

KONUM BAZLI KARBON MONOKSİT TAKİP SİSTEMİ

Fatih YÜCALAR¹, Emin BORANDAĞ²

ÖZET

Bu çalışmada, donanım ve yazılım mimarisinin senkronize bir şekilde çalışmasıyla ortamda bulunan karbon monoksit (CO) yoğunluğunun tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilecek sistem ile ortamda bulunan CO yoğunluk oranına göre kullanıcıya “sesli” ve “yazılı” uyarı mekanizmaları vasıtasıyla anlık durum bildirimini yapılacaktır. Sistem, CO yoğunluğunun insan bünyesinin karşı koyabileceği seviyelerde yaptığı sesli ve yazılı uyarılar ile kullanıcıya hane içindeki yoğunluğunun fazlaştığını, ortama oksijen girişinin yapılması gerektiğini bildirecektir. Kullanıcı sisteme müdahale edinceye kadar, belirlenmiş süre zarfında uyarı mekanizması çalışmasını sürdürecektir. Ortamdaki CO yoğunluğu kritik seviyelere ulaştığında insan vücudunda sersemlik, uyku hali, bilinç kaybı gibi etkilere neden olur. Literatürde belirtilen kritik CO yoğunluk değerlerinin aşılması durumunda hane içindeki kişi ya da kişiler CO zehirlenmesine maruz kalabilir. Bu gibi durumlarda sistem ölçümediği değerlere göre tehlikenin farkına varır ve standart uyarı mekanizmasını çalıştırır. Ortamda bulunan CO yoğunluk oranına göre kritik durumlarda sistem üzerinde bulunan GPRS modülü aracılığıyla hanenin konum (enlem-boylam) bilgisi, adres bilgisi ve ortam bulunan CO yoğunluk miktarı bölgedeki en yakın acil durum ve sağlık kuruluşuna (Hastane-Ambulans) sistem tarafından bildirilecektir. Bilgilendirilmesi yapılan içerikte hane içerisindeki kişilerin CO yoğunluğunun kritik seviyeye ulaşmasından dolayı zehirlenme tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı bilgisine yer verilmektedir. Bu sayede zehirlenme ve can kayıplarının minimum seviyeye inmesi sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arduino, CO, Gömülü Sistemler, CO Tespit Sensörü.

LOCATION BASED CARBON MONOXIDE MONITORING SYSTEM

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the density of carbon monoxide (CO) in the environment by the synchronous operation of hardware and software architecture. With this system, instant status notification will be sent to the user through “audio” and “written” warning mechanisms according to the CO density in the environment. Using audio and written warnings when the CO density is at a level that can be tolerated by human structure, the system will inform the user that the CO density has increased in the house and oxygen is needed in this environment. Until the user interferes in the system, the warning mechanism will continue to work within the determined time period. When the CO density in the environment reaches critical levels, it has certain effects on human body such as dizziness, sleepiness and loss of consciousness. If the critical CO density values in literature are exceeded, the individual(s) in

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, fatih.yucalar@cbu.edu.tr, +90 236 314 10 10, Turgutlu, Manisa, Türkiye.

² Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, emin.borandag@cbu.edu.tr, +90 236 314 10 10, Turgutlu, Manisa, Türkiye.

the house may be exposed to CO poisoning. In such cases, the system becomes aware of the danger based on its measurements and activates the standard warning mechanism. In critical situations depending on the CO density in environment, the system will notify the location (latitude-longitude) and address of the house and the amount of CO density in the environment to the nearest emergency and healthcare facility (hospital-ambulance) in the area through its GPRS module. The notified content also includes the information that individuals in the house face poisoning danger due to the critical levels of CO density. Thus, poisoning cases and loss of lives will be minimized.

Keywords: Arduino, CO, Embedded Systems, CO Detection Sensor.

1. GİRİŞ

Karbon Monoksit (Carbon Monoxide – CO), yanıcı, renksiz, kokusuz ve zehirli bir gazdır. İnsan vücuduna solunum yolu ile giren bu zehirli gaz kana doğrudan karışarak oksijen alımını engeller. Bu durum zehirlenme ve ölüme neden olur. Kapalı ortamlarda yer alan açık ocaklarda, bacası iyi çekmeyen sobalarda, şofbenlerde, bacası olmayan gaz sobalarında içerideki yakıtın iyi yanmaması nedeniyle çoğunlukla CO gazı zehirlenmeleri meydana gelir. Yüksek düzeydeki CO gazı zehirlenmelerine maruz kalan kişilere kısa süre içerisinde tıbbi bir müdahale yapılmadığı durumlarda genellikle sonuç ölümdür [1].

Halk sağlığı açısından önemli bir sorun olan ve çoğunlukla her yıl kış aylarında ısınmak ve sıcak su elde etmek için sobaların, kombilerin ve şofbenlerin yanmasıyla birlikte ülkemizin birçok bölgesinde oldukça fazla sayıda kişi CO gazı zehirlenmesine maruz kalmaktadır. Özellikle rüzgârlı havalarda bacaların iyi çekmemesinden dolayı yaşanan soba dumanına bağlı CO gazı zehirlenmeleri topluca ölümlere yol açmaktadır. CO gazı zehirlenmelerinden dolayı bir aileden çok sayıda kişinin aynı anda hayatını kaybettiği görülmektedir. Son yapılan araştırmalar ve oluşan istatistik sonuçlarına göre ülkemizde her yıl 10 bin kişi ortama sızan CO gazı nedeniyle zehirlenme tehlikesi geçirmektedir. Bu zehirlenmeye bağlı olarak ülkemizde her yıl ortalama 200 kişinin yaşamı son bulmaktadır [2, 3].

Alınacak tedbirlerle CO gazı zehirlenmesine bağlı ölümler önlenebilir. Öncelikle sobalı evlerde baca temizliğinin ve soba borusu bağlantılarının düzgün bir şekilde yapıldığından emin olunmalıdır. Soba ve boru bağlantılarının kurulumlarında fazla dirsek kullanımından kaçınılmalıdır. Belli dönemlerde soba boruları ve bacaları temizlenmelidir. Ayrıca, rüzgârlı havalarda rüzgâr yönüne göre hareket eden baca kapakları kullanımına dikkat edilmelidir. Lodoslu havalarda soba bacaları standartlara uygun değilse soba yakılmamalıdır. Lodoslu havalarda sobaların yakılması ölüm oranlarını arttırmaktadır. Evlerde sıcak su elde etmek için kullanılan şofbenler standartlara uygun olarak seçilmelidir. Ortamdaki oksijen seviyesinin yetersizliğini tespit ederek sistemi kapatan şofbenlerin seçilmesine dikkat edilmelidir [4].

Ayrıca, CO gazı zehirlenmesinden dolayı oluşabilecek olan kritik durumlara karşı akıllı sistemler kullanılabilir. Piyasada CO gazının tespitinin belirlenmesine yönelik birtakım alarm-uyarı mekanizmalarına sahip sensörler yer almaktadır. Ancak bu sensörler bulunduğu ortam içerisindeki CO gazı miktarına göre sadece alarm uyarısı vermektedir. Bu nedenle, piyasada yer alan diğer sensör uyarı mekanizmalarına göre çok daha kullanışlı ve akıllı bir sensör sistemi prototipinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sistemle ortamda bulunan CO gazı yoğunluk oranına göre, kritik durumlarda GPS (Küresel Konum Sistemi – Global

Positioning System) [5] üzerinden konum (enlem-boylam) ve adres bilgisi alınarak en yakın sağlık birimine gerekli bilgi ulaştırılmaktadır. Aynı zamanda ortam içerisinde bulunan kişilerin artan CO gazı yoğunluğuna göre uyarılmasına yönelik sesli ve yazılı bilgilendirme mekanizması geliştirilen prototipte yer almaktadır. İlaveten SMS uygulaması üzerinden mevcut ortam dışındaki yakınlar bu durumla ilgili olarak bilgilendirilmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde piyasada yer alan mevcut CO sensörleri ve kullandıkları teknolojilere yer verilmiştir. Üçüncü bölümde sistemin geliştirilmesinde kullanılan teknolojiler hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Dördüncü bölümde geliştirilen sistemin kullanımından bahsedilmektedir. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

2. CO SENSÖRLERİ VE KULLANDIKLARI TEKNOLOJİLER

Ülkemizde mevcut olan CO gazı sensörlerine ilişkin literatürde yapılan araştırmalar ve bu bağlamdaki ürünlerin özellikleri aşağıda ifade edilmiştir.

- **Fibaro CO Sensörü:** Yüksek duyarlılığı sahip bu sensör ile karbon monoksit gazının erken safhalarda tespit edilmesi ve karbon monoksit zehirlenmelerinin önlenmesi amaçlanmaktadır [6]. Fibaro CO Sensörü, z-wave destekli kontrol üniteleri ile uyumludur. Duvara kolayca monte edilip, pille çalışabilmektedir. Tamamen kablosuzdur. Dâhili sirenle ve led ışığıyla alarm uyarısı vermektedir. Ayrıca, sıcaklık sensörü içermektedir [7].
- **OPAX HX-426 Karbon Monoksit Gazı Alarm Cihazı:** Bu cihaz ortamdaki karbon monoksit gaz oranı değerini dijital ekranda göstermektedir. Ortamdaki karbon monoksit gaz oranı 300 ppm (parts per million)'i bulduğunda 3 dakika içerisinde alarm çalarak gerekli uyarıyı yapmaktadır. Bu elektromanyetik OPAX HX-426 Karbon Monoksit Gaz Detektörünün kurulumu oldukça basittir. Yüksek hassasiyete sahip bu detektör 3 adet 1.5v AA pil ile çalışmaktadır. Cihaz üç karakterlik bir dijital LCD ekrana sahiptir. Bekleme anında yeşil led gösterge her 30 saniyede bir yanıp sönmektedir. Ortamdaki karbon monoksit gaz oranı 300 ppm'i bulduğunda kırmızı led gösterge yanıp sönmekte ve 85 db dâhili hoparlörlerden alarm çalmaktadır [8].
- **7701 Karbon Monoksit Ölçüm Cihazı:** Yüksek doğrulukla kolay ölçüm, istikrarlı sonuç veren ve hassas okuma sağlayan el tipi bir karbon monoksit ölçüm cihazıdır. 7701 Karbon Monoksit Ölçüm Cihazı aydınlatmalı LCD göstergeye sahiptir. Kalem pille çalışan bu cihaz, 25 ppm'in üzerinde sesli uyarı vererek tehlikeli CO gazı eşliğini göstermektedir [9].

Ülkemizde kullanılan CO gazı tespit sensörleri ile benzer özelliklere sahip diğer sensör sistemlere ilişkin bilgiler aşağıda yer verilmiştir.

- **Nest Protect Smoke & Carbon Monoxide Alarm:** Nest Protect firmasının geliştirmiş olduğu bu model, özellikle karbon monoksit ve duman tespitini bir uygulama üzerinde çalıştırmaktadır. Uygulamayı telefona indirerek, gerekli olduğu durumlarda telefon üzerinden alarm müdahale edebilmektedir. Hem yangın hem de karbon monoksit uyarıları için kullanılabilir iyi bir ürün olarak ön plana çıkmaktadır [10].
- **Kidde KN-COPP-3 Carbon Monoxide Detector:** Kidde firması, dünyanın en büyük yangın güvenlik ürünleri üreticilerinden biri olmanın yanı sıra en yüksek kaliteli karbon

monoksit detektörü üreticilerinden de biridir. Firmanın geliştirmiş olduğu bu karbon monoksit detektörü ortamdaki karbon monoksit oranının dijital ekran üzerinden kolaylıkla okunabilmesine imkân sağlamaktadır. Buna ek olarak, sistem her 15 saniyede bir ortamı kontrol etmektedir. Eğer cihaz ortamdaki karbon monoksit oranının yüksek olduğunu tespit ederse, 85 dB'lik bir alarm sesi ile gerekli uyarıyı yapmaktadır [11].

- **X-Sense Carbon Monoxide Detector:** Kolaylıkla kurulan bu dijital karbon monoksit sensörü 9 voltluk bir batarya ile çalışmaktadır. Ortamdaki karbon monoksit seviyesi cihaz üzerindeki dijital ekrandan kontrol edilebilmektedir. Buna ek olarak, her 50 saniyede bir cihazın led ışığı yanıp sönerek gerekli durum kontrolü gerçekleştirilir [12].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Prototip geliştirme projesinin ilk aşamasında, sistem altyapısı için gereksinim ve analiz çalışmaları yapılmıştır. Gereksinimlerin belirlenmesinin ardından proje modelleme ve tasarım çalışmalarına başlanmıştır. Bu aşamadan sonra proje elemanlarının (Arduino Uno, Arduino GPS/GPRS modülü, Ekran modülü gibi) entegrasyonu sağlanmıştır. Entegrasyon aşamasından sonra oluşturulan sistemin algoritma alt yapısı hazırlanmıştır. Bu algoritma çerçevesinde sistemin ortamdaki elde etmesi gereken verileri algılama gücü ve sistemin tepki süreçleri test edilmiştir. Bu testlerin yapılma amacı geliştirilen ürünün algoritma üzerinde belirlenen koşullarda nasıl davrandığını ve hangi sonuçlar ürettiğini analiz etmektir. Uygulamadan alınan değerlerin ve tepkilerin sistem üzerindeki uyarı mekanizmasından (sesli – yazılı uyarı mekanizması) hariç farklı cihazlar üzerinde takibinin yapılabilmesi için bir web ve mobil uygulama arayüzü geliştirilmiştir. Sistemin açılıp kalibrasyon işlemi yapılma sürecinde hanenin koordinat bilgileri üzerinde barındırdığı GPS/GPRS modülü vasıtasıyla tespit edilerek sistem ön belleği üzerine kaydedilmektedir. Kalibrasyon işleminin tamamlanmasının ardından uygulama, ortamda bulunan CO yoğunluğunu sensör vasıtasıyla anlık olarak dinlemektedir. Bunlara ek olarak sistem belirlenmiş süre zarfları içinde düzgün bir biçimde çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için kendi kendini kontrol etme mekanizmasına sahip olacaktır. Ortamda bulunan CO gazı yoğunluğunun aşağıda belirtilen aralıklarda olup olmadığı kontrol edilmiştir.

- **CO yoğunluğunun 200-400 ppm aralığında olması:** Bu değer aralıklarındaki yoğunluklar insan vücudunun dayanıklılık gösterebileceği aralıklardır. CO gazı yoğunluğu bu aralıklar arasında iken kullanıcı tarafından sisteme müdahale edilene kadar sesli olarak sistem üzerindeki uyarı mekanizması çalışır ve dijital ekran üzerinde yazılı olarak “Ortama Oksijen Girişinin Sağlanması Gerekli” şeklinde bir ifade yer almaktadır. Bunun yanında hem web hem de mobil uygulama üzerinden ortamdaki CO yoğunluğunun yükseldiğini ve ortama oksijen girişinin sağlanması gerektiğini belirten e-mail ile kullanıcı bilgilendirilmektedir.
- **CO yoğunluğunun 800-6400 ppm aralığında olması:** Bu değer aralığındaki CO gazı yoğunlukları insan vücudunu sensöre müdahale ettiremeyecek kadar kötü hissettirecek değerlerdir. Sistem sesli ve yazılı uyarı mekanizması, ortamdaki oksijen yoğunluğu normal seviyeye dönene kadar mobil uygulama üzerinden bildirimleri (notifications) iletmeye devam eder. Bu olay çerçevesinde sistem belirtilmiş olan bu kritik değer aralıklarında ve tanımlanmış olan bekleme süresi içinde ortamdaki CO yoğunluğuna bağlı olarak başlangıçta ön bellek üzerine kaydetmiş olduğu hane koordinatı (enlem, boylam)

bilgisinden yola çıkarak hanenin adresini, ortamda bulunan CO yoğunluğunu ve yoğunluğun kaç dakikadır devam ettiği bilgisini ilgili acil sağlık kuruluşlarını (112, ambulans, hastane) anında bilgilendirir. Bunun yanında sistem üzerine tanımlanmış olan acil durumda haber verilecek kişilerinin telefon numaralarına ortamdaki CO yoğunluğunun arttığını ve müdahale edilmesi gerektiğini belirten bir SMS gönderilecektir.

Proje Gereksinim Analizi: Smart Anti CO sisteminin web uygulamasının geliştirilmesi ile ilgili gereksinimler tespit edilmiştir. Tespit edilen bu gereksinimler; işlevsel ve işlevsel-olmayan gereksinimler olmak üzere kategorize edilmiştir. İşlevsel gereksinimler sistemin yerine getirmesi gereken işlevleri, fonksiyonları ifade eden gereksinimlerdir. Bu gereksinimler daha çok sistemin girdileri ve çıktıları ile ilgilidir. İşlevsel-olmayan gereksinimler ise daha çok uygulamanın kısıtları ile ilgili fiziksel ortam, arayüzler, kullanıcı odaklı olma, yanıtlama zamanı, performans, güvenlik, güvenilirlik ve kalite güvence gibi soyut niteliklerini belirleyen gereksinimlerdir. İşlevsel ve işlevsel-olmayan gereksinimlere ek olarak, web uygulamasına ilişkin use-case'ler çıkarılmış ve use-case diyagramı çizilmiştir.

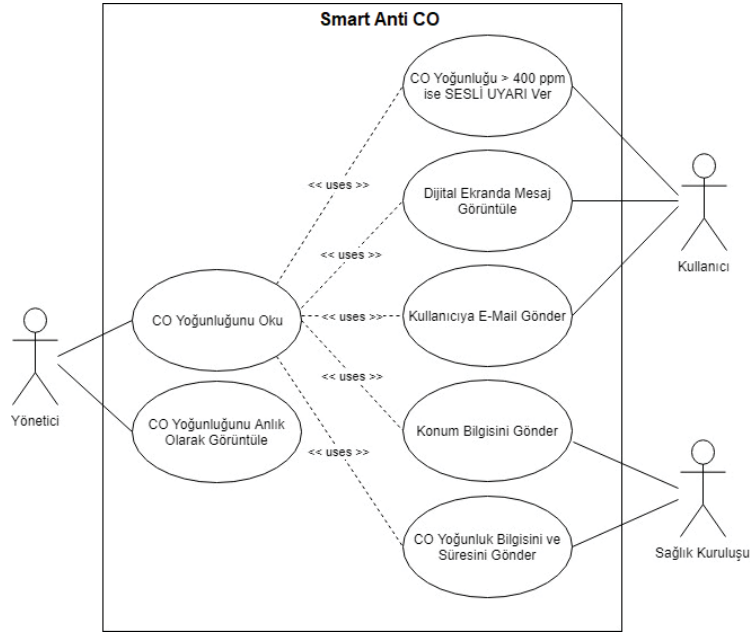
Smart Anti CO Sisteminin Web Uygulamasına İlişkin İşlevsel Gereksinimler:

- Sistem üzerinden ortamdaki CO gaz yoğunluğu anlık olarak görüntülenecektir.
- Sistem üzerinden ölçülen ortamdaki CO gazı yoğunluğu 200-400 ppm aralığında ise uyarı mekanizması sesli olarak kullanıcıyı bilgilendirecektir.
- Sistem üzerinden ölçülen ortamdaki CO gazı yoğunluğu 200-400 ppm aralığında ise dijital ekranda “Ortama Oksijen Girişinin Sağlanması Gereklemektedir” şeklinde bir ifade görüntülenecektir.
- Sistem üzerinden ortamdaki CO gaz yoğunluğu belli seviyenin üzerine çıktığında kullanıcı e-mail ile bilgilendirilecektir.
- Sistem ortamdaki oksijen yoğunluğu normal seviyeye dönene kadar mobil uygulama üzerinden notification'ları post etmeye devam edecektir.
- Sistem ortamdaki kritik seviye yer alan CO yoğunluğuna bağlı olarak hane koordinat bilgisini, ortamda bulunan CO yoğunluğunu ve yoğunluğun kaç dakikadır devam ettiğini ilgili acil sağlık kuruluşlarına (112, ambulans, hastane) anında bildirecektir.
- Ortamdaki CO yoğunluğu anlık olarak kullanıcı tarafından web arayüzü ile cihaz üzerindeki ekrandan takip edilecektir.
- Sistem üzerinde tanımlanmış kişilere kritik durumlarda SMS ile bildirim yapılacaktır.

Smart Anti CO Sisteminin Web Uygulamasına İlişkin İşlevsel-Olmayan Gereksinimler:

- Geliştirilecek sistem 7/24 erişilebilir özelliklere sahip olacaktır.
- Geliştirilecek sistem tüm web tarayıcıları tarafından desteklenecektir.
- Geliştirilecek sistem üzerinden eşzamanlı olarak 5 kişi cihaza erişebilecektir.
- Geliştirilecek sistemin kapalı olduğu süre bir aylık işletim sürecinde 2 dakikayı geçmeyecektir.

Şekil 1’de Smart Anti CO Sistemi için çizilmiş Use-Case Diyagramı görülmektedir.



Şekil 1. Smart Anti CO Sisteminin Use-Case Diyagramı






Sistem Mimarisi: Geliştirilen cihaz üzerinde yer alan MQ-7 CO gaz sensörünün yardımı ile ortamda bulunan CO gazı yoğunluğu ölçülmektedir. Ölçüm sonuçlarına göre devre üzerinde yer alan kırmızı, yeşil ve sarı led lambalar yanarak kullanıcıyı bilgilendirir. Ortamdaki CO gazı miktarı 800 ppm seviyesinin üzerine çıktığında devre üzerinde yer alan “Buzzer” alarm sesi ile kullanıcıyı uarmaktadır. Ortamdaki CO gazı yoğunluğu 120 sn. içinde ortamda yer alan kişi ya da kişiler tarafından düşürülmez ise ortamın konum bilgisi cihaz üzerinde bulunan GPRS/GPS modülü yardımı ile internet üzerinden sistemin ana merkezine gönderilmektedir. Sistem operatörü enlem ve boylam bilgisinden yola çıkarak hanenin adresini, ortamda bulunan CO yoğunluğunu ve yoğunluğun kaç dakikadır devam ettiği bilgisini ilgili acil sağlık kuruluşlarına bildirmektedir. Bunun yanında sistem üzerine tanımlanmış olan acil durumda haber verilecek kişilerin telefon numaralarına ortamdaki CO yoğunluğunun arttığını ve müdahale edilmesi gerektiğini belirten bir SMS gönderilecektir. Geliştirilen Smart Anti CO sisteminin mimarisi Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Smart Anti CO Sistem Mimarisi

Sistem Ekipmanları ve Entegrasyon: Smart Anti CO sistemine ilişkin prototip modeli geliştirmek üzere kullanılan temel ekipmanlar; Orjinal Arduino Uno R3 [13], Arduino GSM-

GPS Shield / Genişletme Kartı [14], Arduino MQ-7 Karbon Monoksit Ölçüm Modülü [15], Devreli Buzzer [16], LCD Ekran [17], 6x6 7mm Tach Buton (4 Bacak) ve led lambalardır. Bu ekipmanlar birbirine entegre edilmiş ve aralarındaki veri alışverişini sağlamak üzere gerekli kodlar yazılmıştır. Birbirine entegre edilen sistem CO gazı yoğunluğuna ilişkin değer aralıkları göz önünde bulundurularak test edilmiştir. Sistem testlerden başarılı bir şekilde geçtikten sonra proje kutusu içerisinde toplanarak prototip olarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Şekil 3'te Smart Anti CO temel ekipmanları görülmektedir.

	
Orjinal Arduino Uno R3	Arduino GSM-GPS Shield / Genişletme Kartı
	
MQ-7 Karbon Monoksit Ölçüm Modülü	Devreli Buzzer
	
LCD Ekran	

Şekil 3. Smart Anti CO Temel Ekipmanları

4. GERÇEKTİRME

CO gazı zehirlenmesi, doğal gaz sızıntısından kaynaklı zehirlenmelere göre daha tehlikelidir. Çünkü doğal gaz sızıntısı durumunda bu gaza eklenen sarımsak kokusu nedeniyle fark edilmesi daha kolaydır. Ancak CO gazı kokusuz, tatsız ve renksiz olmasından dolayı fark edilmesi daha zordur. Bu yüzden CO gazı, “sessiz katil” olarak adlandırılmaktadır. CO gazı vücut dokularının oksijeni kullanmasını engelleyerek ölümcül zehirlenmelere yol açmaktadır. Literatürde CO gazının 40 saniyede beyin felcine yol açabildiği yönünde çalışmalar vardır.

Eğer bir evde ateş kaynağı olarak şöfen, kombi, soba var ise CO gazı zehirlenmesi riski her zaman olasıdır. Bunun yanında havalandırması yetersiz kapalı garajlarda arabaların egzoz borularından çıkan CO gazı da aynı şekilde kişilerin CO zehirlenmesine maruz kalmalarına neden olabilmektedir. CO gazı zehirlenmesine ilişkin tehlikeyi fark etmenin en kestirme yolu ise CO detektörlerinin kullanımıdır. Çünkü içinde bulunan ortamdaki CO gazı tehlikeli bir seviyeye çıktığında detektörler sesli ikaz ile kişileri uyarmaktadırlar.

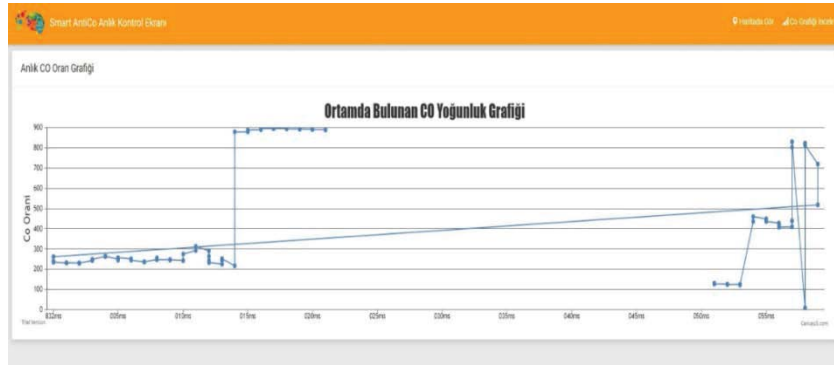
CO gazı detektörü kullanımında dikkat edilmesi gereken iki önemli unsur vardır. Bunlardan ilki CO detektörünün yerleştirildiği yer ve diğeri ise detektör içerisinde kullanılan güç kaynağıdır. Özellikle CO detektörleri için kullanılan güç kaynakları pilli, elektrikli ve her ikisinin birlikte kullanımı (pilli + elektrikli) şeklinde olabilir. Pilli ürünlerin sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir. Çünkü biten piller insan hayatına mal olabilmektedir. CO gazı detektörün kullanımındaki diğer bir önemli unsur olan yer seçimine de dikkat etmek gerekir. CO gazı ortamdaki ısı ve nem oranına göre ilk aşamada odanın 1-1,5 metre aralığında toplanmaktadır. Bu yüzden CO gazı detektörünün söz konusu aralığa ve ısı kaynaklarından 1,5 metre uzağa yerleştirilmesi gerekmektedir.

Smart Anti CO sisteminin geliştirilmesi süresince yukarıda değinilen bulgulara dikkat edilmiştir. Ayrıca ortamda bulunan CO gazı yoğunluklarının 200-400 ppm ile 800-6400 ppm aralıklarında olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bunun yanında Smart Anti CO'nun sahip olacağı özellikler belirlenirken diğer CO gazı sensör ve detektörlerinin sahip oldukları özellikler dikkate alınmıştır. Diğer CO gazı sensör ve detektörlerinin kullanıcılara sunmadığı özellikler belirlenmiştir. Smart Anti CO'nun, diğer CO gazı sensör ve detektörlerinden daha üstün özelliklere sahip olduğunu göstermek üzere Tablo 1'deki karşılaştırma gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. CO Sensörleri / Detektörlerinin Karşılaştırılması

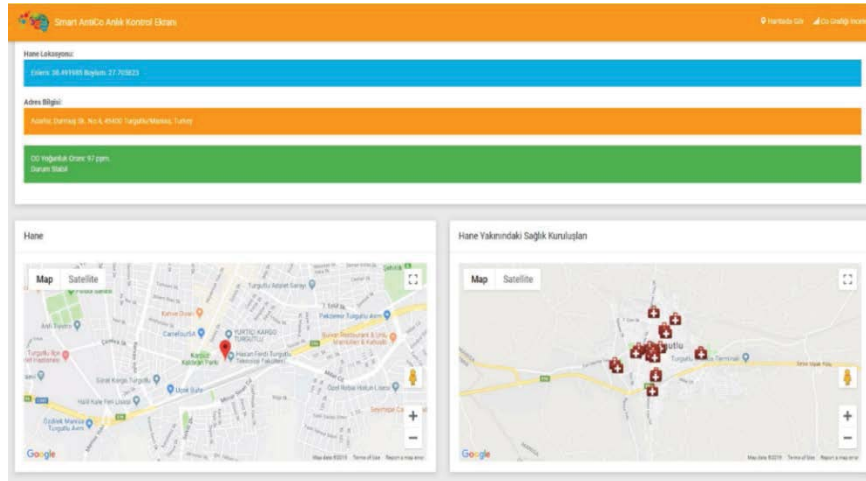
CO Sensörü / Detektörü	Güç Kaynağı	Alarm Uyarısı	GPS/GPRS	SMS	E-Mail
Fibaro CO Sensörü	Pil	Siren + Led Işığı	-	-	-
OPAX HX-426 CO Alarm	Pil	Siren + Led Işığı	-	-	-
7701 CO Ölçüm Cihazı	Pil	Siren	-	-	-
Nest Protect Smoke & CO Alarm	Pil + Elektrik	Siren + Led Işığı	+	+	-
Kidde KN-COPP-3 CO Detector	Pil + Elektrik	Siren	+	-	-
X-Sense CO Detector	Pil	Siren + Led Işığı	-	-	-
Smart Anti CO	Pil + Elektrik	Siren + Led Işığı	+	+	+

Tablo 1'de de görüldüğü üzere geliştirilen Smart Anti CO sağlamış olduğu özellikler ile piyasada yer alan diğer CO gazı sensörleri/detektörlerine göre daha üstün özelliklere sahiptir. Bunun yanında sağlamış olduğu web uygulaması desteği ile de ortamdaki CO gazı yoğunluğu anlık olarak grafik üzerinden takip edilebilmektedir. Web uygulaması üzerinden anlık olarak takip edilen CO yoğunluk grafiğine ilişkin ekran Şekil 4'de görülmektedir.

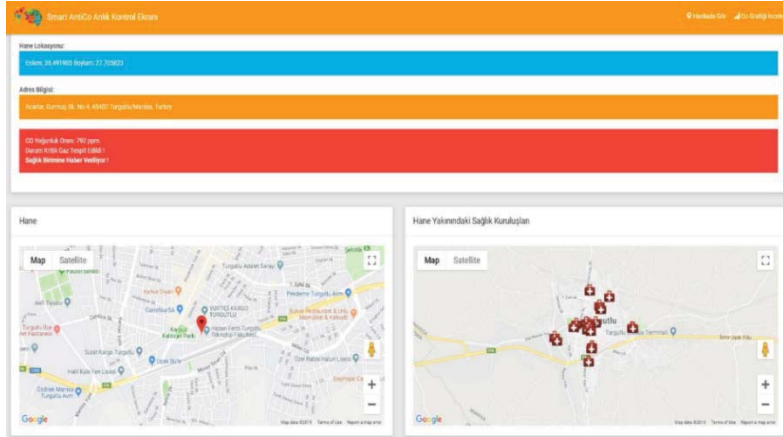


Şekil 4. Ortamda Bulunan CO Yoğunluk Grafiği

Şekil 4’de görüldüğü üzere web uygulaması üzerinden bir ev veya kapalı garaj içerisindeki CO gaz yoğunluğu anlık olarak takip edilebilir. CO gaz yoğunluğunun insan sağlığını etkilediği seviyelere çıktığı ve bu durumun süreklilik arz ettiği durumlarda ortamın konumu (enlem ve boylam bilgisi), adresi ve ortamda bulunan CO yoğunluğu bilgisi web uygulaması üzerinden görüntülenebilmektedir. CO yoğunluğunun sabit olduğu ve kritik seviyenin üzerinde olduğu durumları gösteren ekran görüntüleri sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6’da yer almaktadır.

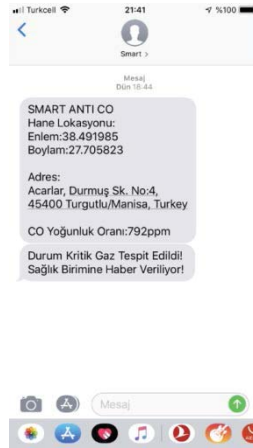


Şekil 5. Ortamdaki CO Yoğunluğunun Stabil Olduğu Ekran



Şekil 6. Ortamdaki CO Yoğunluğunun Kritik Seviyede Olduğu Ekran

Şekil 6'da yer alan web uygulama ekranında Smart Anti CO tarafından ortamdaki anlık olarak ölçülen CO gazı yoğunluğunun 97 ppm ve gaz yoğunluğunun ise stabil olduğuna ilişkin bilgi görülmektedir. Şekil 6'da yer alan web uygulama ekranında ise Smart Anti CO tarafından ortamdaki anlık olarak ölçülen CO gazı yoğunluğunun 792 ppm ve gaz yoğunluğunun da kritik olduğuna ilişkin bilgi görülmektedir. Şekil 6 ve Şekil 7'de yer alan web uygulama ekranlarında görüldüğü üzere CO gazı yoğunluğuna göre renk değiştirmekte, hane koordinat ve adres bilgisi de anlık olarak çekilmektedir. Özellikle CO gazı yoğunluğu belli seviyenin üstünde ölçüldüğünde web uygulaması, sistem operatörünü sağlık birimine haber verilmesi yönünde uyarılmaktadır. Bunun yanında Smart Anti CO, hane içerisindeki CO gazı yoğunluğu belli seviyenin üstünde olduğunda sisteme daha önce kaydedilen en yakın kişiye SMS ve e-mail ile durum bildirmektedir. Şekil 7'de acil durumlarda en yakına gönderilecek SMS mesajı, Şekil 8'de ise gönderilen e-mail mesajı görülmektedir.



Şekil 7. Acil Durumlarda Yakınlara Gönderilecek SMS Mesajı



Şekil 8. Acil Durumlarda Yakınlara Gönderilecek E-mail Mesajı

Geliştirilen Smart Anti CO, belirli CO gazı yoğunluklarına göre test edilmiştir. Özellikle test aşamasında CO gazı yoğunluğunun 400 ppm'in altında olması, 400 ppm ile 800 ppm arasında olması ve 800 ppm'in üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Ortamdaki CO gaz yoğunluğunun 800 ppm'in üstünde ölçülmesi durumunda hem LCD ekranda "Acil Servis Aranıyor" yazmakta hem de sesli alarm uyarısı ile ortamdakiler ikaz edilmektedir. Smart Anti CO'nun, yapmış olduğu ölçüm sonucu ve LCD ekranda ne yazdığı Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. CO Gaz Yoğunluğunun 800 ppm'in Üstünde Olması Durumu

Yapılan testler sonucu farklı CO gazı yoğunluk değerlerinde Smart Anti CO sisteminin doğru sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Özellikle sistemin hızlı bir şekilde yanıt vermesi adına cihazın ortam içerisinde uygun bir şekilde yerleştirilmesi önemlidir. Smart Anti CO'nun CO gazı üretebilecek kaynaklara yakın bir konuma yerleştirilmesinin insan hayatının kurtarılması adına önem arz ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca sistemin sağlamış olduğu web uygulaması ile anlık CO gazı takibi, e-mail gönderme ve SMS atma gibi özelliklerle piyasada yer alan diğer cihazlara göre daha faydalı bir model olduğu görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Geliştirilen model prototip olmasından dolayı piyasada var olan mevcut modellere göre ebat olarak biraz daha büyüktür. 126 x 137 x 82 mm'lik bir boyuta sahip olarak geliştirilen

prototip model, seri üretime dönüştürülmesi durumunda kullanım açısından daha küçük bir hale getirilebilir. Şu an için hem 9V'luk pil hem de elektrikle çalıştırılabilen prototip model kullanım açısından şarj edilebilir pille çalışabilir bir duruma getirilebilir. Geliştirilen prototip model içerisinde konum bilgisini almak ve web uygulaması ile haberleşmeyi sağlamak üzere SIM kart ile çalışan Arduino GPS/GPRS modülü kullanılmıştır. SIM kart kullanımını ortadan kaldırmak üzere Ethernet veya Wifi modülü kullanılabilir. İnternet alt yapısının hazır olmadığı yerler için SIM kart kullanımlı modelde faydalı olabilir.

6. SONUÇLAR

CO gazı zehirlenmesi yüzünden her yıl dünyada binlerce insan ölmekte, kalıcı hasarlarla veya sakatlıklarla karşı karşıya kalmaktadır. CO gazı zehirlenmesinin zararını önleyebilmek için zehirlenme sebepleri, zehirlenme belirtileri ve korunma yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Özellikle geçtiğimiz yıllarda Manisa Soma'da yaşanan ve 301 işçimizin hayatını kaybettiği elim kaza, konunun ve havalandırma sistemlerinin önemini bizlere bir kez daha acı şekilde hatırlatmıştır. Günlük hayatımızda kullandığımız araç gereçler, arabamız ve diğer motorlu araçlar potansiyel CO gazı kaynaklarıdır. Ev veya işyerlerinde ortaya çıkan yangınlarda diğer zehirli gazlarla birlikte, yeraltı maden ocaklarında metan gazı vs., kapalı garaj veya ortamlarda egzoz dumanına bağlı olarak CO gazı zehirlenmesi, havalandırmanın yetersizliğine bağlı olarak sıklıkla görülmektedir. Uzun süre bu tür ortamlarda kalan kişilerin aşırı derecede CO gazını soluması ölüm ile sonuçlanabilmektedir.

CO gazı zehirlenmelerine maruz kalmamak için gerekli önlemlerin alınmasının dışında, CO gazı ve diğer gazlara duyarlı sensörlerin/cihazların kullanımı önemlidir. Bu alanda yapılan çalışmaların artırılması ve desteklenmesi de önem arz etmektedir. Bu cihazları geliştirirken cihazı sadece donanım olarak görmemek, işin içine yazılımı da dahil etmek gerekmektedir. Ülkemizde gaz zehirlenmelerine karşı acil müdahale merkezlerinin oluşturulması ve bu merkezlerin CO tespit cihazlarına entegre yazılım uygulamaları ile desteklenmesi önemlidir.

Bu çalışma kapsamında CO gazı zehirlenmelerinin önüne geçilmesi amacıyla Smart Anti CO olarak adlandırılan bir prototip model geliştirilmiştir. Geliştirilen bu prototip model testlerden başarılı bir şekilde geçmiştir. Geliştirilen ve bir prototip haline getirilen Smart Anti CO'nun sahip olduğu özellikler göz önünde bulundurulduğunda mevcut olan sistemlere nazaran daha kullanışlı, daha faydalı ve özgün değeri olan bir modelin ortaya konulmuştur. Gelecek çalışmalarda ısı, nem ve duman ölçümü gibi özellikler sisteme dâhil edilecektir. Bu sayede kompakt bir sistemin oluşturulması sağlanmış olacaktır. Bunun yanında uzaktan gaz yoğunluğu takibi için web uygulaması dışında mobil uygulamanın geliştirilmesi planlanmaktadır.

7. TEŞEKKÜRLER

Çalışmanın gerçekleştirilmesini sağlayan Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz. Proje, BAP birimi tarafından 2018-153 numaralı Proje kapsamında desteklenmiştir.

8. KAYNAKLAR

- [1] Sessiz Ölüm: Karbonmonoksit Zehirlenmesi. (2014). <https://insanvehayat.com/sessiz-olum-karbonmonoksit-zehirlenmesi/>, (Erişim Tarihi: 11.04.2019).
- [2] Yetiş, Y., Karbeyaz, K., Güneş, A. (2017), “Eskişehir'de Karbonmonoksit Zehirlenmesine Bağlı Ölümlerin 20 Yıllık Analizi”, Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 3(1); 396-406.
- [3] Koç S, Özaslan A. Karbonmonoksit zehirlenmesi. Adli tıp Kitabı Cilt 1 (Ed: Soysal Z, Çekalır C.), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul, 1999: 445-452.
- [4] Sessiz Ölüm: Karbonmonoksit Zehirlenmesi, (2008). Haber Röportajı. <https://www.memurlar.net/haber/126589/sessiz-olum-karbonmonoksit-zehirlenmesi.html>, (Erişim Tarihi: 16.04.2019).
- [5] Karaali, C., Yıldırım, Ö. (1996). “Global Konum Belirleme Sistemi (GPS)”. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(2); 103-108.
- [6] CO Sensor. (2019). <https://www.fibaro.com/en/products/co-sensor/>, (Erişim Tarihi: 18.05.2019).
- [7] Fibaro Karbonmonoksit CO Sensörü. (2018). <https://www.akilliyuva.com/urun/fibaro-karbonmonoksit-co-sensuru/>, (Erişim Tarihi: 13.06.2018).
- [8] Opax Karbonmonoksit Dedektörü. (2018). <https://www.opax.com/urun/hx-426-opax-karbonmonoksit-dedektoru/>, (Erişim Tarihi: 14.06.2018).
- [9] El Tipi Karbonmonoksit Ölçüm Cihazı (TL-7701). (2018). <https://www.olcu-kontrol-kayit.com/El-Tipi-Karbonmonoksit-Olcum-Cihazı-TL-7701,PR-53.html>, (Erişim Tarihi: 14.06.2018).
- [10] Nest Protect: Smoke and Carbon Monoxide. (2018). <https://downloads.nest.com/press/documents/nest-protect-fact-sheet.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.06.2018).
- [11] Nighthawk™ AC Plug-in Operated Carbon Monoxide Alarm with Digital Display KN-COPP-3. (2018). <https://www.kidde.com/home-safety/en/us/products/fire-safety/co-alarms/kn-copp-3/>, (Erişim Tarihi: 15.06.2018).
- [12] Carbon Monoxide Alarm Monitor. (2018). <http://www.x-sense.com/carbon-monoxide-alarm-monitor-co03d-g-17>, (Erişim Tarihi: 15.06.2018).
- [13] Orijinal Arduino UNO R3. (2019). <https://www.robotistan.com/orjinal-arduino-uno-r3-yeni-versiyon>, (Erişim Tarihi: 12.06.2019).
- [14] Arduino GSM-GPS Shield / Genişletme Kartı. (2019). <https://www.direnc.net/arduino-gsm-gps-shield-sim800-sim28>, (Erişim Tarihi: 12.06.2019).
- [15] MQ-7 Karbonmonoksit Ölçüm Modülü (CO). (2019). <https://www.direnc.net/mq-7-karbonmonoksit-olcum-modulu-co>, (Erişim Tarihi: 12.06.2019).
- [16] 12V Devreli BUZZER 12MM (12V-5V). (2019). <https://www.ecembilgisayar.com/12v-devreli-buzzer-12mm-12v-5v->, (Erişim Tarihi: 12.06.2019).
- [17] 2x16 LCD Ekran, Mavi Üzerine Beyaz. (2019). <https://www.robotistan.com/2x16-lcd-ekran-mavi-uzerine-beyaz>, (Erişim Tarihi: 12.06.2019).