren ve işçi arasındaki uyumu sağlayarak işçi için motive edici bir iş ortamı sağlamak,
- Memleketimizdeki iş kazalarının ve meslek hastalıklarının ekonomik ve toplum açısından sosyo-kültürel bir sorun olduğunu vurgulamaktır (Karabal, 2021).

1.2. Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Düzenlemeler

Dünyadaki iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yasal düzenlemeler özellikle sanayi devrimi sonrasında gelişme göstermiştir. Bu dönemde küçük işletmelerin yerini fabrikaların alması nedeniyle çalıştırılacak işçi ihtiyacı artmıştır. Kırsalda yaşayan insanlar, iş bulmak amacıyla kentlere büyük göçler gerçekleştirmiştir. Bu göçler, beraberinde birçok sosyokültürel sorunlara neden olmuştur. Daha sonra sanayi devriminin çalışma hayatına olumsuz etkileri belirginleşmiştir. İşçiler fabrikalarda, madenlerde ve birçok tehlikeli işlerde uzun saatler ve düşük ücretlerle çalışmak zorunda kalmışlardır. Ayrıca sağlık ve güvenlik açısından yetersiz çalışma ortamı birçok iş kazasına ve meslek hastalığına neden olmaktadır. Teknolojiyle birlikte üretim artmış, seri üretime geçilmiş ancak işçi sağlığını ve güvenliğini koruyacak imkânlar yetersiz kalmıştır.

Sanayi devriminin yol açtığı sorunların çözülmesi ve hukuki zemine oturtulması için yoğun çalışmalar yapılmıştır. İngiliz politikacı, filozof ve yazar Anthony Asly Cooper, çalışma koşullarının iyileştirilmesi, çalışma saatlerinin düzenlenmesi, kadınların ve çocukların çalışma koşulları ve saatlerine ilişkin düzenleme taslağı için raporlar hazırlamıştır. Britanya İmparatorluğu'nda 1740 ila 1804 arasında 10 yaşın altındaki çocukların günde 14 ila 16 saat çalışmaya zorlandığı belirtilmiştir. Ortaya çıkan çalışma yeterli etkiyi yaratmamış ancak

İngiliz işveren Sir Robert Peel sayesinde bu rapor parlamentoda yasalaşmıştır. 1802 yılında Çırakların Sağlık ve Zindeliği Kanunu yürürlüğe girmiş ve bu yasa çalışma hayatına yeni bir düzen getirmiştir. Çırak Sağlığı ve Moral Yasası, Sanayi Devrimi'nden bu yana dünyadaki ilk iş sağlığı ve güvenliği yasası olarak kabul edilmektedir. Bu kanuna göre çalışma saatleri en fazla 12 saat ile sınırlandırılmış ve çalışma ortamının havalandırılması gibi sağlık gereklilikleri belirlenmiştir (Çelik, 2011).

Sanayinin gelişmesi birçok iş kazasına neden olmakta, yangın, patlama ve benzeri durumlar yaşanmaktadır. 1824 yılından bu yana dünyanın ilk birliği olan Londra Yazışma Topluluğu İngiltere' de kurulmuştur. Britanya İmparatorluğu'nda 1833'te yürürlüğe giren "Fabrika Yasası", dokuz yaş altı çocukların çalıştırılmasını ve 18 yaş altı çocukların gece çalışmasını yasaklanmıştır. Benzer uygulamalar 1810'da Belçika' da, 1839'da Almanya'da yürürlüğe girmiş, 1840'ta İsviçre ve 1841'de Fransa. İngiltere' de 1847'de çıkarılan "On Saat Yasası" çalışma saatlerini daha da azaltmıştır (Druin, 2017).

19. yüzyılda iş kazaları ve meslek hastalıklarının artması sonucunda farklı güvenlik ilkeleri geliştirilmiş ve farklı sigorta kolları oluşturulmuştur. Refah devleti anlayışının gelişmeye başladığı bu dönemde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları “koruyucu” hale gelmiştir. Sendikaların eyleminin dünya çapında iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesinde büyük etkisi vardır. 1919 yılında faaliyete geçen Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Birleşmiş Milletler ile yapılan anlaşma sonucu özel bir örgüt haline gelmiştir. İlerleyen yıllarda ILO ve WHO ile iş birliği yapan diğer kuruluşlar da iş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalarını genişletmiştir (Naeem, 2014).

1.2.1. Dünyadaki iş kazalarına ait istatistiksel veriler

Alınan tüm tedbirlere rağmen hâlâ tüm dünyada iş kazaları görülmeye devam etmektedir. Nedeni ise güvenlik kurallarının tam olarak uygulanmamasıdır.

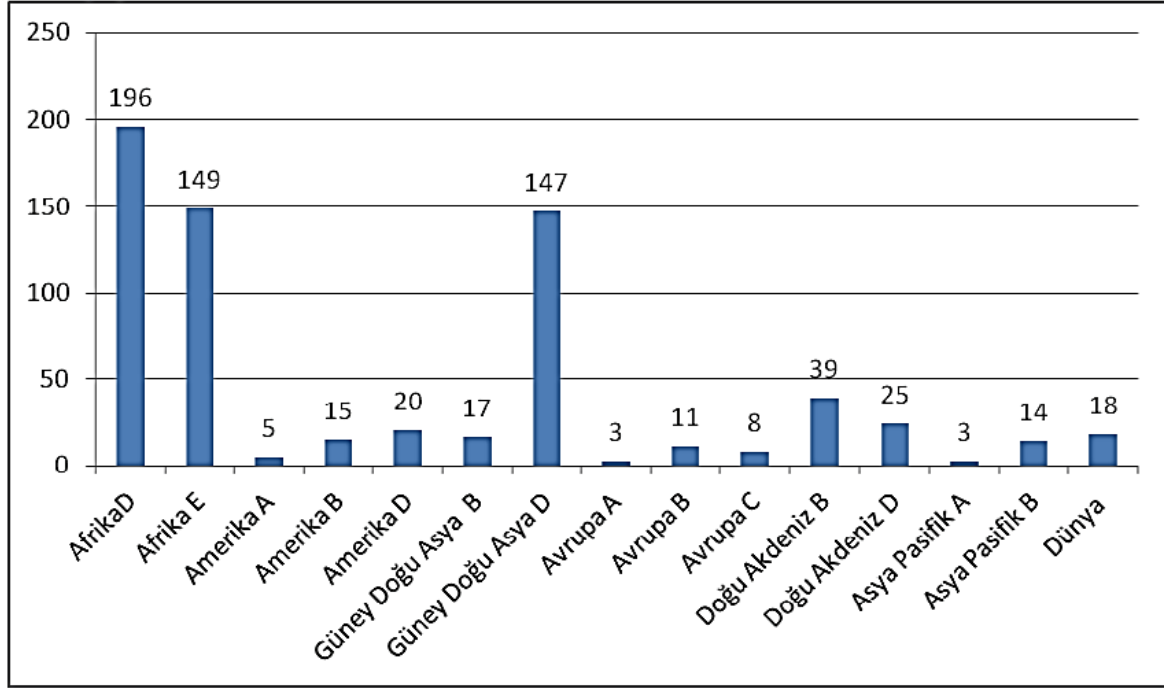
ILO'ya göre dünyada her yıl 317 milyon iş kazası yaşanmakta ve 2,3 milyon kişi iş kazaları nedeni ile hayatını kaybetmektedir. Özetle her 15 saniyede bir iş kazası veya meslek hastalığı nedeni ile can kaybı yaşanmaktadır (Bayraktaroğlu, Mustafa ve Atay, 2018).

Çizelge 1.'e yakından bakıldığında, ölümcül iş kazalarının ve ölüm veya yaralanmayla sonuçlanan meslek hastalıklarının yarısından fazlasının Asya-Pasifik ve Güneydoğu Asya ülkelerinde meydana geldiği görülmektedir (Hämäläinen, Saarela ve Takala, 2009).

Çizelge 1. Dünya'daki iş kazası ve meslek hastalıkları ile ilgili veriler

	Ekonomik olarak aktif nüfus	Toplam İstihdam	GSYİH ®	UÇÖ'ye rapor edilen ölümlü iş kazaları (2003)	UÇÖ'ye rapor edilen ve en az 4 gün işe devamsızlık ile sonuçlanan iş kazaları (2003)	Ölümlü iş Kazaları (2003)	en az 4 gün işe devamsızlık ile sonuçlanan iş kazaları (2003)	Meslek hastalığı sonucu ölümler	İş ile bağlantılı hastalıklara ölümler (2002)
AfrikaD	132,866,600	15,280,337	210,542	738	49,285	31,843	29,937,739	118,849	150,692
Afrika E	131,234,211	14,925,556	264,376	0	0	23,646	22230,937	241,51	265,156
Amerika A	163,464,100	153,401,100	11,876,375	6,538	1,664,774	8,042	7,560,855	93,726	101,768
Amerika B	201,671,598	178,241,947	1,678,967	2,175	731,916	28,514	26,807,839	87,394	112,768
Amerika D	20,813,456	12,114,500	128,171	21	11,366	2,616	2,459,693	19,718	22,334
Güney Doğu Asya B	154,615,946	133,266,800	399,711	829	57,694	23,925	22,493,982	89,534	113,459
Güney Doğu Asya D	569,693,174	44,322,000	685,741	192	1,052	69,51	65,351,517	428,339	497,849
Avrupa A	196,300,605	181,149,732	11,367,353	3,193	2,727,458	5,298	4,981,125	139,519	144,817
Avrupa B	93,080,120	58,932,408	634,232	1,246	108,356	7,176	6,746,581	56,881	64,057
Avrupa C	116,031,800	106,282,700	651,809	579	38,775	9,091	8,546,706	122,128	131,219
Doğu Akdeniz B	48,812,527	13,105,703	627,28	0	0	5,468	5,141,097	20,395	25,864
Doğu Akdeniz D	129,567,011	66,603,372	228,331	110	26,884	17,438	16,394,381	85,738	103,176
Asya Pasifik A	81,061,197	76,720,154	4,987,394	1,916	259,112	2,37	2,228,468	45,745	48,115
Asya Pasifik B	877,139,692	807,654,634	2,427,423	530	80,871	123,011	115,651,552	395,638	518,649
Türkiye	23,641,000	21,147,000	—	—	—	2,099	1,973,423	—	14,47
Dünya	2,916,352,037	1,862,000,943	36,167,705	18,067	5,757,543	357,948	336,532,471	1,945,115	2303,064

- Bölgelere göre ülkelerin dağılımı çalışma ekinde belirtilmiştir.



Şekil 1.2. En az dört gün işe devamsızlığa neden olan iş kazalarının toplam istihdama oranı (%) (Karadeniz, 2012).

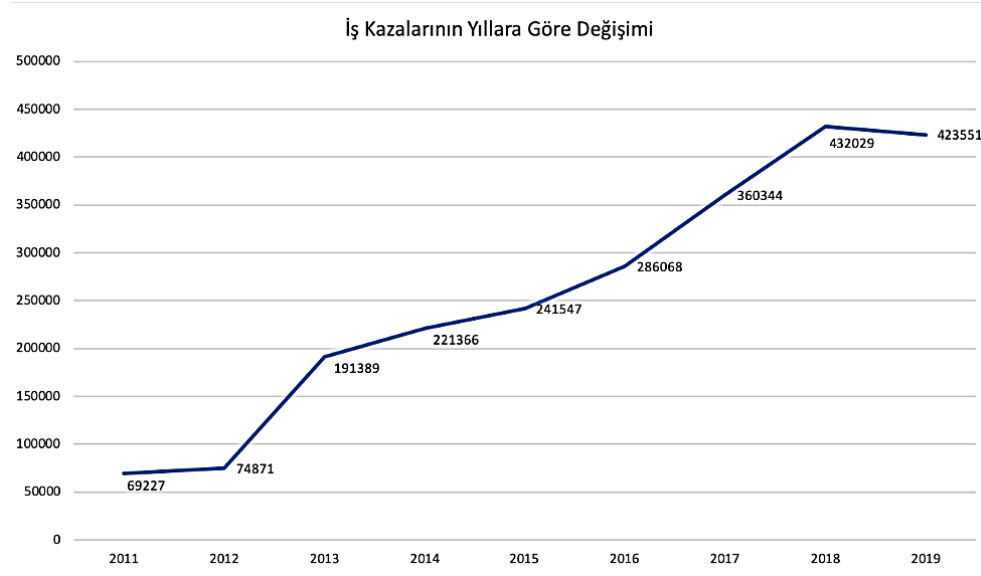
Şekil 1.2.'de dünyadaki istihdamların %18'inin iş kazaları nedeniyle yılda en az 4 gün işe devamsızlık yaptığı görülmektedir. İş kazalarının istihdama oranı Afrika ve Güneydoğu Asya ülkelerinde en yüksektir. Afrika D bölgesinde çalışanların yüzde 196'sının iş kaynaklı yaralanmalar nedeniyle en az 4 gün işe gelmediği görülmektedir. Bu rakamlar Afrika'da %149, Güneydoğu Asya'da ise %147'dir. Bu sonuçlara göre söz konusu bölgelerde ortalama olarak her çalışan yılda yaklaşık iki kez 4 gün devamsızlığa sebep olan kaza geçirmektedir.

Öte yandan 4857 sayılı İş Kanunu'nun iş güvenliği maddeleri, 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile geçersiz kılınmıştır. Böylece İSG'ye ilişkin yasal düzenlemeler birleştirilmiştir (Sözen, 2019).

1.2.2. Ülkemizdeki iş kazalarına ait istatistiksel veriler

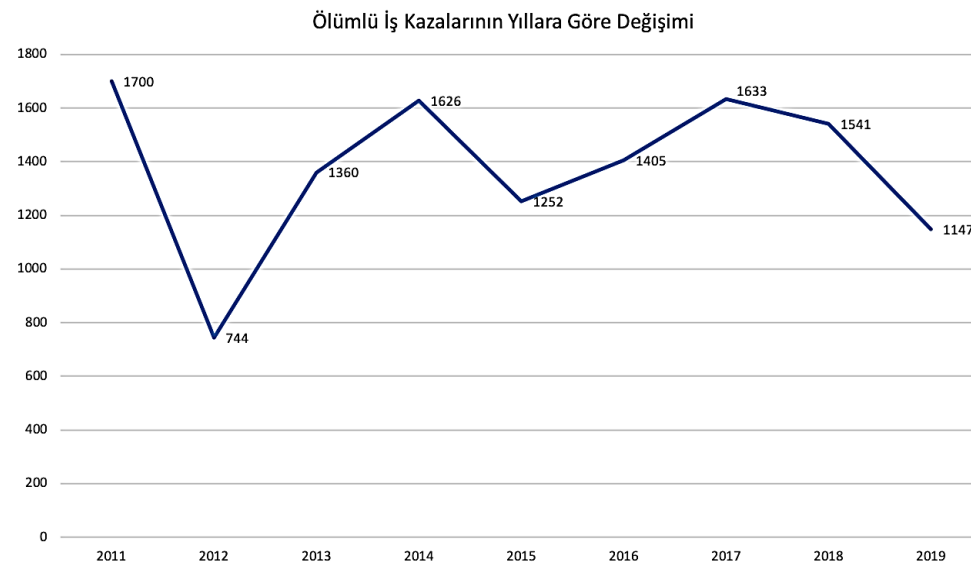
Ülkemizde iş kazaları ve meslek hastalıkları ile ilgili gerçekleşen veriler her yıl Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından paylaşılmaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu istatistiklerine göre 2019 yılında 423.551 iş kazası kayıtlara geçmiştir. Buna göre her bir saatte 48'den fazla

iş kazası meydana gelmektedir. Şekil 1.3. iş kazalarının 2011-2019 yılları arasındaki sayılarını göstermektedir.



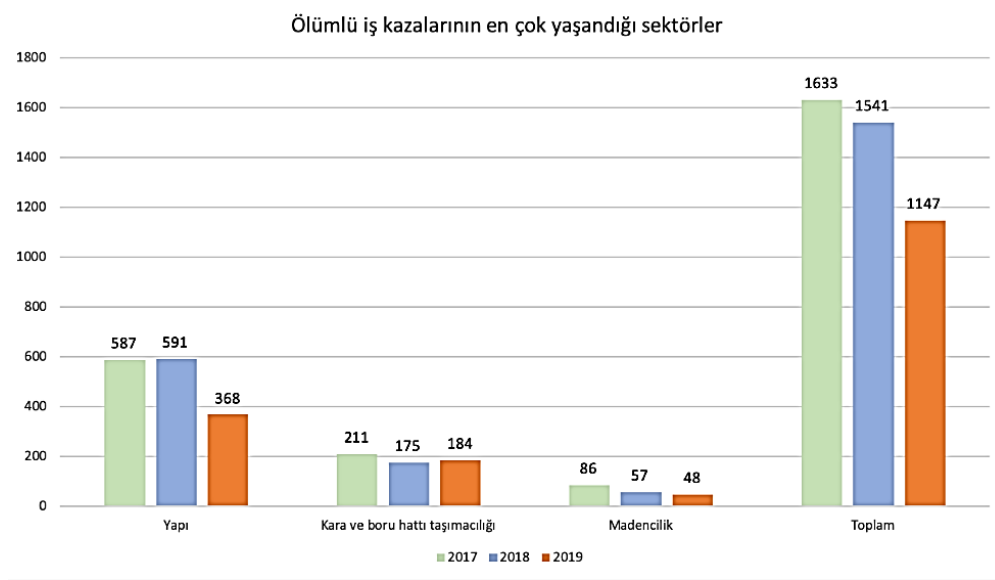
Şekil 1.3. İş kazalarının yıllara göre farklılığı

Şekil 1.4.'te 2017 yılından sonra ölümlü iş kazalarının sayılarında kademeli bir azalma olduğundan bahsedilebilir. 2019 yılına gelindiğinde ise toplam 1147 kişinin iş kazası sonucunda hayatını kaybettiği görülmektedir.



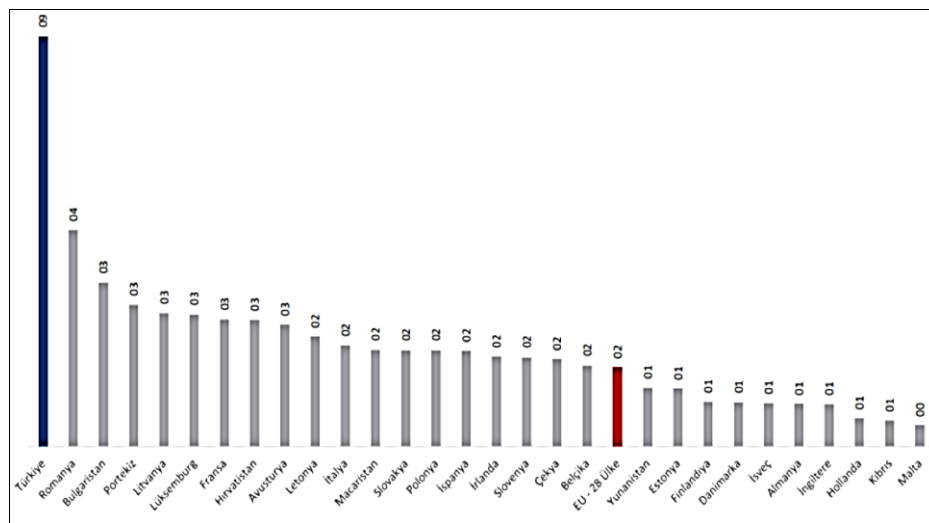
Şekil 1.4. Ölümlü iş kazalarının yıllara göre farklılığı

Şekil 1.5'te 2017, 2018 ve 2019 yıllarında gerçekleşen ölümlü iş kazalarının sektörel anlamda karşılaştırılması verilmektedir. Ölümlü iş kazaları her yıl en çok yapı işlerinde (yaklaşık 1/3 oranında) gerçekleşmektedir.



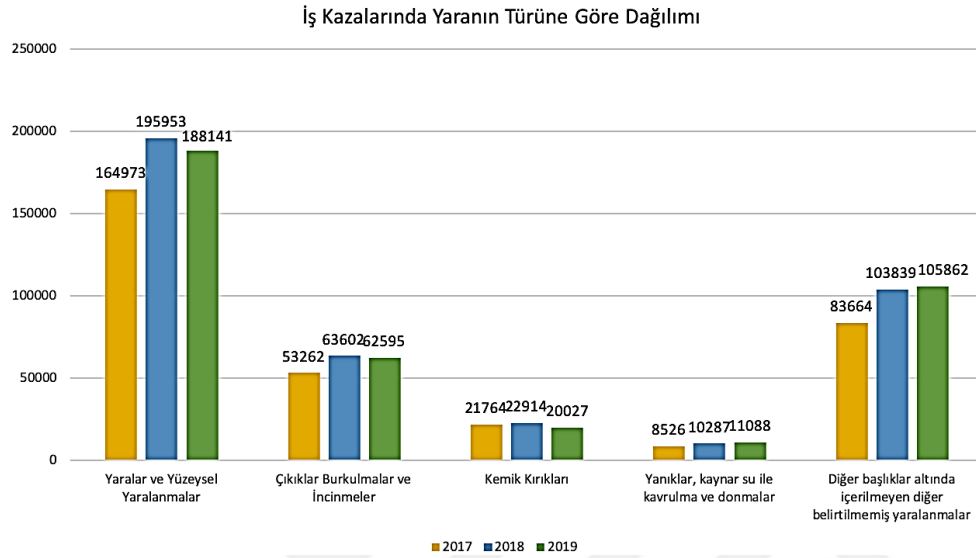
Şekil 1.5. Ölümlü kazaların en çok yaşandığı sektörler

Ölümlü iş kazalarının sayısı bakımından Avrupa Birliği ülkeleri arasında Türkiye birinci sırada yer almaktadır. 2017 senesi verilerine göre, Türkiye'deki ölümlü iş kazası oranının (%) AB ortalamasından 4,5 kat daha fazla olduğu Şekil 1.6'da görülmektedir.



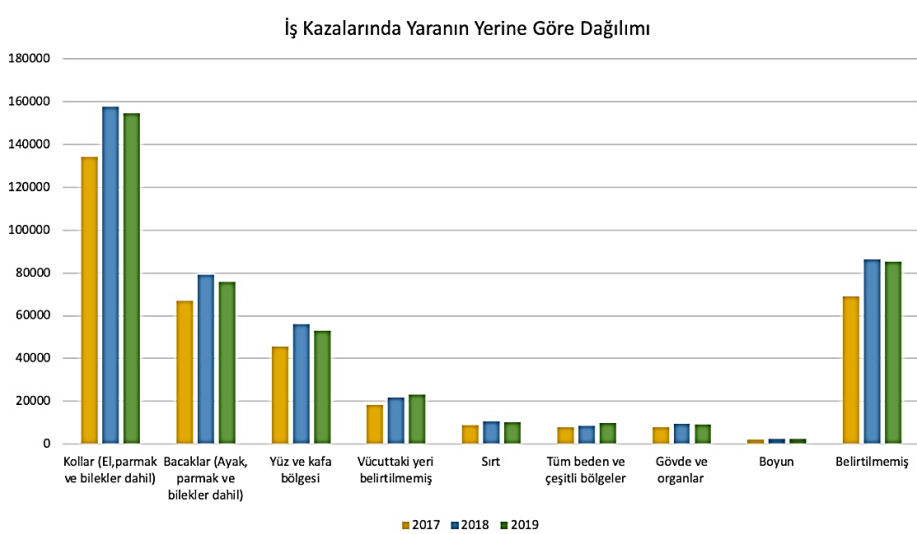
Şekil 1.6. 28 Avrupa birliği ülkesi ve türkiye'nin yüzbinde ölümlü iş kazası oranı sıralaması (2017)

İş yeri yaralanmalarının türlerine bakıldığında en sık yüzeysel yaralanmaların olduğu, bunu çıkıklar, burkulmalar, zorlamaların izlediği ve üçüncü sırada kırıkların olduğu Şekil 1.7’de görülmektedir.



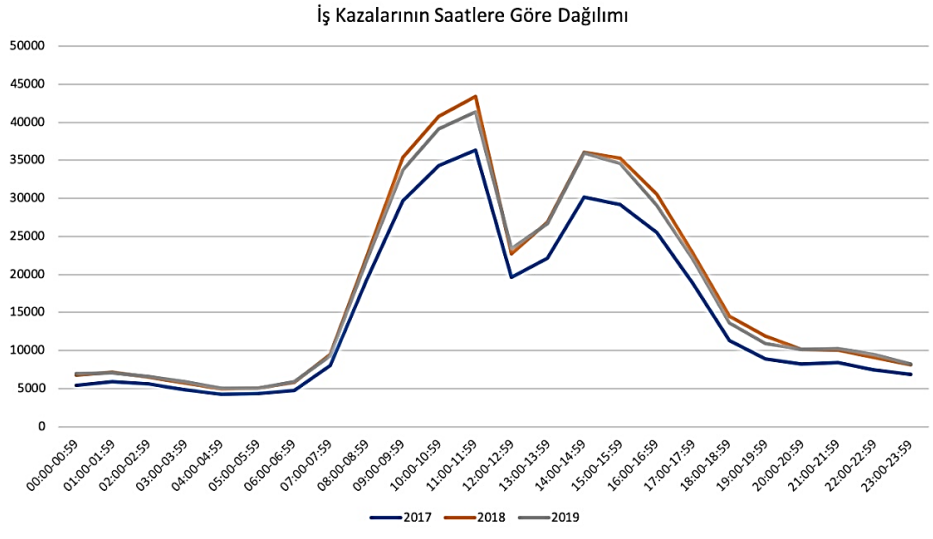
Şekil 1.7. İş kazalarının yaralanmanın türüne göre dağılımı

Şekil 1.8’de görüldüğü üzere iş kazalarında yaralanmalar en sık ellerde (eller, bilekler ve parmaklar), ikinci olarak bacaklarda (ayak, ayak bileği ve parmaklar) ve üçüncü olarak da yüz ve başta meydana gelmektedir.



Şekil 1.8. İş kazalarının yaralanmanın yerine göre dağılımı

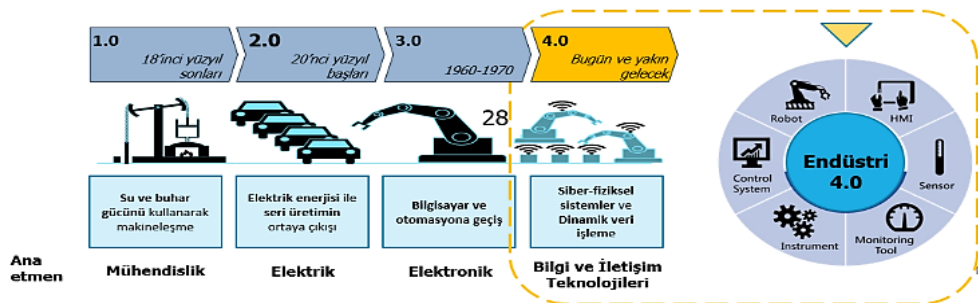
Şekil 1.9’da iş kazalarının saatlere göre dağılımına bakıldığında kazaların büyük çoğunluğunun 11:00 ile 11:59 saatleri arasında meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca yorgunluk, açlık, dikkatsizlik gibi nedenlerle iş kazalarının daha çok molalarda ve mesai bitimine yakın zamanlarda meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 1.9. İş kazalarının günlük saatlere göre dağılımı

1.2.3. Teknolojinin iş kazalarına alabileceği önlemler

Çalışma ortamlarının entegre sistemlerle donatılmasında iş sağlığı ve güvenliğini destekleyen en büyük çalışma, gelişimi Şekil 1.10’da verilen Endüstri 4.0 modelinin oluşturulmasıdır. Bu model, yeni üretim stratejilerine eşlik eden yeni girişimlerin ve yönetim stratejilerinin güncellenmesi ihtiyacından ortaya çıkmıştır (Özçelik ve Uluğtekin, 2018).



Şekil 1.10. Endüstri 4.0 ile bilişim ve iletişim teknolojisinin gelişimi

Buna paralel olarak sanayinin gelişimi ile iş sağlığı ve güvenliğinin gelişimi de değişmiştir. Çalışma ortamlarında makine kullanımının artması, işçilerin daha fazla makine bulunan ortamlarda bulunması, onların gürültü, titreşim ve insan sağlığını etkileyen diğer faktörlere maruz kalmalarını artırabilmektedir. Ancak sanayileşmenin bir sonucu olarak çalışanlar, aydınlatma, termal koşullar ve havalandırma gibi ergonomik düzenleme gerektiren fiziksel tehlikelerin daha da önem kazandığı ofis görevlerinde daha fazla çalışmaktadır (Can ve Çelik, 2019).

Sanayinin gelişimi ile iş sağlığı ve güvenliğindeki değişimlere bakıldığında, gelişen çalışma alanlarının yeni iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olduğu görülmektedir. İş sağlığı alanında teknolojik gelişmenin ortaya çıkması, çalışma ortamındaki tehlike ve risklerin gözden geçirilmesi, yeni risk analizlerinin oluşturulması ve önleyici politikaların geliştirilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmektedir (Caner, 2021).

İş sağlığı ve güvenliği alanında özellikle son yıllarda nesnelerin interneti teknolojisini kullanarak geliştirilen giyilebilir teknoloji sistemleri ile iş kazalarını önlemek ve iş verimliliğini artırmak amaçlanmaktadır. Bu teknoloji ile geliştirilen giyilebilir teknoloji sayesinde çalışanlar tehlikeli ortamlarda otomatik olarak takip edilebilmekte ve iş kazalarının önlenmesi amacıyla erken uyarıda bulunmaktadır. Çalışanların vücut sağlık parametreleri aktif olarak çalışma alanında hassas bir şekilde takip edebilmekte ve hangi bölgede oldukları belirlenebilmektedir. Özellikle giyilebilir teknoloji ürünlerinin üzerinde bulunan ortam hava kontrol, vücut sıcaklık, nabız sensörleri aracılığıyla anlık veri olarak çalışma ortamındaki koşullar tehlikeli hâle geldiğinde anında uyarı vermekte, kişinin anlık lokasyonu takip edilerek tehlike anında gerektiğinde müdahaleyi kolaylaştırmaktadır. Nesnelerin internetini kullanarak geliştirilen bu teknoloji, tehlikeli sınıfta yer alan üretim alanları, madenler, fabrikalar, otomotiv, kimya, metal ve gaz sektörleri gibi iş güvenliğinin üst seviyede olması gereken sektörlerde kullanılmaktadır.

1.2.4. Çalışma ortamında iş kazalarının izlenmesi

İşyerindeki faaliyetler sürdükçe karşılaşılan kazalar kaçınılmazdır. Asıl olan kazaları minimum seviyeye indirip iş verimliliğini artırmaktır. Bunun için çeşitli önlemler alınsa da yaşanan iş kazalarında çok fazla azalma görülmemiştir. Türkiye’de sektörel olarak iş

kazalarının %10,44'ünü madencilik ve taş ocakçılığı faaliyetleri oluşturmaktadır (Sakcalı ve Yavuz, 2017). Hiçte azımsanmayacak bu oran maden sektöründeki iş ve işçi kazalarında önlemlerin artırılmasını gerekli hâle getirmektedir.

Madencilik alanındaki yüksek orandaki iş kazaları alınan önlemlerin yetersizliğini kanıtlamaktadır. Çalışanların sağlığına ve güvenliğine yapılan yatırımlar işverene artı maliyet oluşturmaktadır. Kısaca işçi sağlığı ve iş güvenliği yatırımları maden işletmelerinde maliyeti artıran bir etkidir. Bu yönüyle bu yatırımların planlı yapılması ve verim alınması gerekmektedir. Bu yatırım işveren tarafından her ne kadar maliyetli bir yatırım olarak görülse de hem işverenin hem de işçinin yararına yapılan uzun süreli değerli bir yatırımdır.

Bu alandaki önemli çalışmalardan biri de iş kontrolünün gerçekleştirilmesi amacıyla kamera kontrol sistemi geliştirilmesidir. Geliştirilen bu kamera kontrol sistemi prototip olarak oluşturulan bir maden ocağında test edilmiş, sistemin işleyişinin doğru sonuçlar verdiği saptanmıştır. Daha sonra gerçek bir saha olarak hali hazırda çalışan bir mermer ocağında bu sistemin işleyişi incelenmiştir. Bu ocakta yapılan incelemeler sonucunda bu sistemin iş kontrolünde kullanılabileceği belirlenmiştir. Tasarlanan kamera kontrol sistemindeki görüntü ve kayıtların mermer ocaklarında iş güvenliği açısından kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu sistem sayesinde işçilerin iş güvenliği ekipmanlarına daha fazla önem verdiği ve daha dikkatli çalıştıkları tespit edilmiştir (Sakcalı ve Yavuz, 2017).

Türkiye'de yapılan bir başka çalışmada, madencilik faaliyetleri sırasında kritik gaz seviyelerini izlemek ve kontrol etmek için kömür madeni gaz izleme ve erken uyarı sistemi ile yer altı gaz kontrol ekipmanı kullanılıyor. Bu üniteler madende belirli ve kritik yerlere kurulduklarında yeraltı ortamının güvenliğinin sağlanmasında önemli rol oynarlar. Limit değerleri aşıldığında sensör, birinci alarm seviyesinde madencileri sesli ve ışıklı uyarı ile uyarır, ikinci alarm seviyesinde ise maden terk edilir. Yeraltında özellikle kömür madenciliğinde uygulanabilecek en mantıklı önlem ve çözüm, gaz hızlarının izlenmesi ve sürekli test edilmesinin sağlanmasıdır. Proje, otomasyonun garanti altına alındığı ve insan faktörünün mümkün olduğunca dışlandığı merkezi kontrol sistemlerinin etkin kullanımı ile kömür madeninin iç kısımlarının test edilmesinde daha verimli çalışma koşullarının sağlanabileceğini göstermektedir (Malli, Kun ve Köse, 2014).

Doğan ve arkadaşları (2023) çalışmalarında, yaşlı ve engelli bireylerin ev ortamında izlenmesini sağlayan akıllı ev sistemi tasarlamış ve test etmişlerdir. Raspberry Pi 4 ve ESP32 DevKit modülü kullanılarak kontrol edilen bu sistem, uzaktan erişimle bireylerin konum ve sağlık durumlarını web arayüzü üzerinden izlemeyi ve olumsuz durumlarda gerekli kişi veya kurumlara bildirimde bulunmayı amaçlamaktadır. Sistem, bireylerin nabız ve vücut sıcaklıklarını izlemek için bir akıllı bileklik ve düşme pozisyonlarını tespit etmek için gizliliği ihmal etmeyen bir kamera kullanarak, hava kalitesi ve aydınlatma koşullarını da çeşitli sensörlerle takip etmektedir (Doğan, Gönül ve Baysal, 2023).

Glória ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan çalışmada, akıllı ortamlar oluşturmaya yönelik bir IoT ağ geçidinin tasarımı ve uygulanması ele alınmaktadır. Kesintisiz iletişim ve otomasyon sağlamak için çeşitli cihaz ve sensörlerin entegrasyonuna odaklanılmıştır. Önerilen IoT ağ geçidinin mimarisi, işlevselliği ve akıllı ortamlardaki potansiyel uygulamaları incelenmiştir (Glória, Cercas ve Souto, 2017).

Shankar ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan çalışmada makine öğrenimi ve nesnelerin internetini kullanan akıllı, müdahalesiz, gerçek zamanlı bir sağlık izleme sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem, doğru ve verimli veri analizi için IoT cihazlarını ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak hayati sağlık parametrelerini invazif prosedürler olmadan sürekli olarak izlemek üzere tasarlanmıştır. Çalışma, sistemin mimarisini, gerçek zamanlı veri işleme yeteneklerini ve sağlık hizmetlerindeki potansiyel uygulamalarını sunmaktadır (Shankar, Narayan, Gaur ve Kumar, 2023).

Battistoni ve arkadaşları (2021) çalışmalarında, yalnız çalışanların güvenliğini izlemek amacıyla geliştirilen IoT tabanlı bir mobil sistem gerçekleştirmişlerdir. Sistem, giyilebilir cihazlar aracılığıyla çalışanların konumlarını ve sağlık durumlarını izleyerek, acil durumlarda GPS konum bilgileri ile birlikte uyarı mesajları göndermektedir. Çalışmada, bu sistemin güvenlik ve verimlilik açısından nasıl tasarlandığı ve uygulandığı detaylı bir şekilde açıklanmaktadır (Battistoni, Sebillio ve Vitiello, 2021).

Zhang ve arkadaşları makalelerinde, yer altı madenlerinde çevre koşulları, güvenlik ve üretimin izlenmesi için IoT teknolojilerinin kullanımındaki en son gelişmeleri gözden geçirmişlerdir. Güvenliği, çevresel izlemeyi ve üretim verimliliğini artırmak için IoT

teknolojilerinin madencilik faaliyetlerine nasıl entegre edildiği ayrıntılarıyla anlatılmaktadır. Çalışmada ayrıca bu teknolojilerin uygulanmasında karşılaşılan zorluklar ve bu alanda gelecekte yaşanabilecek potansiyel gelişmeler de değerlendirilmiştir (Zhang, Li, Karimi, Saydam ve Hassan, 2023).

Nag, S. (2023) tarafından hazırlanan doktora tezinde, kömür madencileri için akıllı güvenlik ceketi tasarımı çalışılmıştır. Çalışmada, madenlerdeki tehlikeleri önceden tespit etmek ve işçileri korumak amacıyla akıllı teknolojileri vurgulamaktadır (Nag, 2023).

Varma ve arkadaşları (2022) tarafından yürütülen çalışmada, yeraltı maden işçileri için Arduino ve GSM tabanlı giyilebilir bir uyarı sistem geliştirilmiştir. Bu sistem madencilerin güvenliğini artırmak için tasarlanmış ve tehlikeli durumlarda gerçek zamanlı uyarılar gönderilmiştir (Varma, Srinivas, Orugu ve Rao, 2022).

Bu çalışmada özellikle tehlikeli iş yerlerindeki çalışanların tehlike öncesi, tehlike anı ve sonrası oluşabilecek riskleri önlemeye karşı yaşamsal parametrelerinin anlık olarak izlenebileceği bir iş donanım kiti üzerine çalışılmıştır. Bu donanım sayesinde çalışanın sağlık durumunun gerçek zamanlı olarak takip edilebilmesi ve olası bir risk durumunda çalışanlara ve iş yeri yönetim merkezine anında sesli ve ışıklı ikazlar verilmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanının belirli noktalarında bulunan LCD ekranlarda tehlikenin sınıfı ve hareket tarzı çalışanlara aktarılmaktadır. Bu yöntemle kaos ortamında çalışanların nasıl davranmaları gerektiği kendilerine sesli ve görsel olarak bildirilmektedir. Kullanılan teknoloji sayesinde iş kazalarını önlemek adına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

IOS veya Android işletim sistemleri ile çalışan akıllı telefonlarında da rahatlıkla kullanılabilecek web tabanlı bir uygulama ile çalışanın bileğine takılacak tamamı ile kablosuz haberleşen mikro denetleyici, algılayıcı, giriş ve çıkış aygıtları ile oluşturulmuş elektronik ekosisteme bağlı aygıt sayesinde cihazdan alınan parametreler ile çalışanın nabızı, ortam sıcaklığı, nemi ve hava kalitesinin anında bir arada tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde kişinin bileğine takabileceği ve kişiye ait nabız, çalıştığı ortama ait sıcaklık, nem, ortam hava kalitesi bilgilerini ölçen bir donanım yapılmıştır. İmal edilen bu bileklik kişiye ve ortama ait belirtilen fiziki şartları değerlendirmekte ve belirlenen sınırlar dışına çıktığı takdirde çalışana sesli ve görsel ikaz vermektedir. Ayrıca bu bilgiler Bluetooth aracılığıyla uzak bilgisayara aktarılmakta ve çalışanın bu bilgileri uzak bilgisayar tarafından izlenebilmektedir.

Çalışmada kullanılan malzemeler ve yöntem aşağıdaki gibidir.

2.1. Arduino Nedir?

Arduino, projelerde kullanılan elektronik devrelerin kontrolünde kolaylık sağlayan, açık kaynak kodlu olması geliştirilebilmesine imkan sağlayan bir hazır devre kontrol kartıdır. Arduino kartlarında mikro denetleyici ve devre bağlantıları yapmak için çeşitli elektrik/elektronik bileşenleri bulunmaktadır. Arduino'nun kullanımı kolay ve açık kaynak kodlu bir yapıya sahip olması tercih sebebidir. Yazılan kodlar bir USB kablo aracılığıyla kolayca karta yüklenebilmektedir. Birçok projeyi kısa sürede gerçekleştirmek için Arduino kullanılmaktadır (Güneş, 2019).

Maliyetinin uygun olması, isteyen herkesin kolayca ulaşabilmesi, açık kaynak kodlu olması, hayatın her alanına uygun olması ve sensörlerin yaygın kullanımı nedeniyle Arduino kullanımı oldukça gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Arduino'nun en fazla kullanılan çeşitleri şunlardır: A. Uno, A. Leonardo, A. Due, A. Mega, A. Nano. Boyutunun küçük olması sebebiyle bu çalışmada Arduino Nano kullanılmıştır.

2.1.1. Arduino avantaj ve dezavantajları

Çevre ile etkileşime giren otomasyonların basite indirgenerek yapılmasına olanak sağlayan Arduino platformu açık kaynaklı bir arayüz geliştirme programıdır. Analog ve Dijital verileri işlemek için analog-dijital giriş pinleri mevcuttur. Bu durum bizlere çeşitli sensörlerden elde edilen verileri kullanabilme imkânı tanımaktadır. İşlenen veriler sonrası çıkış pinleri

aracılığıyla ses, ışık, hareket vb. çeşitli çıktılar elde edilebilmektedir. Arduino, programlama için USB seri bağlantısı, veri giriş çıkış pinleri, güç girişi ve daha birçok özelliği ile program geliştiricilere yardımcı olmaktadır. Arduino’da kullanılan programlama dilinin basitliği çok sayıda kaynağa ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Yazılımlar ücretsiz olarak Windows, Linux ve Mac OS işletim sistemlerine indirilip kullanılabilmektedir. C# benzeri görsel programlar ile de kullanılabilmekte, etkileşimli arayüzler hazırlanabilmektedir (Ekmekci, 2017).

Avantajları:

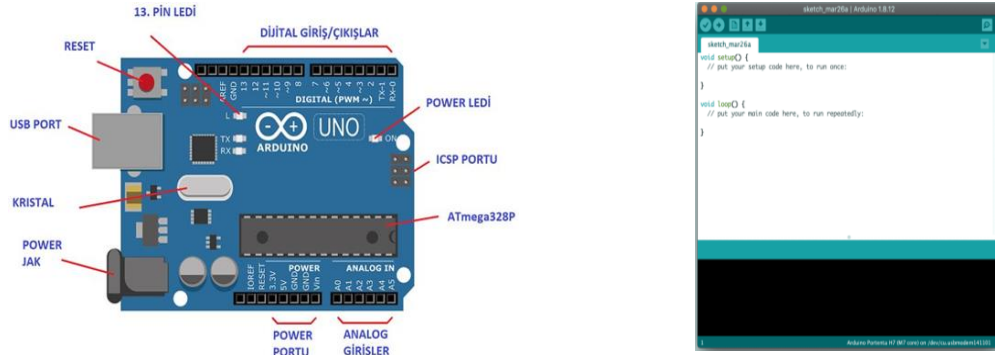
- Maliyetinin düşük olması,
- Kolay temin edilebilmesi,
- Açık kaynaklı olması,
- Farklı işletim sistemlerinde sorunsuz çalıştırabilmesi,
- Ek donanımlar ile kullanılabilmesi,
- Yazım dilinin kolay anlaşılır olması,
- Robotik uygulamalarının yapılabilmesi,
- Geliştirilmeye açık olması,
- Analog ve dijital veriler işleyebilmesi olarak sayılabilmektedir.

Yazılımcılar açısından tek dezavantajı Arduino kontrol modülleri üzerinde Android, Windows CE ile Linux gibi işletim sistemleri çalıştırılma imkânı bulunmamaktadır. Bu türdeki çalışmalarda farklı devre kartlarından yararlanılabilir.

2.1.2. Arduino kontrol kartı ve programlama dili

Arduino Uno kartı, modelleri arasında en yaygın olarak kullanılan modeldir. Maliyetinin düşük ve küçük boyutlu olması basit proje geliştirilmesinde kullanımını artırmıştır. Kontrol kartının üzerinde USB 2.0 (1 adet) portu, 16 MHz hızında ATmega328P işlemcisi ve kodlanabilir 32 KB belleğe sahiptir. 14 adet sayısal ve 6 adet analog giriş/çıkışa sahiptir (Kanat, 2014).

Arduino Uno fiziksel platformunun görüntüsü ve programlama ekranı Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Arduino Uno ve IDE yazılım geliştirme ortamı

Kullanımı ve kodlanması kolay bir platform olan Arduino bu özelliğini, IDE ve C++ platformunda kodlanabilir olmasına borçludur. Arduino açık kaynak kodlu, geliştirme kütüphanesi zengin ve ücretsiz olarak sunulan bir teknolojidir. Arduino IDE; kodlamada tüm işletim sistemlerinin dekteklemesi için C++ dilinin kullanılır olmasına ve nesne tabanlı programlama avantajlarından yararlanılmasına imkân vermektedir. Programlamaya başlarken kullanılan metodlardan biri cihaz devreye girerken sadece bir kez çalışan "void setup ()", diğer metod ise tanımlama, ilk değer atama işlemleri için kullanılan "void loop ()" dur. Bu metodlarla kod bloğu Arduino IDE ile derlenip karta yüklenmektedir.

2.1.3. Yazılım dili

Arduino yazılım dili C++ diline yakındır. Yazılım platformunda setup () ve loop () adlı iki değişken mevcuttur. Devre kartına enerji verildikten sonra güç veya reset butonuna basılması ile setup () parametresi çalışır. Setup () fonksiyonu içindeki komutlar sadece kart başlangıcında çalışırken, loop () fonksiyonu içindeki komutlar sürekli çalışır. Arduino'nun çalıştırması gereken görevler belirlenir, programın döngüsü olan bu bölüm sürekli döngü olarak devam eder (Erdoğan, 2015).

2.2. Algılayıcılar

2.2.1. MQ135 hava kalitesi algılayıcı

Çalışma alanında NO_x, NH₃, benzen, duman, alkol buharı ve CO₂ gazlarının miktarını tespit eden algılayıcıdır. Dijital ve analog çıkışlara sahip olan algılayıcı 5V gerilim ile çalışmaktadır. PT1301 hızlandırıcı-dönüştürücü yongasına sahiptir. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3’de gösterilen MQ135 algılayıcısında 2 adet ısıtıcı pin ve 4 adet sinyal almak üzere kullanılan toplam 6 adet pin bulunmaktadır. Sensör, çalışma ortamındaki havanın kalitesini tespit etmektedir. Boyut olarak 32x20x22mm olması kullanılabilirliğini artırmaktadır. Ev, ofis, maden ve tehlike arz eden kapalı ortamlarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır (Yılmaz, 2023).

Bu algılayıcı ortamdaki yukarıda belirtilen zararlı gazları 10-1000 ppm (part per million-milyondaki parçacık sayısı) seviyesinde tespit etmektedir. Çizelge 2’de verilen hava kirlilik endeksine göre 100 ppm’nin üzeri sağlıklı hava olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada referans değer 100 olarak alınmıştır. Algılayıcının çıkışındaki değerin 100’ü geçmesi halinde çalışanın hava kalitesinin sağlıklı olduğu anlaşılabacaktır (Sitanggang, Sitompul, Suyanto, Kumar ve Indra, 2022).

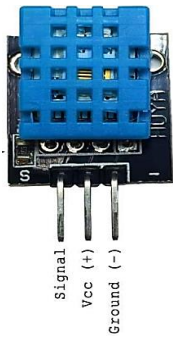
Çizelge 2. MQ135 algılayıcısı hava kalite endeksi

Değer	Kategori	Açıklama
1-50 ppm	İyi	Hava kalitesi seviyesi çok iyidir. İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur.
51 -100 ppm	Orta	Hava kalitesi seviyesi hala insan, hayvan ve bitki sağlığı için kabul edilebilir düzeydedir.
101 - 200 ppm	Sağlıksız	İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için hava kalitesi seviyesi risklidir.
201 - 300 ppm	Çok Sağlıksız	Maruz kalan nüfusun bazı kesimlerinde sağlık risklerini artırabilecek hava kalitesi düzeyleri.
301 + ppm	Tehlikeli	Potansiyel olarak sağlık risklerini artırabilen hava kalitesi seviyeleri bazı maruz kalan nüfus kesimlerinde.

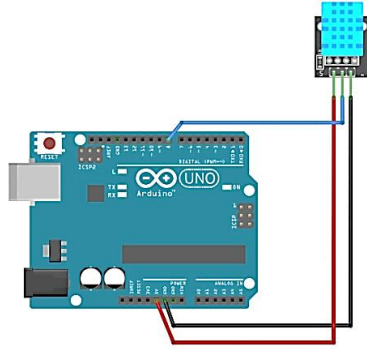
PPM, bir milyon adet parça içerisinde kusurlu ürün sayısını ifade eden bir ölçü birimidir.

Bu algılayıcıya ait bağlantı şeması, algılayıcı pinleri ve bunların açıklamaları Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’te verilmiştir.

algılayıcıdır. Doğruluğu yüksek ve uzun süreli çalışmalarda dengeli veri akışı sağlar. 8 bit ile çalışan bu algılayıcı, hızlı ve verimli dönüt sağlamaktadır. 0 ile 50 °C arasında ± 2 °C hata payı ile sıcaklık ölçümü, % 20-90 RH (relative humidity-bağıl nem) arasında $\pm 5\%$ RH hata payı ile nem ölçümü yapabilmektedir. Modülün Arduino Nano ile bağlantısı sağlanmıştır ve gerekli Arduino yazılımıyla algılayıcıdan alınan değerler takip edilmiştir (Madake, Parkhi ve Shahabade, 2023). Bu çalışmada DHT11 algılayıcı ile çalışanın ortam ısı ve nem değerleri her 5 saniyede bir tespit edilmiştir.



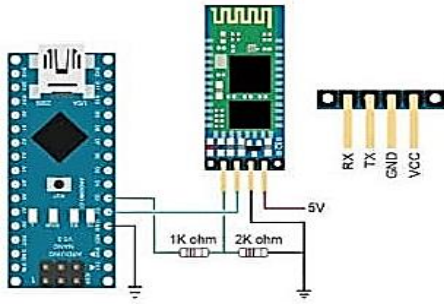
Şekil 2.5. DHT11 sıcaklık ve nem algılayıcı şeması



Şekil 2.6. Sıcaklık ve nem algılayıcı bağlantı şeması

2.2.3. HC06 bluetooth modülü

Çalışanın yaşamsal bulgularına ait parametrelerin anlık olarak yönetici arayüzüne aktarılması için HC06 Bluetooth Kartı kablosuz seri haberleşme modülü kullanılmıştır. Bluetooth 2.0'ı destekleyen modül, 2.4 GHz frekans değerinde iletişim yapılmasına imkan sağlar, yaklaşık 10 metrelik bir haberleşme mesafesine sahiptir. Şekil 2.7'de HC-06 bluetooth modülü ve bağlantı şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.7. HC06 bluetooth modülü ve arduino nano bağlantı şeması

2.2.4. Nabız (Pulse) Algılayıcı

Kalp atış hızını belirlemek için bir Arduino nabız algılayıcı kullanılmıştır. Bu ürün parmak veya kulak memesi üzerine temas ettirilerek nabız (kalp atış hızı) ölçülmesinde kullanılmaktadır. Ürün, nabız gerçek zamanlı olarak izleyebilmeye ve ekranda bir diyagram olarak çizdirilmesine olanak tanır. Normal yetişkin bir insanın nabız sayısının 60-100 aralığında olduğu varsayılarak kurulan sistemde nabız algılayıcının bu değerler arasında çıkış vermesi gerekmektedir (Pendurthi, Kanneganti, Godavarthi, Kavitha ve Gokarakonda, 2021).

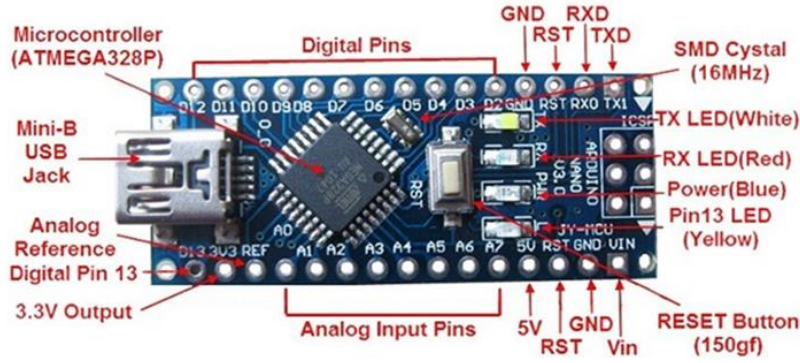


Şekil 2.8. Nabız (Pulse) algılayıcı

2.2.5. Arduino nano kontrol kartı

Arduino Nano kontrol kartı üzerindeki 14 adet dijital giriş/çıkış ve 8 tane analog giriş pinine sahip mikrodeneleyici karttır. ATmega328, pin 0 (RX) ve 1 (TX) aracılığıyla UART TTL (5V) seri iletişim sağlamaktadır. Yerleşik USB-seri dönüştürücü FT232, ATmega328 ile bilgisayar arasında bağlantı kuran sanal bir com bağlantı noktası açar. Arduino bilgisayar

programında yer alan seri ekran, Arduinodan bilgisayara gelen verilerinin gösterilmesini sağlamaktadır. USB seri dönüştürücü ile bilgisayar arasında USB bağlantısı olduğunda kart üzerindeki RX ve TX göstergesi olan ledler yanmaktadır. Ardiuno Nano ve bağlantı pinleri Şekil 2.9.'da verilmiştir (Wijaya, Mujib, Santoso ve Suprudyadi, 2019).



Şekil 2.9. Ardiuno nano kontrol kartı devre ve yapısı

2.3. Programlama Platformu: Visual Studio.NET ve Microsoft Visual C#

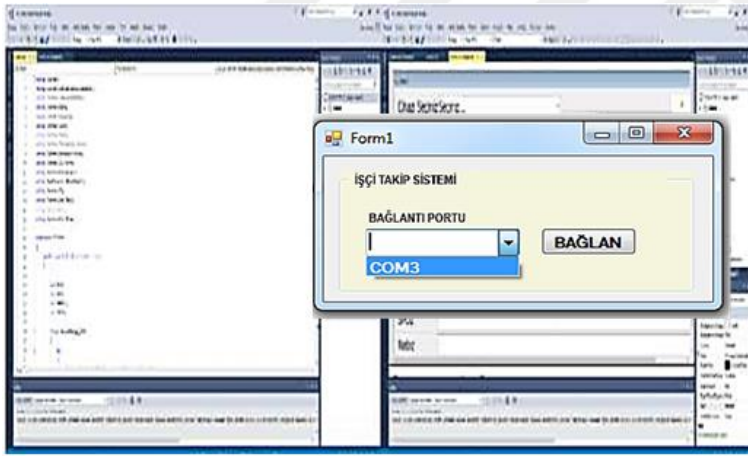
Microsoft Visual Studio Microsoft firmasına ait yazılım geliştirme platformudur. Kullanılan platform ile web ortamında kullanılan Microsoft Windows uygulamaları için ve taşınabilir cihazlar için Windows Mobile uygulamaları üretilebilmektedir. Yukarıda bahsedilen farklı platformlarda kullanılabilen kodlamayla; yerel kod ve Windows formları, web siteleri ve uygulamalar, web hizmetleri ile konsol kullanıcı arayüzleri geliştirmek için kullanılmaktadır. Visual Studio, yazılım geliştiriciler için oluşturulan zengin sınıf kütüphaneleri sayesinde farklı yazılım dillerinin desteklenmesini sağlamaktadır. Visual Studio yazılımcılara ileri düzey özellikleriyle kısa sürede yazılımlarını oluşturma ortamı sunmaktadır. Bu program ile bilgisayar, internet form uygulamaları ile internet servisleri kolay bir şekilde hazırlanabilmektedir.

Visual C#, Visual Studio yazılım geliştirme platformu içerisinde yer alan bir yazılım dilidir. Bu ortam kullanılarak yazılım geliştirilmek istendiğinde programcı, hangi yazılım dilini kullanacağına karar vermelidir. Bu önemli bir görevdir, çünkü farklı dillerin yapabildiği farklı işlemler vardır (Wijaya, Mujib, Santoso ve Suprudyadi, 2019).

C# yazılım dili diğer yazılım dillerine göre öğrenilmesi daha kolay bir dildir. C# diğer bazı kodlama dilleri ile karşılaştırıldığında gerçek anlamda nesne tabanlı (object-oriented) bir dil olarak ortaya çıkmaktadır (Richter, 2002).

Visual Studio, farklı yazılım dillerini içerisinde barındırmaktadır. Bu sayede kod editörü ve hata ayıklayıcısının neredeyse tüm programlama dillerini desteklemesini sağlamaktadır. Öğrenimin kolay ve nesne tabanlı olması projelerin daha kısa sürede tamamlanmasına olanak sağlarken, veri tabanı desteği gibi özelliklerinden dolayı tez çalışmasında C# dilinin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada bileğe takılan donanım sayesinde tehlikeli işyerlerinde çalışan kişilerin, algılayıcılar yardımı ile bazı fizyolojik ve ortam parametrelerinin izlenmesi için Microsoft Visual Studio 2015 paket yazılım platformunda C# programlama dili kullanılarak bir yazılım geliştirilmiştir. Çalışmanın bağlantı arayüz ekran görüntüsü Şekil 2.10.'da verilmiştir.



Şekil 2.10. Visual studio c# bağlantı görüntüsü

Visual Studio sürümleri şık görsel arayüz tasarımına sahiptir. Visual Studio kodlama editörü, grafik tasarlama aracı, veri tabanı görselleştirme aracı ile gözden geçirme kontrol sistemleri özelliklerine sahiptir.

Visual Studio .Net platformunda program tasarlayabilmenin yanı sıra birden fazla programdan oluşan projeler de tasarlanabilmektedir. Bu teknoloji sayesinde bu çalışmada kullanılan “İşçi Takip Sistemi” isimli kullanıcı arayüzü Visual Studio C# .NET yazılımında, veritabanı ise Visual Studio .NET platformunun içerisinde bulunan SQL server kullanılarak

geliştirilmiştir. Şekil 2.11’de çalışanın adı soyad, boy-kilo, kan grubu, ortam nemi-sıcaklığı, nabız değeri ve ortam gaz miktarı bilgileri görüntülenmektedir.

Şekil 2.11. Tasarlanan işçi takip sisteminin arayüz tasarım ekranı

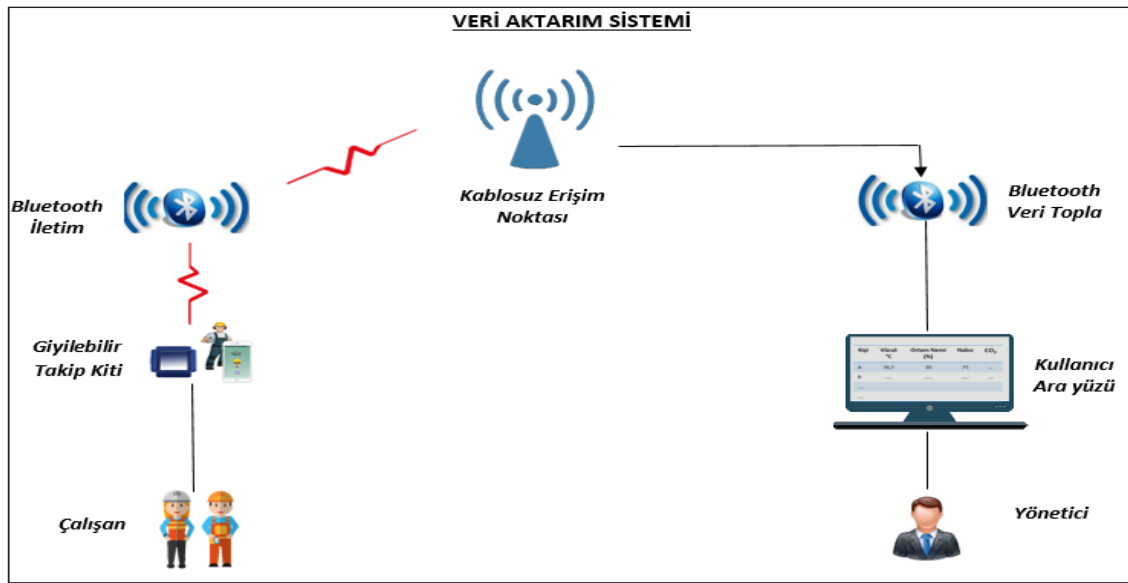
Çalışanın bileğindeki bu çalışmada hazırlanan donanım ile sıcaklık sensörü, nem sensörü, nabız sensörü ve hava kalite sensöründen alınan anlık veriler, bluetooth kablosuz sistem üzerinden kullanıcı arayüzüne aktarılmaktadır. Bu sayede çalışanın vücut ve ortam parametreleri olarak anlık görüntülenmektedir. Bu arayüzde birden fazla çalışana ait bilgiler görüntülenebilmektedir.

Sistemin bir özelliği de çalışanın vücut ve ortam parametrelerini sınır değerlerin dışına çıktığında, yani tehlike oluşturabilecek bir durumu; çalışana sesli ikaz olarak, yöneticiye sisteme bağlı olan ekran üzerinden sesli ve görsel ikaz olarak iletmesidir. Böylelikle yöneticinin çalışana tehlike teşkil edebilecek olay oluşmadan tedbir almasına olanak sağlayacaktır.

Böylece birden fazla çalışanın vücut ve ortam parametrelerinin denetimi, kontrol merkezi üzerinde kurulu olan İSG TAKİP uygulamasıyla yapılabilecektir.

2.4. Tasarlanan Sistemin Veri Aktarımı

Çalışmada tasarlanan donanımın veri aktarım sistemi Şekil 2.12’de detayları ile gösterilmiştir. Veri aktarım kısmında kullanılan Ardıuno Nano kartına bağlanan DHT11 sıcaklık-nem algılayıcı, MQ135 hava kalite kontrol algılayıcı ve nabız algılayıcıdan alınan veriler HC06 Bluetooth kablosuz iletim modülü ile kablosuz erişim noktasına aktarılabilir. Bu çalışmada ara bir iletim noktası tesis edilmemiş olup bilekteki Arduino Nano ile alınan veriler direkt sabit bilgisayara aktarılmıştır. Burada aktarım Ardıuno Nano kartına bağlı olan HC06 Bluetooth kablosuz iletim donanımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışana ait veriler, Visual Studio C# ile geliştirilen arayüz sayesinde ekranda gösterilmektedir. Bilekteki donanımda bulunan algılayıcılardan alınan veriler 5 sn. aralıklarla aktarılmaktadır.



Şekil 2.12. Veri aktarım sistemi

3. SONUÇ

Bu çalışma neticesinde tehlikeli işyerlerinde çalışan kişilerin sağlık ve ortam parametrelerinin anlık olarak görüntülenmesi sağlanmıştır. Ortam sıcaklığı, ortam nemi, kişinin nabızı ve ortamın hava kalite kontrolü algılayıcılardan alınan verilerin bluetooth modülü aracılığı ile bilgisayar/telefon/tablet ortamlarına aktararak, hazırlanan arayüz yazılımından takip edilebilmektedir. Alınan tüm değerlerin anlık kaydı tercihe göre yapılabilecektir.

Çalışmada kullanılan algılayıcılardan biri olan pulse (nabız) algılayıcının Arduino Nano kartı ile bağlantısı sağlanarak Arduino yazılımıyla nabız değerleri alınmıştır. Kişinin nabız değeri anlık olarak kontrol edilmekte, sınır değerleri olarak belirlenen 60-100 aralığının dışına çıktığı anda kişiye sesli ikaz olarak, kontrol merkezine ise hem sesli hemde görsel olarak bildirilmektedir.

Ayrıca çalışmada DHT11 sıcaklık ve nem algılayıcı kullanılarak çalışanın ortam sıcaklık değeri ve ortam nem değeri ölçülmektedir. Çalışma ortamında oluşabilecek elverişsiz veya tehlikeli sıcaklık ve nem değerleri bu sayede izlenebilmektedir.

Çalışmada kullanılan MQ135 hava kalite kontrol algılayıcı ile ortam hava kalitesi algılanmaktadır. Algılayıcı çıkış değerinin 100'ü geçmesi halinde çalışılan ortam havasının sağlıklı olmadığı değerlendirilmekte ve gerek kişiye gerekse kontrol merkezine yukarıda belirtildiği gibi uyarı verilmektedir.

Bluetooth modül ile Arduino Nano üzerindeki algılayıcılardan elde edilen veriler sabit bilgisayara aktarılmaktadır. Bu veriler yukarıda anlatıldığı gibi hazırlanan yazılım içerisinde değerlendirilerek çalışanın iş sağlığı ve güvenliği koşulları kontrol altında tutulmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada uygulanan modelin tehlikeli iş yeri statüsüne giren maden, kimyasal fabrika ve termik santral gibi riski yüksek çalışma alanlarında kullanılması ve bu sayede iş sağlığı ve güvenliğine risk oluşturabilecek etkenlerin tespitine ve çalışanın güvenliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu konu ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanılan algılayıcı sayısının artırılması, hazırlanan yazılımın cep telefonu ve tablet bilgisayarlarda da kullanılabilmesi gibi gelişmeler sağlanması faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Alkan, E. (2017). Meslek Lisesi Öğrencilerinin İş Güvenliği Kültürü ve Bilinci Üzerine Bir Çalışma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Alper, Y. (1992). Bazı Ülkelerde İşçi Sağlığı İş Güvenliği Uygulamaları ve Türkiye'deki Uygulama ile Karşılaştırılması. In Journal of Social Policy Conferences (No. 37-38, ss. 83-101).
- Battistoni, P., Sebillio, M. ve Vitiello, G. (2021). Yalnız çalışanların güvenlik izlemesi için IoT tabanlı bir mobil sistem. IoT, 2(3), 476-497. <https://doi.org/10.3390/iot2030024>
- Bayraktaroğlu, S., Mustafa, M. ve Atay, E. (2018). Çalışanlarda İş Güvenliği ve İş Kazası Algısı: Mavi Yakalılar Üzerine Bir Araştırma. Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(9): 1-15.
- Böbrek, A., Kırbaş, İ. ve Özcan, K. (2017). Hasta ve Bebek İzleme ve Kontrol Sistemi (HBİKS). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(Ek (Suppl.) 1), 252-261.
- Can, E., Çelik, N. (2019). Endüstri 4.0 Sisteminde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Muhtemel Problemleri ve Çözüm Önerileri, International Conference on Life and Engineering Sciences, 27-29 Haziran 2019, İstanbul, 113-114.
- Caner, V. (2021). Fiziksel Risk Etmenleri Maruziyetine Bağlı İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesinde Endüstri 4.0 Yaklaşımının Değerlendirilmesi. OHS Academy, 4 (1), 55-61. DOI: 10.38213/ohsacademy.882670.
- Çelik, A. (2011). 1 Mayıs'ın Kökleri, 22.08.2015 tarihinde <http://www.madenis.org.tr>
- Doğan, H., Gönül, A. ve Baysal, E. (2023). Yaşlı veya Engelli Bireylere Yönelik Raspberry Pi4 Tabanlı Takip Sistem Tasarımı. International Journal Of 3d Printing Technologies and Digital Industry, 7(3), 520-531. <https://Doi.Org/10.46519/Ij3dptdi.1352068>.
- Druin, B. (2017). Occupational Health: Linking The Origins Of Ecology and The Effects Of The Industrial Revolution, Natural History, 122 (10): 4-6.
- Ekmekci, H. D. (2017). E-Health Kalkan ve Arduino Kullanılarak Çoklu Fizyolojik İşaretlerin Bilgisayar Ortamında Görüntülenmesi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Erdinç, A. (2015). Arduino yazılım dilinin özellikleri ve fonksiyonları. Elektronik ve Yazılım Teknolojileri Dergisi, 7(2), 30-35.
- Gerek, N. (1989). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Önemi Karşılaşılan Sorunların Nedenleri ve Bu Konuda Alınması Gerekli Önlemler. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(1), 427-443.

- Gerim, İ. (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Sunumu, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- Glória, A., Cercas, F. ve Souto, N. (2017). Akıllı Ortamlar Oluşturmak için Bir Iot Ağ Geçidinin Tasarımı ve Uygulaması. *Procedia Bilgisayar Bilimi*,109,568–575. <https://doi.org/10.1016/J.Procs.2017.05.343>.
- Güneş, H. (2019). Android tabanlı sesli komutla çalışan bebek arabası kontrolü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Pendurthi, HK., Kanneganti, SS., Godavarthi, J., Gokarakonda, HS. and Kavitha, S., (2021) "Heart Pulse Monitoring and Notification System using Arduino," International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS), Coimbatore, India, 2021, pp. 1271-1278, doi: 10.1109/ICAIS50930.2021.9395825.
- Hämäläinen, P., Saarela, KJ. and Takala, J. (2009). Global Trend according to Estimated Number of Occupational Accidents and Fatal Work Related Diseases at Region and Country Level, *Journal of Safety Research*, 40:125–139.
- İnternet: Anadolu Ajansı (2019). URL: <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/nesnelerin-internetiyle-is-kazalarini-onleyen-sistem-teknofestte/1589218>. Son Erişim Tarihi: 19 Eylül 2023.
- İnternet: Arduino Nan. URL: <https://www.robotistan.com/arduino-nano-328-usb-kablolu>. Son Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2023.
- İnternet: HC06 Bluetooth Sensörü. URL: <http://www.puntoflotante.net/bluetooth-hc-06-with-serial-port-easy-uide.pdf>. Son Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2023.
- İnternet: Türkiye'de İş Kazaları İstatistikleri. URL: <https://www.karmaisg.com/blog/turkiyede-is-kazalari-istatistikleri>. Son Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2023.
- Kanat, V. (2014). Mühendisler İçin Arduino. Dikeyksen Yayınevi, İstanbul.
- Karabal, A. K. (2021). İş Sağlığı ve İş Güvenliği. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 5(1): 1-21.
- Karadeniz, O. (2012). Dünya’da ve Türkiye’de İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları ve Sosyal Koruma Yetersizliği. *Çalışma ve Toplum*, 3(34), 15-73.
- Madake, J., Parkhi, V., Shahabade, V., Jorvekar, V., Yadav, M., Wavare, Y. and Upadhye, S. (2023). IoT based smart wearables for mine worker’s safety. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2938, No. 1). AIP Publishing.
- Malli, T., Kun, M. ve Köse, H., (2014). Yeraltı Kömür İşletmelerinde Gaz İzleme ve Erken Uyarı Sistem Teknolojisinin İş Kazalarının Önlenmesindeki Önemi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 16(46), 59-67.
- Wijaya, NH., Mujib, AK., Santoso AB. and Supriyadi, K. “Design and Development of Heart Rate Per Minutes Based on Atmega16 Microcontroller with Alarm Warning”,

The 7th International Conference on DV-X α Method 2-4 September 2019, Semarang, Indonesia

- Naeem, S. (2014). OHSAS 18001 Step By Step, s.23, Governance Publishing, United Kingdom.
- Nag, S. (2023). Smart Safety Jacket for Coal Miners (Doctoral Thesis, Sant Gadge Baba Amravati University, Amravati).
- Özçelik, K. ve Uluğtekin NM. (2018), Çalışma Ortamındaki Fiziksel Faktörlerin Ergonomik Analizi: Dokuz Eylül Üniversitesi Hastane Örneği, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6: 319-325.
- Özel, C., Güğçerçin, Ö. ve Sağlığı, İ. (2020). Tarımda Çalışan Kadın İşçilerin İş Sağlığı ve Güvenliği Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Algı Düzeylerine Etkisi: İzmir Örneği. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 39-11: 87-96.
- Poçan, R. (2015). Motivasyonun İş Sağlığı ve Güvenliği açısından Önemi (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Yeni Yüz Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Richter J. (2002). Applied Microsoft. NET Framework Programming. Microsoft Press, Washington.
- Shankar, A., Narayan, A., Gaur, P. and Kumar, SS. "Smart Non-Invasive Real-Time Health Monitoring Using Machine Learning and Iot," 2023 Ieee International Symposium On Smart Electronic Systems (Ises), Ahmedabad, India, 2023, Pp. 437-440, Doi: 10.1109/Ises58672.2023.00098.
- Sakcalı, A. ve Yavuz, H. (2017). Uzaktan Kontrol Sisteminin İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Kullanılabilirliği. Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2017, Adana, Türkiye, 2 - 03 Kasım 2017, Ss.573-582.
- Sitanggang, D., Sitompul, C. S., Suyanto, J. H., Kumar, S. and Indra, E. (2022). Analysis of Air Quality Measuring Device Using Internet of Things-Based MQ-135 Sensor. Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika, 6(3), 1078-1084.
- Sözen, K S. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Mobbing Faktörü ve Çalışma Hayatına Etkisi: Ostim Sanayi Bölgesi Uygulaması (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Varma, A. K. C., Srinivas, C. V., Orugu, R. and Rao, V. (2022, December). A Wearable Alert System For Underground Mining Workers Based On Arduino With Gsm. In 2022 6th International Conference On Electronics, Communication and Aerospace Technology (Pp. 1388-1392). Ieee.
- Yılmaz, R. (2022). Gelişmiş Gaz Algılayıcı Sistemleri. Teknik Araştırma Yayınları, 22.
- Zhang, H., Li, B., Karimi, M., Saydam, S. and Hassan, M. (2023). Recent Advancements In Iot Implementation For Environmental, Safety and Production Monitoring In Underground Mines. Ieee Internet Of Things Journal, 10(16), 14507-14526.

Zimolong, B. and Elke, G. (2006). Occupational Health and Safety Management. Handbook of Human Factors and Ergonomics, 673-707.





EKLER

EK-1. Çizelge 1’de yer alan bölgelerdeki ülkeler

Afrika-D	Cezayir, Angola, Benin, Burkina Faso, Kamerun, Cape Verde, Çad, Ekvator Ginesi, Gabon, Gambia, Gine, Guinea-Bissau, Madagaskar, Liberya, Mali, Moritanya, Mauritius, Mayotte, Nijer, Nijerya, Saint Helena, Sao Tome ve Principe, Seyşeller Sierra Leone, Togo
Afrika-E	Botswana, Burundi, Orta Afrika Cumhuriyeti, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Kongo, Fildişi Sahili, Eritre, Etiyopya, Kenya, Lesoto, Malavi, Mozambik, Namibya, Ruanda, Cumhuriyeti, Güney Afrika'daki Svaziland, Tanzanya, Uganda, Zambiya, Zimbabve
Amerika-A	A.B.D., Kanada
Amerika -B	Bermuda Brezilya, Cayman Şil, Kolombiya Kosta Rika Küba Dominika Dominik El, Salvador Falkland Faroe Adaları, Fransız Guyanası Grenada Guadeloupe Guyana Honduras Jamaika Martinik Meksika Montserrat, Hollanda Antilleri, Panama Paraguay Porto, SaintKitts, Saint Lucia, Saint Pierre, Saint Vincent, Surinam Trinidad ve Tobago Türk Adaları, Uruguay, Venezuela, Virgin Adaları
Amerika-D	Ekvador Guatemala Haiti Nikaragua Peru
Güney Doğu Asya-B	Endonezya, Sri Lanka, Tayland, Bangladeş
Güney Doğu Asya-D	Bangladeş, Bhutan, Hindistan, Kore, Maldivler, Burma, Nepal
Avrupa-A	Andorra, Avusturya, Belçika, Güney Kıbrıs, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Hırvatistan, Finlandiya, Fransa, Almanya, Cebelitarık, Yunanistan, Grönland, İzlanda, İrlanda, İsrail, İtalya, Jersey, Isle-man , Guernsey
Avrupa-B	Arnavutluk, Ermenistan, Azerbaycan, Bosna Hersek, Bulgaristan, Gürcistan, Kırgızistan Makedonya Polonya Romanya Sırbistan ve Karadağ Slovakya Tacikistan Türkiye Türkmenistan Özbekistan
Avrupa-C	Belarus, Estonya, Macaristan, Kazakistan, Letonya, Litvanya, Moldova, Rusya Fed., Ukrayna
Doğu Akdeniz -B	Bahreyn, İran, Ürdün, Kuveyt, Lübnan, Libya, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Suriye, Tunus, Birleşik Arap Emirlikleri
Doğu Akdeniz D	Bahreyn, İran, Ürdün, Kuveyt, Lübnan, Libya, Umman, Katar, Suudi Arabistan, Suriye, Tunus, Birleşik Arap Emirlikleri
Batı Pasifik-A	Avusturalya, Brunei, Japonya, Yeni Zelanda, Singapur
Batı Pasifik-B	Amerikan Samoa, Kamboçya, Çin, Cook Adaları, Fiji, Fransız Polenazya, Guam, Hong Kong, Kribati, Kore Cum Laos, Macau, Malezya, Marshall Adaları, Mikronezya Moğolistan, Nauru, Papua Yeni Gine, Norfolk Adaları, Palau, Filipinler, Samoa, Solomon Adaları, Tayvan, Tonga, Tuvalu, Vanuatu, Vietnam, Wallis ve Futuna

EK-2. Kaynak Kodlar

```
#Include <DHT.H>
#include <Liquidcrystaltr_I2C.H>
#include <Printtr.H>
#include <Pulsesensorplayground.H>
Liquidcrystal_I2C LCD(0x27,20,4);
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS True
Const Int Pulsewire = A1;
Int Threshold = 575;
Int Mybpm =0;
Pulsesensorplayground Pulsesensor;
#include <Softwareserial.H>
Int Chk =0;
#define DHTPIN 2 // Digital Pin Connected To The DHT Sensor
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
DHT Dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#define Gaz_Sensor A0
Int Gas_Value;
Int Tx = 7; // Connect BT Module TX To 7
Int Rx = 8; // Connect BT Module RX To 8
Softwareserial Bluetooth(Tx, Rx);
Int Beeper = 13;
```

Void Setup()

```
{
  Pinmode(DHTPIN,INPUT);
  //Pinmode(DHTPIN,INPUT);
  LCD.Begin();
  Pinmode(Beeper, OUTPUT);
  Pinmode(Gaz_Sensor, INPUT);
  //Pinmode(Pulsewire, INPUT);
  //Serial.Begin(9600);
  Bluetooth.Begin(9600);
  Pulsesensor.Analoginput(Pulsewire);
  Pulsesensor.Setthreshold(Threshold);
  If (Pulsesensor.Begin())
  {
```

Serial.Println("We Created A Pulsesensor Object !"); //This Prints One Time At Arduino Power-Up, Or On Arduino Reset.

```

    }
    Dht.Begin();
}
Void Loop()
{
    //Chk = Dht_Sensor.Read(Dhtpin); //DHT Değerleri
    //Chk = Dht.Read11(2);
    Gas_Value = Analogread(Gaz_Sensor); //Gaz Sensör
    Float H = Dht.Readhumidity();
    Float T = Dht.Readtemperature();

    Bluetooth.Print("NEM (%): ");
    Bluetooth.Println(H);
    Bluetooth.Print("ISI: ");
    Bluetooth.Println(T);
    Bluetooth.Print("GAZ: ");
    Bluetooth.Println(Gas_Value);
    Bluetooth.Print("BPM: "); // Print Phrase "BPM: "
    Bluetooth.Println(Mybpm);
    If (Gas_Value > 380)
    {
        Digitalwrite(Beeper, HIGH);
    }
    Else
    {
        Digitalwrite(Beeper, LOW);
    }

    If (Pulsesensor.Sawstartofbeat())
    {
        Mybpm = Pulsesensor.Getbeatsperminute();
    }

    Delay (1000);
    LCD.Setcursor(0,0);
    LCD.Print("Gaz:");

```

```
LCD.Setcursor(6,0);  
LCD.Print(Gas_Value);
```

```
LCD.Setcursor(0,1);  
LCD.Print("ISI:");  
LCD.Setcursor(6,1);  
LCD.Print(T);
```

```
LCD.Setcursor(0,2);  
LCD.Print("NEM:");  
LCD.Setcursor(6,2);  
LCD.Print(H);
```

```
LCD.Setcursor(0,3);  
LCD.Print("NABIZ:");  
LCD.Setcursor(8,3);  
LCD.Print(Mybpm);
```

```
}
```

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Eyüp KÖKREK

Bilimsel Faaliyetler

1-) 17. Uluslararası İstanbul Fen, Mühendislik, Mimarlık Ve Matematik Bilimlerinde Bilimsel Araştırmalar Kongresi “Real Time Monitoring Of Vital Signs Of Employees In Hazardous Workplaces” isimli Kongre Bildirisi

