T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZARARLI KOKULARI ALGILAYIP İNTERNET ÜZERİNDEN İLETEN ELEKTRONİK BURUN TASARIMI

Nurgül SENYÜCEL

DOKTORA TEZİ

MAKİNE MÜH. ANA BİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU

EDİRNE - 2013

ZARARLI KOKULARI ALGILAYIP İNTERNET ÜZERİNDEN İLETEN ELEKTRONİK BURUN TASARIMI

Nurgül SENYÜCEL

DOKTORA TEZİ

Makine Müh. Anabilim Dalında

2013

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof.Dr. Mustafa ÖZCAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr. Tamer TIMARCI
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Hilmi KUŞÇU
Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri **İmza**

Doç.Dr. Selim KARA

Doç.Dr. Koray Rıfat ÇİFTÇİ

Yrd.Doç.Dr. Hilmi KUŞÇU

Yrd.Doç.Dr. Doğan ERYENER

Yrd.Doç.Dr. Cem ÇETİNARSLAN

Tarih: 03 /06 / 2013

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜH. A.B.D. DOKTORA PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

03 / 06 / 2013
Nurgül SENYÜCEL

Doktora Tezi

Zararlı Kokuları Algılayıp İnternet Üzerinden İleten Elektronik Burun Tasarımı

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Müh. Anabilim Dalı

ÖZET

Günümüzde sadece petrokimya tesislerinde değil, endüstriyel üretimin hemen her alanına yayılan ve üretimde kullanılan zehirli ve patlayıcı maddelerin oluşturduğu riskleri ve ortaya çıkan zararlı gazların etkilerinin azaltılması amacıyla, riskin tümüyle gerçekleşmesinden önce kaçağın yerinin zamanında tespit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca ev ve işyerlerinde meydana gelen gaz kaçakları hayati tehlike oluşturmaktadır. Risklerin en aza indirilmesi, parasal kayıpların azaltılması ve özellikle can güvenliğinin sağlanmasındaki etkin rolü nedeniyle zararlı gaz algılama sistemlerinin önemi çok büyüktür. Bununla beraber gıda sektöründe hayvansal ürünlere olan talebe bağlı olarak, hayvansal üretim işletmeleri ve yetiştirilen hayvan sayısında gün geçtikçe artış olmaktadır. Hayvan yetiştirilen büyük tesislerdeki barınak ve kümeslerin iç ortamlarında hava kalitesi düşmekle beraber hayvanların solunumu sırasında ortaya çıkan gazlar ve biriken atıkların ayrışması sonucu zararlı gazlar birikmektedir. Bunun sonucu olarak hayvansal üretimde verim kayıpları olduğu gibi hayvanların ve çalışanların sağlığı da olumsuz yönde etkilenmektedir.

Son yıllarda zararlı gaz algılama sistemlerinde gaz dedektörleri yerine farklı tiplerde tasarlanmış elektronik burun sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Metal oksit gaz sensörleri (MOX) yüksek hassasiyet ve düşük maliyetli oldukları için koku tanıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektronik Burun hızlı tanıma uygulamalarında, sadece tanıma zamanı değil sensörlerin tepki-yanıt süresi de dikkate alınması gereken başka bir parametredir. Sensörlerin zararlı gazlara karşı daha hızlı tepkime vermesi için elektronik burunun algılama ünitesi içinde analiz edilecek hava karışım yoğunluğunun arttırılması için yeni donanımlar ve yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Elektronik Burun performansı doğru sensör seçimi, algılama

ünitesinin donanımsal yapısı ve kokuların türlü alanına göre doğru örüntü tanıma algoritması seçilmesiyle artmaktadır. Bununla beraber elektronik burun otomasyon sistemi ve web tabanlı uygulamalar içinde kullanılacaksa yapay sinir ağı yazılımının yanı sıra bir uzman sistem yazılımına da ihtiyaç duyacaktır. Zararlı gaz algılama sistemlerinde en önemli problem ortam içinde bulunan birden fazla yanıcı ve patlayıcı gazlar arasında hangisinin daha yoğun olduğunun tespit edilmesi ve bunların yoğunluğa göre kendi aralarında hassasiyet sıralanması yapılmasıdır.

Tez çalışmasında zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten Elektronik Burun sisteminde yapay sinir ağı ve uzman sistemler beraber olarak kullanılmıştır. Yapay sinir ağı ve uzman sistemler birbirleriyle bütünleşmiş ve ilişkisel olarak tasarlanmıştır. Elektronik Burun sisteminde Uzman Sistem kullanılmasının amacı öğrenme ve test etme dışında karar verme ve otomatik kontrol işlevi kazandırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada Elektronik Burun algılama ünitesi içinde piyasada farklı zararlı gazları algılamak için imal edilmiş metal oksit gaz sensörleri kullanılmıştır. Bu sensörler yardımıyla zararlı kokuları algılayıp yapay sinir ağı (YSA) ile tanıyan, alt patlama sınırındaki (LEL) eşik değerlerinde alarm veren ve gerekli durumlarda otomatik veya el ile rölelere bağlı cihazları kontrol edebilen, zararlı gaz hassasiyet sıralaması yapabilen, algılanan zararlı gaz verilerini internet üzerinden ileterek sistemin son durumunu web sayfası üzerinde yayımlayan ve gerekli durumlarda Elektronik Burun sistemindeki rölelere bağlı cihazların internet üzerinden kontrolünü yapılabilen yeni bir uzman sistem yaklaşımı ile Elektronik Burun sistemi tasarlanmıştır. Bununla beraber zararlı gaz algılama sistemlerinin en önemli problemi olan ortam içinde bulunan birden fazla yanıcı ve patlayıcı gazlar arasında hangisinin daha yoğun olduğunun tespit etmekte ve bunların yoğunluğa göre kendi aralarında hassasiyet sıralanması yapılmaktadır. Ayrıca yeni bir elektronik burun prototipi ile Elektronik Burun yazılımı geliştirilmiştir.

Yıl **:**2013

Sayfa Sayısı **:**190

Anahtar kelimeler **:**Elektronik Burun, Yapay Sinir Ağı, Geri Yayılım Ağı Algoritması, Uzman Sistem

Doctorate thesis

Design Of The Electronic Nose to Detect Harmful Odors That Transmits Over The Internet

T. U. Institute of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

SUMMARY

Today, in the petrochemical plants, industrial poisonous and explosives used in the productions made in industry pose a considerable risk. During these productions, harmful gases emerge. So as to reduce the effects and risks of harmful gases revealed, first of all, it should be necessary to determine the place of gas leakage exactly on time. Besides, the gas leakages emerging at homes and places of business constitute a crucial danger. Such kind of risks and financial loss are tried to reduce less and less through poisonous gas detection systems. Poisonous gas detection systems play an important role especially in maintaining life safety. Nevertheless, the number of stock farming and animal production enterprises is increasing considerably day by day depending on the demands to animal products in food industry.Indoor air quality of barns and poultry houses in big facilities where animals are raised is falling down due to animal feeding stuff and waste. On the other hand, harmful gases are accumulated through animal respiration, sweating and decomposition of wastes. As a result of these harmful gases, the health of animals and workers is also being affected negatively as well as production losses in animal raising.

In recent years, different types of designed electronic nose systems have begun to be used instead of gas detectors in harmful gas detection systems. Because metal oxid sensors (MOX) have high precision and low cost, they are commonly used in smell recognition systems. Not only the recognition time but also the reaction-response duration should be taken into consideration in electronic nose quick recognition applications. The reaction- response duration of sensors is an important parametre. So

that sensors react against harmful gases more quickly, air mixing density which will be analysed in the detection unit of the electronic nose should be increased.
Nevertheless, new equipments and methods should be developed. Besides, the electronic nose performance is directly proportionate to true sensor selection and hardware structure of detection unity. And also, performance increases through the selection of algorithm which realizes the smell recognition correctly and quickly. On the other hand, the smell recognition could also be carried out through artificial neural network algorithms. But, artificial neural network is insufficient for electronic nose automation system and web based applications. These systems need expert system software as well as artificial neural network software. Besides, the most important problem in the metal oxid sensor-fitted gas detection systems is that more than one ignitable and explosive gases exist in the environment(contex/ setting). Metal oxid sensors are affected from all the ignitable and explosive gases. The determination and alignment of the ignitable and explosive gases in the setting about which one is denser through metal oxid sensor-fitted gas detection systems is an important problem.

In the thesis study, the artificial neural network and expert systems have been used together in electronic nose system. The artificial neural network and expert systems have been integrated with each other and have been designed attitudinally. The aim of the use of expert system in electronic nose system is not only to learn and test but also to decide and obtain the automatic control procedure. In this study, metal oxid gas Sensors designed and produced to detect the different harmful gases in the market have been used in electronic nose detection unit. By means of these sensors;

- An electronic nose system, through a new expert system, which detects and knows the harmful smells through artificial neural network ,
- gives an alarm in the threshold values at low explosive level,
- can, in necessary situations, control the vehicles depending on automatic or relays with hand,
- determines which one is denser among more than one ignitable and explosive gases and makes precision alignment among themselves dependent on their density,

- webcasts the last situations of the detected harmful gas data by publishing on the internet,
- can, in necessary situations, control the vehicles depending on relays in the electronic nose system on the web page has been designed.

On the other hand, an electronic nose software has been designed through a new electronic nose prototype.

Year : 2013
Pages Count : 190
Key Words : Electronic Nose, Artificial Neural Network, Backpropagation Algorithm, Expert System

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimime tez aşamasındayken bir takım nedenlerle uzun yıllar ara vermiştim. Yaklaşık üç yıl önce devam etme kararı aldığımda yanımda olan eşim ve çocuklarıma ayrı ayrı teşekkür etmek istiyorum.

Önce eşime… Katkısı çok büyük.. Çalışmalarım süresince başta moral, motivasyon olmak üzere en büyük destekçimdi eşim. Moral olarak çöktüğüm ve "yapamayacağım" dediğim zamanlarda tüm huysuzluğuma rağmen beni motive etmeyi başararak kaldığım yerden devam etmemi sağladı. Çok teşekkür ediyorum. İyi ki varsın. İyi ki yanımdaydın.

Ve çok daha farklı bir noktada ayrıca teşekkür etmek istiyorum eşime. Yazılım desteği için… Verdiği yazılım desteği ve göstermiş olduğu gayret için ayrıca teşekkür ediyorum. Bu çalışmanın çok daha iyi noktalara taşınmasına sonsuz katkı sağladı… teşekkür…teşekkür…

Ve çocuklarıma… Beni doktora tez çalışmamla paylaşmak zorunda kaldılar uzun süre… Kimi zaman isyan ettiler, kimi zaman sessiz kaldılar… Çoğu zamanda "anne ne zaman benimle oynayacaksın" diye yılmadan sormaya devam ettiler ümitsiz bakışlarla. Anlayışınız için daha doğrusu bu küçük yaşınızda anlayışlı olmak zorunda kalmayı öğrendiğiniz için çok teşekkür ediyorum… Sizi çok seviyorum…

Ve Danışman Hocam Yrd.Doç.Dr. Hilmi Kuşçu… Önce danışmanlığımı kabul ettiğiniz için sonsuz teşekkürler… Ve beraberinde sabrınız, anlayışınız, donanımsal desteğiniz, bilgi ve tecrübelerinizi paylaştığınız için çok teşekkür ediyorum…

Saygılarımla.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
SUMMARY	iii
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxii
SİMGELER DİZİNİ	xxiv
BÖLÜM 1	
1.GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
2.ELEKTRONİK BURUN	4
2.1. Elektronik Burun ile Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar	7
2.3. Piyasadaki Elektronik Burunlar	14
2.3.1. Lennartz Electronic	14
2.3.2. Osmetech PLC	14
2.3.3. Cyrano Sciences CYRANOSE C320	15
2.3.4. Alpha MOS	15
2.3.5. AppliedSensor	15
2.3.6 HKR SensorSysteme	16
2.3.7. Quartz Technology	16
2.4 Elektronik Burunun Uygulama Alanları	16
2.4.1. Tıp	17
2.4.2. Gıda	17
2.4.3. Biyoloji ve Ziraat Alanı	17
2.4.4. Çevre Denetleme Alanı	18

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

BÖLÜM - 3

3. ELEKTRONİK BURUN GELİŞTİRME AŞAMALARI 19

BÖLÜM 4

4. IP (INGRESS PROTECTİON) KORUMA SINIFI 21

BÖLÜM 5

5. Elektronik Burun Donanım Sistemi Tasarımı Geliştirme Aşamaları 23

5.1. Yeni Donanım Tasarımının Çalışma Prensibi ve Avantajı 23

5.2. Elektronik Burun Donanım Prototipi Geliştirme 23

5.2.1. Kontrol Ünitesi 24

5.2.1.1. Ip67 Standartlı Kombinasyon Kutusu 24

5.2.1.2. MQ Serisi Gaz Sensörü Taşıyıcı Kartı 25

5.2.1.3. Kontrol Devresi 25

5.2.1.3.1. 8 Analog Port Girişi 26

5.2.1.3.2.10 Sayısal Port Girişi 26

5.2.1.3.3. 8 Röle Çıkışı 27

5.2.1.3.4. Kontrol Devresinin Programlanabilir İşlemcisinde Kullanılan Kontrol Komutları 27

5.2.1.3.4.1. Haberleşme komutları 27

5.2.1.3.4.2. AL (Alarm) Komutu 28

5.2.1.3.4.3. PC Komutu 28

5.2.1.3.4.4. PA Komutu 28

5.2.1.3.4.5. BC Komutu 29

5.2.1.4. USB Dönüştürücü (Converter) 29

5.2.1.5. Sensör Taşıyıcı Kart ve Kontrol Devresi Bağlantı Kablosu 30

5.2.1.6. Kontrol Devresi ile Bilgisayar Arası Bağlantı 30

5.2.2. Hava Tahliye Ünitesi 30

5.2.3. Hava Emme Ünitesi 31

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

5.2.4. Algılama Ünitesi 32

5.2.4.1. Hava Sıkıştırma Bölmesi 32

5.2.4.1.1.Supaplar 33

5.2.4.1.1.1. Supap-1 33

5.2.4.1.1.2. Supap-2 33

5.2.4.2. Algılama Birimi 34

5.2.4.2. 1. Sensörler 34

5.2.4.2.1.1. Sıcaklık Sensörü 34

5.2.4.2.1.2. Gaz Sensörleri 35

5.2.4.2.1.2.1. Gaz Tespitinde Kullanılan Sensörler ve Teknolojileri 35

5.2.4.2.1.2.2. Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Gaz Sensörleri 36

5.2.4.2.1.3. Gaz Tespitinde Genel Kavramlar 36

5.2.4.2.1.3.1.Yanıcı Gazlar ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar 37

5.2.4.2.1.3.2. Zehirli Gazlar ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar 39

5.2.4.2.1.3.3.Durağan Gazlar ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar 41

5.2.4.2.1.3.4.Hayvan Barınakları İç Ortamında Bulunan Gazlar ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar 45

5.2.4.2.1.4. Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Gaz Sensörlerinin Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 43

BÖLÜM 6

6. Kalibrasyon, Test, Analiz Ve Ölçüm Kavramları 44

6.1. Kalibrasyon 44

6.2. Test 44

6.3.Analiz 44

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

6.4. Ölçüm 44
6.4.1. Ölçü büyüklüğü 44
6.4.2. Ölçü sonucu 44
6.5. Ölçme aleti 45
6.6. Ayarlama 45
6.7. Ölçüm Hatası 45
6.8. Risk Değerlendirme 46
6.9. Risk Değerlendirme Amacı 47

BÖLÜM 7

7. ELEKTRONİK BURUN SİSTEMİNDE KALİBRASYON VE ÖLÇÜM 48
7.1. Sensör Kalibrasyonu 48
7.2. Gaz Sensörlerinin Kalibrasyonu 48
7.3. Kontrol devresi (pic, plc, miroişlemci vb.) kalibrasyonu 48
7.4. Problem 49
7.4.1. 1. Problem-1 50
7.4.2. 2. Problem-2 50
7.5. Sıcaklık Sensörü Kalibrasyonu 51

BÖLÜM 8

8. YAPAY ZEKÂ 52
8.1. Zekâ Kavramı 52
8.2. Yapay Zekâ Dallarının Sınıflandırması 52

BÖLÜM 9

9. YAPAY SİNİR AĞLARI 53
9.1. Geri Yayılım Ağı Algoritması 56

BÖLÜM 10

10. Uzman Sistem 59
10.1. Uzman Sistemlerin Mimari Yapısı 59
10.1.1. Bilgi Tabanı (Knowledge Base) 59

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

10.1.2. Karar Merkezi (Inference Engine) 60
10.1.3. Bilgi Kazanım Bileşeni (Knowledge Acquisition Facility) 60
10.1.4. Açıklayıcı Bileşen (Explanation Facility) 60
10.1.5. Kullanıcı Arayüzü (User Interface) 60
10.2. Uzman Sistemlerin Sınıflandırılması 60
10.2.1. Bağımsız (Stand Alone) Uzman Sistemler 60
10.2.2. Ardışık (Tandem) Uzman Sistemler 61
10.2.2.1. Veri Uyarlayan (Data Modifying) Uzman Sistem 61
10.2.2.2. Model Tabanlı (Model Based) Uzman Sistemler 61
10.2.2.3. Model Uyarlayan (Model Modifying) Uzman Sistem 61
10.3. Uzman Sistemlerin Fonksiyonları 61
10.3.1. Problem Çözme Fonksiyonu 61
10.3.2.Kullanıcı Arayüzey Fonksiyonu 62
10.4. Gelişmiş Uzman Sistemler 62
10.4.1. Kurallar Belleği (Kurallar Editörü) 63
10.4.2. İşçi Bellek 63
14.4.3. Karar Verme (Sonuç Verme) Mekanizması 63
10.4.3.1. Çıkarım Bileşeni 63
10.4.3.2. Yönetici Bileşeni 64
10.4.4. Çıktı Sistemi 64
10.4.5. Arama Yöntemleri 64
10.5. Uzman Sistem Çeşitleri 65
10.6. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları 65

BÖLÜM 11

11. ELEKTRONİK BURUN SİSTEMİNİN UZMAN SİSTEM İLE TASARIMI 67
11.1. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayan Elektronik Burun Sistemi Yazılımı 68
11.1.1. Tasarlanan modüller 68
11.1.1.1. Modül-1 68
11.1.1.2. Modül-2 68

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

11.1.1.3. Modül-3 69
11.1.2. Elektronik Burun Sisteminin işleyiş akışı 69
11.1.3. Elektronik Burun İçin Tasarlanmiş İlişkisel Veritabani 70
11.1.3.1. Veritabanlarında kullanılan anahtarlar 70
11.1.3.1.1. Birincil Anahtar(Primary Key) 70
11.1.3.1.2. Unique Key (Tekil Anahtar) 71
11.1.3.1.3. Yabancı (Dış) Anahtarlar (Foreign Keys) 71
11.1.4. Zararlı Kokuları Algılayan Elektronik Burun Sistem Tasarımında Kullanılan Uzman Sistemler 72
11.1.4.1. Yapay Sinir Ağı Modülü Tasarımı 72
11.1.4.1. 1. YSA Öğretme Modülü Tasarımı 73
11.1.4.1.1.1. YSA Öğretme Modülün Çalıştırılması 75
11.1.4.1. 2. YSA ile Öğretme Sonuçları 78
11.1.4.2. Uzman Sistem İle Test İşlemi 81
11.1.4.2.1. Uzman Sistem İle Veritabanı Testi 81
11.1.4.2.2. Uzman Sistem İle Çoklu Test 84
11.1.4.3. Uzman Sistem İle Gaz Sensörü Kalibrasyon Alt Sınır Başlangıç Değerlerini Güncelleme 85
11.1.4.4.Uzman Sistem İle Elektronik Burunla Algılanan Zararlı Gazların Lel Sınır Değerlerinin Kontrolü 88
11.1.4.5.Uzman Sistem İle Zararlı Gaz Hassasiyet Sıralaması 91
11.1.4.6.Uzman Sistem İle Röle Kontrolü 95
11.2. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayıp İnternet Üzerinden İleten Elektronik Burun Tasarımı İçin Alt Yapının Oluşturulması 98
11.2.1. ODBC Bağlantısı 99
11.2.1.1. ODBC Bağlantı Ayarları 100
11.2.2. LINUX İşletim Sistemi 102
11.2.3. Apache Server (WEB Sunucu) Nedir 103
11.2.4. MySQL Server 103

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

11.2.5. Apache Server İçinde PHP Kodların Çalıştırıldığı Klasörler 104

11.2.6. PhpMyAdmin Veritabanı Yönetim Programı 105

11.2.6.1. PhpMyAdmin de elektronikburun_db veri tabanınında tabloların yaratılması 106

11.2.6.2. Elektronik_burun_tbl tablosunun oluşturulması 107

11.2.6.3. hassasiyet_tbl tablosunun yaratılması 108

11.2.6.4. kalibre_tbl tablosunun oluşturulması 109

11.2.6.5. lel_durum_tbl tablosunun oluşturulması 110

11.2.6.6. role_kontrol tablosunun oluşturulması 111

11.2.6.7. web_durum_table tablosunun oluşturulması 111

11.2.7. Elektronik Burun Sisteminin Internet Alt Yapı Bağlantı Şeması 112

11.3. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayıp İnternet Üzerinden İleten Elektronik Burun Tasarımı 112

11.3.1. Uzman Sistem ile yapılmış Elektronik Burun Tasarımına veri haberleşme sisteminin eklenmesi 115

11.3.2. ADIM-1, ADIM-6 ve ADIM-7'deki işlemlerin icra edilmesi için oluşturulan uzman sistem 116

11.3.3. ADIM-2, ADIM-3,ADIM-4 ve ADIM-5'deki işlemlerin icra edilmesi için oluşturulan uzman sistem 119

BÖLÜM 12

12. SONUÇ 122

KAYNAKLAR 124

EK-A : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Metan (CH_4) Doğalgaz Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 138

EK-B : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan LPG Gaz Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 143

EK-C : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Alkol Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri

İÇİNDEKİLER (Devam) **Sayfa**

EK-D : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Karbon Monoksit (CO) Gaz Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 151

EK-E : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Hidrojen (H_2) Gaz Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 155

EK-F : Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Amonyum ve Amonyak Gaz Sensörünün Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri 159

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

1.1 Sensör Tipleri 4
2.1 Yoğunlaştırıcılı ölçüm düzeneği şematik gösterimi 8
2.2 Tanı sisteminde kullanılan Elektronik Burun sistemi 9
2.3 Elektronik Burun'da kullanılan QCM sensörleri 9
2.4 Tanı sisteminde kullanılan Elektronik Burun kontrol devresi 9
2.5 Mikroorganizma koku algılama ölçüm düzeneği şematik gösterimi 10
2.6 Sensör1 ile Polysiphonia Sp.ve Ceramium Sp. Koku analizi karşılaştırması 11
2.7 Sensör2 ile Polysiphonia Sp.ve Ceramium Sp. Koku analizi karşılaştırması 11
2.8 Sensör1 ile Polysiphonia Sp, Colpomenia Sp. ve Cladophora Sp. Cinslerinin Koku Analizi Karşılaştırması 12
2.9 NaCl uygulamasının Cucurbita pepo L. bitkisi Sakız ve Perlaetta F1 çeşitlerinin MDA içeriği (nmol/g YA) (A), POX aktivitesi (ünite/mg protein) (B) üzerine etkisi ve bu değerlerin Sensör1 (C) ve Sensör2 (D) aracılığıyla karşılaştırılması. Barlar ortalama±s.h. yı işaret etmektedir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar ($p < 0.05$), barlar üzerindeki farklı harflerle (a-c) belirtilmektedir 13
2.10 Elektronik burun üretici firmaları ve kullandıkları sensör sistemleri 14
2.11 Cyranose 320 el tipi elektronik burun 15
4.1 IP yalıtım standartları 21
5.1 Elektronik burun prototip tasarımı 23
5.2 Tplast firmasının IP67 standartlı 3320-002-1112 ürün kodlu kombinasyon panosu 24
5.3 Sensör devresi ve baskı devresi 25
5.4 Elektronik burun sisteminde kullanılan dLAB elektronik kontrol devresi 26
5.5 Sayısal port bağlantısı 26
5.6 Röle çıkışları 27
5.7 Haberleşme komut örneği 27
5.8 AL 1 komutu ile Alarm çıkışı aktif etme örneği 28
5.9 AL 0 komutu ile Alarm çıkışı kapatma örneği 28

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

5.10 PC 255 Komutu ile 8 adet port çıkışının tamamını açma örneği 28
5.11 PC 128 komutu ile 8 numaralı çıkışı açma diğerleri kapatma örneği 28
5.12 PA komut örneği 29
5.13 BC komut örneği 29
5.14 RS232'den USB'ye dönüştürücü (converter) 29
5.15 Harddisk bağlantı kablosu 30
5.16 USB Bağlantı Kablosu 30
5.17 Hava Tahliye Ünitesi 31
5.18 Dış ortam hava karışımını emen hava emme ünitesi 31
5.19 Hava Sıkıştırma Bölmesi 32
5.20 Balon el pompası Supapı 33
5.21 Bisiklet lastiği ve Supap 33
5.22 Hava Sıkıştırma Bölmesinde kullanılan bisiklet Supapı ve bisiklet pompa rekoru 34
5.23 LM35 sıcaklık sensörü 34
5.24 Patlama Üçgeni 38
5.25 Metan Sensörü Yapısı 139
5.26 Metan Sensörü Yapılandırma A 140
5.27 Metan Sensörü Yapılandırma B 140
5.28 Temel ölçüm devresi 140
5.29 Metan Sensörünün hassasiyet karakteristik eğrisi 141
5.30 Metan sensörü için farklı sıcaklık ve neme bağlı hassasiyet grafiği 141
5.31 LPG Sensör Yapısı 144
5.32 LPG Sensörü Yapılandırma A 145
5.33 LPG Sensörü Yapılandırma B 145
5.34 LPG Temel ölçüm devresi 145
5.35 Çeşitli gazlar için LPG sensörün tipik hassasiyet grafiği 146
5.36 Alkol Sensörü Yapısı 148

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

5.37 Alkol Sensörü Yapılandırma A 149
5.38 Alkol Sensörü Yapılandırma B 149
5.39 Çeşitli gazlar için Alkol sensörün tipik hassasiyet grafiği 149
5.40 Alkol Sensörü Temel ölçüm devresi 150
5.41 Alkol sensörünün sıcaklık hassasiyet eğrisi 150
5.42 CO Sensörü Temel ölçüm devresi 152
5.43 CO Sensörü Yapılandırma A 152
5.44 CO Sensörü Yapılandırma B 153
5.45 Çeşitli gazlar için CO sensörün tipik hassasiyet grafiği 153
5.46 Hidrojen Sensörü Temel ölçüm devresi 155
5.47 Hidrojen Sensörü Yapılandırma A 157
5.48 Hidrojen Sensörü Yapılandırma B 157
5.49 Çeşitli gazlar için Hidrojen sensörünün tipik hassasiyet grafiği 158
5.50 Amonyak Sensörü Temel ölçüm devresi 159
5.51 Amonyak Sensörü Yapılandırma A 161
5.52 Amonyak Sensörü Yapılandırma B 161
5.53: Çeşitli gazlar için NH_3 sensörün tipik hassasiyet grafiği 162
7.1 Analog porttan okunan değerler 49
7.2 Sensör devresi RC Filtreleme 50
9.1 YSA'nın sistem verileri ile eğitilerek sistemin modellenmesi 54
9.2 Geri yayılmalı yapay sinir ağının genel yapısı 56
9.3 Geri yayılım ağı algoritması 58
10.1 Bir Uzman Sistemin Genel Yapısı 59
10.2 Gelişmiş Uzman Sistemin Detaylı Yapısı 62
11.1 Uzman Sistem ile Elektronik Burun Yazılımı Anamenü Girişi 67
11.2 Uzman sistem ile tasarlanmış Zararlı Gaz Analiz yazılımı ekran çıktısı 68
11.3 Elektronik Burun için tasarlanmış İlişkisel veritabanındaki tablolar arasındaki bağlantı şeması 71

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

11.4 Uzman sistem ile tasarlanmış elektronik burun sistemi 72
11.5: Yapay Sinir Ağı yazılımındaki Öğretme ve Test işleminin uzman sistem ile gösterimi 73
11.6: Zararlı gaz LEL sınır değerlerin kaydedildiği zararlıgaz_lel_tbl tablosundaki veri yapısı 74
11.7: YSA öğretme sonucunda ağırlık matrislerinin kaydedildiği ysa_agirlik_tbl tablosunu veri yapısı 74
11.8: YSA çıkışlarındaki toplam hatanın kaydedildiği ysa_hata tablosu veri yapısı 75
11.9: YSA ZARARLI GAZLARI ÖĞRET Modülü Ekran Çıktısı 75
11.10 ZARARLI GAZLARI ÖĞRET modülünde YSA girişlerine girilen LEL değerleri 76
11.11 Geri Yayılım Algoritması öğretme işlemi için başlangıç parametre Değerleri 76
11.12: Zararlı Gaz LEL (Alt Patlama Sınırı) Değerleri Ekran Çıktısı 77
11.13 YSA Öğretme işlemi sonucunda elde edilen çıkış değerleri 78
11.14 Geri Yayılım Algoritması ve Uzman Sistem ile Test yazılım programındaki menü Seçenekleri 81
11.15 Veritabanında kayıtlı LEL değerlerini için YSA Test işlemi ve sonuçları 82
11.16 Veritabanında kayıtlı LEL değerlerini için Uzman Sistem ile Test işlemi ve sonuçları 83
11.17 Yalnız LPG için Çoklu YSA Test işlemi sonucu çıktısı 84
11.18 Yalnız LPG için Uzman Sistem ile Çoklu Test işlemi sonucu çıktısı 85
11.19 Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değer güncellemesi yapan uzman sistem tasarımı 86
11.20 Gaz sensörleri için kalibrasyon alt sınır başlangıç değerleri ekran çıktısı 86
11.21 Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değerlerinin kaydedildiği işçi bellekteki Kalibre_table yapısı 87

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

11.22 Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değerlerinin kayıt işlemleri ekranı 87
11.23 Uzman sistem ile Elektronik burun zararlı gaz LEL sınır değer kontrolü tasarımı 88
11.24 Uzman sistem ile Elektronik burun kontrol arayüzeyi ekran çıktısı 88
11.25 Visual Basic ile COM porttan analog sinyal okuma analog_sinyal() Fonksiyonu 89
11.26 COM Porttan okunan analog sinyal gerilim değerlerinin gösterildiği ekran çıktısı 90
11.27 Yapay Sinir Ağı (YSA) geri yayılım algoritması çıkış sonuçları 90
11.28 LEL sınırı ve üzerindeki zararlı gazlar için uyarı ikaz ışıkları 90
11.29 Uzman sistemde kontrol editöründeki mantıksal işlemler 91
11.30 Uzman sistem ile hassasiyet sıralaması tasarım şeması 92
11.31: Uzman sistem ile zararlı gazların hassasiyet sıralanması ekran çıktısı 92
11.32: Uzman sistem ile zararlı gazların hassasiyet sıralanması ikaz pano ışıkları 93
11.33 Bilgi tabanında kayıtlı hassasiyet_tbl veritabanı veri yapısı 94
11.34 Kontrol editöründe kaydedilmiş Hassasiyet sıralaması yapan kod 96
11.35 Uzman sistem ile röle kontrol tasarım şeması 96
11.36 Uzman sistemde röle uyarı ve kontrol paneli ve kontrol ışıkları 97
11.37 Kontrol editöründe 1 nolu rölenin aç-kapa şartı ile uyarı ışıkların kontrolü kodu 97
11.38 Yönetici yetkisine sahip kullanıcı tarafından internetten röle kontrol seçeneği 98
11.39 Satın alınan Linux tabanlı Web Hosting özellikleri 99
11.40 Genel ODBC bağlantı şeması 99
11.41 Windows yönetimsel araçlar içinde ODBC kısayol bağlantısı 100
11.42 ODBC bağlantı seçimi 101
11.43 ODBC bağlantı ayarları 101

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

11.44 Apache Server ve MySQL Server yapısı 104
11.45 Apache Server'da PHP web sayfasını çalıştığı httpdocs klasörü 104
11.46 Zararlı gaz kontrolü için yazılmış ve httpdocs klasörü içine kaydedilen index.php web sayfası 105
11.47 PhpMyAdmin veritabanı yönetim programına giriş 105
11.48 PhpMyAdmin programında SQL Sorgulama/SQL Komutu Çalıştır bölümü 106
11.49 Elektronik burun sisteminin internet alt yapı bağlantı şeması 112
11.50 Uzman Sistem ile Elektronik Burun Tasarımı 113
11.51 Uzman Sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı şeması 114
11.52 Elektronik Burun Tasarımındaki uzman sitemin yenilenmesi 115
11.53 Veri haberleşme ve ODBC ile veri transferi için tasarlanmış uzman sistem şeması 116
11.54 Uzman kullanıcı tarafından kontrol edilen internetten röle kontrol ve ODBC ile veri gönder seçeneği 116
11.55 ODBC bağlantı kodu ve kurallar editöründeki onay işlemi 117
11.56 ODBC ile internet üzerinden haberleşme gösterim şeması 117
11.57 Kurallar editöründeki karşılaştırma kuralı ve Gönderilecek SQL formatındaki Değişkenler 118
11.58 ODBC veri gönderme ve alma (timer) zamanı 1000 mili saniyeyi gösteren özellik kutusu 118
11.59 ODBC bağlantısı ile talep edilen veya gönderilen SQL verilerini MySQL Server komut işleme biriminin çalışma şeması 118
11.60 Adım-1 ve Adım-2'deki ODBC bağlantı şeması 119
11.61 Adım-2, Adım-3, Adım-4 ve Adım-5'deki işlem adımların icra edilmesi için tasarlanmış uzman sistem şeması 119

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

Şekil **Sayfa**

11.62 Elektronik burun ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten, internet üzerinden alınan bilgileri web sayfasında görüntüleyen ve röle kontrolü yapan uzman sistemin ekran çıktısı 120

11.63 Internet üzerinden röle kontrolü yapan ve Eğer kontrol yetkisi varsa seçilmiş röleleri kaydeden yazılım kodu 121

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
5.1 Sensör teknolojileri	35
5.2 Bazı Maddelerin Alt Ve Üst Patlama Limitleri	38
5.3 Bazı gazlar için STEL ve TLV-TWA değerleri	40
5.4 Bazı gazlar için maruz kalınabilecek süre ve zararları	40
5.5 Oksijen seviyesi ve sonuçları	41
5.6 Süt sığırı barınakları iç ortamında bulunan bazı gaz konsantrasyonları ve İşyeri Maruz Kalma değerleri	42
5.7 Kümes iç ortamında bulunan bazı gaz konsantrasyonları ve Maruz Kalma değerleri	43
5.8 Metan, Doğal Gaz Sensörünün Standart Çalışma Durumu	138
5.9 Çevre durumu	138
5.10 Metan Hassasiyet özelliği	139
5.11 Metan Sensör yapısı ve yapılandırma	139
5.12 Metan Sensörünün hassasiyet karakteristik eğrisi için ölçüm koşulları	141
5.13 LPG sensörünün standart çalışma durumu	143
5.14 Çevre durumu	143
5.15 LPG Hassasiyet özelliği	144
5.16 LPG Sensör yapısı ve yapılandırma	144
5.17 Alkol sensörünün standart çalışma durumu	147
5.18 Çevre durumu	147
5.19: Alkol Hassasiyet özelliği	148
5.20 Alkol sensör yapısı ve yapılandırma	148
5.21 Karbon Monoksit sensörün standart çalışma durumu	151
5.22 Çevre durumu	151
5.23 CO Hassasiyet özelliği	152
5.24 CO Sensör yapısı ve yapılandırma	153
5.25 Hidrojen sensörün standart çalışma durumu	155
5.26 Çevre durumu	156
5.27 Hidrojen Hassasiyet özelliği	156

ÇİZELGE DİZİNİ (Devam)

Çizelge	Sayfa
5.28 Hidrojen Sensör yapısı ve yapılandırma	157
5.29 Amonyak sensörünün standart çalışma durumu	159
5.30 Çevre durumu	160
5.31 Amonyak Hassasiyet özelliği	160
5.32 Amonyak Sensör yapısı ve yapılandırma	161
11.1 Geri yayılım algoritması öğretme işlemi için başlangıç parametre değerleri	77
11.2 1. Katman (Giriş ile Gizli katman arası oluşan) ağırlık matrisi	79
11.3 2. Katman (Gizli Katman ile Çıkış Katmanı arası oluşan) ağırlık matrisi	80

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
ASF	: (Apache Software Foundation) Apache Yazılım Temeli
FTP	: (File Transfer Protocol) Dosya Transfer Protokol
GNU	: (Gnu's Not UNIX) GNU, UNIX değildir
GPL	:Genel Kamu Lisansı
IDE	: (Integrated Drive Electronics) Tümleşik Sürücü Elektroniği
IP Sınıfı	: (Ingress Protection)Giriş Koruma Sınıfı
LEL	: Alt Patlama Sınırı
M.I.E	: (Minimum Ignition Energy) Minimum Ateşleme Enerjisi
Ppm	:Milyon adetteki partikül sayısı
STEL	: (Short Time Exposure Limit) Kısa Zamanlı Maruz Kalma Limitleri
TTL	: (Transistor-Transistor Logic) Transistörlü Mantık Devresi
TLV	: (Threshold Limit Value) Maruz Kalma Limit Değeri
TLV-TWA	: (MAK Medium) 8 saatlik işgünü ve 40 saatlik iş haftası için izin verilen normal maruz kalma
TLV-STEL	: 15 dakikaya kadar sürekli maruz kalma durumunda izin verilen maksimum konsantrasyon
TLV-C	: (Ceiling) Tavan konsantrasyon, bir saniye bile maruz kalınmaması gereken değer
TWA	: (Time Weighted Average) Zaman Ağırlıklı Ortalama
YSA	: Yapay Sinir Ağı
UEL	: (Upper Explosion Limit) Üst Patlama Sınırı
US	: Uzman Sistem
USB	: (Universal Serial Bus) Evrensel Seri Yolu
WEL	: İşyeri Maruz Kalma Sınırı
VTYS	: Veri Tabanı Yönetim Sistemleri

BÖLÜM I

GİRİŞ

Son yıllarda zararlı gaz algılama sistemlerinde gaz dedektörleri yerine farklı tiplerde tasarlanmış elektronik burun sistemleri [26] kullanılmaya başlanmıştır. Metal oksit gaz sensörleri yüksek hassasiyet ve düşük maliyetli oldukları için koku tanıma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. Elektronik burun hızlı tanıma uygulamalarında, sadece tanıma zamanı değil sensörlerin tepki-yanıt süresi de dikkate alınması gereken başka bir parametredir [2]. Sensörlerin zararlı gazlara karşı daha hızlı tepkime vermesi için elektronik burunun algılama ünitesi içinde analiz edilecek hava karışım yoğunluğunun arttırılması için yeni donanımlar ve yöntemler geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca elektronik burun performansı doğru sensör seçimi ve kokuların türüne göre doğru örüntü tanıma algoritması seçilmesiyle artmaktadır [3]. Bununla beraber elektronik burun otomasyon sistemi ve web tabanlı uygulamalar içinde kullanılacaksa algılama ünitesinin donanımsal yapısı ve haberleşme algoritması oluşturulmasına, yapay sinir ağı yazılımının yanı sıra bir uzman sistem yazılımına da ihtiyaç duyacaktır. Metal oksit gaz sensörlü zararlı gaz algılama sistemlerinde en önemli problem ortam içinde bulunan birden fazla yanıcı ve patlayıcı gazlar arasında hangisinin daha yoğun olduğunun tespit edilememesi ve bunların yoğunluğa göre kendi aralarında hassasiyet sıralanmasının yapılamamasıdır.

Tez çalışması için tasarlanan elektronik burun sisteminde

- Düşük maliyetle imalat
- Zararlı gaz algılama yapabilen yeni bir elektronik burun prototip geliştirme.
- Geliştirilen prototip ile algılama ünitesi içinde daha fazla hava yoğunlaştırarak daha hassas ölçüm sonuçları alma
- Zararlı gazların alt patlama sınırındaki (LEL) eşik değerlerinin üzerinde alarm ve uyarı vermesi

- Gerekli durumlarda otomatik veya el ile rölelere bağlı cihazların kontrolünü yapılabilme
- Diğer elektronik burunlarda ve gaz algılama sistemlerinde olmayan zararlı gaz hassasiyet sıralaması yaparak ortamdaki en yoğun bulunan zararlı gazı tespit etme
- Öğrenebilme ve karar verme yeteneğine sahip olması
- Algılanan zararlı gaz verilerini internet üzerinden iletmesi ve görüntülenmesi
- Röle kontrol yetkisi verilmesi durumunda İnternet üzerinden röle kontrolü yapılabilmesi

Amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda yanıcı, patlayıcı ve zehirli gaz ortamlarının oluşumunda ortaya çıkacak zararlı kokuları algılayan ve algılanan zararlı kokuları internet üzerinden ileten Elektronik Burun sistemini Yapay Sinir Ağı (YSA) ve Uzman Sistem (US) yöntemleri kullanılarak tasarlanmıştır. Elektronik Burun, Elektronik Burun ile yurt içi ve yurt dışında yapılan çalışmalar, Piyasadaki Elektronik Burunlar ve Elektronik Burunun uygulama alanları ikinci bölümde anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde Elektronik Burun Geliştirme Aşamaları ve dördüncü bölümde ise IP (Ingress Protection) Koruma Sınıfı anlatılmıştır.

Beşinci bölümde tasarlanan elektronik burunun donanım kısmında Kontrol Ünitesi, Algılama Ünitesi, Hava Emme Ünitesi ve Hava Tahliye Ünitesi olmak üzere 4 kısımdan oluşan Elektronik Burun Donanım Sistemi Tasarımı anlatılmıştır. Ayrıca Algılama Birimindeki gaz tespitinde kullanılan sensörler ve teknolojileri anlatılmış, Gaz Tespitinde Genel Kavramlar ile Elektronik Burun donanım tasarımında kullanılan gaz sensörlerinin teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri açıklanmıştır.

Altıncı bölümde kalibrasyon, test, analiz ve ölçüm kavramları açıklanmıştır. Yedinci bölümde elektronik burun sisteminde kalibrasyon ve ölçüm işleminin nasıl yapılacağı hakkında bilgiler verilmiştir.

Sekizinci bölümde Yapay Zekâ, dokuzuncu bölümde Yapay Sinir Ağları ve onuncu bölümde ise Uzman Sistemler anlatılmıştır.

Onbirinci bölümde elektronik burun sisteminin uzman sistem ile tasarımı anlatılmıştır. Bu bölümde uzman sistem ile zararlı kokuları algılayan elektronik burun sistemi ve uzman sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik

burun olmak üzere 2 tasarım anlatılmıştır. Ayrıca bu geliştirilen 2 tasarım için uzman sistem yazılımı ve deneysel çalışmalar anlatılmıştır.

Onikinci bölümde çalışmanın sonucu olarak geliştirilen prototip ve yazılımı ile yapılmış deneysel çalışma sonuçları ve daha sonra yapılacak çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Elektronik Burun'u oluşturan kimyasal sensör dizisi, bir grup sensörlerden oluşmuştur. Sensör dizisindeki sensörlerin algılama yüzeyleri; frekans, direnç, ısı ve kütle değişimi şeklinde tepki vermektedir. Her sensörde bu tepkiler farklı olmaktadır. Bu etkinin sonucunda sensörler veri sinyalleri üretmektedirler. Bu sensörlerin tepkileri; ortamdaki gaz akışı hızına, gazların difüzyon hızlarına, kokunun kimyasal özelliğine, sensörlerin algılama yüzeyindeki aktif maddelerin kokuyla girdiği reaksiyon hızına, basınca, ısı ve nem gibi birçok fiziksel parametreye bağlı olmaktadır. Sensörlerin zararlı gazlara karşı daha hızlı tepkime vermesi için elektronik burunun algılama ünitesi içinde analiz edilecek hava karışım yoğunluğunun arttırılması için yeni donanımlar ve yöntemler geliştirilmektedir.

Elektronik burun hızlı tanıma uygulamalarında, tanıma zamanı dışında sensörlerin tepki-yanıt süresi de dikkate alınması gereken başka bir parametredir [2]. Bunun için elektronik burun sisteminin performansı doğru sensör seçimi ve kokuların türüne göre doğru YSA algoritması seçilmesiyle artmaktadır [3].

Elektronik burun sistemlerinde farklı sensör tipleri kullanılmaktadır.

Tespit Edilecek Gaz	Sensör Teknolojisi
Yanıcı Gazlar	Katalitik
	Termal İletkenli
	İnfrared (IR)
	Yariletken
	Elektrokimyasal
	Alev Ionizasyonlu (FID)
	Alev Isı Analizli (FTA)
Zehirli Gazlar	Elektrokimyasal
	Yarı İletken
	İnfrared (IR)
Oksijen	Elektrokimyasal

Şekil 1.1: Elektronik burun sisteminde kullanılan Sensör Tipleri

2.1. Elektronik Burun İle Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

"Çip üzerinde sistem ile elektronik burun modülü" [9] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar kullanmadan elektronik burun sistemininde kullanılan kontrol kartındaki çip üzerine VHDL dili kullanılarak geri yayılım yapay sinir ağı algoritması yazılımı kaydedilmiştir. Elektronik burunda 4 metal oksit gaz sensör dizisi bulunmaktadır. Koku analizleri sonucunda geri yayılım yapay sinir ağı algoritması ile 4 çeşit ayrı gaz tanımlamış ve analiz sonuçları bir LCD veya LED ekranda görüntülemiştir. Geliştirdikleri elektronik burun ile gıda süreç kontrolü ve alkol çeşitlerini ayırma için kullanmışlardır.

"Yangın Algılama Sistemleri için Elektronik Burun Sistemlerinde Metal Oksit Gaz Sensörleri kullanılması" [10] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan elektronik burun sisteminde çeşitli metal oksit gaz sensörleri kullanarak farklı kaynaklardan oluşan ateşi erken bir aşamada tespit etmede kulanmışlardır.

"Metal oksit gaz sensörleri dayalı elektronik burunlarda seçicilik sorunu" [1] çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada seçiciliği artırmaya yönelik metal oksit gaz sensörleri bulunan bir elektronik burun kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda sensör sıcaklığının oksijen ve CO gazı varlığı sırasında artığını tespit etmişlerdir.

"Metal Oksit Gaz Sensörü Dizisi ile Hızlı Tanıma Uygulamaları için Düzeltme Eğrileri Üzerinde Öznitelik Çıkarımı bir Yöntem" [2] geliştirilmiştir. Bu çalışmada dokuz metal oksit gaz sensörlü elektronik burun kullanmışlardır. Bu araştırmada, hızlı tanıma için sadece tanıma zamanı değil tepki-yanıt süresi de dikkate alınması gereken başka bir parametre olduğunu tespit etmişlerdir.

Elektronik burun ile yaptıkları ölçümleme sonunda sensörlerin ölçümleme eğrilerine ekstraksiyon yöntemi uygulamışlardır. Dokuz uçucu organik bileşikler (VOC) üzerinde elektronik burun ile örnek ölçümler yapmışlardır. 10 ve 15 sn. tanıma süresini altında doğru tanıma oranları sırasıyla % 91.0 ve % 95.8 bulmuşlardır. Ölçümlerde bu sensörlerin ortalama tepki-yanıt süresi 33.5 sn. olarak tespit etmişlerdir. Düzeltme eğrileri üzerinde öznitelik çıkarma yöntemi uygulanmadığında gaz numune ölçümlerinde tepki-yanıt süresi yaklaşık %42.7 daha yavaş olduğunu gözlemlemişlerdir.

"Elektronik burun ile n-Bütanol konsantrasyonlarının k-NN YSA algoritmasıyla sınıflandırılması" [3] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, 12 metal oksit gaz sensörlü elektronik burun kullanmışlardır. Farklı n-Bütanol konsantrasyonları elektronik burun ile analizleri yapılarak algılanan gazlar k-NN yakın komşu algoritması kullanılarak sınıflandırmışlardır. Bu uygulama için k-NN sınıflandırıcı ile % 100 başarı oranı elde etmişlerdir.

"Kapalı ortam havasını izleme için WiFi elektronik burun" [11] geliştirilmiştir. Bu çalışmada, TGS metal oksit gaz sensörlü bir elektronik burun kullanılmıştır. Elektronik burunla elde edilen analiz sonuçları temel bileşenler analizi (PCA) yöntemi ile bir dizi veri analizi yapmışlardır. Bu çalışmada kullanılan elektronik burun ile kapalı ortamdaki hava içinde ppm seviyelerindeki CO gazı konsantrasyonlarının miktarını tahmin etmişlerdir.

"Otomobil egzoz gazı tespiti için taşınabilir araç elektronik burun sistemi" [12] geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Karbon monoksit ve hidrokarbon (CO / HC) gibi otomobil egzoz gazları algılama için bir araç elektronik burun sistemi geliştirmişlerdir. Elektronik burun ile elde ettikleri karbon monoksit ve hidrokarbon (CO / HC) gaz değerlerini geri yayılım ağı ile önceden öğreterek eksozdan çıkan karışımlarının tek tek tespit etmiş ve her gaz risk derecesi izlenerek sonuçları göstermişlerdir.

"Bir metal oksit gaz sensörü dizisi ile H_2S/NO_2 konsantrasyonunu hızlı değerlendirme" [13] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada altı ticari gaz sensör dizisili (TGS, Figaro) elektronik burun kullanarak iki kirletici gazlardan H_2S ve NO_2 test ederek bu gazları ayırtetmişlerdir.

"Yangın Algılama Sistemleri için Yapay Sinir Ağları Tabanlı Akıllı Elektronik Burun Sistemleri" [14] geliştirilmiştir. Bu çalışmada, metal oksit gaz sensörlü bir elektronik burun kullanılarak erken bir aşamada yangınlarını tespit edebilmek amacıyla akıllı sistem tasarlamışlardır. Yangın kaynağından elde edilen sinyaller ile ateş kaynağından elde edilen sinyalleri geri yayılım algoritması ile öğreterek yangını % 99.6 doğruluk ile tespit etmişlerdir. Ayrıca K-means algoritması ile yaptıkları eğitme işlemi sonucunda yangını % 98.3 doğruluk ile tespit etmişlerdir.

"Duyarlı polarizasyon katmanını kontrol ederek Metal Oksit gaz sensörlerinin hassasiyeti ve seçiciliği arttırmak" [15] çalışması yapılmıştır. Bu

çalışmada Duyarlılık ve gazların doğru Metal-Oksit (MOX) sensörleri ile seçicilik etkileri araştırılmıştır.

"Ette Salmonella kontaminasyon tespiti için entegre elektronik burun sistemi" [16] geliştirilmiştir. Bu çalışmada bir metal oksit tabanlı elektronik burun sistemi tasarlanmış ve paketlenmiş ette (sığır) Salmonella konsantrasyonunu tespit etmek için geliştirilmiştir. Salmonella bulaşmış et örneklerini % 88 doğrulukla sınıflamışlardır.

"Sıcaklık ayarlı kalay oksit gaz sensörü ve kimyasalların tanımlanması" [17] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, sıcaklığı ayarlanbilen TGS 2610 ve TGS 2620 metal oksit sensörlü elektronik burun kullanılarak beş uçucu organik bileşiği (VOC) tesit etmişlerdir.

"Çoklu-sensör olfaktor sistemi" [18] geliştirilmiştir. Bu çalışmada 32 metal oksit sensörden oluşan bir elektronik burun geliştirmişlerdir.

2.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

"Atıksu Koku Karakterizasyonu İçin Kimyasal Algılayıcılar Dizisi(Elektronik Burun) Geliştirilmesi" (TUBİTAK TBAG 2080) Adlı TÜBİTAK Araştırma Projesi yapılmaktadır ve atık sulardaki kokular incelenmektedir [64].

"Tavuk Gübresinde Bulunabilecek Salmonella (S.enterica) Patojeninin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Elektronik Burun Sisteminin Geliştirilmesi " [66] adlı TÜBİTAK projesi yapılmaktadır. Tavuk gübresinde bulunabilecek Salmonella (S.enterica) patojeninin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmakta ve bu çalışmada 16 sensörlü ticari elektronik burun kullanılmaktadır.

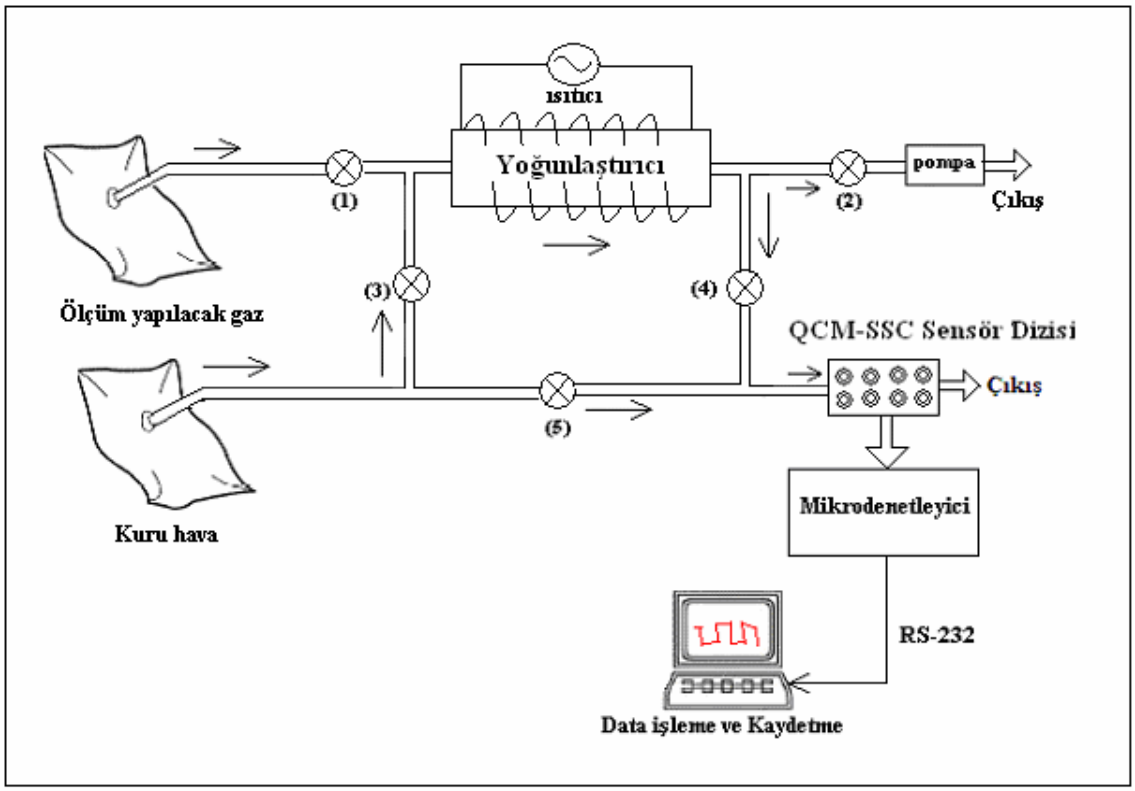
"Yerli Koyun Derilerini Yumuşatma Sıvılarındaki Bakteriyel Yükünün Gaz Sensörleri ve Yapay Sinir Ağlarıyla Belirlenmesi " [65] adlı Bilimsel Araştırma Projesi yapılmıştır. Bu çalışmada 16 sensörlü ticari elektronik burun kullanılmıştır.

"QBM sensörler ile "Sentetik Diyabetli Nefesindeki Aseton Miktarının Elektronik Burun ve Yoğunlaştırıcı Kullanılarak Belirlenmesi" [67] adlı Yüksek Lisans tez çalışması yapılmıştır. Bu tez çalışmasında, diyabet hastalarının nefeslerindeki

aseton miktarının belirlenebilmesi için sentetik diyabetli nefesi oluşturularak incelenmiştir.

Bu kapsamda, QCM Sensör Dizisi'nden meydana gelen Elektronik Burun ve Yoğunlaştırıcıdan oluşan ölçüm düzeneği kullanılarak deneyler yapılmış ve öncelikle ölçüm düzeneğinin asetona verdigi cevap araştırılmıştır.

Daha sonra, sağlıklı insan nefesiyle aseton karıştırılarak oluşturulan sentetik diyabet hasta nefesi ile gerçekleştirilen deney sonuçları Yapay Sinir Ağları (YSA) ile değerlendirilmiştir.



Şekil 2.1 Yoğunlaştırıcılı ölçüm düzeneği şematik gösterimi [67]

"QCM-SSC Gaz Sensör Dizisi Kullanarak Tıbbi Uygulamalar için Tanı Sistemi Tasarımı" isimli [22] TÜBİTAK projesi kapsamında oluşturulan tanı sistemi Şekil 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2 Tanı sisteminde kullanılan Elektronik Burun sistemi[22]

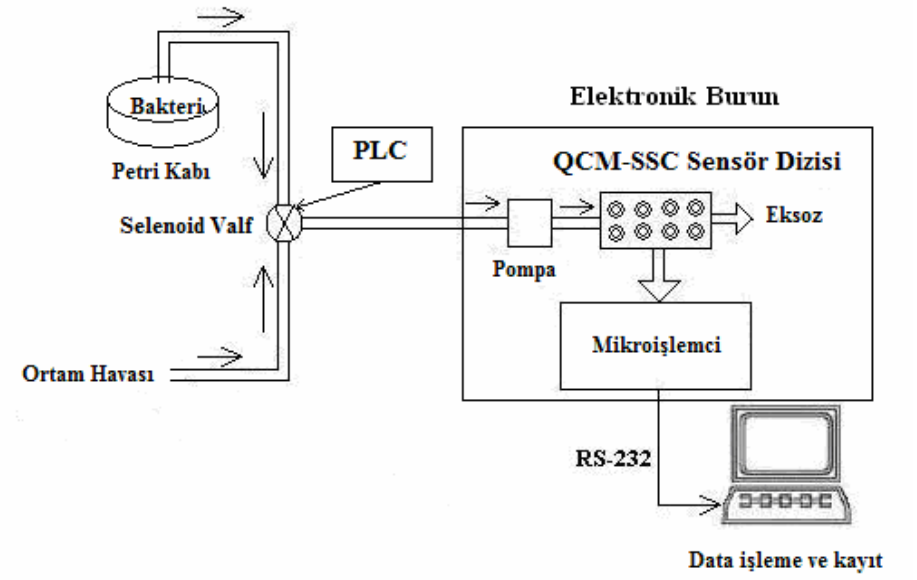


Şekil 2.3 Elektronik Burun'da kullanılan QCM sensörleri [22].



Şekil 2.4 Tanı sisteminde kullanılan Elektronik Burun kontrol devresi [22]

"Elektronik Burun Ve Temel Bileşen Analizi İle Mikroorganizmaların Saptanması" [23] adlı tez çalışması yapılmıştır. Bu tez çalışmasında ilk olarak Elektronik Burun içinde bulunan QCM sensörlerin mikroorganizmaların yaydıkları kokulara verdigi cevap araştırılmıştır. Daha sonra, *Candida albicans* mantarı, *Escherichia coli* ve *Pseudomanas aeruginosa* bakterilerinin sınıflandırılması ve ilgili mikroorganizmaların petri kabına ekiminden sonra bes günlük (24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonraki) yaşam süreçleri Temel Bilesen Analizi metodu ile incelenmistir.

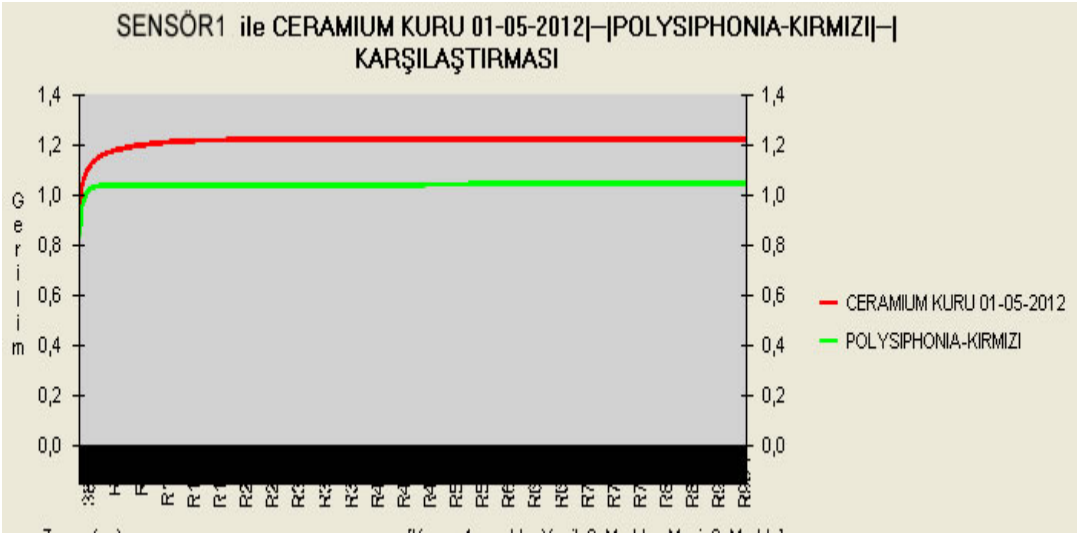


Şekil 2.5 Mikroorganizma koku algılama ölçüm düzeneği şematik gösterimi [23]

"Elektronik Burun Kullanılarak Bazı Alg Örneklerinin Karşılaştırılması" [24] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, elektronik burun kullanılarak *Rhodophyta*, *Ochrophyta* ve *Chlorophyta* bölümlerine ait ikişer örnek üzerinden koku karşılaştırması yapılmıştır. Alg örneklerinde elektronik burun ile koku analizi sonucunda sensör1 ve sensör2'deki koku değerleri birbirinden belirleyici oranda farklı bulunmuştur.

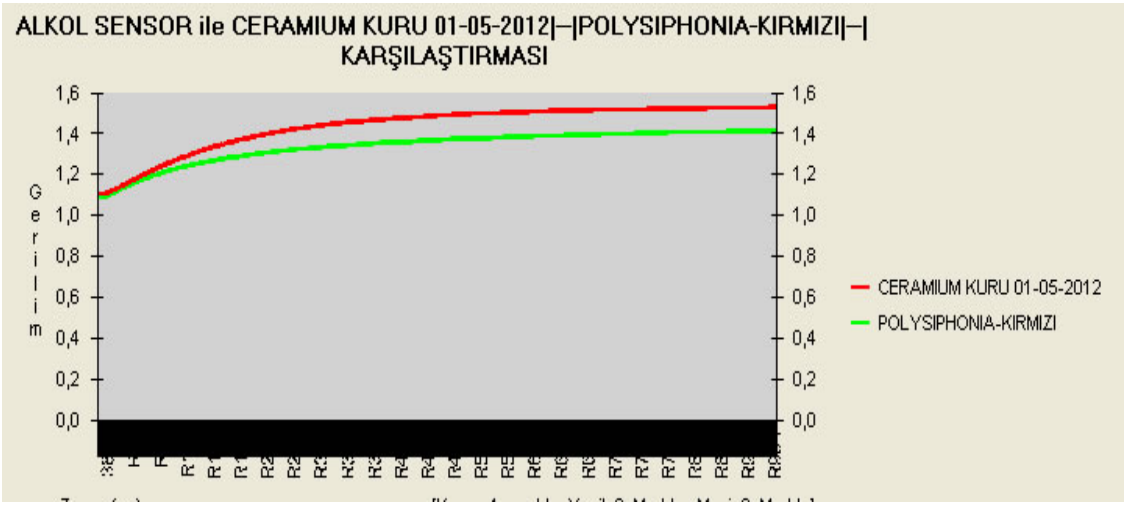
Çalışılan örneklerden *Rhodophyta* ve *Ochrophyta* bölümlerine ait olanlar beklendiği şekilde tepki vermişlerdir. Bu tepkinin oluşmasında barındırdıkları etken maddelerin birincil derecede rol oynadığı düşünülmektedir.

Bu teknik sayesinde ileride yapılacak çalışmalarda örneklerin koku içeriklerine göre cinsi ve türleri kısa sürede belirlenip sınıflandırma çalışmaları ve daha ayrıntılı araştırmalar yapmaya fırsat olacaktır.



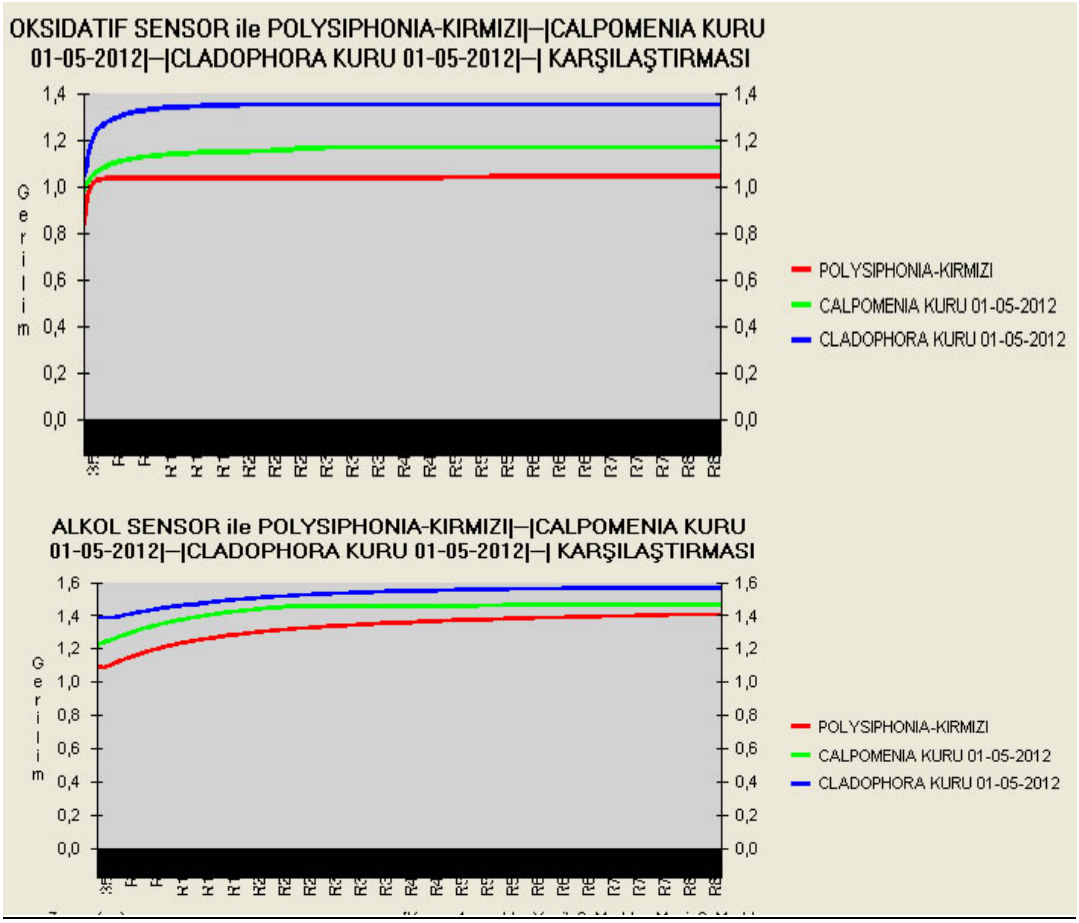
Şekil 2.6 Sensör1 ile Polysiphonia Sp.ve Ceramium Sp. Koku analizi karşılaştırması [24].

Şekil 2.6'daki grafiğe bakıldığında *Polysiphonia*, *Ceramium* cinslerinin bozunma ve çürümeye karşı daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. Bu cinslerde bozunma ve çürüme hızının düşük olması bünyesindeki maddelerin etkinliğinin bir sonucu olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 2.7 Sensör2 ile Polysiphonia Sp.ve Ceramium Sp. Koku analizi karşılaştırması

Şekil 2.7'deki grafiğe bakıldığında Ceramium cinsinin Polysiphonia cinsine göre koku değerinin daha çok arttığı görülmektedir.

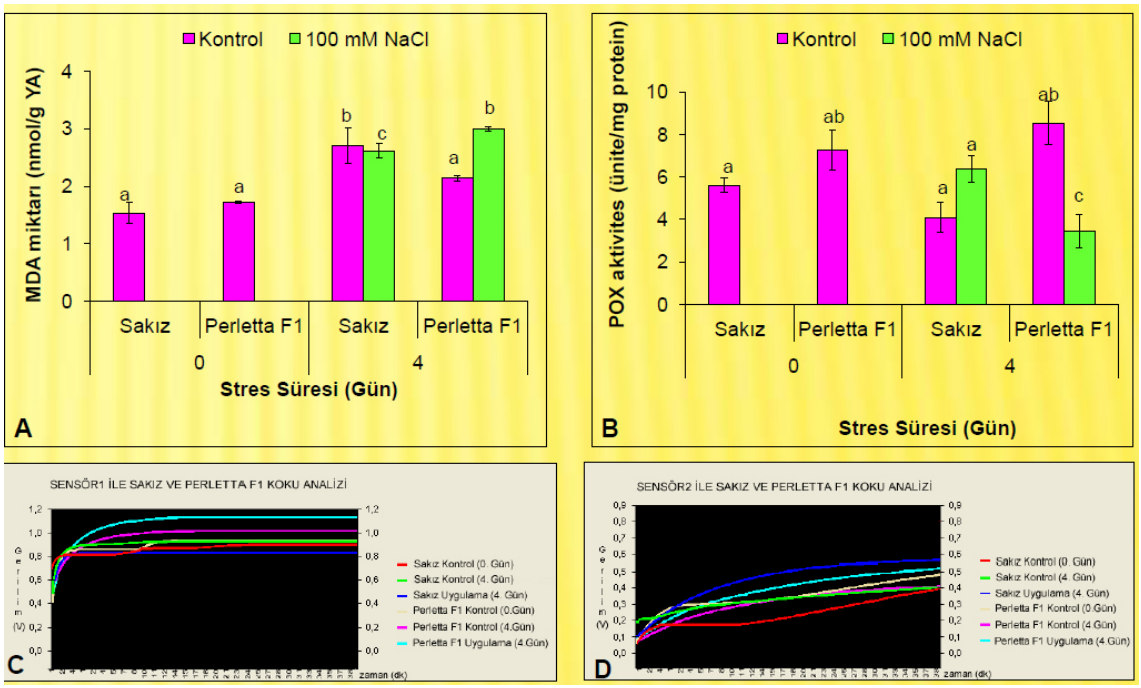


Şekil 2.8 Sensör1 ile Polysiphonia Sp, Colpomenia Sp. ve Cladophora Sp. Cinslerinin Koku Analizi Karşılaştırması [24]

Şekil 2.8'deki grafiğe bakıldığında bozunma ve çürümeye karşı en dayanıklı cins olarak *Polysiphonia* sp. Görülmekte bunu sırasıyla *Colpomenia* ve *Cladophora* izlemektedir.

"NaCl Stresi ile oluşan oksidatif hasarın Elektronik Burun ile belirlenmesi [25] çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, *Cucurbita pepo* L. bitkisinde NaCl uygulamasıyla meydana gelen oksidatif stresin elektronik burun kullanılarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Kabak çeşitlerinde EB ile koku analizi sonucunda; Sakız ve Perletta F1 çeşitlerinin 4 günlük NaCl uygulamasına tepkileri Sensör 2' de benzer bulunmuştur. Bununla birlikte Sensör 1' de Perletta F1 çeşidinin Sakız çeşidine kıyasla daha yüksek bir gerilime sahip bulunmuştur. MDA, POX ve protein analizlerine göre, Perletta F1 çeşidi Sakız çeşidine kıyasla NaCl'den daha fazla zarar görmüştür. Bu anlamda Sensör 1 ve 2'de her iki çeşidin kontrolleri ve kendi aralarındaki EB ile saptanan koku gerilim

farklarının karşılaştırılması sonucunda, bu değerlerin MDA, POX ve protein analizi sonuçları ile uyumlu olduğu görünmektedir.



Şekil 2.9 NaCl uygulamasının Cucurbita pepo L. bitkisi Sakız ve Perlaetta F1 çeşitlerinin MDA içeriği (nmol/g YA) (A), POX aktivitesi (ünite/mg protein) (B) üzerine etkisi ve bu değerlerin Sensör1 (C) ve Sensör2 (D) aracılığıyla karşılaştırılması. Barlar ortalama±s.h. yı işaret etmektedir. Ortalamalar arasındaki istatistiksel farklar ($p < 0.05$), barlar üzerindeki farklı harflerle (a-c) belirtilmektedir.

2.3. Piyasadaki Elektronik Burunlar

Elektronik Burun Üreticileri	Sensör	Sistem
Agilent Technologies	MS	4440
Alpha M.O.S.	MOS, CP, SAW MS and MS-EN electronic tongue	Fox, Centauri Kronos & Prometheus Astree
Applied Sensor	MOSFET, MOS, QCM 4 _ MOS, 8 _ QCM QCM	3320, 3310 VOCseries[1] VOCcheck[1]
Bloodhound Sensors	CP	BH114
Cyrano Sciences Inc.	CP (composite)	Cyranose 3201
Daimler Chrysler Aerospace	QCM, SAW, MOS	SAM system
Electronic Sensor Technology	SAW	zNose
Element	MOS	FreshSense
Environics Industry	IMCELL	MGD-1
Forschungszentrum Karlsruhe	MOS	SAW Sagas
HKR Sensorsysteme	QCM, MS	QMB6
Lennartz Electronic	QCM, MOS	electrochemical MosesII
Marconi Applied Technologies	CP, MOS, QCM	e-Nose 5000
Microsensor Systems	SAW	ProSat
Osmetech	CP	OMA and core sensor module
Quartz Technology	QCM	QTS-1
SMart Nose	MS	Smartnose-300
WMA Airsense Analysentechnik	MOS	PEN

Şekil 2.10: Elektronik burun üretici firmaları ve kullandıkları sensör sistemleri [26].

2.3.1. Lennartz Electronic

Lennartz Electronic tagushi sensörler ve 8 adet Microbalance sensörden oluşan MOSES adlı elektronik burun geliştirmiştir [26].

2.3.2. Osmetech PLC

Osmetech PLC firması 20 ile 32 organik yapıdaki sensör ile nem kontrolörü yapabilen AS32 adlı elektronik burun geliştirmiştir. Daha sonra 48 sensörlü (dairesel bir şekilde monte edilmiş) A32 isimli ve içinde 50 beher bulundurabilen Osmetech

Microbial Analyser cihazı geliştirdi. Bununla beraber biyomedikal uygulamalar için özel bir yazılım geliştirmiştir [26].

2.3.3. Cyrano Sciences CYRANOSE C320

Cyranose 320 (Şekil 7.5) 32-polimer kompozit (iletken parçacıklı karbon siyahı ile dolu polimerler veya başka bir iletken dolgu) sensör dizisi NoseChip® ihtiva eden (satış fiyatı 9000$) bir el cihazıdır [26].



Şekil 2.11 Cyranose 320 el tipi elektronik burun [26]

2.3.4. Alpha MOS

Alpha MOS firması Fransa, Amerika ve İngiltere'de elektroni burun alanında faaliyet gösteren ve "FOX" markası ile FOX2000, FOX3000, FOX4000 ve FOX5000 adlı 2,3,4 sensör dizisine sahip cihazlar üretmiştir. Cihazlarındaki her sensör dizisinde 6 adet sensör bulunmaktadır. Bu firmanın National Instruments LABVIEW tabanlı α-soft adlı elektronik burunu yazılımı geliştirmiştir [26].

2.3.5. AppliedSensor

Metal Oksit Sensörlü(MOS) VOCmeter cihazının ile ölçüm yapan VOCmeter serisi dört üyesi vardır. VOCmeter QBM (Quartz Microbalance Sensors), VOCmeter HİBRİD (€ 11 400–€ 18 900 arası fiyatlarında) ve VOCmeter VARIO (€ 7900 sensörleri özel ve her ayrı sensörün fiyatı € 490). Ayrıca cihazlara 8 harici sensör

takılabilmektedir. VOCmeter serisi Argus adında karmaşık olmayan bir kullanıcı arayüzü ile PC lere RS232 bağlantısı kullanılarak yapılır [26].

AppliedSensor tarafından üretilen Model 3310 Elektronik Burun cihazı basit bir Windows tabanlı grafik kullanıcı (GUI) arayüzlü özel veri toplama ve veri işleme yazılımı Senstool (güncel sürüm 2.7.4.26) programını kullanmaktadır. Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis- PCA), Latent Yapılarında Kısmi En Küçük Kareler Gösterimi ve YSA algoritmaları içerir. Çıktılar Microsoft Excel formatında kaydedilir [26].

2.3.6 HKR SensorSysteme

HKR SensorSysteme 1993 yılında Munih Teknik Üniversitesi'nde 3 araştırmacı tarafından bulunmuştur. HKR Sensorsysteme tarafından geliştirilen Perkin-Elmer HS40XL veya Dani HSS86.50 el tipi (headspace) örnekleyici altı QMBs dizisinden oluşur. QMB6 olarak adlandırılır. MS – Sensör tipi chazı bir kütle spektrometrik sensör sistemi temelinde, bir quadrupole kütle spektrometresi kullanarak ölçümleme yapar [26].

2.3.7. Quartz Technology

Quartz Technology'nin ana hedefi QMBbased sensör teknolojisi ticarileştirmek için Mart 1996 yılında çalışmalarına başladı. Günümüzde, onların QTS-1 adlı standart dengeli sekiz sensör dizisi analiz cihazları geliştirdi. Ek olarak cihazlarda ayrı QBM (Quartz Microbalance Sensors) sensörleri ve hatta boş kuvars kristallerinin bir dizisi vardır. Bir Windows98/NT platformu için yazılım geliştirdiler ve bu yazılımla sensör sinyallerini işler ve hızlı tanımlama için bir online kütüphane ile karşılaştırma yapar. Geliştirdiği QTS-1 tipi cihazlar ile bir çok farklı kokuları teşhis etmektedir [26].

2.4. Elektronik Burun Uygulama Alanları

Elektronik Burun tıp, gıda kontrolünde, çevre denetlemede, kimyasal analizlerde uygulama imkânı bulmuştur [6].

2.4.1. Tıp

Tıp alanında, 1999 yılında Phillips, M. ve diğ. [27] ile 2002 yılında Di Natale, C ve diğ. [28] nefes kokusundaki uçucu organik bileşikleri elektronik burun ile analiz edilerek akciğer kanseri teşhisi yapmışlardır. 2003 yılında Phillips, M. [29] nefes kokusundaki uçucu organik bileşikleri elektronik burun ile analiz edilerek meme kanseri ile karaciğer siroz hastalığı teşhisi yaptı. Ping, W., ve Ark. (1996) [30]- Ryabtsev, S.V., ve Ark. (1999) [31] ile Zhang, Q., ve Ark. (2000) [32] diyabetli hastaların nefes kokusundan şeker hastalığını nefes analizi yaparak aseton ile kan şekeri arasındaki ilişkiye bakılarak teşhis etmişlerdir. Fu, W., ve Ark. (2004) [33] Piezoelectric Quartz Crystal sensörlü elektronik burun ile insan papilloma virüsünü bulunmuşlardır. Fend, R., ve Ark. (2003) [34] böbrek yetmezliğindeki hemodiyalizden önce ve sonra nefes kokusunu incelenmişler, kokular arasındaki farklılıkları teşhis etmişlerdir.
Torsi, L., ve Ark. (2004) [35] ile Karlak, B. (2004) [36] halitosis hastalığının (ağız boşluğunda yaşayan bakterilerin yol açtığı, kötü ağız kokusu hastalığı) boyutlarını tespit etmişlerdir.

Ryabtsev, S.V., ve Ark. (1999) [37] astımlı hastaların nefesleri üzerinde astım hastalığını, kalp hastalığı ve zihinsel hastalıklarıda elektronik burun kullanılarak teşhis edilebileceğini göstermişlerdir. Saraoğlu, H. M., ve diğ. (2005, 2006, 2007) [38] [39] [40] elektronik burun ile anestesi gazı seviye belirleme uygulamaları yapmışlardır. Nakamato, T., ve Ark. (2000) [41] elektronik burun ile insan ter kokusunun analizi yapmışlardır. Machado R.F. ve Ark. (2005) [42] akciğer kanserini tespit etmişlerdir.

2.4.2. Gıda

S. Burattia ve diğ. (2004) [43] Italian Barbera şarplarının kalite sınıflandırmasını yapmışlardır. Amalia Z. (2004) [44], Elektronik burun sistemi ile domates aroması profiline raf ömrü ve çeşidinde etkisini incelemişledir. Pardo, M. ve diğ. (1999) [45], elektronik burun kullanarak Italyan peynirlerinin farklı tiplerini sınıflandırmışlardır. Balasubramanian S.S. ve diğ. (2005) [46] sığır etinin tazeliğini belirlemiş ve sığır etini taze olarak sınıflandırmayı başarmışlardır.

2.4.3. Biyoloji ve Ziraat

1997 yılında A. Jonssona ve diğ. [47] tahılların mikrobiyal etkilerini sınıflandırmışlardır. Boholt, K. ve Ark. (2005) [48] elektronik burun kullanarak

bitkilerde koku emisyon ölçümleri yapmışlardır. Bachinger, T. ve Mandenius C. (2001) [49] hücre kültürlerindeki aromalarının analizi yapmışlardır. Younts S. ve diğ. (2005) [50] *Escherichia coli 0157:H7* ile *Escherichia coli Non-0157:H7 bakterilerini* birbirlerinden ayırt etmeyi başarmışlardır.

2.4.4. Çevre Denetleme Alanı

2001 yılında Qu ve diğ. [53] 32 sensör dizili bir elektronik burun kullanarak havadaki oksijen yoğunluğunu %20'lik bir hata ile ölçmeyi başarmışlardır. Sasaki, I. ve ark. (2002) [54] değişik kaplamalar kullanılarak zehirli gazların belirlenmesinde, Özmen, A. ve ark. [55] değişik kaplamalar kullanılarak gaz karışımlarındaki bileşenlerin belirlenmesi çalışmaları yapmışlardır.

BÖLÜM 3

ELEKTRONİK BURUN GELİŞTİRME AŞAMALARI

Zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten Elektronik Burun tasarımı yapay zekâ yöntemlerinden yapay sinir ağı ve uzman sistem kullanılarak 4 aşamada yapılmıştır.

1- Zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun donanım tasarımı ve prototip geliştirilmesi
2- Yapay Sinir Ağı ve Uzman Sistem yöntemleri kullanarak zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun tasarımı ve yazılım geliştirilmesi
3- Algılanan zararlı koku verilerini internete ileten ve yayımlanmasını sağlayan alt yapının oluşturulması
4- Uzman Sistem ile algılanan zararlı koku verilerini internete ileten ve yayımlayan, internet üzerinden Elektronik Burun sistemine bağlı rölelerin kontrolünü yapılabilen tasarımın ve yazılımın geliştirilmesi

Zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun donanım tasarımı ve prototip geliştirilmesi 2 aşamada olmuştur.

a) Donamım tasarımı ve prototip geliştirilmesi
b) Cihazın kalibrasyonunun yapılması

Yapay Sinir Ağı (YSA) ve Uzman Sistem yöntemleri kullanarak zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun tasarımı ve yazılım geliştirilmesi aşamaları

a) YSA Geri Yayılım Algoritması ile zararlı kokuların LEL sınırlarının öğretilmesi
b) Uzman Sistem ile YSA'da öğretilmiş bilgilerden yararlanarak Tekli ve Çoklu Test
c) Uzman Sistem ile kalibrasyon
d) Uzman Sistem ile Zararlı gaz LEL sınırı kontrolü

e) Uzman Sistem ile Hassasiyet Sıralaması
f) Uzman Sistem ile röle kontrolü

Algılanan zararlı koku verilerini internete ileten ve yayımlanmasını sağlayan alt yapının oluşturulması için

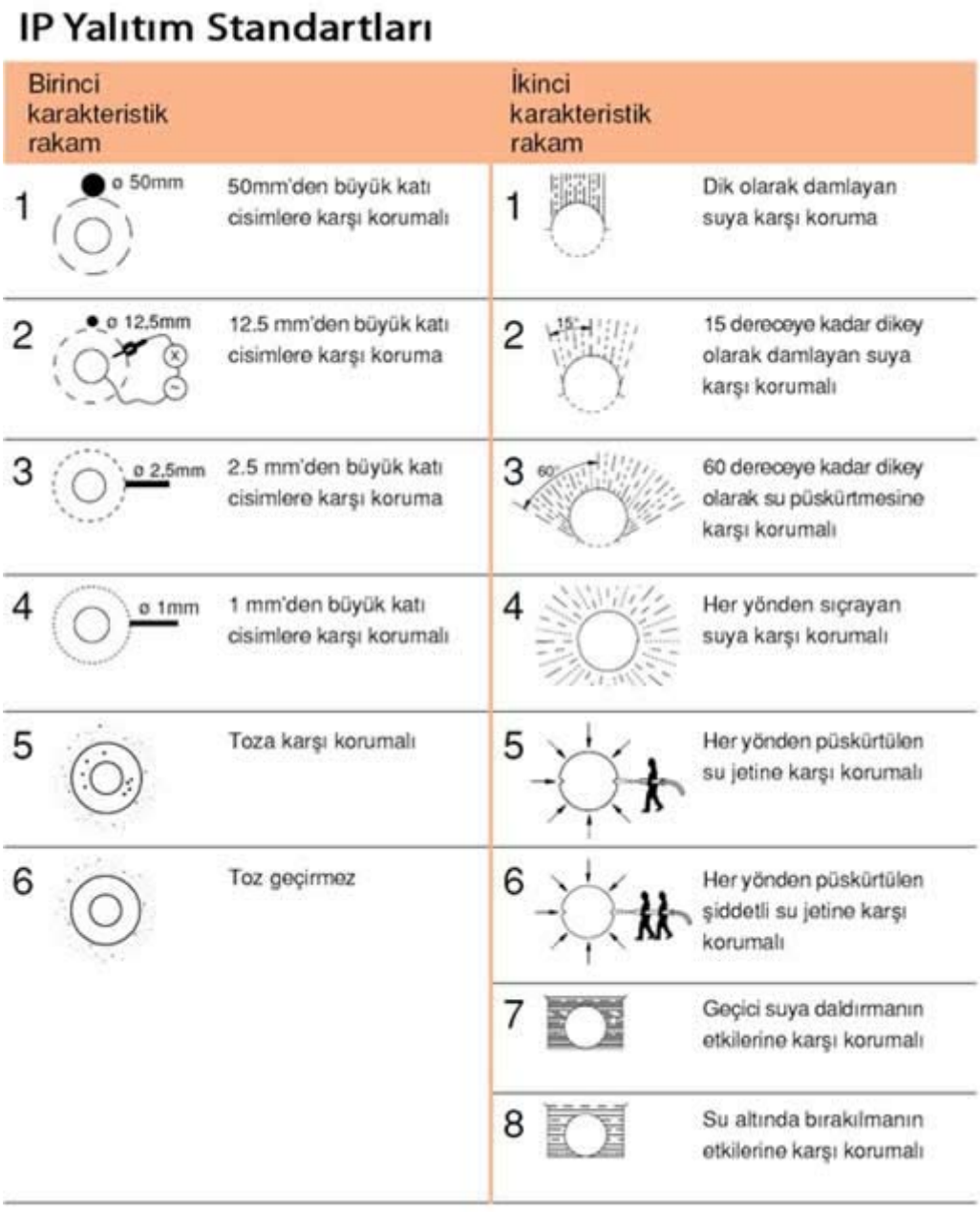
a) ODBC [140] sürücüsünün kurulması ve ayarlarının yapılması.
b) http://doktora.elektronikburun.com'a bağlı MySQL Server'da elektronikburun_db veritabanı için tabloların eklenmesi.

Uzman Sistem ile algılanan zararlı koku verilerini internete ileten ve yayımlayan, internet üzerinden Elektronik Burun sistemine bağlı rölelerin kontrolünü yapılabilen tasarımın ve yazılımın geliştirilmesi aşamaları şunlardır:

a) Zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun sisteminde Uzman Sistem ile veri haberleşme arayüzünün oluşturulması
b) Elektronik Burun yazılımında ODBC [141] veri haberleşme algoritması, veri ekleme ve güncelleme kodlarının eklenmesi
c) Algılanan zararlı koku verilerini internet ortamında yayımlayan uzman sistem tasarımı
d) Algılanan zararlı koku verilerinin internete ortamında yayımlayan Web arayüzün oluşturulması ve kaydedilmesi
e) İnternet üzerinden Elektronik Burun sistemine bağlı röleleri kontrol eden Uzman Sistem tasarımı

BÖLÜM 4

IP (INGRESS PROTECTION) KORUMA SINIFI



Şekil 4.1: IP yalıtım standartları [69]

IP yalıtım standartları Avrupa Komisyonu (CENELEC-Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) tarafından geliştirilmiş bir standarttır [69].

IP yalıtım standartları 2 veya 3 basamaklı rakamlardan meydana gelir [69].

1) Sert cisimler veya malzemelerin çarpmasına karşı koruma
2) Sıvılardan koruma (su)
3) Mekanik etkilerden koruma

BÖLÜM 5

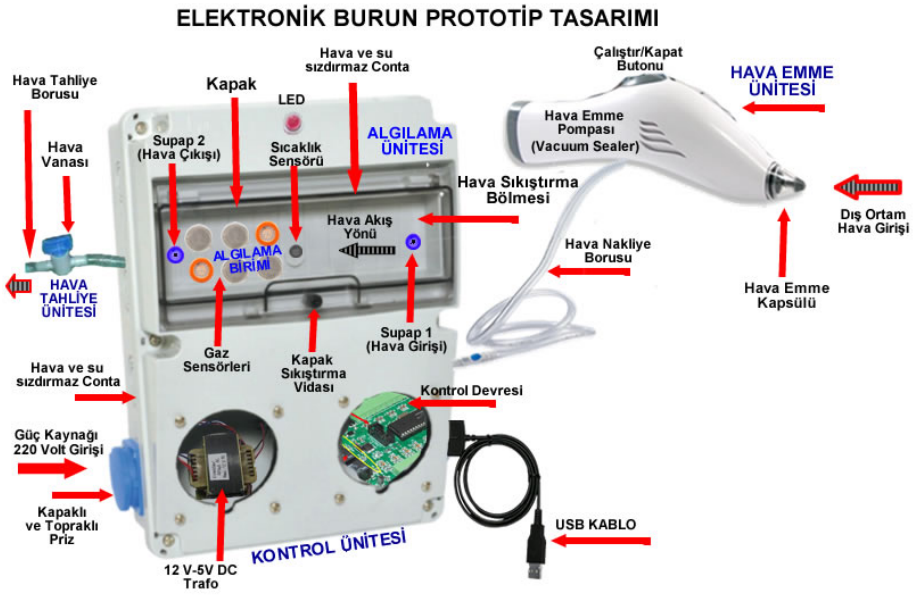
ELEKTRONİK BURUN DONANIM SİSTEMİ TASARIMI GELİŞTİRME AŞAMALARI

Tasarlanan elektronik burunun donanım kısmında Kontrol Ünitesi, Algılama Ünitesi, Hava Emme Ünitesi ve Hava Tahliye Ünitesi olmak üzere 4 kısımdan oluşmaktadır.

5.1. Yeni Donanım Tasarımının Çalışma Prensibi Ve Avantajı

Dış ortamdaki hava karışımı havayı emme pompası ile çekilerek hava sıkıştırma bölmesi içinde sıkıştırılmaktadır. Hava sıkıştırma bölmesinde daha fazla miktarda yoğunlaştırılmış hava karışımını analiz etme imkânı sağlanmıştır. Halen piyasada olan ve yanıcı/patlayıcı gaz analizi yapan metal oksit sensörlü algılama cihazları yanıcı ve patlayıcı gazları yoğunlaştırarak ölçmemektedir. Eğer birden fazla yanıcı ve patlayıcı gaz varsa yalnızca yoğunluk miktarı gösterilmektedir. Hangi gazın daha fazla yoğun olduğu hakkında bilgi vermemektedir. Bu tasarımımızda zararlı gaz hassasiyet sıralaması yaparak hangi gazın daha yoğun olduğu gösterilmekte ve yoğunluğa göre sıralama yapılabilmektedir.

5.2. Elektronik Burun Donanım Prototipi Geliştirme



Şekil 5.1: Elektronik burun prototip tasarımı

Donanım kısmı Kontrol Ünitesi, Hava Emme Ünitesi, Hava Tahliye Ünitesi ve Algılama Ünitesi olmak üzere 4 kısımdan oluşmaktadır.

5.2.1. Kontrol Ünitesi

Kontrol ünitesi 9 kısımdan oluşmaktadır.

1- IP67 standartlı elektronik devrelerin montajlandığı kombinasyon kutusu
2- Sensör Taşıyıcı kartları
3- Kontrol Devresi
4- RS232- USB dönüştürücü devresi
5- PC, Sensör taşıyıcı kart ve kontrol devresi bağlantı kabloları
6- Anakart için 12 Volt DC güç kaynağı ve giriş bağlantısı
7- Sensörler ve taşıyıcı kart için 5 Volt DC güç kaynağı ve giriş bağlantısı
8- Güç kaynağı AÇ/KAPAT anahtarı ve Güç kaynağı prizi
9- Sistemin çalıştığını gösteren led

5.2.1.1. IP67 Standartlı Kombinasyon Kutusu

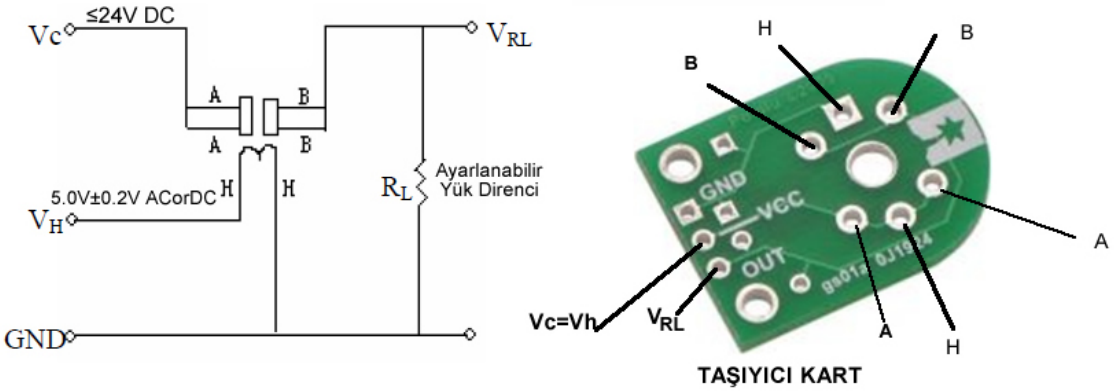
IP67 standardı toz geçirmez ve geçici suya daldırmanın etkilerine karşı korumalıdır. Elektronik devrelerin montajında Tplast firmasının IP67 standartlı 3320-002-1112 ürün kodlu, 220x300 Montajlı Kombinasyon (CEE Tip Mak.Pr) panosu (Tplast) [56] kullanılmıştır.



Şeki 5.2.: Tplast firmasının IP67 standartlı 3320-002-1112 ürün kodlu kombinasyon panosu [56]

5.2.1.2. MQ Serisi Gaz Sensörü Taşıyıcı Kartı

Algılama birimindeki MQ serisi gaz sensörleri için geliştirilmiş taşıyıcı kartı [57] satın alınarak kullanılmıştır.



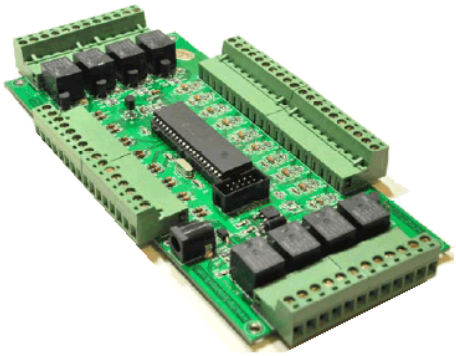
Şekil 5.3: Sensör prensip şeması ve baskı devresi [57]

5.2.1.3. Kontrol Devresi

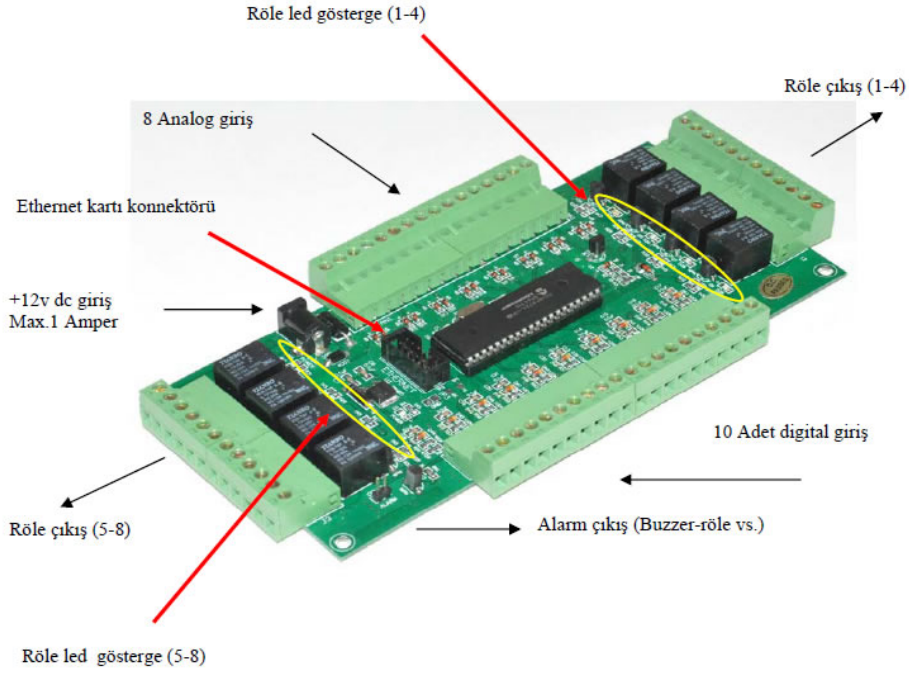
Tez çalışmasındaki elektronik burun sistemininde fiyatları oldukça yüksek olan PLC gibi endüstiyel kontrol ünitelerine alternatif olarak dELAb tarafından geliştirilen ve USB, Ethernet (LAN/WAN/Internet) RS232 bağlantılarından herhangi birinin kullanılarak yakın veya uzaktan erişim ile kontrol edilebilen Multidas endüstriyel kontrol devresi [58] kullanılmıştır.

Kontrol devresinde

- 8 Analog giriş
- 10 Sayısal giriş-çıkış
- 8 Röle çıkışı
- 8 Röle çıkış kontrol ledleri
- 1 Alarm çıkışı (röle, led veya buzzer için)
- RS232 uyumlu seri port bağlantısı
- 12Volt DC güç kaynağı dişi giriş soketi



Bulunmaktadır [58][59].



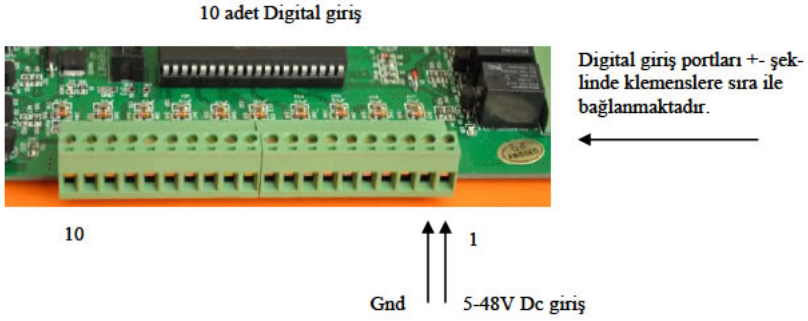
Şekil 5.4: Elektronik burun sisteminde kullanılan dLAB Giriş/Çıkış Kartı [58]

5.2.1.3.1. 8 Analog Port Girişi

Bu kartta 8 adet analog port bulunmaktadır. Analog port girişlerine 0 ile 5 volt arasında analog veri içeren elektronik donanımlar bağlanabilir [59].

5.2.1.3.2.10 Sayısal Port Girişi

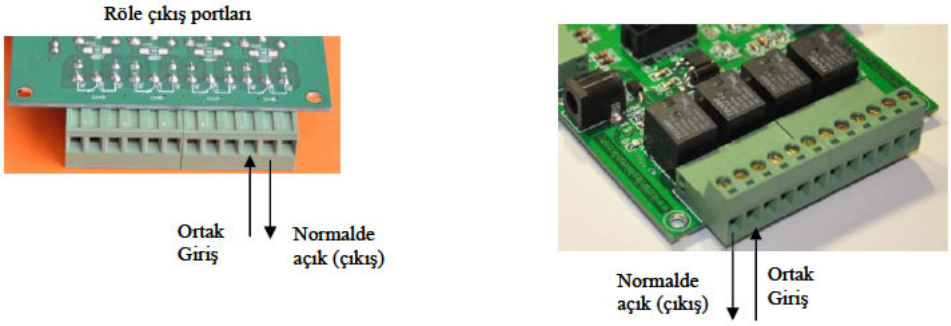
Bu kartta 10 Adet sayısal port bulunmaktadır. Sayısal girişlerden aynı anda 10 adet sayısal bilgiyi okutmak mümkün olmaktadır [59].



Şekil 5.5: Sayısal port bağlantısı [59]

5.2.1.3.3. 8 Röle Çıkışı

4'er adet gruplar halinde 2 bölümde yer alan bu çıkışlar röle ile kontrol edilmektedirler. Herhangi bir porttan gelen isteğe bağlı bir bilgiyi röle hattına aktarmak için sadece yazılım içinde tanımlamak yeterli olacaktır. Bu sayede istenen otomasyon sağlanmış olacaktır. Her ön giriş için klemensler üzerinden kolayca takılabilmektedir. Bağlantılar klemensler aracılığı ile lehimlenmeden yapılmaktadır [59].



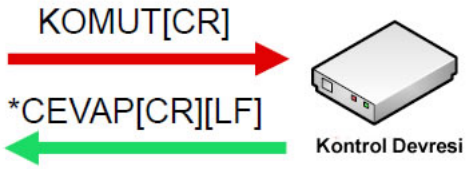
Şekil 5.6: Röle çıkışları [59]

5.2.1.3.4. Kontrol Devresinin Programlanabilir İşlemcisinde Kullanılan Kontrol Komutları

5.2.1.3.4.1. Haberleşme komutları:

Komut dizileri her zaman ASCII 13 numaralı karakter (CR) ile biter. Kontrol devresi bu karakterleri aldıktan sonra komutu uygular ve Cevap gönderir. Gönderilen cevap cümlesi * karakteri ile başlar ve yine ASCII 13 ve ASCII 10 numaralı karakterler olan CR ve LF şeklinde biter [59].

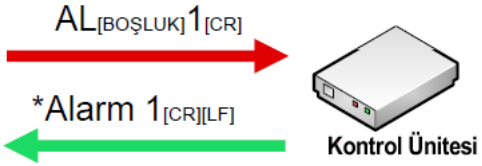
[CR] = Carriage Return, ASCII 13 numaralı karakter [59]
[LF] = Line Feed, ASCII 10 numaralı karakter [59]



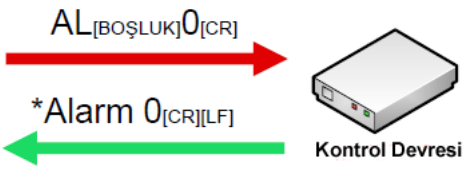
Şekil 5.7: Haberleşme komut örneği [59]

5.2.1.3.4.2. AL (Alarm) Komutu

Normalde bir alarmı uzaktan açmak ve kapamak için tasarlanmıştır. Fakat Sayısal çıkış olarak da kullanılabilir [59].



Şekil 5.8: AL 1 komutu ile Alarm çıkışı aktif etme örneği [59]



Şekil 5.9: AL 0 komutu ile Alarm çıkışı kapatma örneği [59]

5.2.1.3.4.3. PC Komutu



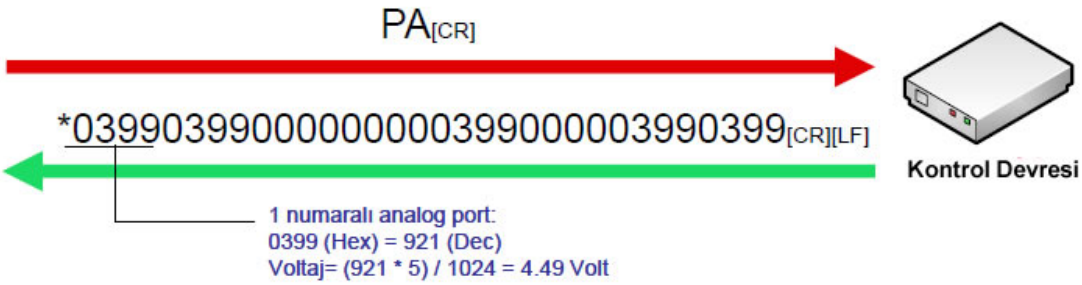
Şekil 5.10: PC 255 Komutu ile 8 adet port çıkışının tamamını açma örneği (255 Decimal = 11111111 Binary) [59]



Şekil 5.11: PC 128 komutu ile 8 numaralı çıkışı açma diğerleri kapatma örneği (128 Decimal = 10000000 Binary) [59]

5.2.1.3.4.4. PA Komutu

Tüm analog giriş portlarındaki gerilimler sorgulanır ve sekizli hexdesimal paket verisi olarak alınır [59].

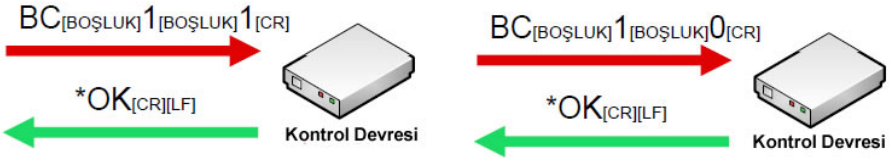


Şekil 5.12: PA komut örneği [59]

5.2.1.3.4.5. BC Komutu

BC komutu, kontrol devresindeki röle çıkışlarını tekil olarak kontrol eder [59].

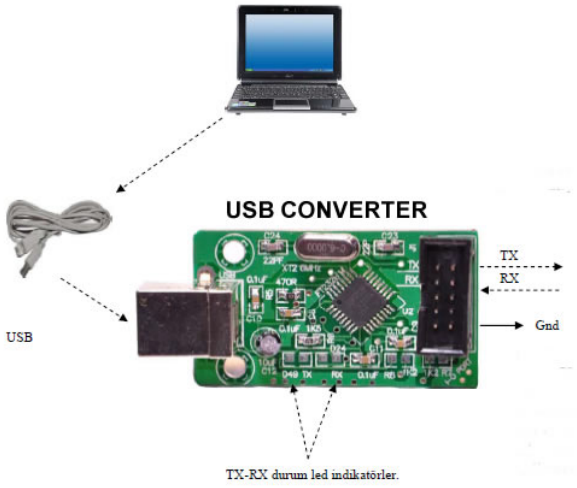
BC [BOŞLUK] 1 [BOŞLUK] 1 komutu ile 1 nolu röle aktif edilir. BC [BOŞLUK] 1 [BOŞLUK] 0 komutu ile 1 nolu aktif röle pasif (başlangıç) konuma getirilir [59].



Şekil 5.13: BC komut örneği [59]

5.2.1.4. USB Dönüştürücü (Converter)

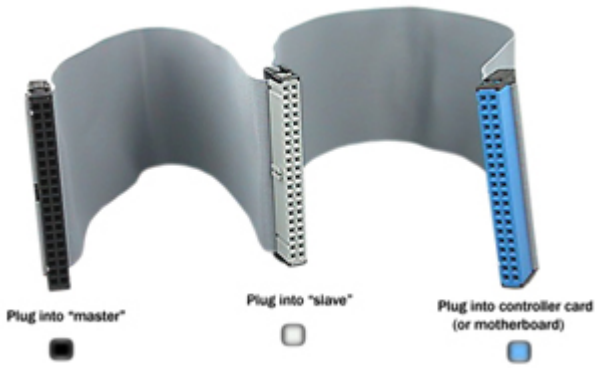
Kontrol devresi ile PC bağlantısı için RS232 den USB'ye çeviren mini çevirici kullanılmıştır. USB 2,0 protokolünü kullanmaktadır [60] [61].



Şekil 5.14: RS232'den USB'ye dönüştürücü (converter) [60]

5.2.1.5. Sensör Taşıyıcı Kart Ve Kontrol Devresi Bağlantı Kablosu

Sensör taşıyıcı kartları ile kontrol devresinin analog port girişi arasında bağlantıyı harddisk IDE (Integrated Drive Electronics) kablosu [70] ile yapılmıştır.



Şekil 5.15: Harddisk bağlantı kablosu [70]

5.2.1.6. Kontrol Devresi İle Bilgisayar Arası Bağlantı

Kontrol devresi ile Bilgisayar arası USB (Universal Serial Bus - Evrensel seri yolu) bağlantı kablosu kullanılmıştır [60].



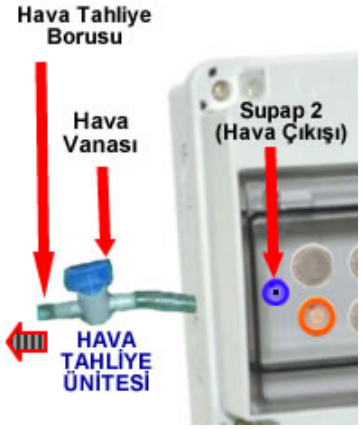
Şekil 5.16: USB Bağlantı Kablosu

5.2.2. Hava Tahliye Ünitesi

1- Emilip sıkıştırılmış hava karışımının kapalı algılama ünitesinden tahliye edilmesini sağlayan, tahliye edilecek hava miktarı ayarlanabilen Supap-2
2- Algılama biriminde analiz edilen hava karışımının dış ortama tahliye edecek hava tahliye borusu ve ayarlanabilen hava vanası

olmak üzere 2 bölümden oluşur.

Şekil 5.17'de görüldüğü gibi emilip sıkıştırılmış hava karışımının kapalı algılama ünitesinden tahliye edilmesini sağlayan ve tahliye edilecek hava miktarı ayarlanabilen Supap-2, algılama biriminde analiz edilen hava karışımının dış ortama tahliye edecek hava tahliye borusu ve ayarlanabilen hava vanasından oluşmaktadır.



Şekil 5.17: Hava Tahliye Ünitesi

5.2.3. Hava Emme Ünitesi

Dış ortam hava karışımını emmek için hava emme pompası olarak Şekil 5.18'deki Vacuum Sealer Y-DB7030 (Patent:ZL200830155329.0) modeli [63] modifiye edilerek kullanılmıştır. Ayrıca emilen hava hava nakliye borusuyla Supap-1'e gelmekte ve Supap-1 aracılığı ile hava sıkıştırma bölmesine aktarılmaktadır.



Şekil 5.18: Dış ortam hava karışımını emen hava emme ünitesi

Hava Emme Pompası (Vacuum Sealer) Ürün özelliği [63]:

1. Malzeme : ABS plastik
2. Güç kaynağı : 6* AA pil, DC 9V
3. Çalışma sıcaklığı : -10 ^{o}C ile +40 ^{o}C
4. Depolama sıcaklığı :-20 ^{o}C ile +60 ^{o}C
5. Ebatları (L×W×H) : 26cm×7cm×5cm
6. Ağırlık : 292 gr
7. Renk : Beyaz

5.2.4. Algılama Ünitesi

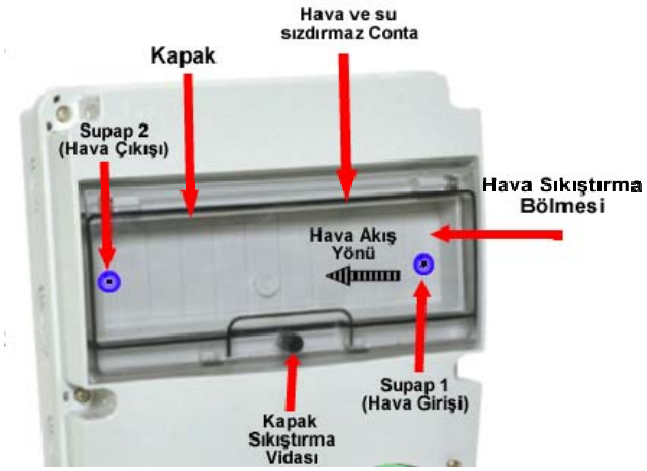
Algılama Ünitesi Algılama Birimi ve Hava Sıkıştırma Bölmesi olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır.

5.2.4.1. Hava Sıkıştırma Bölmesi

1- Sıkıştırılan hava karışımının dışarı sızmaması için IP 67 standartlı hava su sızdırmaz contalı kapak ve kapak sıkıştırma vidası

2- Emilen havanın kapalı hava sıkıştırma bölmesinde kalmasını sağlayıp geri kaçmasını önleyen Supap

Olmak üzere 2 kısımdan oluşur.



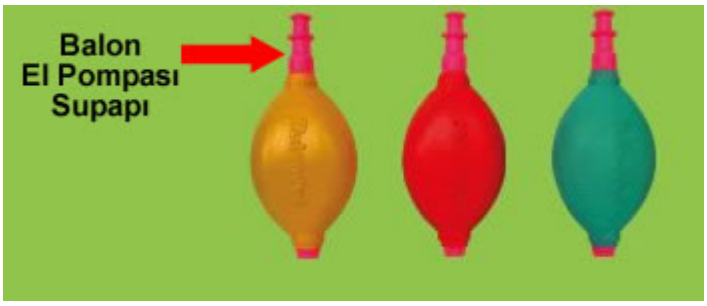
Şekil 5.19: Hava Sıkıştırma Bölmesi

5.2.4.1.1.Supaplar

Hava Sıkıştırma Bölmesinde 2 adet Supap kullanılmıştır.

5.2.4.1.1.1. Supap-1

Hava Emme pompasından emilen havanın hava sıkıştırma bölmesine geçmesi sağlanmakta ve sıkıştırılan havanın geri kaçmasını önlemektedir. Hava sıkıştırma bölmesinde balon el pompası Supapı kullanılmıştır.



Şekil 5.20: Balon el pompası Supapı

5.2.4.1.1.2. Supap – 2:

Hava sıkıştırma bölmesinde sıkıştırılarak hapsedilen havanın istenilen oranda dışarı hava çıkmasını sağlayan Supaptır. Eğer hava vanası kapalı ise Supaptan hava çıkışı olmaz. Hava sıkıştırma bölmesinde bisiklet lastiği Supapı ve Supapa vidalanmış bisiklet pompası rekoru bulunmaktadır. Bisiklet pompası rekoru istenilen oranda vidası sıkıldıkça Supap içindeki yaylı pini iterek Supaptan hava çıkışı miktarı artmaktadır.



Şekil 5.21: Bisiklet lastiği ve Supap



Şekil 5.22: Hava Sıkıştırma Bölmesinde kullanılan bisiklet Supapı ve pompa rekoru

5.2.4.2. Algılama Birimi

1- Sensörler

2- Sensör bağlantı soketi

kısmınlarından oluşmaktadır.

5.2.4.2.1. Sensörler

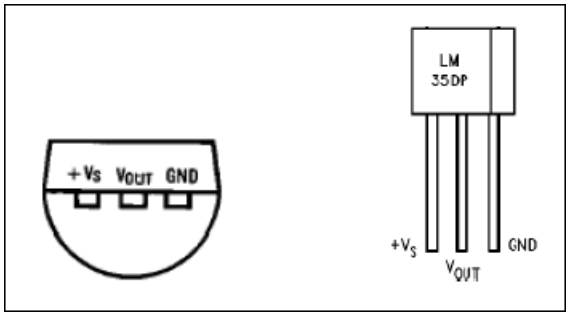
Elektronik burun sisteminde 2 tür sensör kullanılmıştır.

1- Sıcaklık Sensörü

2- Metal Oksit Gaz Sensörleri

5.2.4.2.1.1. Sıcaklık Sensörü

Elektronik burunda LM35 sıcaklık sensörü [73] kullanılmıştır. Sıcaklık algılama biriminde kullanılan LM35 [73] sıcalık sensörü -55 ^{o}C ile 150 ^{o}C arasında ve çıkış geriliminin sıcaklık farkına göre değişmesi prensibine göre çalışmaktadır. Sensör 1 ^{o}C değişimin çıkış voltajını 10 mV olarak değiştirir [73].



Şekil 5.23: LM35 sıcaklık sensörü [73]

5.2.4.2.1.2. Gaz Sensörleri

5.2.4.2.1.2.1. Gaz Tespitinde Kullanılan Sensörler Ve Teknolojileri

Gelişen teknoloji ile birlikte ortamda belli bir seviyenin üzerinde bulunmaları halinde tehlike doğurabilecek gazların tespiti amacıyla farklı prensiplerle çalışan gaz sensörleri üretilmiştir. Tespit edilecek gaz çeşitlerine göre kullanılabilecek gaz sensör çeşitleri şunlardır.

Çizelge5.1: Sensör teknolojileri

Tespit Edilecek Gaz	Sensör Teknolojisi
Yanıcı Gazlar	Katalitik
	Termal İletkenli
	İnfrared (IR)
	Yariletken
	Elektrokimyasal
	Alev Ionizasyonlu (FID)
	Alev Isı Analizli (FTA)
Zehirli Gazlar	Elektrokimyasal
	Yarı İletken
	Infrared (IR)
Oksijen	Elektrokimyasal

İdeal bir gaz sensörünün sahip olması gereken özellikler şöyle sıralanabilir;

- Seçicilik
- Kalibrasyon gereksinmesi
- Tekrarlanabilirlik
- Kararlılık
- Geniş ölçüm aralığı
- Kullanım ömrü
- Tayin sınırı
- Hızlı cevap zamanı
- Hızlı geriye dönme zamanı
- Basitlik ve ucuzluk
- Yüksek duyarlılık

5.2.4.2.1.2.2. Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Gaz Sensörleri

Elektronik burun sistemindeki algılama biriminde Metan (CH_4) – Doğal gaz, LPG, Alkol, Karbon Monoksit (CO), Hidrojen (H_2), Amonyum ve Amonyak gazlarına karşı duyarlı metal oksit gaz sensörleri kullanılmıştır.

5.2.4.2.1.3. Gaz Tespitinde Genel Kavramlar

Gaz, maddenin 4 halinden biridir [74]. Gaz halindeki maddenin yoğunluğu çok az, akışkanlığı son derece fazladır, belirli bir şekli ve hacmi yoktur. Gazı oluşturan çok sayıdaki molekül rastgele(random) ve kaotik(chaos) olarak sürekli birbirlerine ve bulundukları bölgenin yüzeyine çarparlar, bu yüzden "gaz" adı kaos(chaos) kelimesinden gelmiştir. Gazlar çok hızlı olarak birbirlerine karışırlar, çok az miktarda gaz serbest bırakılmış bile olsa birkaç saniye içinde bulunduğu ortamı tamamen kaplar [74].

Aynı sıcaklık ve basınç altında belirli hacimdeki herhangi bir gazın molekül sayısı aynıdır. İşte bu yüzden gaz miktarları genellikle hacim olarak ölçülür. Ölçümler yüksek konsantrasyonlarda yüzdesel olarak hacmen (%Vol), düşük konsantrasyonlarda ise milyon adetteki partikül sayısı (ppm V) [75] belirtilerek yapılır.

Gazlar farklı yoğunluklarda bile olsa genleşmeleri sırasında aralarında herhangi bir ayırıcı bölüm oluşmaz. Havadan ağır olan gazlar yer seviyesine doğru, havadan hafif olan gazlar ise tavan seviyesine doğru birikirler. Düşük konsantrasyonlarda tavan bölgesinde ağır gazlara ve taban seviyesinde hafif gazlara rastlamak mümkündür.

Kimyasal üretim alanlarda, endüstriyel üretimin hemen her alanındaki üretim esnasında, arıza veya bakım sırasında meydana gelen kaçaklar ve sızıntılar sonucunda zararlı gazlar ortaya çıkmaktadır. Bunların sonucunda insanlarda zehirlenmeler olmaktadır. İşyeri Maruz Kalma (WEL) sınırlarının ve sızıntı-patlama-yanma kaynaklarını kontrol altında tutulması ve her iki durumun aynı anda oluşmasını önlemek mümkün gözükse de pratik uygulamada bu durumu engellemek mümkün olmamaktadır.

Zararlı gazların Alt Patlama Sınırı (LEL) [72] değerlerinin sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde hayvansal ürünlere olan talebe bağlı olarak, hayvansal üretim işletmeleri ve yetiştirilen hayvan sayısında gün geçtikçe artış olduğu gözlenmektedir.

Özellikle tavukçuluk işletmeleri, gelişen teknolojik olanaklar çerçevesinde modern işletmecilik anlayışı ve kaliteli barınak kullanımı yoluyla büyük kapasiteli üretim tesislerinde hayvan yetiştirmektedir.

Bununla birlikte, bazı işletmelerde hayvan yoğunluğunun fazla olmasına karşın, maliyet artırıcı yapı ve donanımları kullanma gereği duymadıklarından, barınak içi hava kalitesi istenilen nitelikte olmamaktadır.

Bunun sonucu, hayvansal üretimde verim kayıpları olduğu gibi hayvan ve çalışanların sağlığı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca barınak içi ortama başta zararlı gazlar olmak üzere bakteri, endotoksin, partiküler madde ve koku gibi hava kirleticiler birikmektedir.

Hayvansal üretime bağlı olarak, hayvan barınaklarından kaynaklanan emisyonlar, barınak iç ortamında biriken atıkların ayrışması ve hayvanların solunumu sırasında ortaya çıkan gazlar ile barınak ortamındaki partiküler maddelerden oluşmaktadır [71].

Gazlar potansiyel risk oluşturma durumlarına göre temel olarak üç gruba ayrılırlar [76].

1. Zehirli Gazlar.
2. Yanıcı Gazlar
3. İnert(Nötr) Gazlar

5.2.4.2.1.3.1.Yanıcı Gazlar Ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar

Yanıcı-Patlayıcı Gazlar girebildiği hızlı kimyasal tepkimeler sonucu, sıcaklık ve basınç etkisi ile çevresine zarar verebilen gazların tamamıdır. Termal bir reaksiyonun ortaya çıkması için ortamda, oksijen veya hava, ateş kaynağı ve yanıcı maddenin uygun olarak bulunması gerekir. Bu üç bileşen Şekil 5.24'de görüldüğü gibi patlama üçgenini [77] oluşturur.

Bir gazın yanması için hava içinde yeterli miktarda olması gerekir. Yanma için havada olması gereken en az gaz miktarına **Alt Patlama Sınırı, LEL** (Low Explosion Limit) [72] denir.

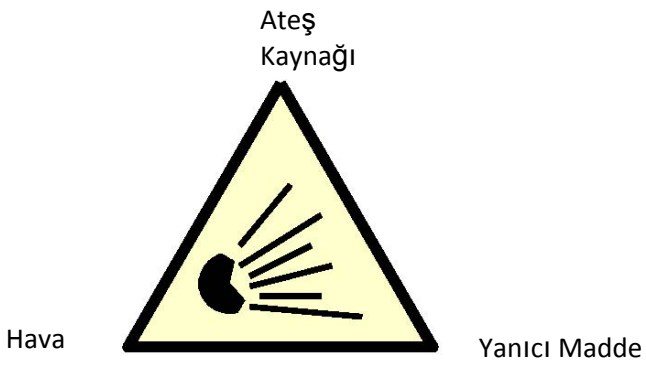
Gaz konsantrasyonu havada hacmen belirli bir seviyenin üzerine çıkarsa ortamda yeterli miktarda oksijen olmayacağı için patlama gerçekleşmez buna ise **Üst Patlama Sınırı, UEL** (Upper Explosion Limit) denir [72].

Bu kapsamda dikkate alınacak Hidrojen (H2), LPG ve bileşenleri, Doğal Gaz, Metan'dan Hexan'a kadar tüm HidroKarbon Gazlarıdır.

Çizelge 5.2: Bazı Maddelerin Alt Ve Üst Patlama Limitleri

Madde İsmi	**LEL**	**UEL**	**Madde İsmi**	**LEL**	**UEL**
Asetaldehit	4	60	Hidrojen	4	75
Aseton	2,6	12,8	İsopropil Alkol	2	12
Asetilen	2,5	81	Benzin	1,4	7,6
Amonyak	15	28	Metan	5	15
Benzen	1,35	6,65	Metil Alkol	6,7	36
n-Bütan	1,86	8,41	Metil Etil Keton (MEK)	1,8	10
Karbon Disülfür	1,3	50	n-Heptan	1	6
Karbon Monoksit	12	75	n-Oktan	0,95	3,2
Etan	3	12,4	n-Pentan	1,4	7,8
Etilen	2,75	28,6	Propan	2,1	10,1
Etil Alkol	3,3	19	Propilen	2	11,1
Fuel Oil No.1	0,7	5	Toluen	1,27	6,75

Basics of Explosion protection Stahl – S- PB – Exbasics – 03 – En –05/2007 [78]



Şekil 5.24: Patlama Üçgeni [77]

Havayla birleşmiş bir bileşiğin herhangi bir ateş kaynağına gerek olmadan kendiliğinden tutuşabileceği minimum ısıya ateşleme noktası ya da yakıt tutuşma

noktası denir. Gaz ve hava karışımının ateşlenmesi için gerekli olan minimum enerjiye ise minimum ateşleme enerjisi M.I.E (Minimum Ignition Energy) [79] denir.

Kendinden emniyetli sistemlerin tasarlanması bu yukarıda açılanan özelliklere dayanır. Bir elektronik devrenin çalışırken çıkartabileceği enerji M.I.E değerinin altına ayarlama (set) yapılmazsa devrenin kendinden emniyetli olması mümkün olmayacaktır [79].

5.2.4.2.1.3.2. Zehirli Gazlar Ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar

Belirli bir alanda 20°C sıcaklıkta tümüyle gaz halinde bulunan; solunduğunda, maruz kalındığında veya temas edildiğinde canlılarda ciddi hasara ve ölüme yol açan, insan sağlığına zarar veren maddelerin tümü ‘’Zehirli Gaz’’ olarak tanımlanmaktadır. Zehirli gazların bulunduğu veya bulunabileceği ortamda, insan sağlığına risk oluşturabilecek tüm gazlar zehirli gaz kategorisindeki gazlardır [76] [77].

Yenme, yutulma solunma veya deri yoluyla emilmesi halinde basit yaralanmalardan ölüme varan zararlara neden olabilecek kimyasal gazlara zehirli gazlar veya buharlar denir. Bu tip gazlara pek çok farklı şekilde maruz kalmak mümkündür.

Toksik gazlara maruz kalma Zaman Ağırlıklı Ortalama TWA (Time Weighted Average) ilkelerine göre hesaplanmalıdır. Buna göre 8 saatlik iş gününde her hangi bir sağlık sorununa neden olmayacak durum kişinin maruz kalabileceği normal konsantrasyon olarak kabul edilir [76] [77].

Toksik gaz maruz kalma limitleri mesleki kurumlar tarafından ülke standartlarına göre belirlenir. Kurumlar genellikle ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists) tarafından belirlenmiş kısa zamanlı maruz kalma limitlerini STEL (Short Time Exposure Limit) referans olarak alır [76] [77][80][81].

Almanya ve yakın ülkelerde kullanılan referans sistemi MAK’ dır(Maximale Arbeitsplatz Konzentration). Değerler DFG tarafından yayınlanır. MAK değerleri çalışanlara zarar vermeden tolere edilebilir maksimum toksik gaz değerlerini günlük ve haftalık çalışma sürelerine göre belirler.

Amerika’daki mesleki kuruluşlar OSHA ve NIOSH’dır. USA’da maruz kalma limit değeri TLV(Threshold Limit Value), STEL(Short Therm Exposure Limit) ve TWA(Time Weighted Average) ile tanımlanır [76] [81].

TLV: Çalışma alanındaki toksik bileşiklerin sağlık sorunlarına yol açmayacağı seviye [76] [81].

TLV-TWA(MAK Medium): 8 saatlik işgünü ve 40 saatlik iş haftası için izin verilen normal maruz kalmayı [76] [81].

TLV-STEL: 15 dakikaya kadar sürekli maruz kalma durumunda izin verilen maksimum konsantrasyon [76] [81].

TLV-C(Ceiling): Tavan konsantrasyon, bir saniye bile maruz kalınmaması gereken değeri gösterir [76] [81].

Çizelge 5.3: Bazı gazlar için STEL ve TLV-TWA değerleri [76]

Bileşik	STEL	TLV-TWA	Molekül Ağırlığı
Nitrik Asit	4	2	
Amonyak	35	25	17
CO2	30000	5000	44
NO2	5	3	46
SO2	5	2	64
Klorin	1	0,5	71
Florin	2	1	38
H2S	15	10	34
NO	-	25	30
CO	-	25	28

Çizelge 5.4: Bazı gazlar için maruz kalınabilecek süre ve zararları [76]

Zehirli Gaz	Ölümcül		Zehirleyici		Geçici Zarar	
	5-10 dakika		10-30 dakika		30-60 dakika	
	mg./l.	ppm	mg./l.	ppm	mg./l.	ppm
Klorin	0,7	500	0,07	50	0,007	5
Hidrojen Klorid	4,5	3000	1,5	1000	0,15	100
Hidrojen Sülfit	1,2	800	0,6	400	0,3	200
Amonyak	3,0	5000	1,5	2500	0,15	250
CO	6,0	5000	2,4	2000	1,2	1000
CO2	165	90000	90	30000	55	30000
Petrol	120	30000	80	20000	60	15000

5.2.4.2.1.3.3.Durağan Gazlar Ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar

Durağan gazların izlenilmesine genellikle gerek duyulmaz; ihtiyaç sadece gazın Oksijen'in yerini alma riski varsa hissedilir. Helyum, Argon ve Nitrojen bulunan laboratuarlarda, hastane NMR odalarında muhtemel gaz sızıntısından dolayı ortamdaki Oksijen miktarı azalır ve asfeksiye neden olur [76].

Kuru bir ortamda havadaki normal Oksijen konsantrasyonu %20,9 seviyelerindedir. Endüstriyel üretim süreçlerinden, korozyon ve benzer reaksiyonlardan dolayı ortamdaki Oksijen seviyesi azalabilir [76].

Normal koşullar altında insan vücudu ortamdaki oksijen seviyesi %19,5'a kadar düşse bile solunum problemi yaşamaz.

Oksijen yetersizliği en önemli ani ölüm nedenlerinden biridir, bu yüzden riskli durumlarda ortam seviyesi sürekli kontrol altında tutularak oksijen seviyesinin %18-19'un altına düşmesine izin verilmemelidir.

Ortamdaki oksijenin eksikliği kadar fazlalığı da potansiyel bir tehlikedir. Yüksek konsantrasyondaki oksijen zehirleyici bir gaz haline gelir.

Ayrıca Oksijenin %24 seviyesine çıkması ortamdaki diğer maddelerin yanıcılığını arttıracaktır. Bu durum özellikle lehimleme odalarında Oksijen gaz tüplerinden meydana gelen sızıntılardan dolayı ortaya çıkabilmektedir [76].

Çizelge 5.5: Oksijen seviyesi ve sonuçları [76].

% Vol	Oksijen
19,5	İzin verilen minimum Oksijen seviyesi
15-19	Çalışmada sıkıntı, dolaşım, kalp ve akciğer ile ilgili sıkıntılar.
12-15	Nefes alma zorluğu, kalp atışlarında uyumsuzluk, algı sıkıntı ve bozuklukları.
10-12	Nefes alma hızı ve miktarında artış, dudaklarda mavileşme.
8-10	Beyazlaşan yüz, şuursuzluk hali, mide bulantısı
6-8	8 dakika içinde %100 ölüm, 6 dakika içinde %50 ölüm
4-6	40 sn sonra koma durumu, nefes alamama, kasılma ve ölüm

5.2.4.2.1.3.4.Hayvan Barınakları İç Ortamında Bulunan Gazlar Ve Gaz Tespitinde Genel Kavramlar

Dünyamızda zararlı gazlar canlılar yoluyla, yem, yem altlıkta, siloda, oksijenli-oksijensiz ortamlarda üreyen mikoorganizmalar tarafından oluşabilmektedir.

Hayvan barınaklarında yemden, hayvanların solunumundan ve gübredeki mikro biyolojik ayrışımlar sonucu çeşitli gazlar açığa çıkmaktadır. İdrar, dışkı ve gübre ile bulaşmış olan malzemeler hayvan barınaklarında oluşan gazların temel kaynaklarıdır. [84] [85] [86].

Çizelge 5.6: Süt sığırı barınakları iç ortamında bulunan bazı gaz konsantrasyonları ve İşyeri Maruz almade ğerleri

Kirletici Gazlar	Yaz Mevsimi Konsa. (ppm)	Kış Mevsimi Konsa. (ppm)	Kaynak
NH_3	5.3	-	[87]
	8.2	-	[88]
	38.9	36.4	[89]
	1.4	2.1	[90]
	7	2.1	[91]
CO_2	1196	-	[87]
	513	465	[90]
	777	658	[91]
	1430	1700	[92]
H_2S (ppb)	31	4	[90]
	-	6	[93]
	14	-	[94]
	20.5	4	[91]
CH_4	84	-	[87]
	123	148	[92]
N_2O	0.73	-	[87]

Çizelge 5.7: Kümes iç ortamında bulunan bazı gaz konsantrasyonları ve Maruz Kalma değerleri

Kirletici Gazlar	Yaz Mevsimi Kons. (ppm)	Kış Mevsimi Kons. (ppm)	Kaynak
NH_3	2.74	-	[95]
	15.10	-	[96]
	5.80	28.50	[97]
	3.25	5.26	[98]
	-	48.30	[99]
	-	20.00	[100]
	3.50	8.30	[98]
	9.31	25.06	[101]
CO_2	210.00	4300.00	[98]
	-	2100.00	[101]
	-	1978.00	[98]
	715.40	2700.00	[102]
	-	1862.86	[103]
H_2S (ppb)	-	3	[104]
	1.53	-	[105]
	3.54	5.94	[101]
CH_4	1.93	-	[105]
N_2O	0.14	-	[105]

5.2.4.2.1.4.Elektronik Burun Donanım Tasarımında Kullanılan Gaz Sensörlerinin Teknik Özellikleri Ve Hassasiyet Grafikleri

Elektronik Burun donanım tasarımında Metan (CH_4), LPG, Alkol, Karbon Monoksit, Hidrojen ve Amonyum-Amonyak gaz sensörleri kullanılmıştır.

Metan (CH_4) - Doğalgaz Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-A'da, LPG Gaz Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-B'de, Alkol Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-C'de, Karbon Monoksit (CO) Gaz Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-D'de, Hidrojen (H_2) Gaz Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-E'de, Amonyum ve Amonyak Gaz Sensörünün teknik özellikleri ve hassasiyet grafikleri EK-F'de detaylı olarak açıklanmıştır.

BÖLÜM 6

KALİBRASYON, TEST, ANALİZ VE ÖLÇÜM KAVRAMLARI

6.1. Kalibrasyon

Kalibrasyon, ölçüm amacıyla kullanılan bir cihazın veya referansın gösterdiği veri bilgileriyle göstermesi gereken veri bilgisi arasındaki farkın belirlenmesidir [146][148].

Bir kalibrasyonun sonucu, ölçülen büyüklüğün değerlerinin göstergedeki karşılıklarının göstermesi gereken değerle aynı olmalıdır [146] [148].

Özetle, kalibrasyon işlemleri ile cihazın ölçülen büyüklüğün olması istenilen değerinden sapması belirlenir ve raporlanır[146].

6.2. Test

Bir ürün veya cihazın belirlenmiş şartlara uygunluğunun kontrol edilmesidir. Test sonucunda ürün, cihaz veya malzemenin özellikleri hakkında bilgi edinilir [146].

6.3.Analiz

Verilen bir madde veya malzeme ile ilgili bilgi edinmek veya ölçüm cihazları ile bir probleme yönelik yapılan işlemler dizisidir [146].

6.4. Ölçüm

Ölçüm, bir büyüklüğün değerinin bulunmasına yönelik işlemler dizisidir. [146][147].

6.4.1. Ölçü büyüklüğü

Uzunluk, açı, sıcaklık, akım, direnç ve gerilim gibi ölçülebilen fiziksel bir büyüklüktür ve ölçme yöntemleri ile belirlenebilen ve rastlantıdan bağımsız fiziksel gerçektir [146][147].

6.4.2. Ölçü sonucu

Ölçme değerlerinden fiziksel ve matematiksel ilişkilerle üretilir. Bir ölçü büyüklüğü ve ölçme sonucu elde edilen sayı ile ifade edilir [146][147].

6.5. Ölçme aleti

Yanlız başına veya diğer donanımlarla beraber, ölçüme işlemini gerçekleştirmek için tasarlanmış cihazdır [146][147].

6.6. Ayarlama

Bir ölçü aletinin sapmasının verilen sınırlar içinde kalacak şekilde giderilmesi işlemidir [112].

6.7. Ölçüm Hatası

Matematik problemleri çözerken, fiziksel çevre koşulları, sayı üzerinde etkili olmadığından, bulunan tam değer sonuçları olarak kabul edilir. Fakat bir malzemeye veya cisme fiziksel bir işlem uygulandığında, elde edilecek olan sayısal değerler ölçüm sonuçlarıdır ve bu değerler mutlak kabul edilemez [146]. Örneğin, elektronikte programlanabilir işlemciye sahip kontrol devrelerindeki analog portlardan veri okunduktan sonra 8, 10, 12, 16 veya 24 bit olarak bellekte saklanmaktadır. Kontrol devresi 5 volt gerilimde çalıştığını ve mikro işlemcinin 10 bitlik veri saklayabildiğini farz edelim. Kontrol devresinin analog portuna bağlı bir cihazdan 5 voltluk bir gerilim okunduğunu kabul edelim. Mikro işlemcinin veri saklama kapasitesi 10 bit ise 5 Volt gerilimi $(1111111111)_2 = (1024)_{10}$ olarak veri saklanacaktır. 5 Volta karşılık 1024 onluk sayı karşılık gelecektir.

Eğer Mikro işlemcinin veri saklama kapasitesi 12 bit olsaydı 5 Volt gerilimi $(111111111111)_2 = (4096)_{10}$ olarak veri saklanacaktı. 5 Volta karşılık 4096 onluk sayı karşılık gelecekti.

10 bitlik veri saklama özelliğine sahip işlemcide en düşük veri (0000000001) ise bunun gerilim değeri 5 V/1024= 0.0048828125 Volt aralığı olacaktır.

12 bitlik veri saklama özelliğine sahip işlemcide en düşük veri (000000000001) ise bunun gerilim değeri 5 V/4096= 0.001220703125 Volt aralığı olacaktır.

10 bitlik (0000000001) gerilim değeri ile 12 bitlik (000000000001) gerilim değerleri arasındaki fark

0.0048828125 Volt - 0.001220703125 Volt = 0.0036621094 Volt

Olur. 10 bit saklama kapasitesine sahip işlemci, 12 bitlik işlemciye göre 0.0036621094 Volt hatalı ölçüm yapmaktadır.

6.8. Risk Değerlendirme

Zararlı kokuları algılayan dedektörler ve çoklu dizin sensörlü cihazların kalibrasyonu ile zararlı gazları doğru algılama sisteminin kurulabilmesi ve risk sahası içinde risklerin eş değer ölçütleri dikkate alınarak belirlenmesi en önemli sorunu teşkil etmektedir. Tüm risk alanı içinde her türlü olası zararlı gazın algılaması mümkün olmamakta, hedef kaçak bölgeler ve hedef kaçak maddeler ile hedef bölgelerdeki risk oluşturan etmenlerin iyi belirlenmesi gerekmektedir. Belirleme işleminden sonra zararlı gazların Alt Patlama Sınır (LEL) değerleri ile İşyeri Maruz Kalma Sınır (WEL) değerleri net olarak oluşturulmalıdır [76].

Hayvan barınaklarındaki veya kümeslerdeki riskin belirlenmesi için iç ortamında bulunan gazlar ve gaz konsantrasyonları belirlenmesi gerekmektedir. Eğer hayvan barınağı veya kümeslerdeki risk belirleme işleminden sonra hayvanların zararlı gazlara Maruz Kalma Sınır (EL) değerleri iyi belirlenmesi gerekmektedir. Sistemin en önemli bölümü haline gelen bu aşama risk değerlendirme olarak özetlenebilir [76].

1. Riski Oluşturan Etmenler (Risk Factors):

Risk tanımlaması genel olarak, Sağlık Emniyet ve Çevre (SEÇ) standartlarında belirtildiği üzere; İnsan, Varlık, Çevre ve İtibar kaybı gibi sonuçların oluşmasına neden olan etmenler risk oluşturan etmenlerdir. Risk değerlendirmesi, bir yapı, tesis, işletme, barınak, kümes veya sürecin (process) yangın /patlama / zehirlenme nedeniyle karşı karşıya bulunduğu veya değişik koşullar altında karşı karşıya gelebileceği kayıpların ve özelliklerinin belirlenmesidir [76].

Pasif ve aktif olmak üzere iki risk değerlendirmesi yapılır [76]:

1.Belirli alan, işletme veya sürecin karşı karşıya olduğu yangın /patlama / zehirlenme gibi tehdit unsurlarını öğrenmek, bilmek ve farkında olmak. Farkındalık (Awareness) hedefi, sonrasında bir eylem içermediğinden, pasif bir nitelik taşır.

2. Belirlenmiş alan, işletme veya sürecin karşı karşıya olduğu yangın /patlama / zehirlenme unsurlarını denetlemek, yönetmek ve istenen düzeye getirerek **risk yönetimi (risk management)** oluşturmak. Risk yönetimi amacı, öğrenmenin sonrasında harekete geçme eylemini de içerdiğinden, aktif bir nitelik taşır. Risk yönetimi için yapılan risk değerlendirmesi sonucunda elde edilen bulgular, güvenlik sistematik analizini, eksik ya da kuvvetlendirilmesi gereken unsurların, hangi ve ne tür bir yaklaşımla (olasılığı

azaltma, etkiyi azaltma, önleme, denetleme, vb.) sağlanacağını belirleme konusunda temel oluşturur [76].

6.9. Risk Değerlendirme Amacı

Zehirlenme, yangın, patlama ve gaz kaçakları gibi tehdit unsurlarını için yapılacak risk değerlendirme çalışmasının amacı ve özellikleri şöyledir [76]:

- Tüm unsurlarıyla birbirine eşdeğer bir güvenlik ve çalışma kalitesi sağlamak
- Alt Patlama Sınır (LEL) değerleri, İşyeri Maruz Kalma Sınır (WEL) ve hayvanların zararlı gazlara karşı Maruz Kalma Sınır değerlerini belirlemek
- Risk sahası içindeki riskli bölgeleri belirlenmek, listelemek ve değerlendirmek
- Zehirlenme, yangın ve gaz algılama sistemlerine kılavuz oluşturmak
- Riski sınıflamak ve geriye dönük bilgi sağlamak
- Ayrıntılı tasarım aşaması için bilgi kaynağı oluşturmak

Risk değerlendirme sonucunda olması istenen istemler [76]:

- Zararlı gazları ve Tehlikeyi Algıla (Detect the Hazard)
- Tespit edilen zararlı gazları ve tehlikeyi merkezi izleme ve bölgesel uyarı ile çalışanları uyar (Alert People)
- Önceden belirlenen ve yapılması istenen eylemleri başlat (Initiate Action)
- Zararlı gazları tahliye et

BÖLÜM 7

ELEKTRONİK BURUN SİSTEMİNDE KALİBRASYON VE ÖLÇÜM

Geliştirilen prototipteki elektronik burun sisteminin doğru ve hassas çalışabilmesi için sensörler ve kontrol devresinin kalibrasyonu yapılmıştır. Ayrıca Hava Emme Ünitesindeki hava nakliye hortumunun uzunluk ayarını yapılarak hassasiyetin artırılması için test ve ölçümler yapılmıştır. Bununla beraber elektronik burun sistem yazılımının donanımla entegrasyonu yapılmış ve yazılım kalibrasyon ayarlamaları yapılmıştır.

7.1. Sensör Kalibrasyonu

Gaz, sıcaklık, basınç, seviye, mesafe, nem, ağırlık gibi bir çok sensör çeşidi bulunur. Gaz sensönlerinin kalibrasyon yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla beraber bazı sensörlerin kalibrasyona ihtiyacı yoktur. Örneğin LM35 gibi yarı iletken devre üreticileri sıcaklık okumada sorunları keşfetmiş ve çözüm üretmişlerdir. LM35 -55 ^{o}C ile 150 ^{o}C arasında ve çıkış geriliminin sıcaklık farkına göre değişmesi prensibine göre çalışmaktadır. Bu sensör 1 ^{o}C değişimin çıkış voltajını 10 mV olarak değiştirmektedir.

7.2. Gaz Sensörlerinin Kalibrasyonu

Her ölçüm cihazı, ölçmeyi hedeflediği madde ile test ve kalibre edilmelidir [146][147][148]. Birçok gaz ölçüm cihazlarında ölçümün yapılması istenen gaz analizi esnasında istenmeyen bazı ölçüm sapmaları oluşabilmektedir. Bu nedenden dolayı cihaz üreticileri son kullanıcılarında aldıkları cihazları sertifikalı gazlarla test etmelerini önermektedir. Eğer cihazlarda halen test ölçümlerinde sapmalar oluyorsa cihazın yeniden kalibrasyon işlemi yapılmasını önermektedirler [146][148].

7.3. Kontrol devresi (pic, plc, miroişlemci vb.) kalibrasyonu

Ölçme hatalarının önemli bir kısmı burada oluşmaktadır. Programlanabilir işlemciye sahip kontrol devrelerindeki analog portlardan veri okunduktan sonra 8, 10,

12, 16 veya 24 bit olarak bellekte saklanmaktadır ve bundan dolayı ölçüm hataları meydana gelmektedir.

Kontrol devresinin kalibrasyonu iki şekilde yapılır.

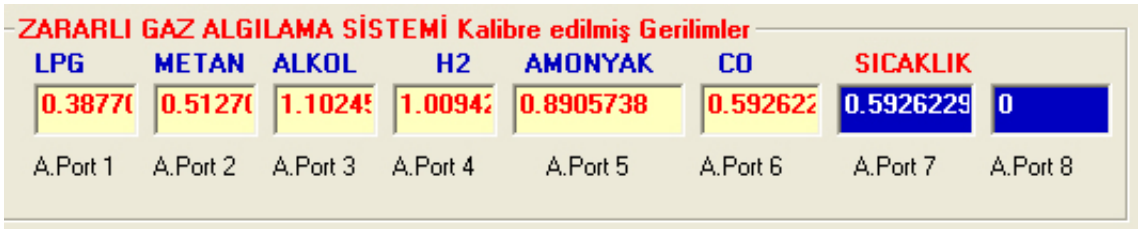
1- Üreticilerden sağlanan bilgiler eşliğinde kalibrasyon
2- Örnekleme metodu ile kalibrasyon.

Gaz sensörü üretici firmalar geliştirdikleri her sensör için teknik veri (data sheet) hazırlamakta ve sensörler ile ilgili önemli bilgiler vermektedir. Prototip olarak geliştirilen elektronik burun sisteminde kullanılan gaz sensörleri maksimum 5 volt gerilimde çalışmaktadır. Ayrıca bu çalışmada eletronik burun sisteminde kullanılan dLAB Kontrol devresi teknik veri kitapçığında analog port girişlerinin 0 ile 5 volt arasındaki gerilimleri okuyacabileceğini ve 5 volt gerilimin 10 bitlik veri olarak saklandığını, 5 volt üstü gerilimlerde ise analog girişlerdeki gerilimin 5 volt olarak okunacağı bildirilmiştir.

Burada en büyük problem gaz sensöründen okunan gerilim değeri ile bilgisayar yazılımı ile analog porttan okunan gerilim değerinin aynı olmamasıdır. Bu durumun olası nedenleri aşağıda açıklanmıştır.

7.4. Problem

Buradaki en önemli problem gaz sensörlerinin bağlı olduğu taşıyıcı karttan okunan gerilim değeri ile bilgisayar yazılımı ile analog porttan okunan gerilim değerinin aynı olmamasıdır.



Şekil 7.1: Analog porttan okunan değerler

Bu durumun 2 nedeni olabilir.

1- Kontrol devresi analog porta gelen gerilim değerlerini 10 bite çevirmesinden dolayı veri kaybı oluşmaktadır.
2- Kabloların ve kontrol devresinin gürültü ve sinyal bozulmalarından dolayı analog girişlerdeki gerilim değerleri değişmektedir.

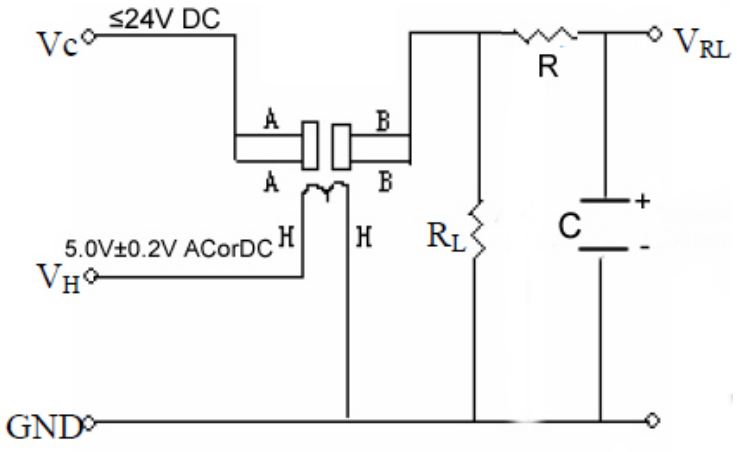
7.4.1. Problem-1

Kontrol devresi analog porta gelen gerilim değerlerini 10 bite çevirmektedir. Kontrol devresi 5 volt gerilimi 10 bite çevrildiğinde (2^{10} bit = 1024). 5 volta karşılık 1024 onluk sayı karşılık gelmektedir.

Kontrol devresinin analog portlarından okunan veriler bilgisayara 10 bite çevrildiğinde 0,1,2, ..., 1023, 1024 olmak üzere onluk sayılar şeklinde gönderilecektir. Bilgisayardan ise en az 5 Volt / 1024 = 0,0048828125 Volt ve katları şeklinde gerilim değerleri okunacaktır. Bu 10 bitlik okuma sırasında veri kayıpları oluşur.
Örneğin 0,0048828125 Volt ile 0.0097656250 Volt gerilim değerleri arasında başka gerilimler olmasına rağmen bu değerler okunanamamaktadır.

7.4.2. Problem-2

Kabloların ve kontrol devresinin gürültü ve sinyal bozulmalarından dolayı analog girişlerdeki gerilim değerlerini değişmesini RC filtreleme ile giderilebilmektedir. Kontrol devresinden gerilim okunan analog portların iç direnci (10 mohm) yüksektir. Filtreleme için analog girişlere seri direnç (R) (bkz. Şekil 7.2) ve Paralel olarak kondansatör (C) (bkz. Şekil 7.2) bağlanmalıdır. Direnç ve kondansatör değerleri yükseldikçe filtre kapasiteside yükselecektir. Fakat sinyal çıkış hızı azalacaktır. Filtreleme işlemi şu şekilde olur. Gaz sensörü taşıyıcı karttan çıkışı (V_{RL}) 5 Voltluk bir gerilim olsun. Çıkışa seri bir direnç ve paralel bir kondansatör bağlansın.



Şekil 7.2: Sensör devresi RC Filtreleme

Seri bağlanan direnç üzerinden geçen akım kondansatörü doldurur. Doldurma işlemi sonlandığında kondansatöre paralel olan analog girişten 5 voltluk gerilim okunur. Ancak dolma işlemi sonlanana kadar gerilim 0 dan 5 volt'a kademeli olarak artar. Analog girişe seri bağlı direnç olmaz ise veya direncin değeri çok az olursa kondansatör hızla dolacaktır ve filtreleme işlemini olmayacaktır. Eğer kondansatör kapasitesi minimum olursa kondansatör hızla dolacak ve filtreleme olmayacaktır. Kondansatör kapasitesi yüksek olduğunda ise çıkıştaki gerilim kademeli 5 volta yükselecektir. Filtreyi artırmak için benzer işlemi yazılım ile yapılmalıdır.

7.5. Sıcaklık Sensörü Kalibrasyonu

Sıcaklık sensörünü filtreleme için sensörün analog bacak girişine seri direnç (R) ve Paralel olarak kondansatör (C) bağlanmalıdır. Sıcaklık sensöründeki filtreyi artırmak için benzer işlemi yazılım ile yapılmalıdır.

BÖLÜM 8

YAPAY ZEKÂ

Yapay zekâ genel olarak insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak ve bilgisayarlara düşünme, anlama, görme, kavrama ve algı gerektiren görevlerin yüklenmesi şeklinde tanımlanır [113]. Yapay zekâ alan olarak insan davranış ve düşüncelerini bilgisayarlara taklit ettirmeyi amaçlamaktadır. İnsanlar önceden elde edilmiş bilgileri silmeye gerek kalmadan yeni bilgiler öğrenebilmekte ve bu elde edilen toplam bilgiden insan beyni bir sonuç bulunabilmekte veya bir karara varabilmektedir. Benzer olarak yapay zekâ bilimi de insanlardaki bilgi işleme sürecini teknolojik olarak bilgisayarlara uyarlamak istemektedir. Yapay zekâ konusundaki ilk çalışma McCulloch ve Pitts [114] tarafından yapılmıştır.

8.1. Zekâ Kavramı

Zekâ sezgi, algılama, karar verme, modelleme, öğrenme ve dil kavramından oluşmaktadır [113].

8.2. Yapay Zekâ Dallarının Sınıflandırması

Yapay zekâ 6 alt kategoride sınıflandırılır. Bunlar

- Robotik Sistemler ve Otomasyon
- Uzman Sistemler
- Yapay Sinir Ağları
- Doğal Dil İşleme
- Konuşma Tanıma
- Konuşma Sentezleme

olarak sınıflandırılır.

BÖLÜM 9

YAPAY SİNİR AĞLARI

İnsanoğlu yaşamı boyunca beyninin öğrenme ve karar verme sistemini modellemeye çalışmışlardır. Yapay sinir ağları (YSA) ile ilgili ilk çalışma 1943 yılında McCulloch ve arkadaşları tarafından başlatılmıştır. Onların yaptığı çalışmada elektronik devre (And, Or, Nand, XOR vb.) elemanlarının çalışmasını basit yapay sinir ağı ile modellemişlerdir [114].

Donald Hebb (1949) yapay sinir ağının çalışma yapısını ve onların nasıl öğrenebildiğini açıklayan bir kitap yayınlamıştır. Bu kitapta yapay sinir ağlarının işleyişi, kullanımı, öğrenme mantığı, hatırlama özellikleri hakkında açıklayıcı bilgiler vermiştir. 1950'li yıllarda ilk bilgisayarların devreye girmesiyle yapay sinir ağlarının öğrenme ve sınıflama kapasitesini arttıran bir çok yöntem geliştirilmiştir. İlk olarak IBM firması, IBM bilgisayar laboratuarlarında basit bir yapay sinir ağı yazılımı yapmaya çalışılmıştır. Laboratuardaki ilk yazılım denemeleri başarısız olmasına karşılık sonraki yazılım denemelerinde başarı sağlanmıştır [115].

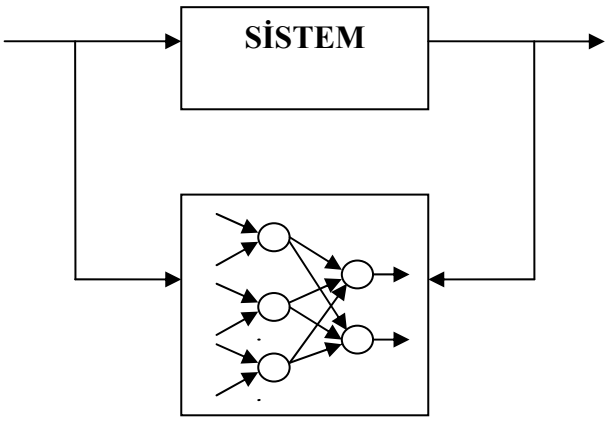
1959 yılında Widrow ve Hoff "Adeline" ve "Madeline" YSA yöntemlerini geliştirmişlerdir. "Madeline" iş hayatındaki problemleri çözüm bulmak için geliştirilmiş ilk YSA modelidir. Bu YSA modeli telefon hatlarındaki ekoları ve parazitlenmeleri engellemek için kullanılmıştır [116].

1982 yılında "Hopfield" tarafından yayınlanan makalesinde YSA modellerin günlük hayatımızda kullandığımız araçlara uygulanabileceğini yazmıştır. 1985 yılında Amerikan Fizik Enstitüsü YSA metodlarının bilgisayarlar üzerindeki uygulamalarını göstermişlerdir [117].

1989 yılında White [118] YSA kullanılan öğrenme algoritmaları ile klasik istatistiksel yöntemlerdeki matematiksel modellerin birbirine benzerlikler gösterdiğini ispatlamıştır. 1994 yılında Cheng ve Titterington yaptığı çalışmalarda istatistiksel olarak YSA'ları incelemişlerdir.

Doğrusal olmayan (non-lineer) eşitsizliklerde Yapay Sinir ağları evrensel bir yaklaşım olmuş ve çok karmaşık doğrusal olmayan yapılarda da çok başarılı bir şekilde kullanmışlardır [118] [119].

İnsan beynindeki sinir hücrelerine benzeyen bir yapıya ve işleyişe sahip olan YSA öğrenme ve sınıflandırma özelliği sayesinde problemleri çözme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca YSA'nın öğrenme ve sınıflama kabiliyeti sayesinde karmaşık sistemlerin modellenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Sistemin bir kısmının bilinmediği veya sistemin matematiksel modelinin çıkarılmasının oldukça güç veya olanaksız olduğu durumlarda, öğretilmek istenen veri setleri YSA ile eğitilerek karmaşık sistemin modellenmesi sağlanmaktadır. Şekil 9.1'de bir sistemin YSA ile modellenme şeması gösterilmiştir [120].



Şekil 9.1. YSA'nın sistem verileri ile eğitilerek sistemin modellenmesi

YSA metodlarının hesaplamaları problemlere bakış açısını değiştirmiştir. YSA, probleme ait eldeki örnek veriler üzerinden eğitilerek öğrenirler. Ayrıca YSA, öğretilen verileri katmanlardaki nöronlar üzerindeki ağırlık değerleri ile ağ üzerine dağıtarak saklarlar.

Her bir nöron ağın her bir işlem birimini temsil eder ve nöronlar birbirleriyle bağlanarak YSA oluştururlar. Ağ üzerindeki her bir nöron basit bir anahtar görevi yapar. Nöronlar bu işlemleri yaparken girişten gelen verileri ağırlandırarak sırasıyla bunları lineer toplar. Bu toplam ağırlıkları daha sonra lineer, nonlineer veya bir eşik fonksiyonda işleyerek çıktı verisi üretir ve bu çıktı verisini diğer nöronlar giriş verisi olarak alırlar [120].

YSA'da öğrenme ve hatırlama olmak üzere hesaplamalar 2 kısımda yapılmaktadır [120].

1. YSA'da Öğrenme: YSA insan beyni gibi örnek verilerle eğitilirler. YSA ne kadar fazla örnek veriyle eğitilirse ilgili problemi çözmede elde edilen sonuçlar o kadar doğru olur. YSA'da iki tür öğrenme yöntemi bulunmaktadır.

A) Denetimli Öğrenme: Probleme ait örnek verilerden hem giriş değerleri hem de çıkış değerleri ağın girişine sunulur. Her iterasyonda örnek veriye ait istenilen çıkış değerleriyle ağın çıkışındaki değeri karşılaştırılarak ağın çıkıştaki hatası bulunur. Bu hata kabul edilebilir bir değere düşene kadar YSA katmanlarındaki nöronlar arasındaki ağırlık değerlerini değiştirerek iterasyona devam edilir. Bazı YSA'larda ise ağın enerjisi ile ağırlık değerleri hesaplanır. Bu enerjiyi en aza düşüren YSA ağırlık kümesi, olması istenen ağırlık kümesi olarak kabul edilir.

B) Denetimsiz Öğrenme: Denetimsiz öğrenme yöntemlerinde YSA'ya sadece girişe örnek veri seti sunulur. YSA'dan bu örnek veri setine uyumlu bir çıkış değeri üretecek şekilde kendisini uygun ağırlıklarla düzenlemesi istenir.

2. YSA'da Hatırlama: Probleme ait örnek verilerden bir kısmı öğrenme geri kalan diğer veriler ise ağı test için kullanılır. Örnek verileri ağa öğretilmesi sonucu elde edilen ağırlık seti kullanılarak ağa test verileri girişe sunulur ve çözüm bulunması istenir.

YSA ileri beslemeli ve geri yayılım YSA olarak iki ana kısma ayrılır. Bunlar:

1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları: Bu tür ağlarda giriş, gizli ve çıkış katmanlı bir yapıya sahiptir. Bu tür ağ yapısında bir önceki katmandaki nöronlar bir sonraki katmandaki nöronları besler. Ağın öğrenme aşamasında girdi örnek verileri ağın giriş katmanına sunulur. Her bir katmandaki nöronlar çıktı verilerini hesaplayarak bir sonraki katmanın girişine gönderir. En ensondaki çıkış katmanındaki nöronlarda hesaplanan çıktı değerleri ile işlemler sonuçlandırılır.

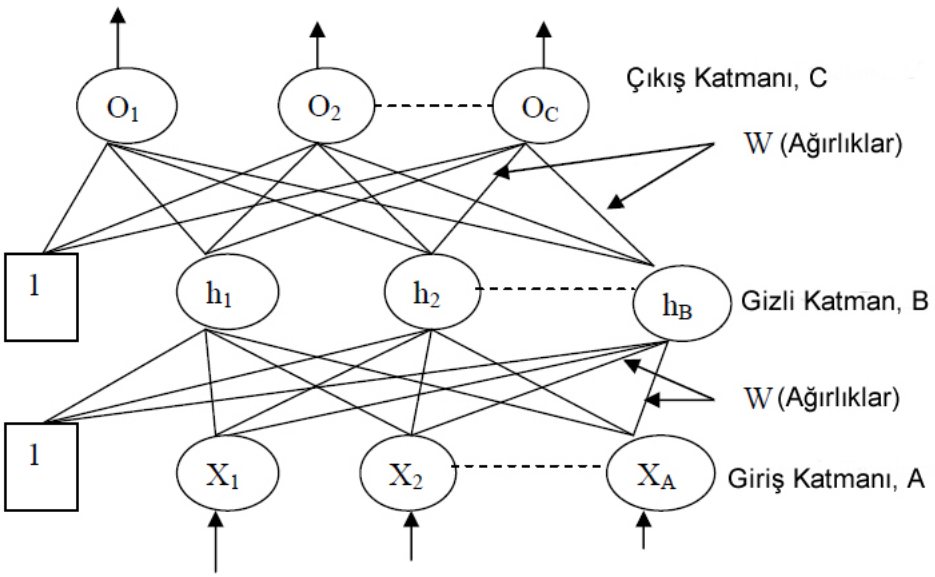
2. Geri Yayılım Yapay Sinir Ağları: Geri yayılımlı ağlarda diğer YSA'ların aksine, her bir katman arasındaki bağlantıya ek olarak katmandaki her bir nöron da birbirleriyle bağlantılıdır. En çok uygulanan Kohonen (1987) geri beslemeli ağlar kendi kendini organize edebilen, kullanımı güç olmasına karşın çok güçlü ve hızlıdırlar. Denetlenmemiş öğrenme yöntemini kullanırlar.

Hopfield ağları (1982) ise ağın enerjisini en aza indirerek minimize eder. Bu Hopfield ağları, ağda oluşan değişiklikleri analiz ederek ağırlıkları yeniden düzenler. Hopfield ağları daha çok optimizasyon problemlerinde kullanılırlar [120].

İleri beslemeli YSA yapıları zararlı gaz ve kokuların tespitinde ve yoğunluğun miktarsal belirlenmesinde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Ancak, hataları dahada en aza indirmek için genellikle geri yayılım ağı algoritması tercih edilmektedir[121].

9.1. Geri Yayılım Ağı Algoritması

Geri yayılım algoritması bir denetimli öğrenme (Supervised Learning) algoritmasıdır. Geri yayılım ağın eğitilmesinde kullanılacak bilgilerden bazıları bağımlı ve diğer kısımları ise bağımsız değişkenleri olmalıdır. Verilerin bir kısmı ağın eğitimi için bir kısmı da eğitilen ağın testi için kullanılır. Test işleminde bağımsız değişkenlerden oluşan veriler sinir ağına girildiğinde elde edilen değerler eldeki bağımlı değişkenlerle yaklaşık aynı değeri veriyorsa ağ doğru eğitilmiş demektir [126] [127].



Şekil 9.2: Geri yayılmalı yapay sinir ağının genel yapısı

Bir geri yayılım YSA en az 3 katmandan oluşur. Bunlar Şekil 9.2 ‘de görüldüğü gibi bir giriş katmanı, gizli ve bir çıkış katmanından oluşur.

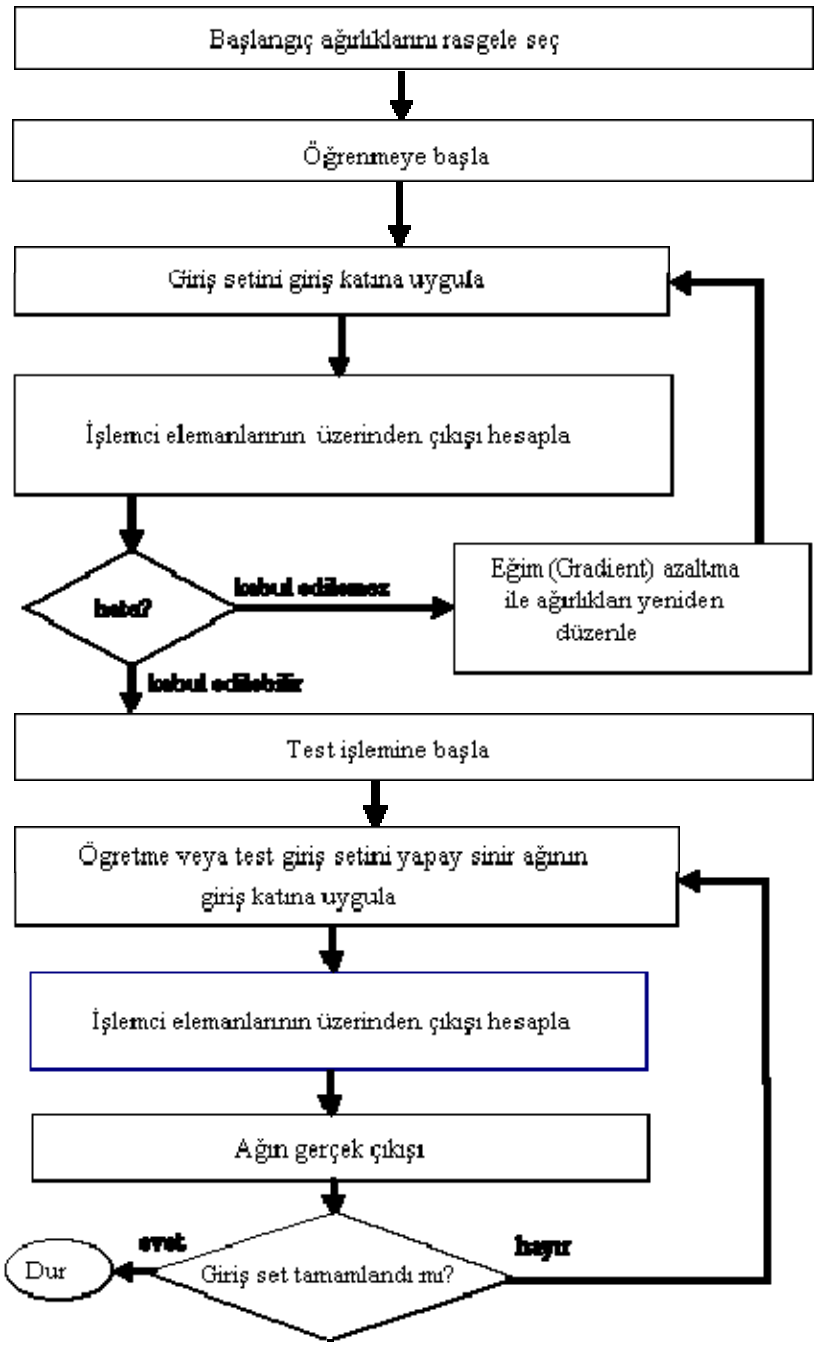
Giriş katmanı, örnek giriş veri setleri ağın girişine sunululur. Bu giriş katmanındaki nöron sayısı bağımsız değişken sayısı kadardır. Giriş katmanındaki her bir

nöron bir veri alır. Bu katmana sunulan örnek veri işlenmeden bir sonraki gizli katmana aktarılır.

Gizli katman giriş katmanındaki her bir nörondan aldığı ağırlıklandırılmış veriyi yeniden ağırlıklandırır ve toplar. Bu toplam ağırlıkları daha önceden belirlenmiş bir eşik fonksiyon ile işleyerek çıkışa iletir.

Girişten aldıkları değerleri yeniden ağırlıklandırır (ağırlıklar ile çarparak) ve toplar. Bu toplam ağırlıkları daha önceden belirlenmiş bir eşik fonksiyon işlenip hesaplanarak YSA ilk çıkış değeri hesaplanır. Bu elde edilen çıkış değeri olması istenen çıkış değeri ile karşılaştırılarak fark bulunur ve mevcut hata hesaplanır. Çıkıştaki toplam hata sıfıra yaklaştırılmaya çalışılır. Hata değeri sıfıra yakın bir seviyeye düşünceye kadar devam eder.

Geri yayılım algoritmasında her yeni iterasyon işlemi, ileri yayılım ve geri yayılım işlemi olmak üzere iki aşama gerçekleştirilir. İleri yayılım aşamasındaki işlemlerde YSA'nın o andaki durumunda YSA'nın giriş katmanına girilen örnek verilere karşı YSA'nın çıkış katmanında oluşan çıkış değerleri bulunur. Geri yayılım aşamasında ise çıkışta olması istenen çıktı değeri ile çıkış katmanında işlenerek elde edilen çıkış değerleri arasında farktan oluşan hataların en az indirilmesi ve ağırlıkların yeniden düzenlenmesi ile yapılmaktadır [128] [120].



Şekil 9.3: Geri yayılım ağı algoritması

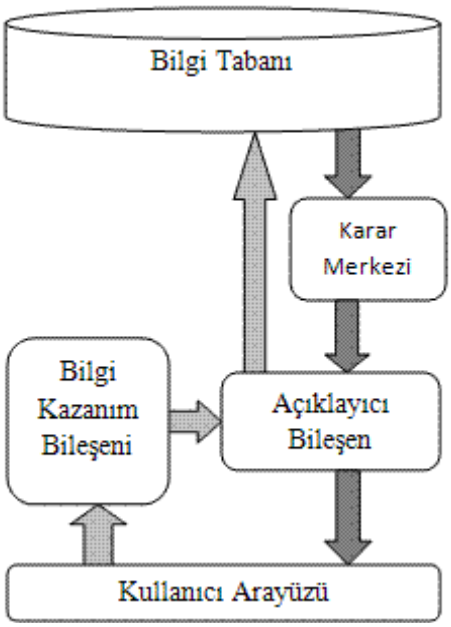
BÖLÜM 10

UZMAN SİSTEM

M.Ö. 3000'lerde Mısır'da Luksor papirusunda belirti, teşhis, tedavi, ve süreç durumlarını eğer o halde kurallarına göre uygulanmıştır. 20. yüzyılda Feigenhaum tarafından 1967 yılında kimyasal bileşiklerin moleküler yapısına karar veren ilk uzman sistem uygulaması gerçekleştirmiştir [129] [130]. Uzman sistemler, bilgi tabanlı sistemler olup, problemleri daha geniş bir perspektiften incelemektedir. Problem çözümünde insan zekâsını taklit etmektedir [131].

10.1. Uzman Sistemlerin Mimari Yapısı

Uzman sistem yapısında 5 bileşen bulunmaktadır [132] [135] (şekil 10.1).



Şekil 10.1: Bir Uzman Sistemin Genel Yapısı

10.1.1. Bilgi Tabanı (Knowledge Base)

Bilgi tabanı işçi bellek ve kurallar editöründe problemlerle ilgili verilerin saklandığı bir yapılarıdır. Bir bilgi tabanında yalnızca problem çözümü için tanımlanmış

alanlar kullanılmalıdır. Yani bir bilgi tabanı çok geniş yapıda değil sadece ilgili probleme ait veri yapısı tutulmalıdır[132] [135].

10.1.2. Karar Merkezi (Inference Engine)

Problemin çözülmesi ile ilgili bilgi tabanında depolanmış verileri arar ve bulunan verilere dayalı olarak karar vermesini sağlar [132] [135].

10.1.3. Bilgi Kazanım Bileşeni (Knowledge Acquisition Facility)

Probleme ait çözüm için uzmanlardan bilgi almayı talep eden bileşendir. Bilgi ve veri tedarik işlemi bir uzman sistem için zaman alıcı bir süreçtir [132] [135].

10.1.4. Açıklayıcı Bileşen (Explanation Facility)

Problem çözümü ile ilgili kullanıcıya anlaşılabilir bilgiyi veren bileşendir. Yani bilgi tabanında kayıtlı ve sistemin kendisinin anlayacağı şekildeki bilgiyi kullanıcının anlayabileceği şekle çeviren, yine aynı şekilde kullanıcıdan aldığı bilgiyi sistemin anlayacağı forma çeviren bileşendir. Bu bileşen tasarlanırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta kullanıcıya anlayabileceği şekillerde açıklayıcı bilgi verilmesi gerekmektedir [132] [134] [135].

10.1.5. Kullanıcı Arayüzü (User Interface)

Kullanıcı arayüzü, uzman sistem ile kullanıcı arasında bağlantı kuran ve bilgileri kullanıcının anlayabileceği formatta çeviren bölümdür. [132] [134] [135]..

10.2. Uzman Sistemlerin Sınıflandırılması

Uzman sistemler bağımsız ve sıralı yapı olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır [133] [134].

10.2.1. Bağımsız (Stand Alone) Uzman Sistemler

Bağımsız bir uzman sistem problemle ilgili verileri kullanarak daha basit bir modelleme ile çözer. Bağımsız yapı yöneylem araştırması (Operational Research) metodunu kullanmaz. Bağımsız yaklaşım verilen problemi modelleme veya sezgisel bir algoritmayla çözme üzerine kuruludur. Günümüzde bir çok uzman sistem bağımsız yaklaşım yöntemini kullanmaktadır [133] [134].

10.2.2. Sıralı Uzman Sistemler

Bağımsız uzman sistemin aksine sıralı uzman sistemler problem çözmek için yöneylem araştırma metodu ile uzman sistem yaklaşımını beraber kullanırlar. Uzman sistemin algoritmaları ve modellerin bulunduğu bir veritabanına bağlı olduğu düşünülebilir. Ardışık uzman sistemler ile problemi çözerken verilen problem için uygun bir model seçilir veya oluşturulur. Modeli çözmek için modellerin bulunduğu bilgi tabanından modele uygun bir sezgisel algoritma seçilir. Seçilen algoritmanın probleme uyarlanmasıyla problem çözülür.

Ardışık uzman sistemler de kendi içerisinde 3 gruba ayrılır [133] [134].

10.2.2.1. Veri Değiştirmeli (Data Modifying) Uzman Sistem

Bu uzman sistem problemin çözümüne yönelik bir model seçip model tarafından probleme ait verileri yeniden düzenler. Daha sonra bilgi tabanındaki verileri azaltır veya arttırır [134].

10.2.2.2. Model Tabanlı (Model Based) Uzman Sistemler

Problemin çözümü için uygun bir model ve algoritma tasarlanarak sorun çözülür [134].

10.2.2.3. Model Değiştiren (Model Modifying) Uzman Sistem

Bu tür uzman sistemlerde problem için seçilen modelden iyi sonuç alınmıyorsa uzman tarafından yeni bir model seçilir. Yeni seçilen model probleme tekrar uyarlanır 134].

10.3. Uzman Sistem Fonksiyonları

Bir uzman sistemin tek başına yeterli gelmediği durumlarda bazı fonksiyonlarla desteklenmelidir. Uzman sistemde bulunması gereken bazı fonksiyonlar vardır. Bu fonksiyonlar problem çözme ve kullanıcı arayüzey olarak adlandırılabilir [134] [135].

10.3.1. Problem Çözme Fonksiyonu

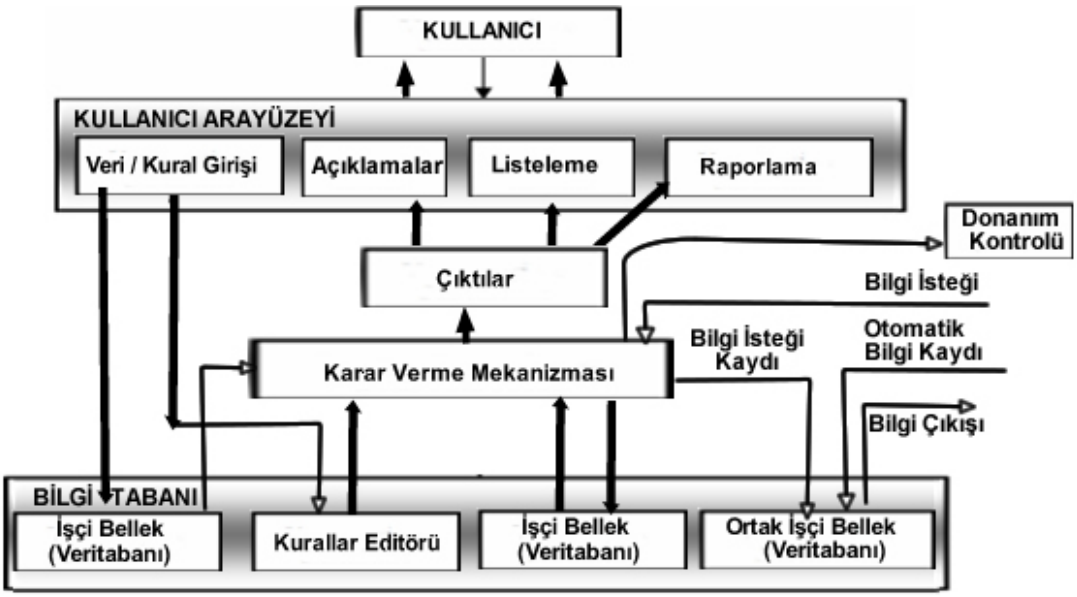
Bu fonksiyon bir belirsizlik veya bir konuda kesin hükme varılamaması durumunda çözümü tahmin etmeden daha çok, değişik modelleri probleme uyarlayabilme yeteneğine sahip olmalıdır [134] [135].

10.3.2.Kullanıcı Arayüzey Fonksiyonu

Bu fonksiyon kullanıcıdan alınan bilgiyi işleyip daha sonra bunu kullanıcıya geri gönderme yeteneğine sahip olmalıdır. Ayrıca açıklamalar kısa ve anlaşılır olmalıdır [134] [135].

10.4. Gelişmiş Uzman Sistemler

Bu gelişmiş uzman sistemlerde belirli bir algoritma yoktur. Her zaman bilgi ve veriye dayalı işlemler yapılır. Ayrıca kurallar editörü ile işçi bellekten yararlanılır. Bilgi tabanındaki işçi bellekteki veriler ile kurallar editöründe kayıtlı mantıksal karşılaştırmalar veya algoritmalar karar verme mekanizmasına aktarılır. Burada bilgi arama gerçekleştikten sonra elde edilen bilgiler karar verme mekanizmasında irdelendikten sonra sonuca varır ve çıktılar üretir. Çıktılar açıklama, listeleme ve raporlar şeklinde olabilir. Bu çıktılar kullanıcı arayüzeyi aracılığı ile kullanıcını anlayacağı formatta gösterilir. Bu uzman sistem doğru bir modelleme ile tasarlanırsa kendini geliştirebilir ve öğrenme yeteneği kazandırılabilir. Gelişmiş uzman sistemlerin en önemli özelliği kendi kendine karar verip kontrol edebilmesidir.



Şekil 10.2: Gelişmiş Uzman Sistemin Detaylı Yapısı

Gelişmiş Uzman Sistemin Temel Yapısı aşağıda belirtilmiştir.

- Bilgi Tabanı
- Karar Verme Mekanizması

- Çıktılar (Açıklama, Listeleme, Raporlama vb.)
- Kullanıcı Arayüzeyi
- Kullanıcılar

10.4.1. Bilgi Tabanı

Bilgi tabanında 2 bileşen bulunmaktadır.

- Kurallar Belleği (Kural Editörü)
- İşçi Bellek

10.4.1.1. Kurallar Belleği (Kurallar Editörü)

Uzman sistemin bir karar verebilmesi için bilgi tabanından problemin çözüme ait veriyi kullandığı ve veriyı çağırdığı bölüme "kurallar belleği veya kurallar editörü" denir [134] [135].

Genel olarak kurallar belleği 2 yapıdan oluşur. Birinci yapı algoritmalardır. Örneğin sıralama algoritması, YSA algoritmaları gibi.

İkinci yapı ise mantıksal işlemlerdir. Örnek olarak eğer komutu ile başlayan ve/veya ile şart koşullarını belirten bir yapıdır. Bir diğer mantıksal işlem yapısı ise çıkarımdır. Çıkarım yapısı, o halde koşullarıyla başlayan kuralların meydana getirdiği mantıksal yapıdır. Bu çıkarımda önemli olan verilerin değişken veya sabit birtakım belirleyici özelliklere sahip olması gereklidir. Hafızaya kaydedilen her verinin tanımlayıcı bir özelliği bulunması gerekir.

10.4.2. İşçi Bellek

Bilgi tabanlarında veritabanı olarak da isimlendirilmektedir. İşçi Bellek uzman sistemin tasarımından bitişine kadar süreçte ve işleyiş sırasında bütün verileri bellekte tutabilir. İşçi bellek güncellemekte olan ve yeni eklenen verileride depolamaktadır. İşçi bellek bu şekilde dinamik veritabanı oluşturmaktadır. Bir uzman sistemde birden fazla işçi bellek ve başka sistemlerle ortaklaşa kullanılan ortak işçi bellek olabilir [134] [135].

10.4.3. Karar Verme (Sonuç Verme) Mekanizması

Uzman Sistemin çalışma süresince toplanan verilerden yeni veriler edinmek ve hedeflenen sonuçlara gitmek için karar verme mekanizmasını kullanmaktadır. Burada

tümden gelim, deneysel, benzerlik, genelden özele ve özelden genele vb. gibi karar verme yöntemleri kullanılmaktadır [134] [135].

10.4.3.1. Çıkarım Bileşeni

Bu çıkarım bileşeni mantıksal komut ve kuralları uygular. Örneğin A ve B bir zararlı gaz olsun. Eğer A Metan Gazı ise O halde B gibi zehirli gazdır şeklinde bir çıkarım kuralı varsa bu tür problemler veya sorgular insanlar tarafından kolay anlaşılmakta iken, uzman sistem açısından yâda bir bilgisayar yazılımı açısından bakıldığında anlaşılması ve çözülmesi hiçte kolay değildir. Bu durumlarda çıkarım bileşeni devreye girer. Bu bileşen hangi durumlarda hangi kontrolün yapılacağını ve hangi yolla sonuca varılacağı tespit eder [134] [135].

10.4.3.2. Yönetici Bileşeni

Bu bileşen şeçilen kontroller ve algoritmaların hangi sıra ile yapılacağına karar verir ve iİlerleyen safhalarda ortaya çıkacak sonuçlara göre kendine bir yol çizerek plan yapar. Bu bileşenin teorik olarak karşılaştırma, seçme, yürütme ve eylem gibi 4 görevi bulunmaktadır. Yönetici bileşenleri daha önceden belirlenen sıklıkla çalışır ve koşulları denetler [134] [135].

10.4.2.3. Çıktılar

Bir uzman sistem karar verme mekanizması ile bir sonuca ulaşarak çıktılar üretir. Uzman sistemde sayısal işlemlerin sonuçları çıktıda net olarak belirtilmiş olması gerekmektedir. Ayrıca çıktıların “Neden”, “Nasıl”, “Niçin” gibi mantıksal sorulara da net cevaplar vermesi beklenir [134] [135].

10.4.2.4. Arama Yöntemleri

Aranacak bilginin bilgi tabanındaki işçi bellek ve kurallar editöründen çağrılması esnasında bilginin karar verme mekanizması ile sürekli iletişimde olması sistemi yavaşlatır. Yavaşlamayı engellemek için hızlı bir sorgulama dili seçilmesidir. Ayrıca veri aramada bir takım kısıtlamalar ve seçenekli koşullar ile arama işlemi sınırlandırılabilir. Bu şekilde yapılan aramalarda sistemin çalışması hızlanır ve arama işlem süresi kısaltılmış olunur [134] [135].

10.5. Uzman Sistem Çeşitleri

Uzman sistemler dört temel yapıdadır [134] [135].

- Bulanık uzman sistemler
- Yapay Sinir Ağları
- Genetik Algoritmalar
- Melez Sistemler ve Programlama

10.6. Uzman Sistemlerin Uygulama Alanları

Uzman sistemler günümüzde uzmana ihtiyaç olan her alanda kendine yer edinmiştir. Birçok dalda birden fazla uzman sistem ortaya çıkmıştır. Dikkat edilirse hepsi çok dar kapsamlı yani daha önce de belirtildiği gibi özel alanlarda uzmanlık yapabilmek için oluşturulmuştur.

Bilgisayar Uygulamaları

BDS: Anahtarlamalı ağlarda sorunlu kısımların tespitini yapar.

TIMM: DEC bilgisayar sistemleri izlenmesi

YES/MVS: IBM MVS işletim sistemini izler ve yönetir.

XCON: DEC bilgisayar sistemleri yönetimi

Mühendislik Uygulamaları

REACTOR: Reaktör kazalarının tespiti ve çözümünde kullanılır.

DELTA: GE lokomotifleri için sorun tespiti ve çözümü sağlar.

STEAMER: Hidroelektrik santralleri işletir.

Jeoloji Uygulamaları

DIPMETER: Dipmeter kayıtlarını yorumlar

LITHO: Petrol kuyuları kayıtlarını yorumlar

MUD: Sondaj problemlerinin tespiti ve çözümü yapılır.

PROSPECTOR: Mineraller için jeolojik bilgileri yorumlar.

Kimya Uygulamaları

CRYSALIS: Proteinlerin 3-boyutlu yapısını açıklar.

DENDRAL: Moleküler yapıyı açıklar.

CLONER: Yeni biyolojik moleküller tasarlar.

MOLGEN: Gen klonlama deneyleri tasarlar.

SECS: Kompleks organik moleküller tasarlar.

SPEX: Moleküler biyoloji deneyleri tasarlar.

Elektronik Uygulamaları

ACE: Telefon şebekesi hatalarını tespit eder.

IN-ATE: Osiloskop hatalarını tespit eder.

NDS: Ulusal haberleşme ağı hatalarını tespit eder.

EURISKO: 3-boyutlu mikro elektronik tasarımı yapar.

PALLADIO: Yeni VLSI devrelerinin tasarımı ve testi yapar.

REDESIGN: Sayısal devreleri yeniden tasarlar.

Tıp Uygulamaları

PUFF: Akciğer hastalıkları teşhisi yapar.

VM: Yoğun bakım hastalarını izler.

ABEL: Asit-Baz/Elektrolit teşhisi yapar.

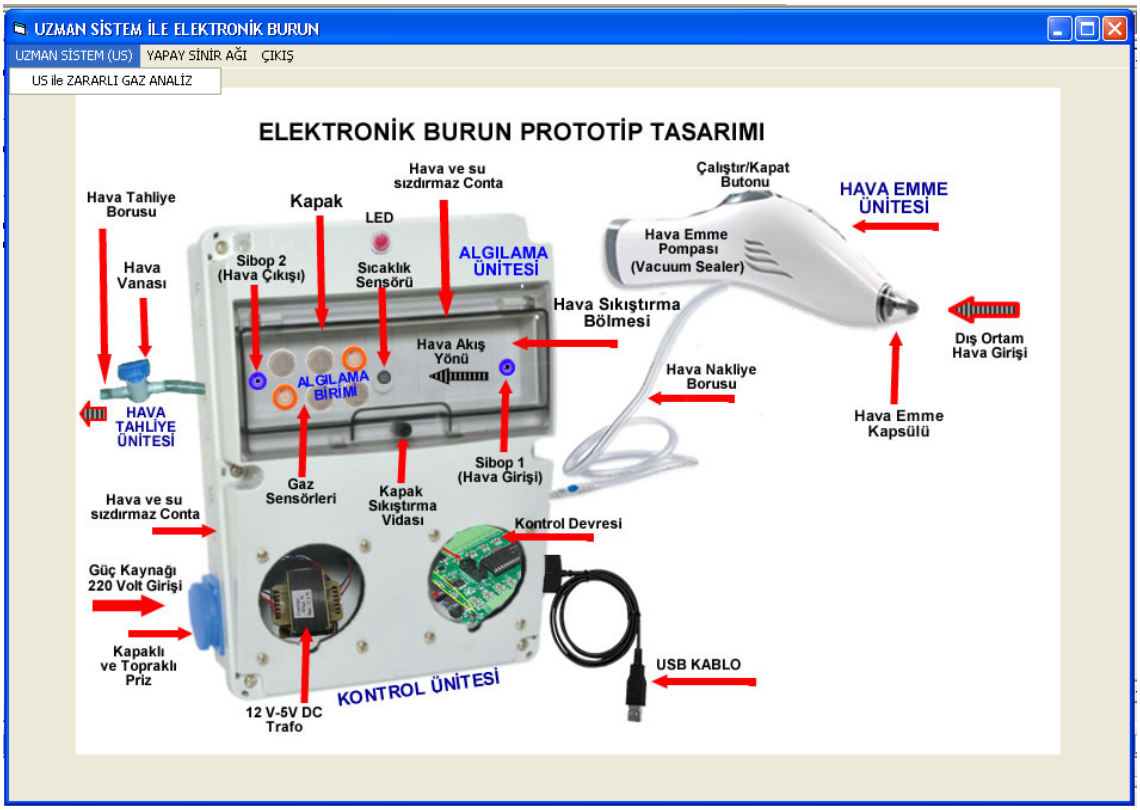
AI/COAG: Kan hastalıklar teşhisi yapar.

ONCOCIN: Kemoterapi hastalarının teşhis ve tedavisini yapar.

MYCIN: Bakteriyel enfeksiyonların teşhis ve tedavisini yapar.

BÖLÜM 11

ELEKTRONİK BURUN SİSTEMİNİN UZMAN SİSTEM İLE TASARIMI



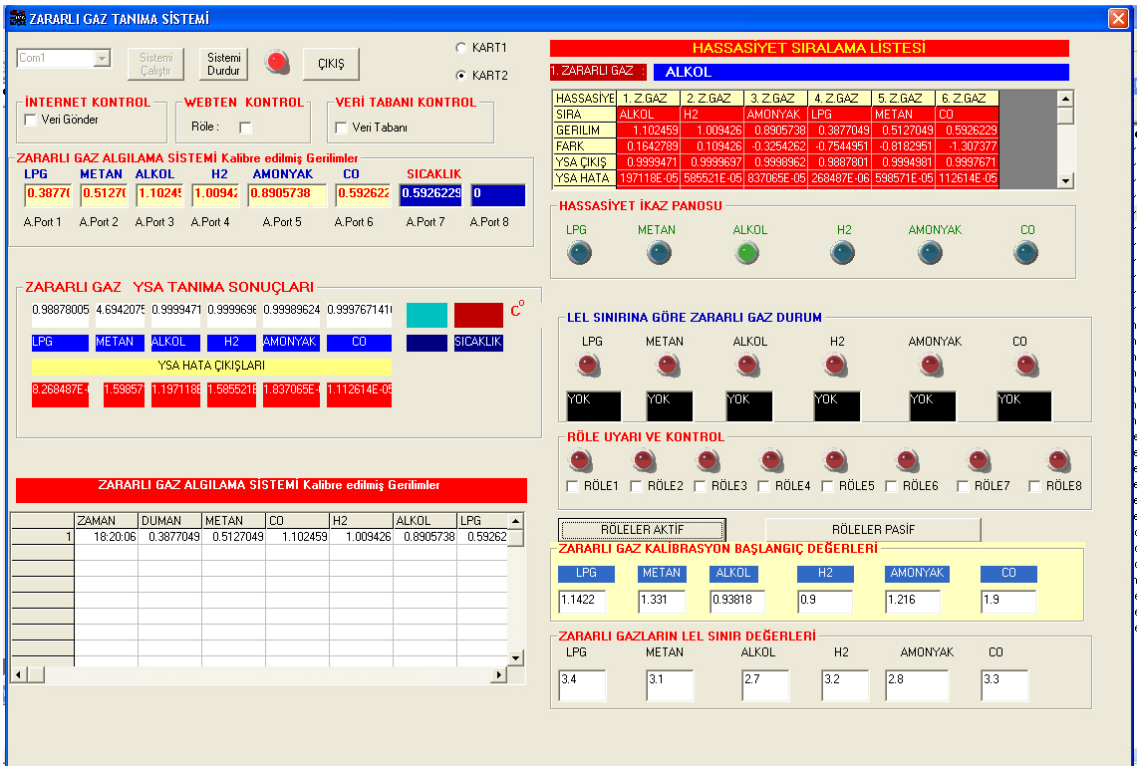
Şekil 11.1: Uzman Sistem ile Elektronik Burun Yazılımı Anamenü Girişi

Çalışmanın 5. bölümde geliştirilen Elektronik burun prototipi ve bu prototipin 6. bölümde belirlenmiş kalibrasyon işlemi bittikten sonra Elektronik burunun sisteminin uzman sistem ile tasarımına ve yazılım aşamasına geçilmiştir. Şekil 11.1' de görüldüğü gibi Uzman Sistem ile Elektronik Burun yazılımı anamenüsü Uzman Sistem ve Yapay Sinir Ağı olarak 2 kısımdan oluşturulmuştur. Ayrıca yazılım geliştirme aşamaları 2 kısımda yapılmıştır.

1- Uzman sistem ile zararlı kokuları algılayan elektronik burun sistemi tasarımı ve yazılımı
2- Uzman sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı ve yazılımı

11.1. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayan Elektronik Burun Sistemi Yazılımı

Uzman sistem ile zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun Sistem Yazılımının geliştirilebilmesi için 3 modül tasarlanmıştır.



Şekil 11.2: Uzman sistem ile tasarlanmış Zararlı Gaz Analiz yazılımı ekran çıktısı

11.1.1. Tasarlanan Modüller

11.1.1.1. Modül-1

Bu modülde zararlı gazlara ait LEL sınır değerlerin Yapay Sinir Ağı (YSA) geri yayılım algoritması ile öğretilmesi ve YSA öğretme sonucunda elde edilen ağırlık matrisleri ysa_agirlik ile çıkışlardaki toplam hataların ysa_hata adlı veritabanı tablolarına kaydedilmesi sağlanmıştır.

11.1.1.2. Modül-2

ysa_hata ve ysa_agirlik veritabanı tablolarından yararlanarak YSA ile öğretilmiş zararlı gaz LEL sınır değer gerilim değerlerlerinin Uzman Sistem ile test edilmesi

11.1.1.3. Modül-3

Bu modülde ise algılama birimi tarafından analiz edilen gazların YSA çıkış değerlerine bakmadan Uzman Sistem ile bilgi tabanındaki kalibre_table'daki kalibrasyon değerlerini alarak ve hassasiyet sıralama algoritmasını kullanılarak zararlı gazların hassasiyet sıralaması yapması sağlanmıştır.

11.1.2. Elektronik Burun Sisteminin İşleyiş Akışı

1. Analiz edilecek ortamdaki hava karışımı Elektronik Burun'nun hava emme ünitesi ile emilir
2. Emilen hava, hava sıkıştırma ünitesinde sıkıştırılır
3. Algılama birimindeki gaz sensörü ile sıkıştırılmış hava karışımı analiz edilir. Etkilenen gaz sensörlerinde analog elektriksel sinyal değişimleri olur.
4. Zararlı kokuları algılayan gaz sensörleri sensör taşıyıcı kart aracılığı ile kontrol devresine bağlı olduğu porta sinyali iletir.
5. Kontrol devresindeki yazılım aracılığı ile analog porta gelen sinyaller okunur ve okunan veriler kontrol devresinin belleğinde 10 bit olarak saklanır.
6. Kontrol devresinin analog portlarından okunup bellekte saklanan veriler kontrol devresinin RS232 seri port çıkışından USB dönüştürücüye gönderilir.
7. USB dönüştürücü ile bilgisayarın USB portuna arasına takılan USB kablo aracılığıyla kontrol devresinden gönderilen analog sinyaller bilgisayarın COM (seri) portundan Visual Basic [139] yazılımı ile okunur
8. VBasic ile okunan analog sinyaller Yapay Sinir Ağı (YSA) geri yayılım algoritması girişlerine girilerek, YSA çıktıları üretilir. LEL sınırı ve üzerinde olanları 1'e yakın, olmayanları ise 0 değeri verilerek belirlenir ve veritabanına kaydedilir. Ayrıca bilgiler bellek değişkenlerine aktarılır.
9. Uzman Sistem ile zararlı gazların YSA çıkış değerleri, YSA öğretme sonucunda çıkışlardaki toplam hataların veritabanına kaydedilmiş ysa_hata tablosundaki kontrol edilir ve bütün zararlı gazların gerilim değerleri ekranda gösterilir
10. Uzman Sistem ile karar verme mekanizması tarafından kontrol edilen YSA çıkışlarından LEL sınır değerleri ve üzerinde olan gazlar için uyarı ikaz ışığı yakılır, LEL sınırı altında olan gazların uyarı ikaz ışığı söndürülür

11. Algılama birimi tarafından analiz edilen gazların YSA çıkış değerlerine bakmadan Uzman Sistem ile bilgi tabanındaki kalibre_table'daki kalibrasyon değerlerini alarak ve hassasiyet sıralama algoritmasını kullanılarak zararlı gazların hassasiyet sıralaması yapılır ve ekranda hassasiyet sıralama listesi gösterilir
12. Zararlı gaz hassasiyet sıralaması başındaki ilk zararlı gazın uyarı ikaz ışığı yanar, diğerlerinin uyarı ikaz ışıkları söndürülür
13. Uzman Sistem ile röle seçimi ve röle ikaz lambaları kontrol edilir. Eğer kullanıcı tarafından röle(r) aktif edilirse aktif edilen rölelerin ikaz durum ışıkları yakılır

11.1.3. Elektronik Burun İçin Tasarlanmış İlişkisel Veritabanı

Uzman sistem ile Elektronik Burun Sistem Yazılımının geliştirilebilmesi için Microsoft Access veritabanı [138] kullanılmıştır. Access bir **veritabanı yönetim yazılımıdır.**

Veritabanı, bir problemle ilgili birçok verinin depolandığı bir veri tabanıdır. Veritabanı programları, veritabanı denilen bilgi havuzunu oluşturmak ve veritabanından istenilen bilgiyi istenildiği şekilde alıp kullanabilmeyi sağlar. Genel yapıdaki veritabanları en küçük veri yapısına ulaşmayı sağlayan kolon ve satırlardan meydana gelmiş tablolar setidir. Her kolon değişkenleri, satır ise verileri veya kayıtları temsil eder. Bu kolon ve satırdan oluşan yapının hepsine birden tablo denir.

Veritabanında **Tablolar, Sorgular, Formlar** ve **Raporlama** bölümleri bulunmaktadır [138].

11.1.3.1. Veritabanlarında kullanılan anahtarlar

Anahtar (Key) bir veya birden fazla kolonun indekslenmesi ve sorgulama diliyle kolayca erişilmesi için oluşturulan yapılardır. Primary Key, Unique Key ve Foreign Key olmak üzere 3 çeşit anahtar vardır [138].

11.1.3.1.1. Birincil Anahtar(Primary Key)

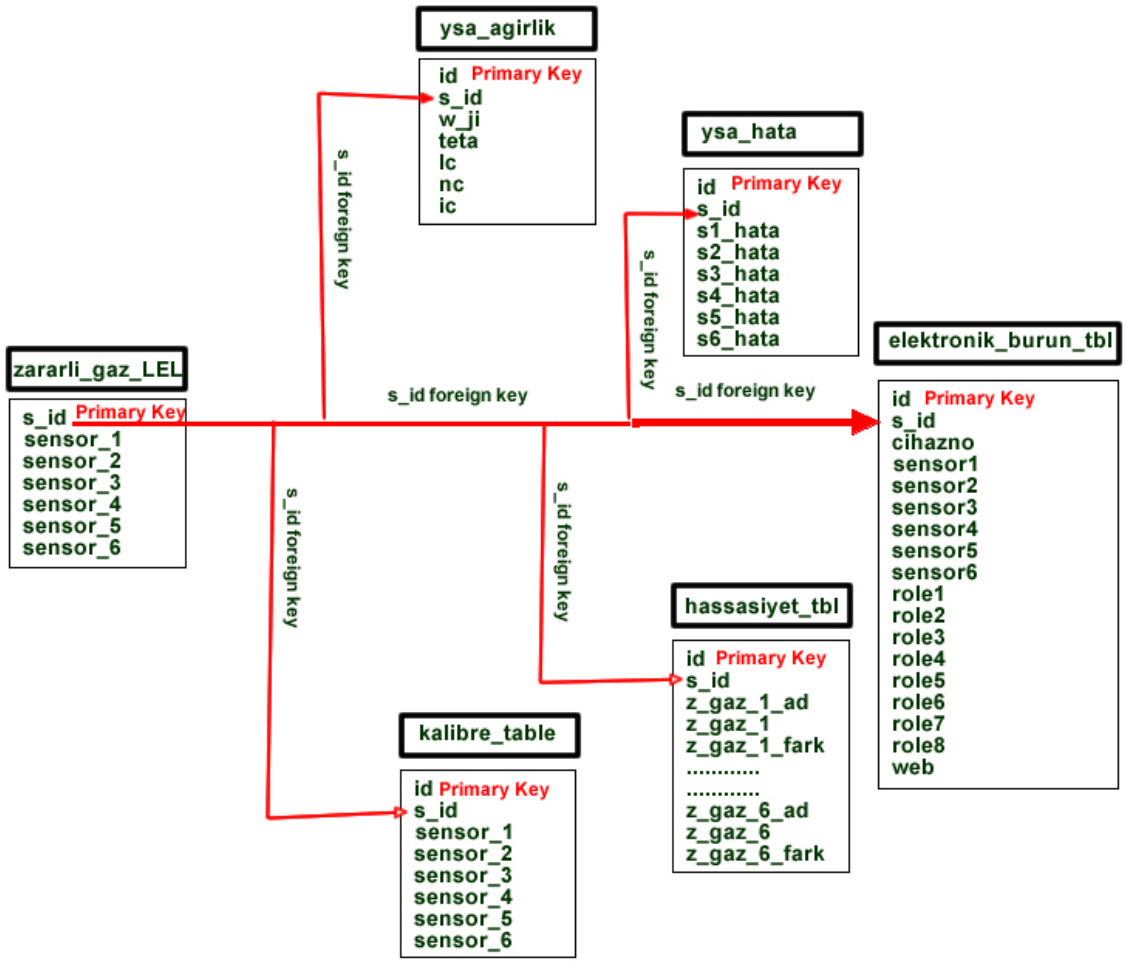
Üzerinde işlem yapılan tabloya ait kayıtları benzersiz olarak tanımlayan alanlardır [138].

11.1.3.1.2. Unique Key (Tekil Anahtar):

Unique Key olarak tanımlanan kolona aynı veriden yanlız bir tanesi bir kere girilebilir. Bir başka satıra aynı verinin girilmesine izin verilmez. Primary Key 'den farklı olarak Unique Key, NULL (boşluk) değerini alabilir [138].

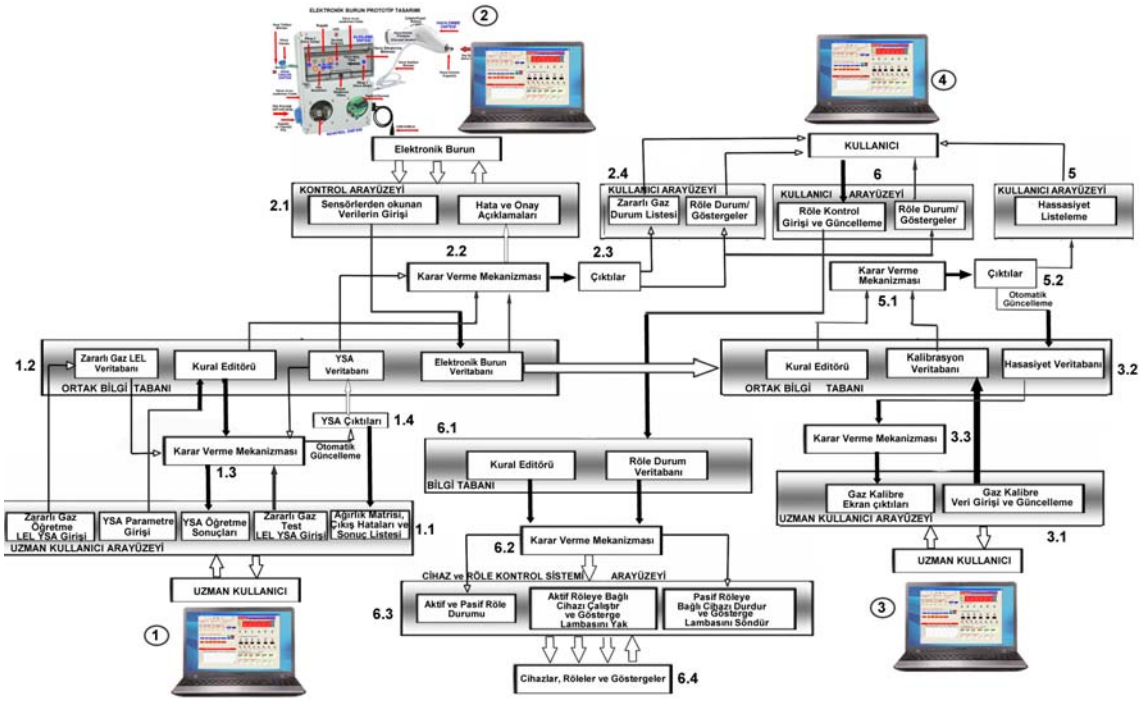
11.1.3.1.3. Yabancı (Dış) Anahtarlar (Foreign Keys)

Bağımsız veritabanı tabloları arasında içerisindeki verilerin birbirleri ile iletişim kurabilmeleri amacıyla kullanılan benzersiz (unique) olması gerekmeyen alanlardır. Bağımsız tablolarda bu şekilde organize edilmiş veriye **"ilişkisel (Relational)"** bu veriyi içeren veritabanına ise **"ilişkisel veritabanı"** ismi verilir. Veritabanlarındaki verinin okunması ve yönetilmesi için kullanılan ortak sorgulama diline **Yapısal Sorgulama Dili (Structured Query Language (SQL))** denir [138].



Şekil 11.3: Elektronik Burun için tasarlanmış İlişkisel veritabanındaki tablolar arasındaki bağlantı şeması

11.1.4. Zararlı Kokuları Algılayan Elektronik Burun Sistem Tasarımında Kullanılan Uzman Sistemler



Şekil 11.4: Uzman sistem ile tasarlanmış elektronik burun sistemi

Elektronik burun tasarımı 5 uzman sisteminin birleşiminden oluşmaktadır. Bu sistemde 1 kullanıcı, 2 uzman kullanıcı, elektronik burun kontrol cihazı, röleler ve rölelere bağlı cihazlar bulunmaktadır.

11.1.4.1. Yapay Sinir Ağı Modülü Tasarımı

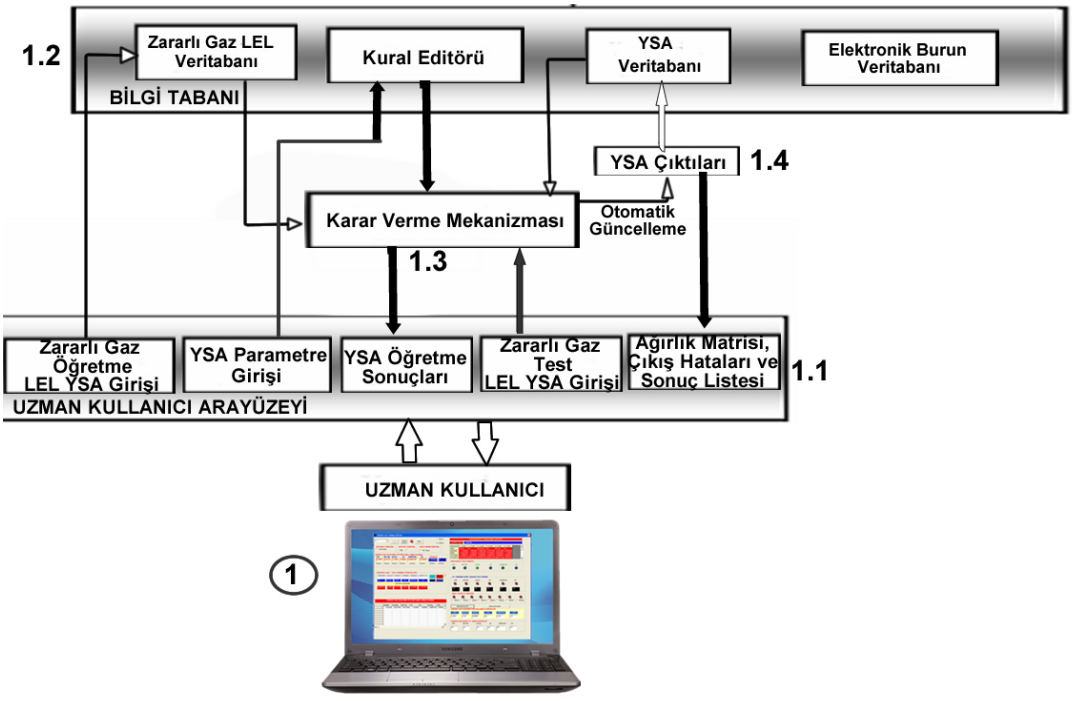
Yapay Sinir Ağı modülü tasarımında Bölüm 9.1'deki Geri Yayılım Ağı Algoritması ve öğretme için Şekil 9.3'de gösterilen Geri yayılım ağı algoritması kullanılmıştır. Şekil 11.5 de gösterilen Uzman Sistem tasarlanmıştır. Bu uzman sistem içinde yapay sinir ağı öğretme modülü uzman kullanıcı tarafından çalıştırılmaktadır. Uzman kullanıcı bağımsız olarak modülü çalıştırabilmektedir. Uzman kullanıcı Şekil 11.11'de görülen geri yayılım algoritması öğretme işlemi için başlangıç parametre değerlerini değiştirme ve öğretme işlemini başlatma yetkisine sahiptir. Elektronik burun için tasarlanmış ve zararlı gazların LEL değerlerini Yapay Sinir Ağı ile öğretme modülünde uzman sistem kullanılmamıştır. YSA'da öğretme işlemi tamamlandıktan

sonra YSA öğrenimi test eden modülün tasarımı ve yazılımında uzman sistem kullanılmış ve Şekil 11.11'de gösterilmiştir.

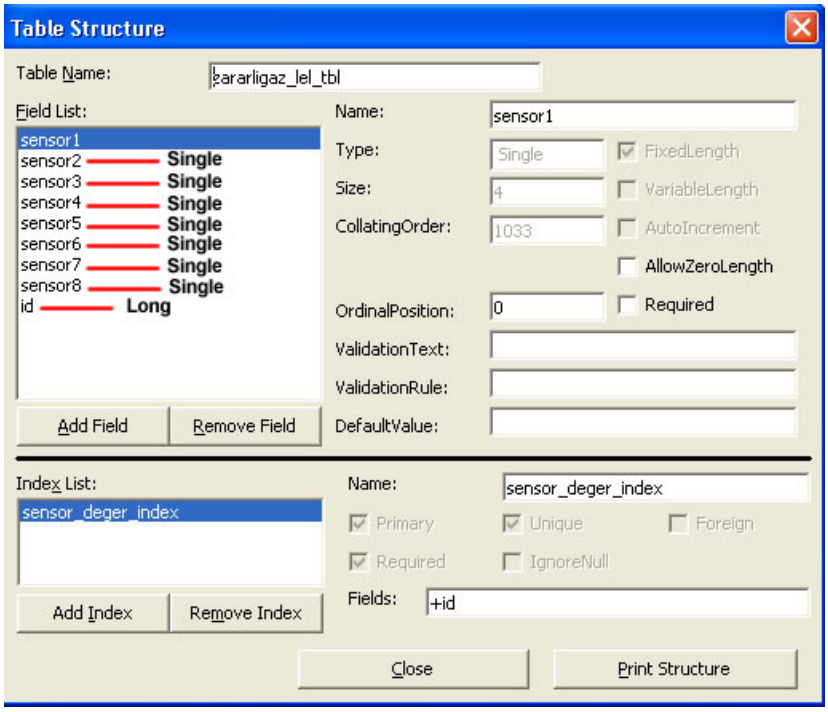
11.1.4.1. 1. YSA Öğretme Modülü Tasarımı

YSA öğretme modülü tasarımında Bölüm 9.1'deki Geri Yayılım Ağı ve öğretme için Şekil 9.3'de gösterilen geri yayılım ağı algoritmasının programı yazılmıştır. Zararlı gazların LEL değerlerini öğreten YSA geri yayılım algoritması programı Visual Basic'te [139] yazılmıştır. Parametreler, ağırlık ve çıkıştaki toplam hata değerleri Access veri tabanındaki tablolara kaydedilmektedir. YSA geri yayılım algoritması programı için Bilgi tabanındaki işçi bellek olarak sensor_db.mdb Access veritabanı [138] oluşturulmuştur. Ayrıca sensor_db.mdb Access veritabanı içinde zararligaz_lel_tbl, ysa_agirlik, ysa_hata tabloları oluşturulmuştur.

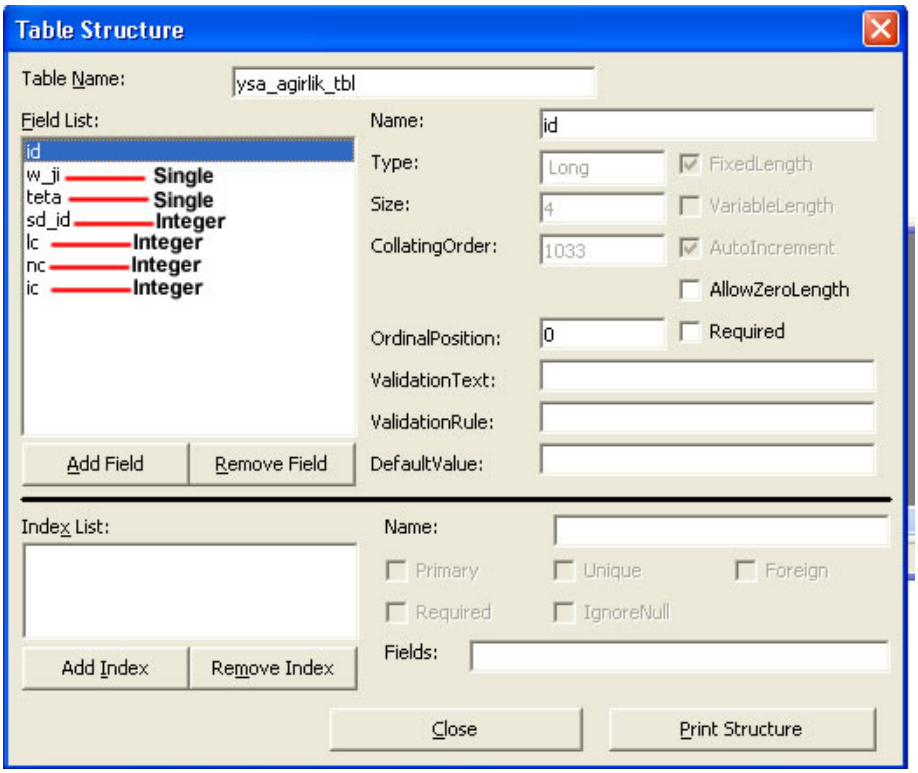
Zararligaz_lel_tbl tablosunda zararlı gazların LEL değerleri saklanmaktadır. Ysa_agirlik tablosunda yapay sinir ağında öğretme sonucunda elde edilmiş ağırlık matrisi değerleri kayıt edilmiştir. Ysa_hata tablosunda ise yapay sinir ağında öğretme işlemi bittiğinde YSA çıkış değeri ile olması istenilen çıkış değeri arasında faklar kayıt edilir. LEL sınır değeri üzerinde çıkış olduğunda sistem uyarı vermektedir.



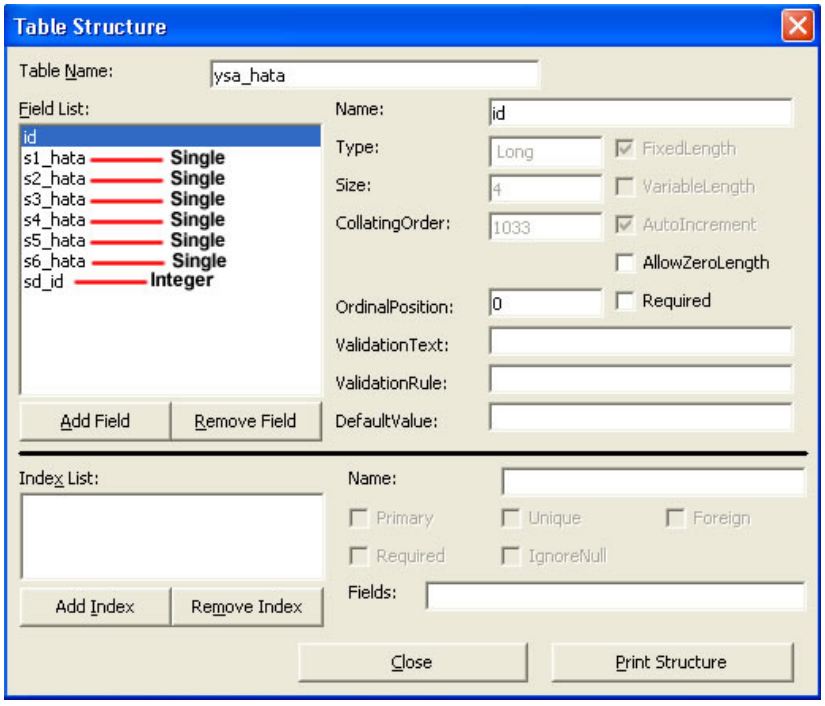
Şekil 11.5: Yapay Sinir Ağı yazılımındaki Öğretme ve Test işleminin uzman sistem ile gösterimi



Şekil 11.6: Zararlı gaz LEL sınır değerlerin kaydedildiği zararlıgaz_lel_tbl tablosundaki veri yapısı



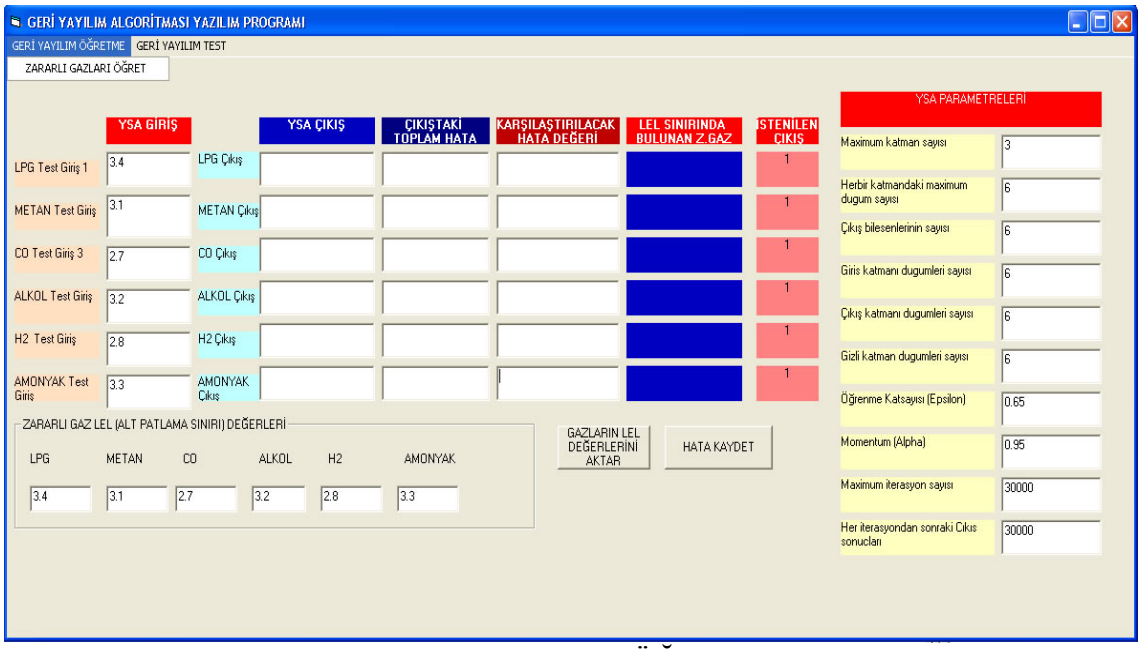
Şekil 11.7: YSA öğretme sonucunda ağırlık matrislerinin kaydedildiği ysa_agirlik_tbl tablosunu veri yapısı.



Şekil 11.8: YSA çıkışlarındaki toplam hatanın kaydedildiği ysa_hata tablosu veri yapısı

11.1.4.1.1.1. YSA Öğretme Modülün Çalıştırılması

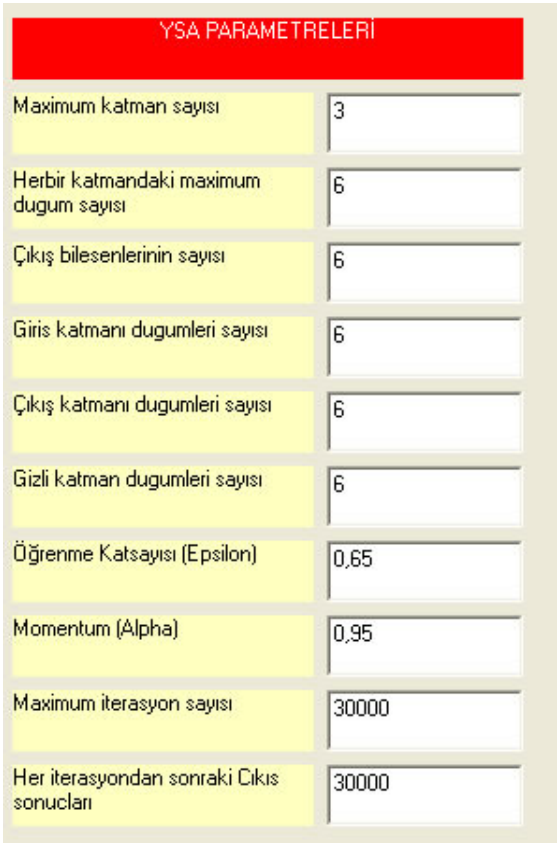
Geri yayılım algoritması yazılım programındaki menüde GERİ YAYILIM ÖĞRETME seçeneği altındaki ZARARLI GAZLARI ÖĞRET modülü çalıştırılarak işlem yapılır.



Şekil 11.9: YSA ZARARLI GAZLARI ÖĞRET Modülü Ekran Çıktısı

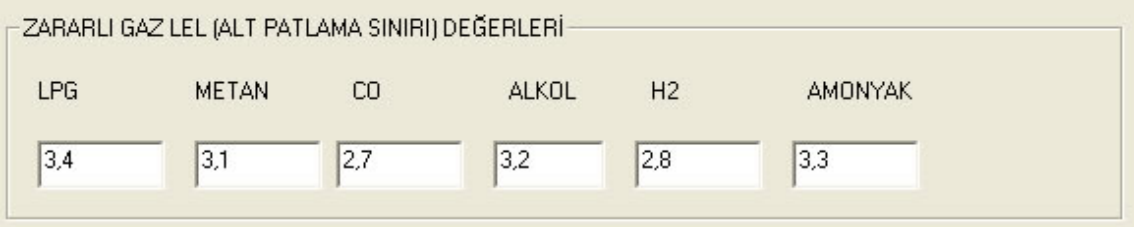


Şekil 11.10: ZARARLI GAZLARI ÖĞRET modülünde YSA girişlerine girilen LEL değerleri



Şekil 11.11: Geri yayılım algoritması öğretme işlemi için başlangıç parametre değerleri

Şekil 11.11'de görüldüğü gibi öğretme işlemi için maksimum katman sayısı, her bir katmandaki maksimum düğüm sayısı, çıkış bileşenlerinin sayısı, giriş katmanı düğümlerinin sayısı, çıkış katmanı düğümlerinin sayısı, gizli katman düğümlerinin sayısı, öğrenme katsayısı, momentum katsayısı, maksimum itarasyon sayısı, her itarasyondan sonraki çıkış sonuçları değerleri girilmesi gerekmektedir.



Şekil 11.12: Zararlı Gaz LEL (Alt Patlama Sınırı) Değerleri Ekran Çıktısı

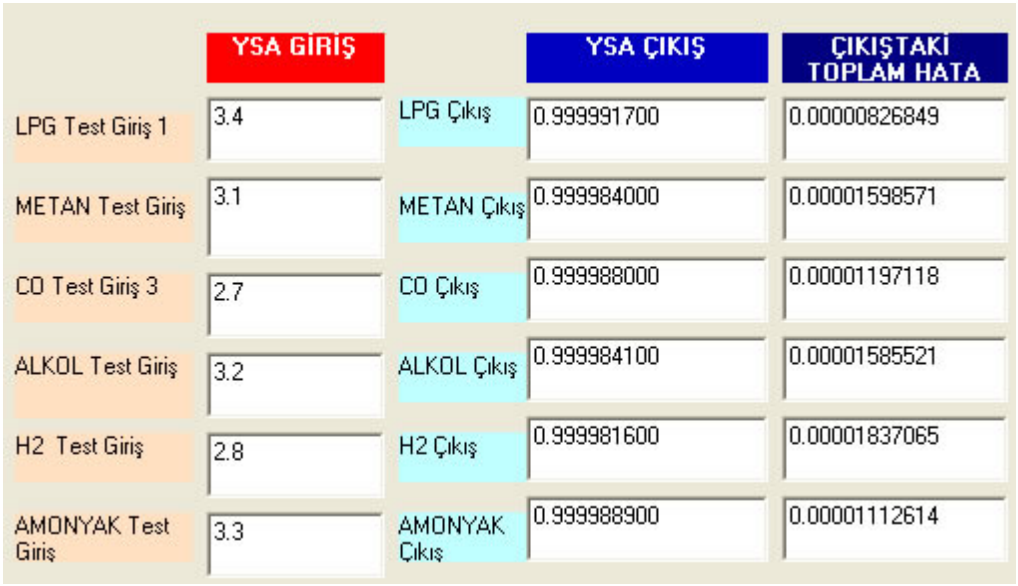
Şekil 11.12'de görüldüğü gibi daha önceden belirlenmiş Zararlı Gaz LEL (Alt Patlama Sınırı) gerilim değerlerini yapay sinir ağına öğretmek için aşağıdaki parametre tablosundaki değerler programda girilmiştir.

Çizelge 11.1: Geri yayılım algoritması öğretme işlemi için başlangıç parametre değerleri

PARAMETRELER	**DEĞERLERİ**
Maksimum katman sayısı	:3
Her bir katmandaki maksimum düğüm sayısı	:6
Çıkış bileşenlerinin sayısı	:6
Giriş katmanı düğümlerinin sayısı	:6
Çıkış katmanı düğümlerinin sayısı	:6
Gizli katman düğümlerinin sayısı	:6
Öğrenme katsayısı	:0,65
Momentum katsayısı	:0,95
Maksimum itarasyon sayısı	:30000
Her itarasyondan sonraki çıkış sonuçları	:30000

Bu bilgiler ışığında programda zararlı gazların LEL değerlerini öğretirken Öğrenme katsayısı 0,65 ve Momentum katsayısı 0,95 olarak alınmış ve bu değerler ile zararlı gaz LEL değerleri doğru öğretilebilmiştir.

11.1.4.1. 2. YSA İle Öğretme Sonuçları



	YSA GİRİŞ		YSA ÇIKIŞ	ÇIKIŞTAKİ TOPLAM HATA
LPG Test Giriş 1	3.4	LPG Çıkış	0.999991700	0.00000826849
METAN Test Giriş	3.1	METAN Çıkış	0.999984000	0.00001598571
CO Test Giriş 3	2.7	CO Çıkış	0.999988000	0.00001197118
ALKOL Test Giriş	3.2	ALKOL Çıkış	0.999984100	0.00001585521
H2 Test Giriş	2.8	H2 Çıkış	0.999981600	0.00001837065
AMONYAK Test Giriş	3.3	AMONYAK Çıkış	0.999988900	0.00001112614

Şekil 11.13: YSA Öğretme işlemi sonucunda elde edilen çıkış değerleri

Şekil 11.13'de görüldüğü gibi öğretme sonucunda LPG, Metan, CO, Alkol, H2 ve Amonyak gazlarının LEL değerleri için istenilen çıkış değerlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi her çıkış için toplam hata oluşmaktadır. Her gaz için toplam hata sensor_db.mdb veritabanındaki ysa_hata tablosuna kaydedilmiştir.

Çizelge 11.2: 1. Katman (Giriş ile Gizli katman arası oluşan) ağırlık matrisi

1.Katman	W_{ji}	θ_{ji}
W_{00}	1.9694883386244,	7.31519252289656E-02
W_{01}	3.58010505877544	7.31519252289656E-02
W_{02}	-4.87259242301818,	7.31519252289656E-02
W_{03}	-3.11143748889086,	7.31519252289656E-02
W_{04}	4.86735735913209,	7.31519252289656E-02
W_{05}	-2.48055626832588,	7.31519252289656E-02
W_{10}	-.464007922030105,.	0.994008066833039
W_{11}	5.70627877584806,.	0.994008066833039
W_{12}	1.95136198369784,.	0.994008066833039
W_{13}	-3.24784461245808,.	0.994008066833039
W_{14}	-3.18674100065089,.	0.994008066833039
W_{15}	-1.72547654317577,.	0.994008066833039
W_{20}	4.99852580835711,	1.48748769383752
W_{21}	.263594572185339,	1.48748769383752
W_{22}	-.733754542666006,	1.48748769383752
W_{23}	-1.36527946974172,	1.48748769383752
W_{24}	-2.41156120822927,	1.48748769383752
W_{25}	-2.19604147415375,	1.48748769383752
W_{30}	3.59439436242279,	0.276254245333635
W_{31}	.462413471500028,	0.276254245333635
W_{32}	-.983584959664043,	0.276254245333635
W_{33}	4.84160725956809,	0.276254245333635
W_{34}	-3.19521437444226,	0.276254245333635
W_{35}	-4.96285458702648,	0.276254245333635
W_{40}	3.37344671666318,	0.519942094894094
W_{41}	-3.18173234857162,	0.519942094894094
W_{42}	5.12547819145247,	0.519942094894094
W_{43}	-3.44706378277837,	0.519942094894094
W_{44}	2.04237903662735,	0.519942094894094
W_{45}	-4.4139065754556,	0.519942094894094
W_{50}	4.54597574364553,	0.684609473144372
W_{51}	-1.41119528946463,	0.684609473144372
W_{52}	-1.52283193863297,	0.684609473144372
W_{53}	-3.22002453945241,	0.684609473144372
W_{54}	-2.56283405669543,	0.684609473144372
W_{55}	3.52113724844445	0.684609473144372
j: Düğüm Sayısı , i : giriş sayısı		

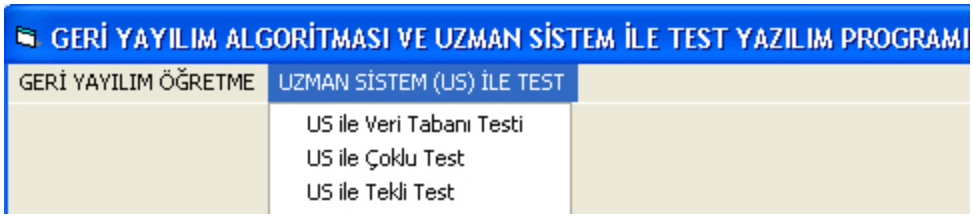
Çizelge 11.3: 2. Katman (Gizli Katman ile Çıkış Katmanı arası oluşan) ağırlık matrisi

2. Katman	Wji	θ_{ji}
W_{00}	1.70730738814821,	10.3264402063248
W_{01}	-1.72629070343759,	10.3264402063248
W_{02}	7.44249789933127,	10.3264402063248
W_{03}	4.27717557082643,	10.3264402063248
W_{04}	3.47646230811833,	10.3264402063248
W_{05}	5.25094963471425,	10.3264402063248
W_{10}	6.00766173269015,	5.83122562159803
W_{11}	10.6048885399852,	5.83122562159803
W_{12}	-.170624734528833,	5.83122562159803
W_{13}	.439310450112744,	5.83122562159803
W_{14}	-6.86609122021623,	5.83122562159803
W_{15}	-2.17304435667467,	5.83122562159803
W_{20}	-11.1170837152864,	2.68778674907545
W_{21}	3.50245736804205,	2.68778674907545
W_{22}	-.764031930638849,	2.68778674907545
W_{23}	-2.3132124937449,	2.68778674907545
W_{24}	10.725894015121,	2.68778674907545
W_{25}	-2.35902659789384,	2.68778674907545
W_{30}	-5.68616820774636,	-0.70527277564849
W_{31}	-5.3253525591069,	-0.70527277564849
W_{32}	-1.31495659782768,	-0.70527277564849
W_{33}	10.3509261827463,	-0.70527277564849
W_{34}	-4.48905737870616,	-0.70527277564849
W_{35}	-5.53592319456999,	-0.70527277564849
W_{40}	9.10953142221924,	2.48064082524662
W_{41}	-6.83138687976095,	2.48064082524662
W_{42}	-3.97104776121981,	2.48064082524662
W_{43}	-6.66363207653465,	2.48064082524662
W_{44}	4.30296750397195,	2.48064082524662
W_{45}	-3.70467471584275,	2.48064082524662
W_{50}	-4.54422031210851,	-5.55313862197532
W_{51}	-2.26460506723814,	-5.55313862197532
W_{52}	-1.55558839595517	-5.55313862197532
W_{53}	-10.559856962872,	-5.55313862197532
W_{54}	-7.8248915819284	-5.55313862197532
W_{55}	5.85741498441824	-5.55313862197532
j: Düğüm Sayısı , i : giriş sayısı		

Öğretme sonucu Girişle Gizli katman arası ve Gizli Katman ile Çıkış Katmanı arası 2 tane ağırlık matrisi elde edilmiş ve ağırlıklar ysa_agirlik tablosuna kayıt edilmiştir.

11.1.4.2. Uzman Sistem İle Test İşlemi

Test işlemleri için Şekil 11.5'de gösterilen uzman sistem tasarımı kullanılmıştır. Test işlemleri modülleri Visual Basic'te [139] yazılmıştır. Bu Geri Yayılım Algoritması yazılım programındaki Uzman Sistem (US) ile Test Seçenekleri altında US ile Veri Tabanı Testi, US ile Çoklu Test ve US ile Tekli Test olmak üzere 3 seçenek bulunmaktadır.



Şekil 11.14: Geri Yayılım Algoritması ve Uzman Sistem ile Test yazılım programındaki menü Seçenekleri

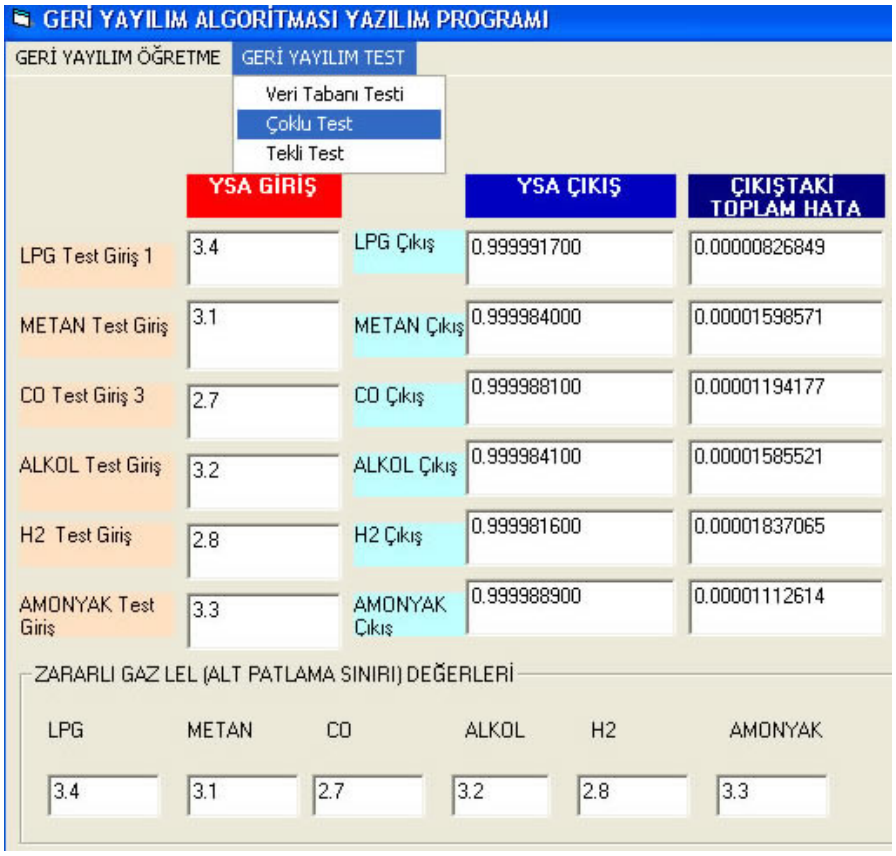
Uzman Sistem ile YSA öğretme işleminin doğruluk testi işlemlerine başlatılmadan önce Geri Yayılım Öğretme modülü yazılımında ağırlık matrisi değerleri ysa_agirlik_tbl tablosuna kayıt işlemi yapılırken çıkıştaki toplam hata değerleri de ysa_hata tablosuna kayıt işlemini yapan kodlar eklenmiştir. Tekrar öğretme işlemi yaptırılarak öğrenme işlemi sonucunda uzman sistemin bilgi tabanındaki işçi bellek bölümünde oluşturulan ysa_agirlik_tbl tablosuna ağırlık matrisi ve ysa_hata tablosuna da çıkıştaki toplam hata değerleri kayıt edilmiştir.

.

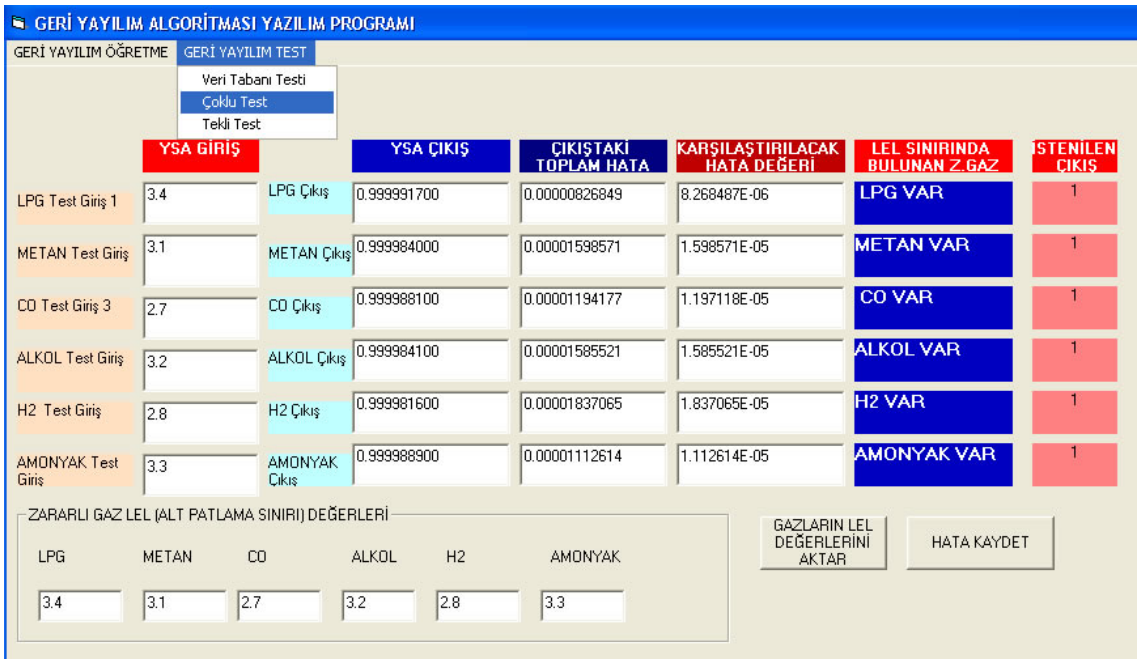
11.1.4.2.1. Uzman Sistem İle Veritabanı Testi

Bu modül öğretme işleminin doğru olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Eğer test işlemi yazılımı Geri Yayılım Algoritmasında öğretme işleminin doğruluğunu test eden algoritmaya uygun yazılmış olsaydı yalnız ysa_agirlik_tbl tablosunda kayıtlı ağırlık matrisine ihtiyaç duyulacaktı. Bu modül çalıştırılarak Şekil 11.15'de görüldüğü gibi zararligaz_lel_tbl tablosunda kayıtlı LEL

değerlerini YSA'nın girişlerine aktarılarak Test işlemi başlatılır. Test işleminde öğrenme sonucunda elde edilen ağırlık matrisi değerlerinden yararlanarak ileri yayılım ağı algoritmasıyla test işlemi yapılır ve test sonucunda YSA çıkış değeri ile çıkıştaki toplam hata değerleri ekranda gösterilir. Bu sonuçlara bakılarak öğretme işleminin doğruluğu gözlenmektedir. Burada hatalı sonuç alma olasılığı yüksektir.



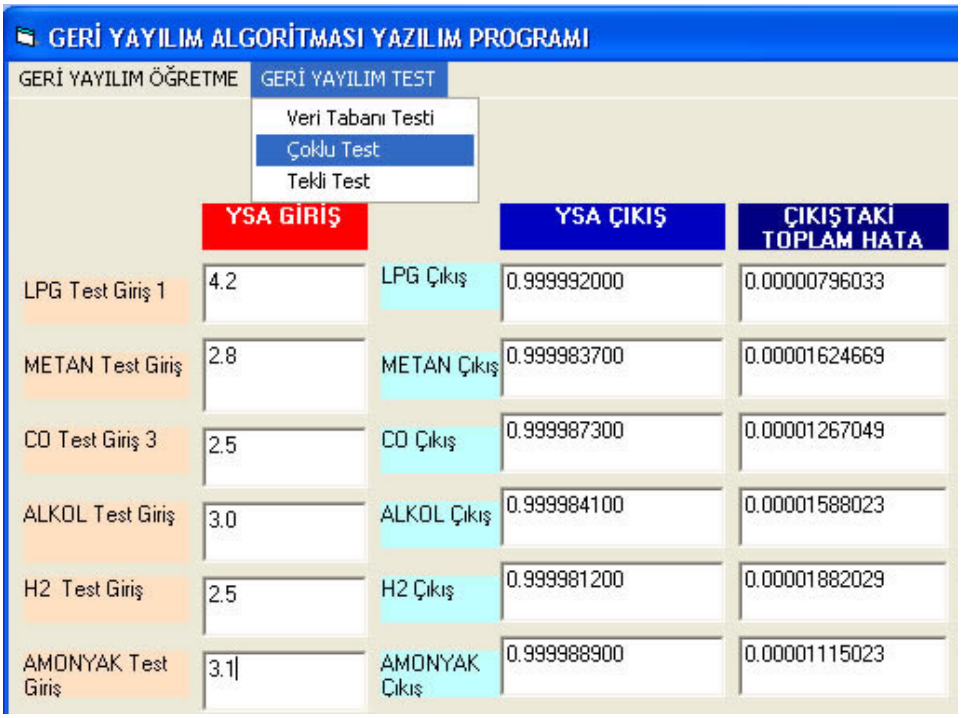
Şekil 11.15: Veritabanında kayıtlı LEL değerlerini için YSA Test işlemi ve sonuçları



Şekil 11.16: Veritabanında kayıtlı LEL değerlerini için Uzman Sistem ile Test işlemi ve sonuçları

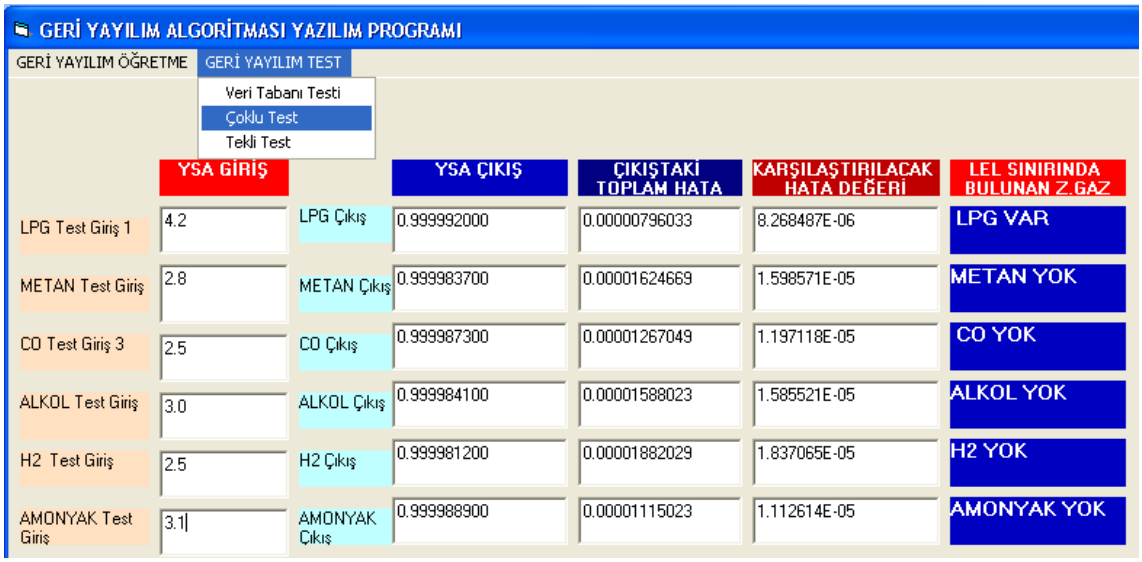
Uzman Sistem ile veritabanı test işleminde şekil 11.16'da görüldüğü gibi zararligaz_lel_tbl tablosunda kayıtlı LEL gerilim değerlerini YSA'nın girişlerine aktarılarak test işlemi başlatılır. Test işleminde işçi bellekte kayıtlı ağırlık matrisi ile çıkıştaki toplam hata değerleri ile kurallar editöründe kayıtlı YSA algoritması uzman sistemin karar verme mekanizması tarafından çağrılarak işlemler yapılır. Karar verme mekanizması işlem sonucunda elde edilen çıkıştaki toplam hata değeri ile daha önce LEL sınır değerleri öğretilmiş ve işçi bellekteki ysa_hata tablosuna kaydedilmiş her çıkışın hata değerleri birbirlerine eşit veya küçük olup olmadığını karşılaştırılır. Eğer test işlemi sonucunda elde edilen çıkıştaki toplam hata değeri ysa_hata tablosuna kaydedilmiş her çıkışın hata değerine eşit veya küçük ise ekrana LEL SINIRINDA BULUNAN GAZ bölümünde zararlı gaz VAR uyarısı gösterilir. Eğer şart sağlanmıyorsa ekrana LEL SINIRINDA BULUNAN GAZ bölümünde zararlı gaz YOK uyarısı gösterilir. Bu Uzman Sistem yazılımı ile yapay sinir ağındaki öğrenme işleminden farklı olarak karar verme yeteneği verilmiştir.

11.1.4.2.2. Uzman Sistem İle Çoklu Test



Şekil 11.17: Yalnız LPG için Çoklu YSA Test işlemi sonucu çıktısı

Bu modül öğretme işleminin doğru olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Eğer test işlemi yazılımı Geri Yayılım Algoritmasında öğretme işleminin doğruluğunu test eden algoritmaya uygun yazılmış olsaydı yalnız ysa_agirlik_tbl tablosunda kayıtlı ağırlık matrisine ihtiyaç duyulacaktı. Bu modül çalıştırılarak Şekil 11.17'de görüldüğü gibi her bir farklı gaz için değişik LEL gerilim değerlerini YSA'nın girişlerine girilerek Test işlemi başlatılır. Test işleminde öğrenme sonucunda elde edilen ağırlık matrisi değerlerinden yararlanarak ileri yayılım ağı algoritmasıyla test işlemi yapılır ve test sonucunda YSA çıkış değeri ile çıkıştaki toplam hata değerleri ekranda gösterilir. Bu sonuçlara bakılarak öğretme işleminin doğruluğu gözlenmektedir. Burada hatalı sonuç alma olasılığı yüksektir.



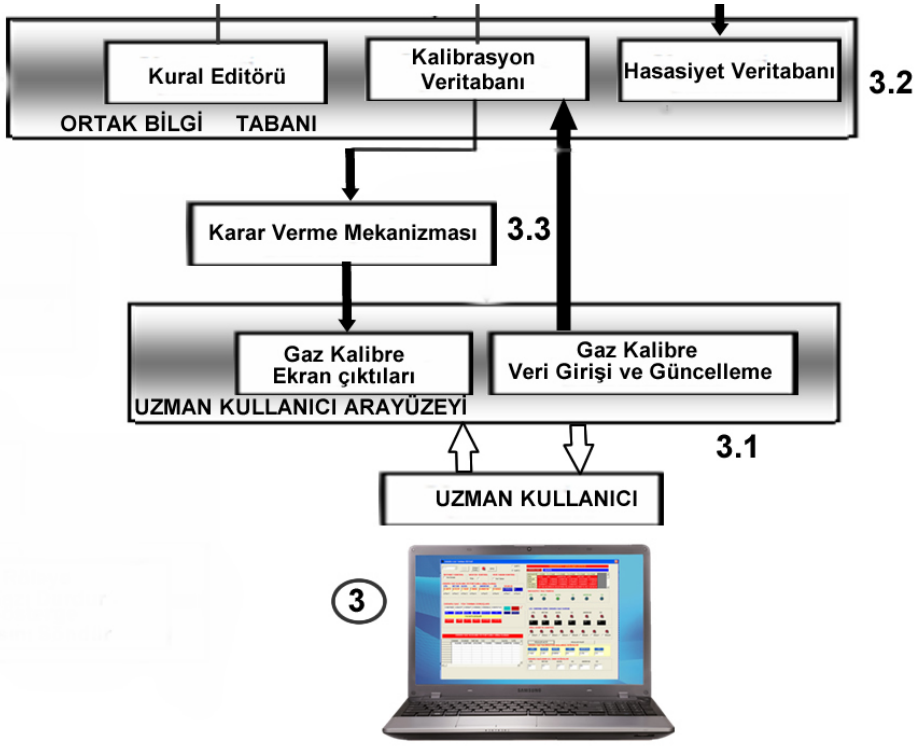
Şekil 11.18: Yalnız LPG için Uzman Sistem ile Çoklu Test işlemi sonucu çıktısı

Uzman Sistem ile çoklu test işleminde şekil 11.18'de görüldüğü gibi her bir farklı gaz için değişik LEL gerilim değerlerini YSA'nın girişlerine aktarılarak test işlemi başlatılır. Test işleminde işçi bellekte kayıtlı ağırlık matrisi ile çıkıştaki toplam hata değerleri ile kurallar editöründe kayıtlı YSA algoritması uzman sistemin karar verme mekanizması tarafından çağrılarak işlemler yapılır. Karar verme mekanizması işlem sonucunda elde edilen çıkıştaki toplam hata değeri ile daha önce LEL sınır değerleri öğretilmiş ve işçi bellekteki ysa_hata tablosuna kaydedilmiş her çıkışın hata değerleri birbirlerine eşit veya küçük olup olmadığını karşılaştırılır. Eğer test işlemi sonucunda elde edilen çıkıştaki toplam hata değeri ysa_hata tablosuna kaydedilmiş her çıkışın hata değerine eşit veya küçük ise ekrana LEL SINIRINDA BULUNAN GAZ bölümünde zararlı gaz VAR uyarısı gösterilir. Eğer şart sağlanmıyorsa ekrana LEL SINIRINDA BULUNAN GAZ bölümünde zararlı gaz YOK uyarısı gösterilir. Bu Uzman Sistem yazılımı ile yapay sinir ağındaki öğrenme işleminden farklı olarak karar verme yeteneği verilmiştir.

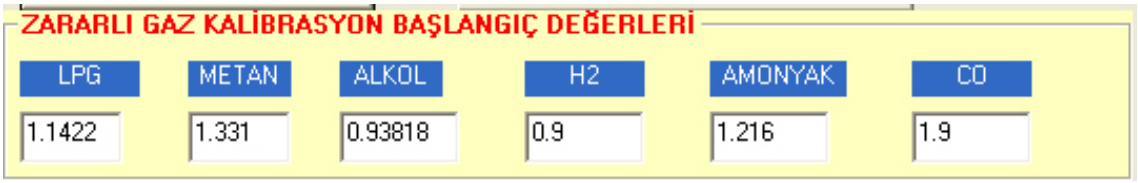
11.1.4.3. Uzman Sistem İle Gaz Sensörü Kalibrasyon Alt Sınır Başlangıç Değerlerini Güncelleme

Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değerleri belirlemede kullanılan ve zararlı gaz hassasiyet sıralaması için önemli bir bilgi olan kalibrasyon alt sınır başlangıç değerleri Şekil 11.19'da tasarımı görülen uzman sistem yazılımı ile kalibrasyon alt sınır başlangıç değer girişi ve güncellemesi yapılmıştır. Tasarlanan

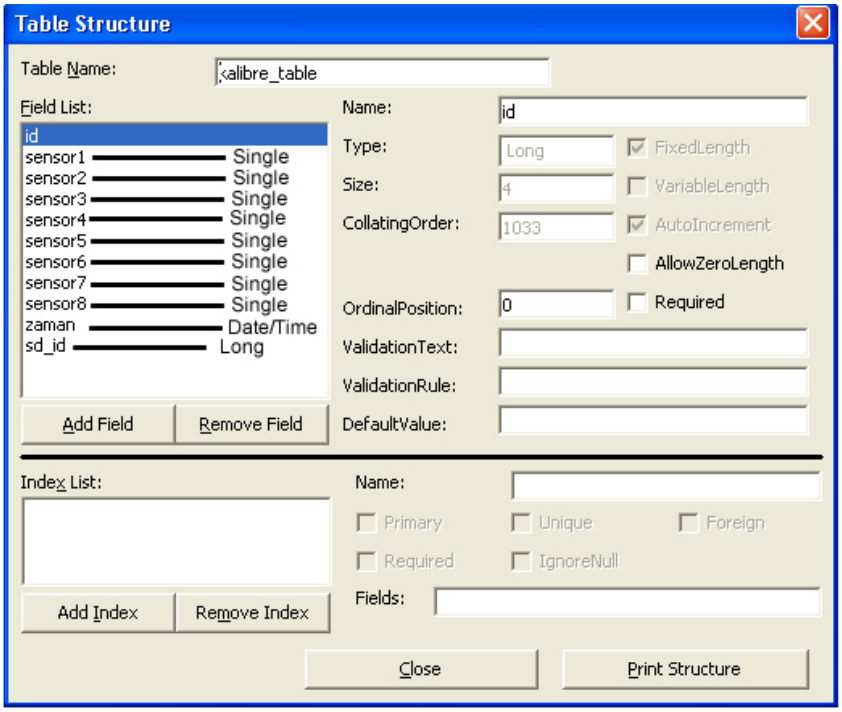
uzman sistemde bilgi tabanı, karar verme mekanizması, uzman kullanıcı arayüzeyi ve uzman kullanıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Uzman kullanıcı tarafından gaz kalibre veri girişi ve güncelleme yapılabilen arayüzey ile gaz kalibre ekran çıktı işlemleri yapılmaktadır.



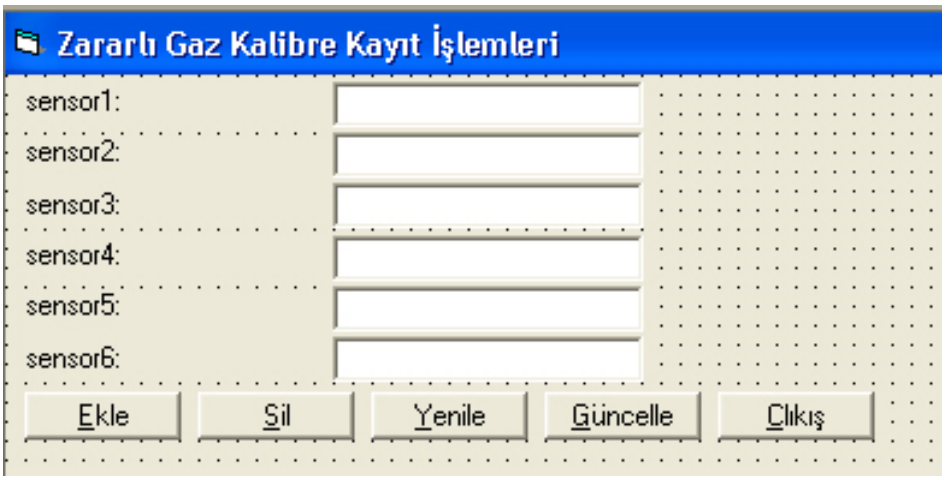
Şekil 11.19: Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değer güncellemesi yapan uzman sistem tasarımı



Şekil 11.20 : Gaz sensörleri için kalibrasyon alt sınır başlangıç değerleri ekran çıktısı

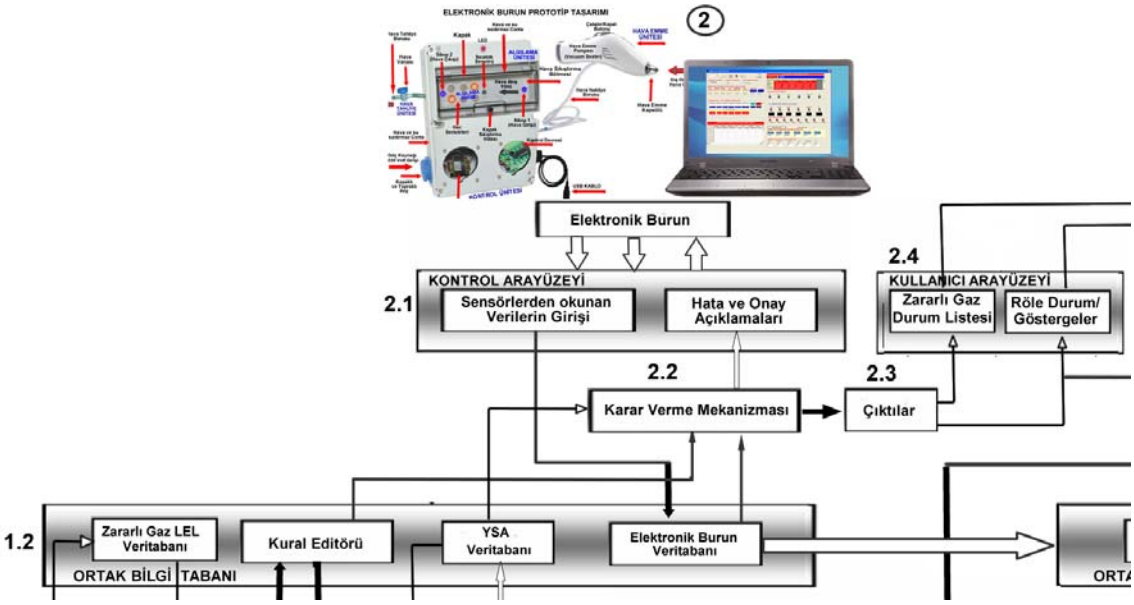


Şekil 11.21: Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değerlerinin kaydedildiği işçi bellekteki Kalibre_table yapısı

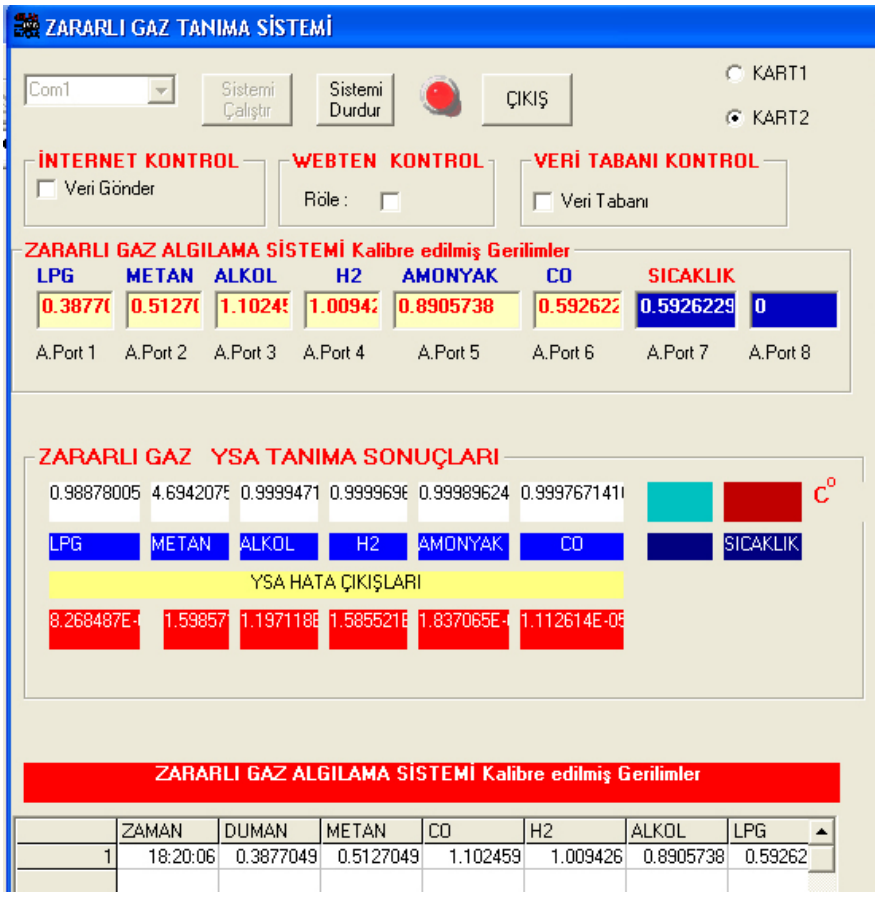


Şekil 11.22: Gaz sensörlerinin kalibrasyon alt sınır başlangıç değerlerinin kayıt işlemleri ekranı

11.1.4.4.Uzman Sistem İle Elektronik Burunla Algılanan Zararlı Gazların Lel Sınır Değerlerinin Kontrolü

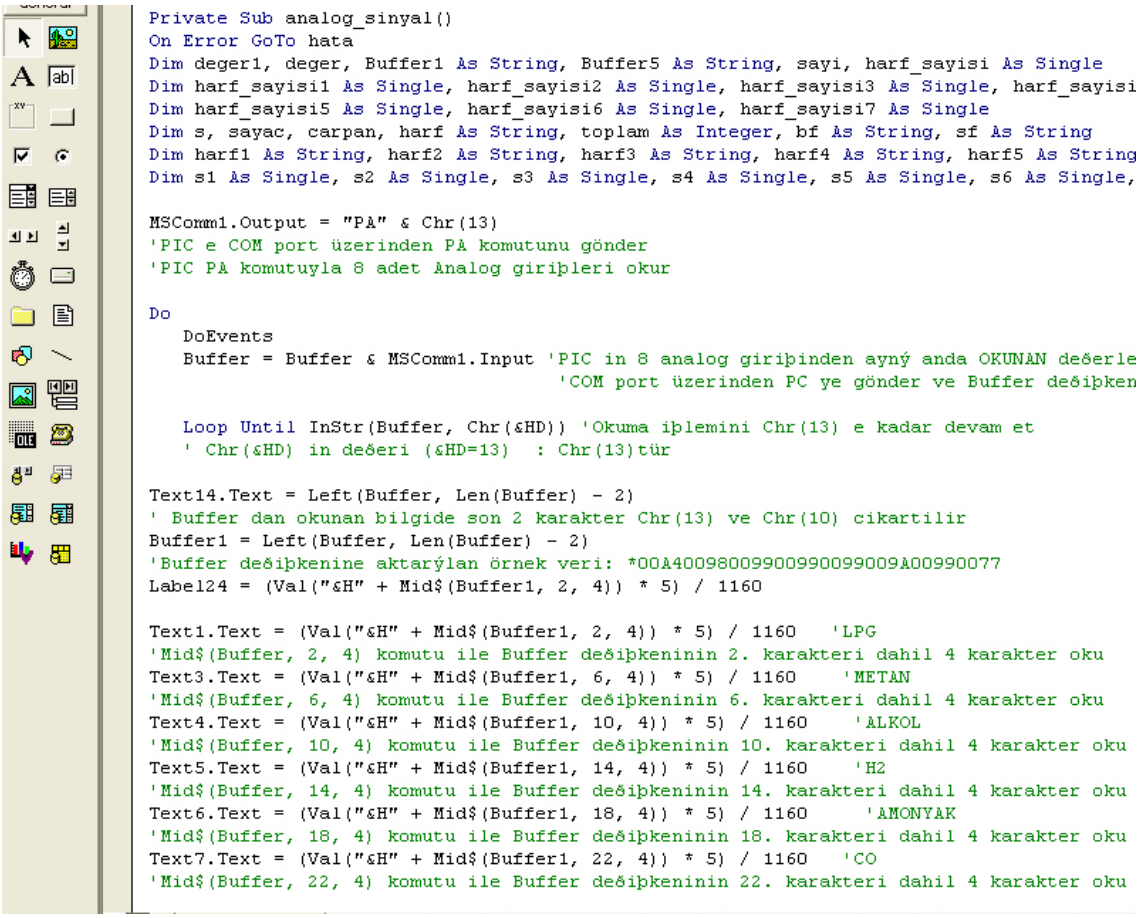


Şekil 11.23: Uzman sistem ile Elektronik burun zararlı gaz LEL sınır değer kontrolü tasarımı



Şekil 11.24: Uzman sistem ile Elektronik burun kontrol arayüzeyi ekran çıktısı

Uzman sistem ile Elektronik burunla algılanan zararlı gazların LEL sınır değerlerinin kontrolü işleminde kontrol arayüzeyi, kontrol mekanizması ve ortak bilgi tabanı kullanılmıştır. Ortak bilgi tabanında yapay sinir ağı ile zararlı gaz LEL sınır değeri öğretme ve test işlemlerinde kullanılan geri yayılım algoritması ve YSA veritabanı bilgilerini de içermektedir. YSA ile öğretme işlemi sonucunda ağırlık matrisi ve çıkışların toplam hataları YSA veritabanında saklanmaktadır.



```
Private Sub analog_sinyal()
On Error GoTo hata
Dim deger1, deger, Buffer1 As String, Buffer5 As String, sayi, harf_sayisi As Single
Dim harf_sayisi1 As Single, harf_sayisi2 As Single, harf_sayisi3 As Single, harf_sayisi
Dim harf_sayisi5 As Single, harf_sayisi6 As Single, harf_sayisi7 As Single
Dim s, sayac, carpan, harf As String, toplam As Integer, bf As String, sf As String
Dim harf1 As String, harf2 As String, harf3 As String, harf4 As String, harf5 As String
Dim s1 As Single, s2 As Single, s3 As Single, s4 As Single, s5 As Single, s6 As Single,

MSComm1.Output = "PA" & Chr(13)
'PIC e COM port üzerinden PA komutunu gönder
'PIC PA komutuyla 8 adet Analog giriþleri okur

Do
   DoEvents
   Buffer = Buffer & MSComm1.Input 'PIC in 8 analog giriþinden aný anda OKUNAN deðerle
                                   'COM port üzerinden PC ye gönder ve Buffer deðiþken

   Loop Until InStr(Buffer, Chr(&HD)) 'Okuma iþlemini Chr(13) e kadar devam et
   ' Chr(&HD) in deðeri (&HD=13)  : Chr(13)tür

Text14.Text = Left(Buffer, Len(Buffer) - 2)
' Buffer dan okunan bilgide son 2 karakter Chr(13) ve Chr(10) cikartilir
Buffer1 = Left(Buffer, Len(Buffer) - 2)
'Buffer deðiþkenine aktarýlan örnek veri: *00A400980099009900990099009A00990077
Label24 = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 2, 4)) * 5) / 1160

Text1.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 2, 4)) * 5) / 1160   'LPG
'Mid$(Buffer, 2, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 2. karakteri dahil 4 karakter oku
Text3.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 6, 4)) * 5) / 1160    'METAN
'Mid$(Buffer, 6, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 6. karakteri dahil 4 karakter oku
Text4.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 10, 4)) * 5) / 1160    'ALKOL
'Mid$(Buffer, 10, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 10. karakteri dahil 4 karakter oku
Text5.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 14, 4)) * 5) / 1160    'H2
'Mid$(Buffer, 14, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 14. karakteri dahil 4 karakter oku
Text6.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 18, 4)) * 5) / 1160     'AMONYAK
'Mid$(Buffer, 18, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 18. karakteri dahil 4 karakter oku
Text7.Text = (Val("&H" + Mid$(Buffer1, 22, 4)) * 5) / 1160   'CO
'Mid$(Buffer, 22, 4) komutu ile Buffer deðiþkeninin 22. karakteri dahil 4 karakter oku
```

Şekil 11.25: Visual Basic [139] ile COM porttan analog sinyal okuma analog_sinyal() fonksiyonu

Uzman sistem ile Elektronik burun zararlı gaz LEL sınır değer kontrolünde kullanılan bilgi tabanı içindeki kontrol editöründe saklanan değişkenler, mantıksal karşılaştırma ve algoritmalar işlemleri Visual Basic [139] programı içinde saklanmaktadır. Uzman sistem ile Elektronik burun zararlı gaz LEL sınır değer kontrolü aşağıdaki adımlarla yapılmaktadır.

- Kontrol devresinden gönderilen analog sinyaller bilgisayarın COM (seri) portundan Visual Basic [139] yazılımı ile okunur ve ekranda gösterilir.



Şekil 11.26: COM Porttan okunan analog sinyal gerilim değerlerinin gösterildiği ekran çıktısı

- . Okunan analog sinyallerin Yapay Sinir Ağı (YSA) geri yayılım algoritması yazılımındaki girişlerine girilerek, YSA çıktıları üretilir. Geri yayılım algoritması ile gazların LEL sınır değerleri kontrol edilir ve bütün zararlı gazların gerilim değerleri ekranda gösterilir



Şekil 11.27: Yapay Sinir Ağı (YSA) geri yayılım algoritması çıkış sonuçları

- LEL sınırı ve üzerindeki zararlı gazlar için uyarı ikaz ışığı yakılır, LEL sınırı altında olan gazların uyarı ikaz ışığı söndürülür



Şekil 11.28: LEL sınırı ve üzerindeki zararlı gazlar için uyarı ikaz ışıkları

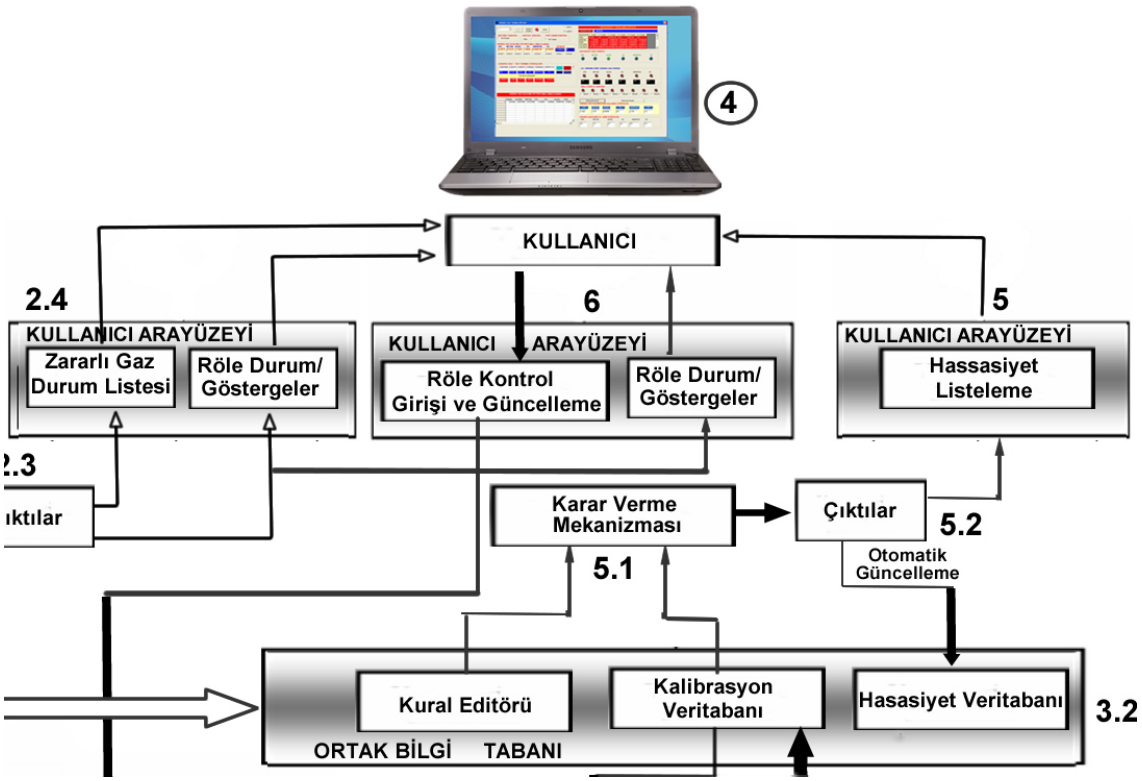
```
'-----KONTROL Edilecek giris sinyalleri
sensor(1) = Text1: sensor_ysa(1) = Text1
out(0, 0) = Text1 'LPG Analog giris sinyali
out(0, 1) = 0: out(0, 2) = 0: out(0, 3) = 0: out(0, 4) = 0: out(0, 5) = 0
'-----LPG için YSA islemini baslat-----
wforward
'---LPG için YSA çikis degeri-----------------
ysa_cikis(1) = out(Layers - 1, 0)
Label55 = hata(0)
'LPG SINIR DEGER KARSILASTIR
If cikis(0) - out(Layers - 1, 0) <= hata(0) Then
    sonuc = 1: w_role_1 = 1
Else
    sonuc = 0: w_role_1 = 0
End If
'------LPG KONTROL (PORT-1)-------------------------------------
If sonuc = 1 Then
    Label19 = out(Layers - 1, 0)     'YSA CIKIS DEGERINI GOSTER
    Label24 = "LPG VAR"
    Label24.BackColor = "&H000000FF"
    lel_durum(1) = "LPG VAR"
    lel_role(1) = 1
    lel_role_durum(1) = "AKTÝF"
    lel_gerilim(1) = Text1
    Picture1(18).Visible = True
    Picture1(19).Visible = False
Else
    Label19 = out(Layers - 1, 0)
    Label24 = "YOK"
    Label24.BackColor = "&H00000000"
    lel_durum(1) = "YOK"
    lel_role(1) = 0
    lel_role_durum(1) = "PASÝF"
    lel_gerilim(1) = Text1
    Picture1(18).Visible = False
    Picture1(19).Visible = True

End If
'----------METAN -------------------------
```

Şekil 11.29: Uzman sistemde kontrol editöründeki mantıksal işlemler

11.1.4.5.Uzman Sistem İle Zararlı Gaz Hassasiyet Sıralaması

Uzman sistem ile zararlı gazların hassasiyet sıralaması yapılmasında ortak bilgi tabanı, karar verme mekanizması, kullanıcı arayüzey ve kullanıcı bölümleri bulunmaktadır. Ortak veri tabanında uzman sistem ile kalibrasyon işleminde kullanılan kalibrasyon veri tabanı kullanılmaktadır.



Şekil 11.30: Uzman sistem ile hassasiyet sıralaması tasarım şeması

Bu hassasiyet sıralama işleminde;

Algılama birimi tarafından analiz edilen gazların LEL sınır değerlerine bakmadan kalibre_table'daki değerleri ve hassasiyet sıralama algoritmasını kullanılarak Zararlı gazların hassasiyet sıralaması yapılır ve ekranda hassasiyet sıralama listesi gösterilir

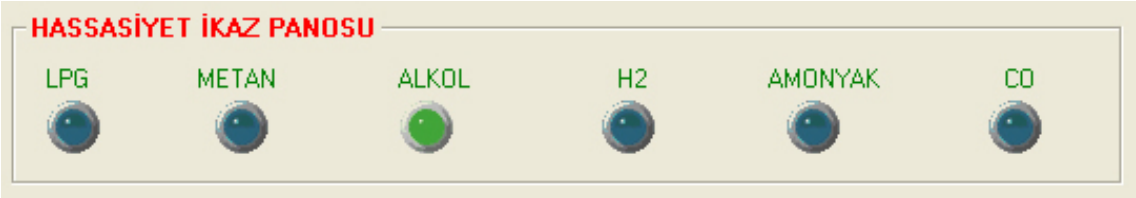
HASSASİYET SIRALAMA LİSTESİ

1. ZARARLI GAZ : ALKOL

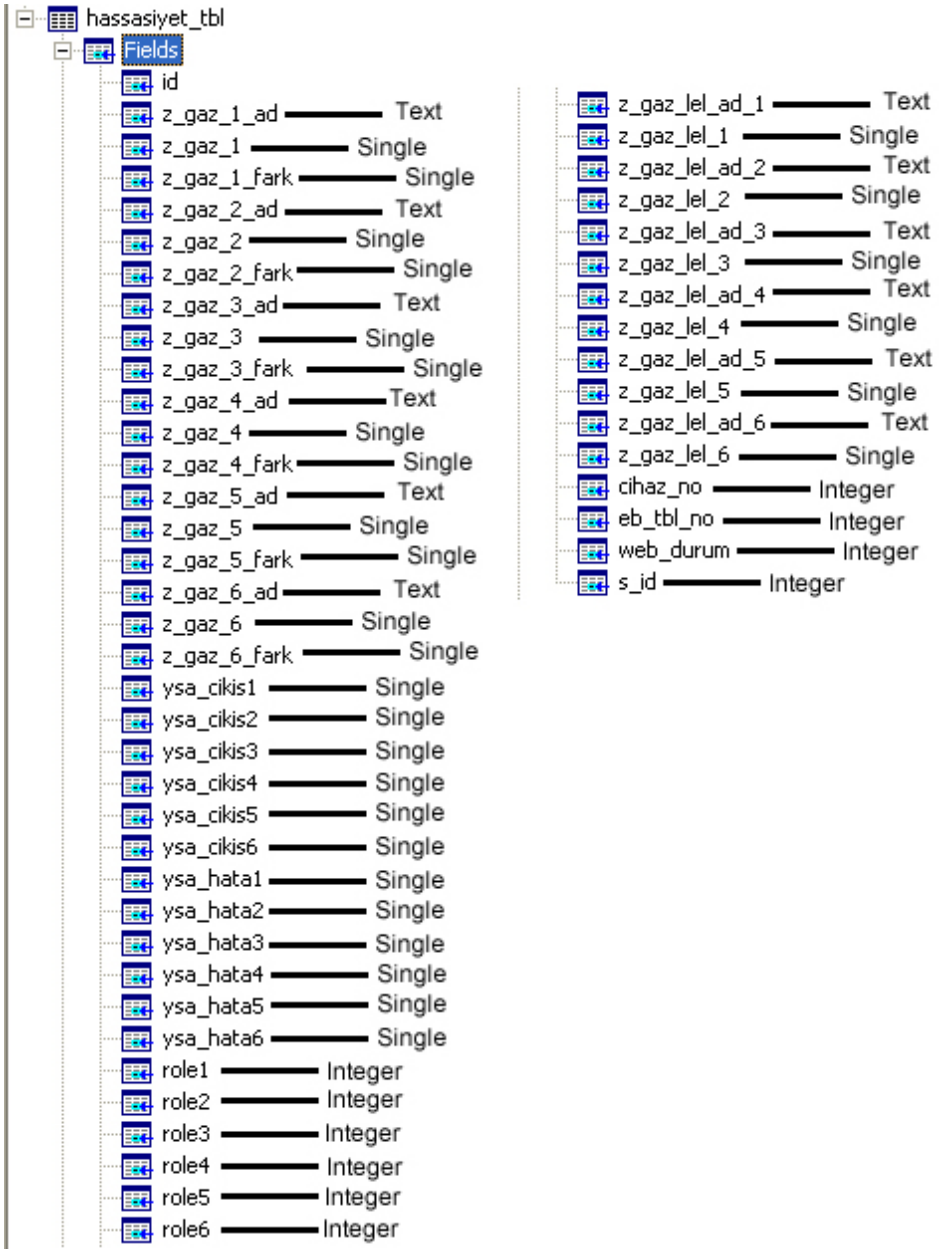
HASSASİYE	1. Z.GAZ	2. Z.GAZ	3. Z.GAZ	4. Z.GAZ	5. Z.GAZ	6. Z.GAZ
SIRA	ALKOL	H2	AMONYAK	LPG	METAN	CO
GERILIM	1.102459	1.009426	0.8905738	0.3877049	0.5127049	0.5926229
FARK	0.1642789	0.109426	-0.3254262	-0.7544951	-0.8182951	-1.307377
YSA ÇIKIŞ	0.9999471	0.9999697	0.9998962	0.9887801	0.9994981	0.9997671
YSA HATA	197118E-05	585521E-05	837065E-05	268487E-06	598571E-05	112614E-05

Şekil 11.31: Uzman sistem ile zararlı gazların hassasiyet sıralanması ekran çıktısı

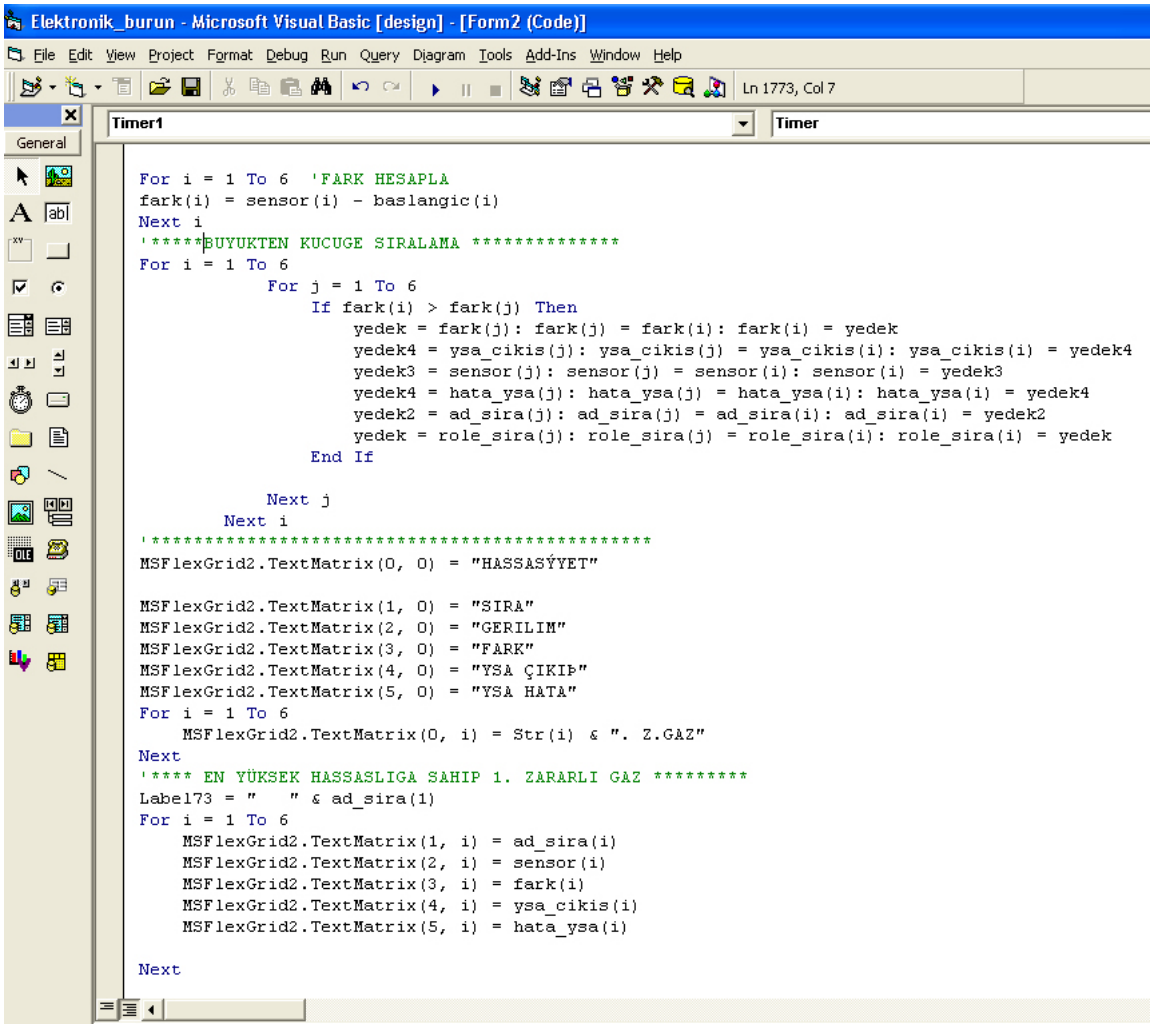
Zararlı gaz hassasiyet sıralaması başındaki ilk zararlı gazın uyarı ikaz ışığı yanar, diğerlerinin uyarı ikaz ışıkları söndürülür.



Şekil 11.32: Uzman sistem ile zararlı gazların hassasiyet sıralanması ikaz pano ışıkları



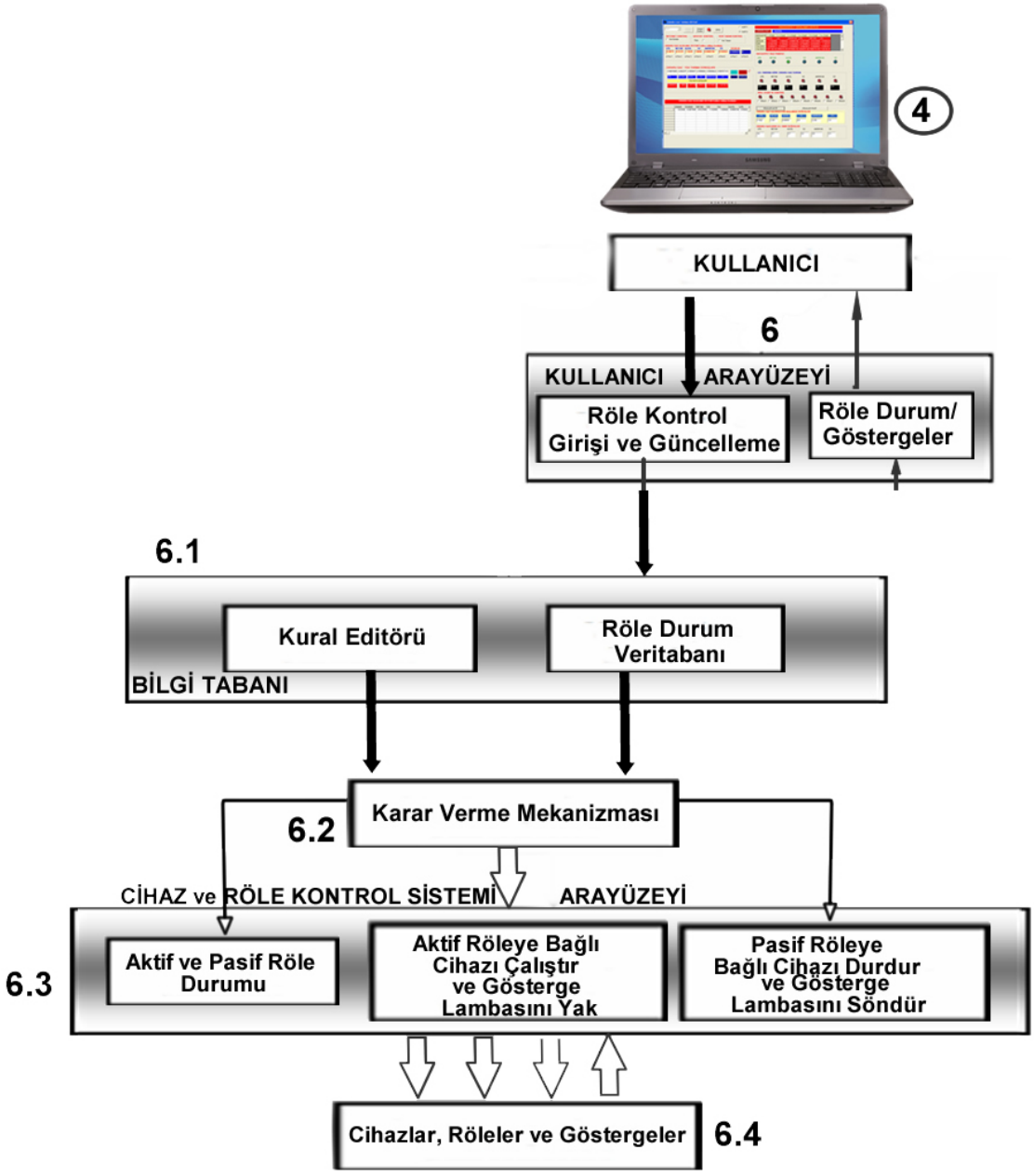
Şekil 11.33: Bilgi tabanında kayıtlı hassasiyet_tbl veritabanı veri yapısı



Şekil 11.34: Kontrol editöründe kaydedilmiş Hassasiyet sıralaması yapan kod

11.1.4.6.UZMAN SİSTEM İLE RÖLE KONTROLÜ

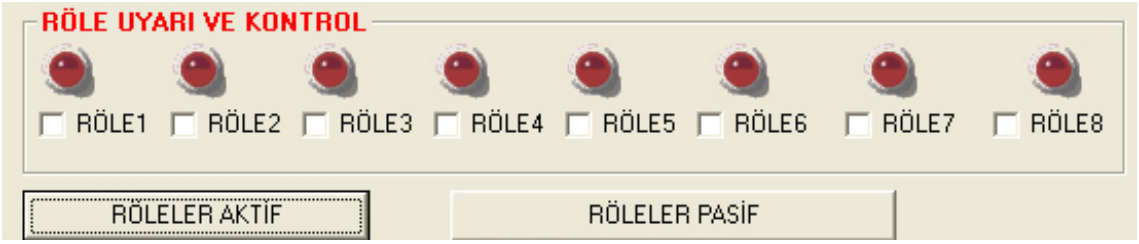
Uzman sistem ile röle kontrolü yapılmasında bilgi tabanı, karar verme mekanizması, kullanıcı arayüzey ve kullanıcı bölümleri bulunmaktadır.



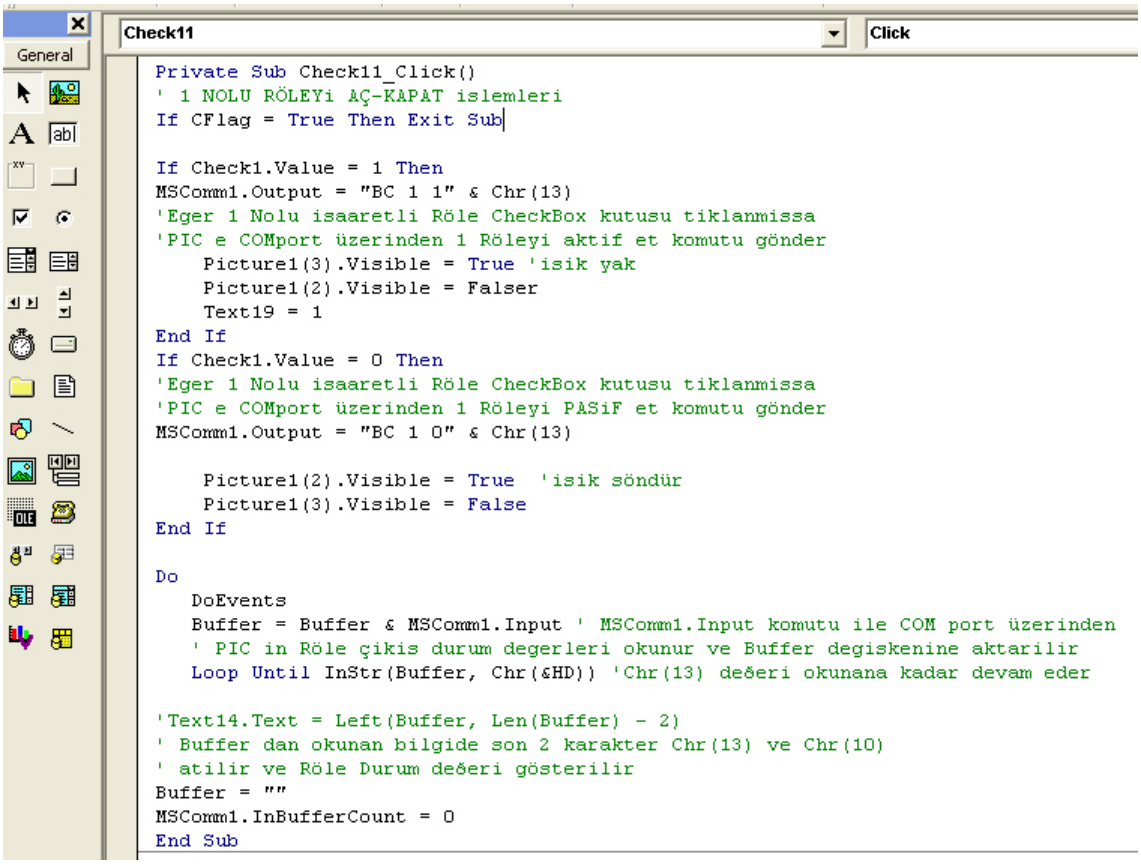
Şekil 11.35: Uzman sistem ile röle kontrol tasarım şeması

Uzman sistem ile röle kontrol işleminde;

Röle seçimi ve röle ikaz lambaları kontrol edilir. Eğer kullanıcı tarafından röle(r) aktif edilirse aktif edilen rölelerin ikaz durum ışıkları yakılır



Şekil 11.36: Uzman sistemde röle uyarı ve kontrol paneli ve kontrol ışıkları



Şekil 11.37: Kontrol editöründe 1 nolu rölenin aç-kapa şartı ile uyarı ışıkların kontrolü kodu

Eğer yönetici yetkisine sahip kullanıcı tarafından internetten röle kontrol seçeneği işaretlenirse internet kullanıcısı röleleri aktif veya pasif etme yetkisi verilir. Eğer internetten röle kontrol seçeneği işaretli değilse internet kullanıcısı röleleri kullanma yetkisi kaldırılır



Şekil 11.38: Yönetici yetkisine sahip kullanıcı tarafından internetten röle kontrol seçeneği

11.2. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayıp İnternet Üzerinden İleten Elektronik Burun Tasarımı İçin Alt Yapının Oluşturulması

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda yapay sinir ağı kullanan bir uzman sistem ile zararlı kokuları algılayan elektronik burun tasarımı ve yazılım geliştirilmiştir. Bu bölümde ise zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun sistemin uzman sistemle tasarımı ve yazılım geliştirme aşamaları anlatılacaktır.

İnternet üzerinden zararlı gaz koku bilgilerinin iletilebilmesi ve internet üzerinden uzaktan röle kontrolü yapılabilmesi için Elektronik Burun Sistemi programının çalıştığı bilgisayara MySQL [143] veri tabanına ODBC bağlantını yapacak MySQL 3.51 ODBC Driver sürücüsünün [140] kurulması gerekmektedir. Web uzman sistemi için **www.elektronikburun.com** alan adı alınmış ve bu alan adına ait web sayfaların çalışabileceği Linux tabanlı web hosting kiralanmıştır.

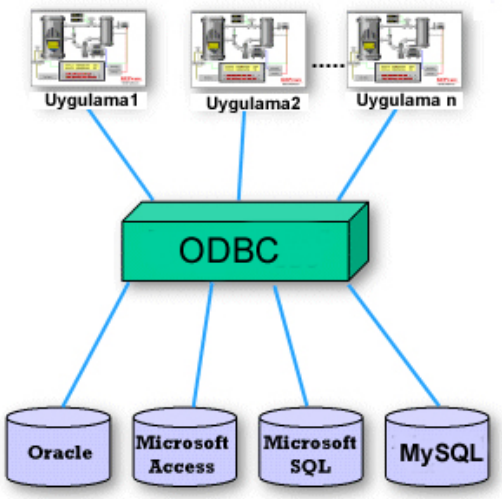
Ayrıca veritabanı yönetimini sağlayan PhpMyAdmin [144] web program ile elektronikburun_db adlı MySQL veri tabanı [143] ve veritabanı altında tablolar oluşturulmuştur. Şekilde kiralanmış Linux tabanlı web hostingin özellikleri açıklanmıştır.

MULTI-PLATFORM CLOUD HOSTING	
Web Sitesi - Sub Domain	2 Adet
Disk Alanı	LİMİTSİZ Web Alanı
Trafik	LİMİTSİZ Trafik
FTP Hesabı	LİMİTSİZ Ftp hesabı
E-Posta Hesabı	LİMİTSİZ E-posta hesabı
MySQL Veritabanı	LİMİTSİZ MySQL Veritabanı
MsSQL Veritabanı (50 Mb)	1 Adet MsSQL Veritabanı
Sub Domain	LİMİTSİZ Sub Domain
.NET (* Windows Platform)	.Net 1.1 / .Net 2 / .NET 3.5 / .NET 4.0
Otomatik Uygulama Kurulumu	
Ücretsiz Trend Micro Antivirüs	1 Kullanıcı

Şekil 11.39: Satın alınan Linux tabanlı Web Hosting özellikleri

11.2.1. ODBC Bağlantısı

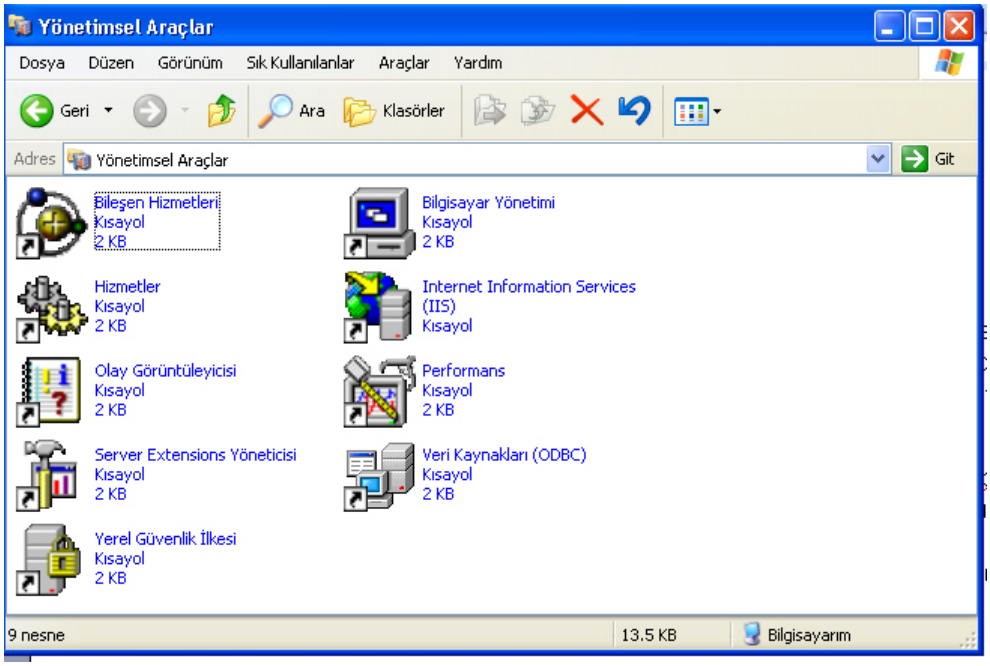
Açık Veritabanı Bağlantısı (ODBC) [141], bir tür veritabanından (veri kaynağı) diğer tür veritabanına veri göndermek için kullanılan yeni bir teknolojidir. Örneğin, ODBC [141] ile Access veritabanından MySQL veritabanındaki [143] tablolara veri alış-verişi yapılabilmektedir.



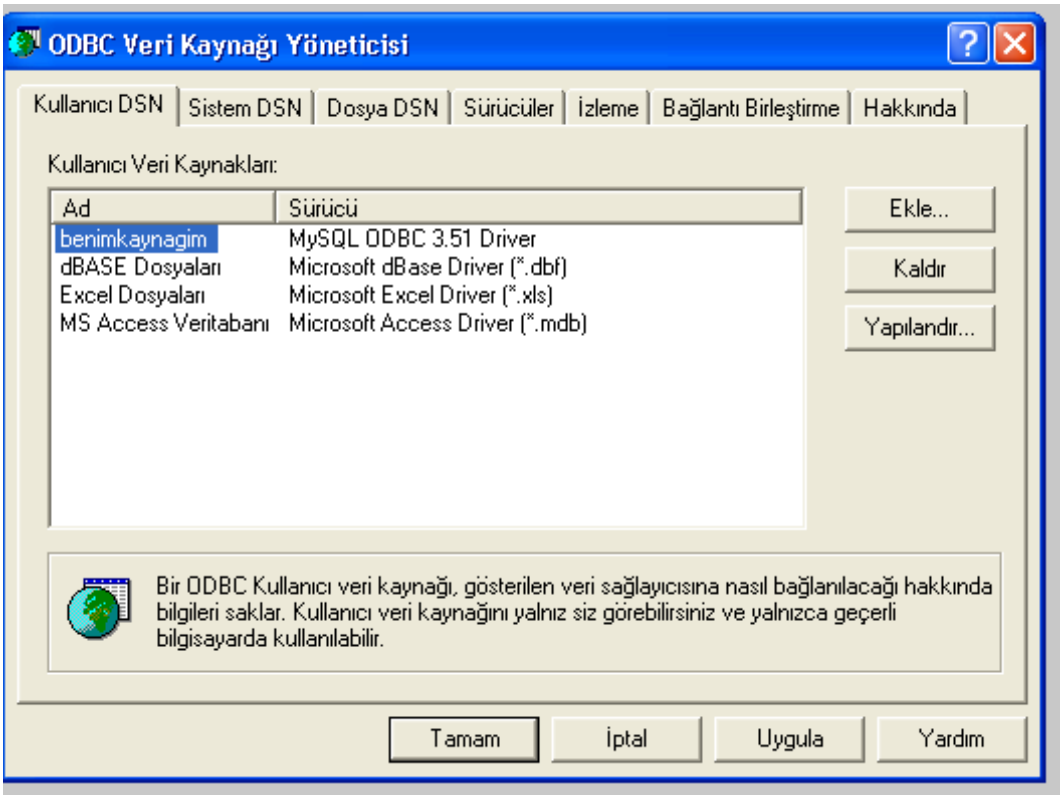
Şekil 11.40: Genel ODBC bağlantı şeması [141]

11.2.1.1. ODBC Bağlantı Ayarları

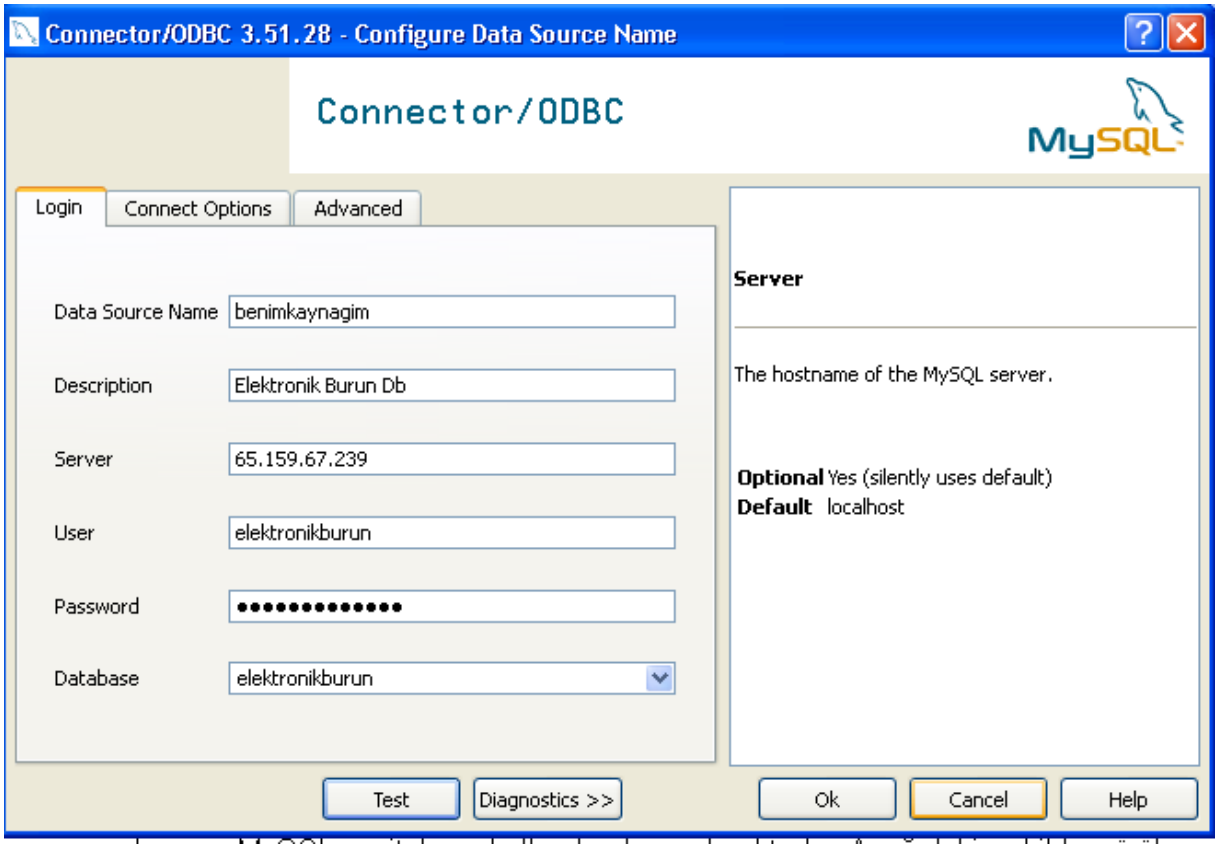
Windows işletim sisteminde ACCESS veritabanı ile MYSQL SERVER üzerinde kurulu olan MySQL veritabanına [143] ODBC [141] bağlantı yapılabilmesi için MySQL 3.51 ODBC Driver sürücüsünün [140] kurulması gerekir. Kurulma işlemi tamamlandıktan sonra Windows Denetim Masası üzerindeki Veri Kaynakları (ODBC) [141] seçeneği çalıştırılarak (tıklanarak) ODBC Veri Kaynağı Yönetici modülüne geçilir. Bu modülde MySQL 3.51 ODBC Driver sürücüsü seçilerek yapılandır modülü çalıştırılır. Bu modülde ODBC Bağlantı ayarları bulunmaktadır. Bağlantı ayarlarında Veri Kaynağı Adı (Data Source Name), Açıklama (Description), Server (IP adresi), Kullanıcı Adı (User), Şifre (Password) ve Veritabanı (Database) bilgileri girilir.



Şekil 11.41: Windows yönetimsel araçlar içinde ODBC kısayol bağlantısı



Şekil 11.42: ODBC bağlantı seçimi



Şekil 11.43: ODBC bağlantı ayarları

11.2.2. LINUX İşletim Sistemi

Helsinki Üniversitesi'nde bir öğrenci olan Linus Torvalds, Minix işletim sisteminindeki eksikliği görerek yeni bir işletim sistemi üzerinde araştırmalar yapmış ve 5 Ekim 1991'de Linux'un ilk sürümü olan 0.02'yi tüm dünyaya duyurmuştur. Open Source (Açık Kaynak) yazılım olduğu için birlerce kişi ve firmalar Linux'u geliştirmeye çalışmıştır. Bu çalışmaların sonucunda Linux işletim sistemi baş döndürücü bir hızla gelişerek bugünkü yeni halini almıştır [142].

Linux, aslında GNU/Linux işletim sisteminin sadece çekirdeğine (kernel) verilen bir isimdir. Birçok harici program eklenen Linux çekirdeği, bir Linux dağıtımını oluşturur. Dosyaları ekranda listelemeye yarayan listeleme komutu (ls) bile ayrı bir programdır, Linux çekirdeğinin bir parçası değildir. Windows işletim sisteminde ise ls komutuna karşılı gelen DIR (Disk Read) komutu işletim sisteminin bir parçasıdır [142].

GNU Projesi:

MIT'de çalışan Richard M.Stallman tarafından GNU projesi başlatılmıştır. Xerox firması, Linux işletim sisteminde çalışan Xerox bir yazıcı geliştirmiş ve bu yazıcı sürücülerinin herkes tarafından kullanılabilmesi için lisans alama girişiminde bulunmuştur. Bu lisans girişimi ile GNU Projesi 1983'te başlatılarak Free Software Foundation (Özgür Yazılım) Vakfı kurulmuştur. Bu vakıf yazılımın toplumlara ait olmasını ve özgürlüğünü savunmuştur[142].

GNU = Gnu's Not UNIX (GNU, UNIX değildir)

Linux yazılım geliştiricileri 1990'ların başında işletim sisteminin çekirdek kısmı dışındaki tüm büyük parçaları tamamlamış ve 1991'de GPL (Genel Kamu Lisansı) son halini almıştır [142].

Linux Çekirdek:

Linux işletim sisteminin çekirdeği yüksek hızlar akan bir trafiğin içindeki trafik polisi gibidir. Linux bütün donanım sürücülerine sahiptir. Linux donanım yazılımları bilgisayarın değişik bölümleri ile bağlantı kurarak iletişimi sağlar. Linux Dosya ve ağ araçları gibi birçok gerekli fonksiyonlar için sürücüler bulundurur.

İşletim sistemi üzerinde çalışan herhangi bir yazılım Linux'tan bir donanım veya yazılım talebinde bulunduğunda, çekirdek uygun donanım veya yazılımı yönlendirir. Linux işletim sisteminin en büyük avantajı parça mimarisi yapısında olmasıdır. Çekirdeğin her parçası modülerden oluşmuştur. Bu modüller kolaylıkla ayrılıp yeniden

birleştirilebilir. Bu esneklik sayesinde işletim sistemine bağlana milyonlarca farklı kullanıcı tarafından birbirinin işini bozmadan birçok programı ayrı ayrı çalışabilirler. 2003 yılında Linux işletim sisteminin çekirdeğinin 2.6 sürümü çıkmıştır ve halen bu sürümler kullanılmaktadır [142].

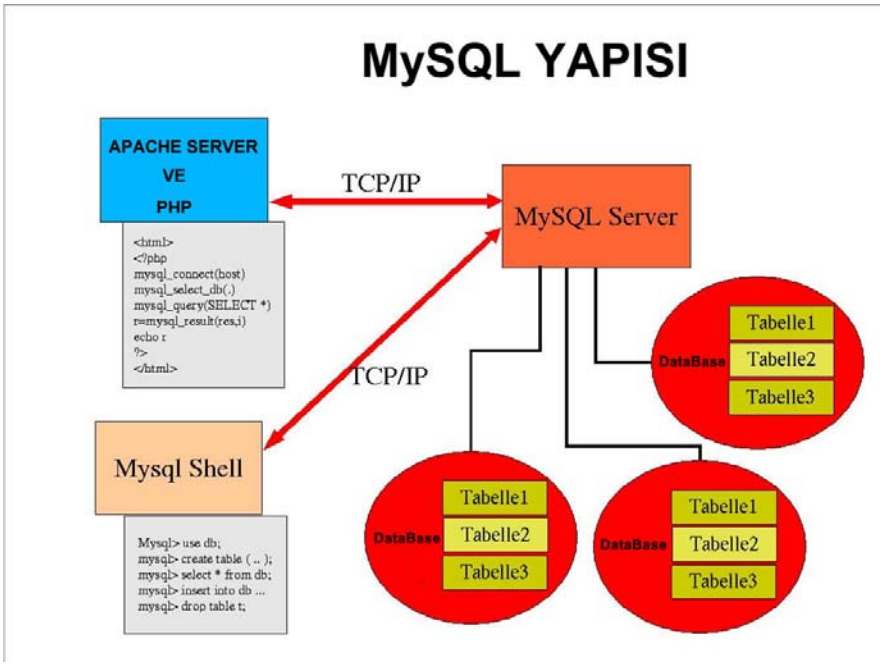
11.2.3. APACHE SERVER (WEB SUNUCU)

Linux işletim sistemi üzerinde çalışan yetenekli ve esnek bir http (WEB) sunucusudur. Apache Server, Apache Software Foundation (ASF) tarafından yazılmış ve 1995'ten beri geliştirilmiştir. ASF, Apache server yazılımcıları tarafından 1999'da yasal bir zemin olması için oluşturulmuştur. Apache Server açık kaynak kodlu bir yazılımdır ve lisansı ücretsizdir. Yazılım firmaları, kurumlara verdikleri kurulum, teknik destek gibi hizmetlerden kazanç sağlarlar [142].

11.2.4. MySQL SERVER

MySQL, 6.000.000 dan fazla sistemde yüklü bulunan çoklu iş parçacıklı (multi threaded), çok kullanıcılı (multi user) ve hızlı işlem yapan sağlam bir veritabanı yönetim sistemidir. Apache Server'ın Windows platformları için ayrı bir sürmü bulunmaktadır. UNIX, OS/2 ve Windows işletim sistemleri için ücretsiz dağıtılmakla birlikte, ticari lisans kullanmak isteyenler için de ücretli ve lisanslı bir sürümüde mevcuttur. Kaynak kodu açık olan MySQL 'in pek çok işletim sistemi için çalıştırılabilir ikilik kod halinde indirilebilir yeni sürümleri bulunmaktadır [143]. Ayrıca MySQL Server'in ODBC sürücüleri de bulunmaktadır.

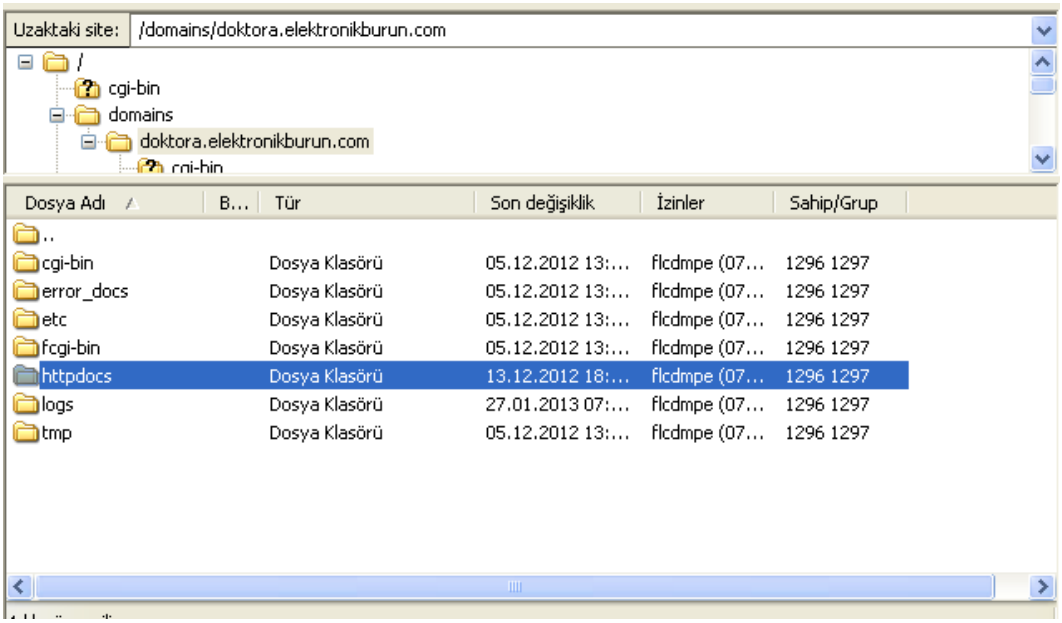
MySQL Server geliştiricileri, beşyüzden fazla ve yedi milyon veri kaydı içeren onbin tablodan oluşan veritabanlarında 100 Gigabyte'lık veri tutabildiklerini bildirmişlerdir. [143].



Şekil 11.44: Apache Server ve MySQL Server yapısı [143]

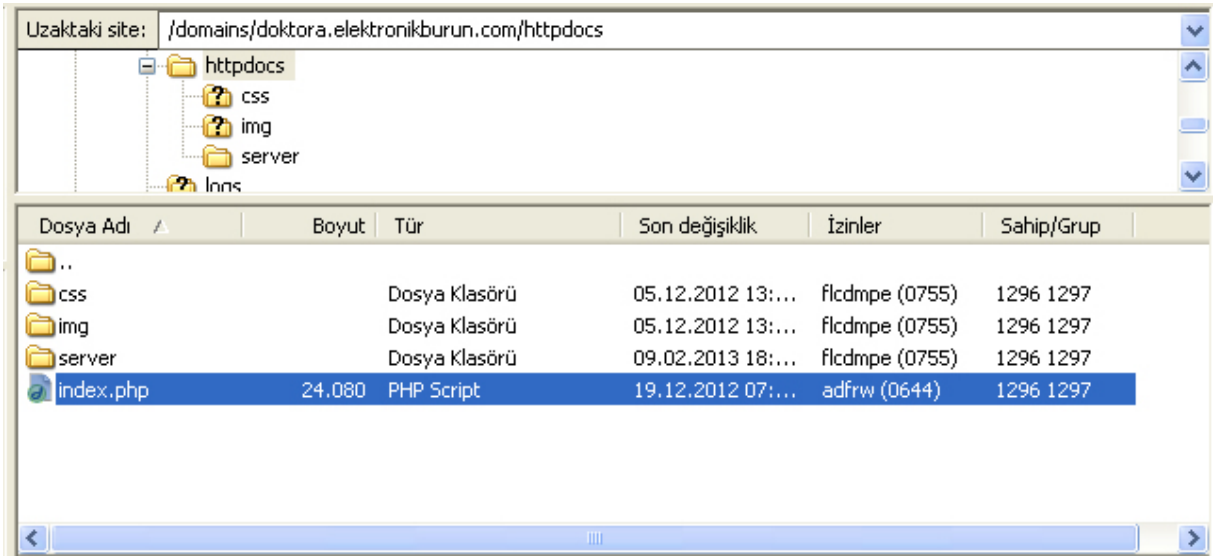
11.2.5. APACHE SERVER İçinde PHP Kodların Çalıştırıldığı Klasörler

http://doktora.elektronikburun.com 'a bağlı Linux Web Hosting üzerinde kurulu olan Apache server'da httpdocs klasörü içinde php [145] web sayfaları çalışmaktadır.



Şekil 11.45: Apache server'da PHP [145] web sayfasını çalıştığı httpdocs klasörü

Zararlı gaz kontrolü için tasarlanmış ve PHP [145] dilinde yazılmış kodlar index.php olarak kaydedilmiştir. index.php web sayfası FileZilla FTP (File Transfer Protocol) programı ile **http://doktora.elektronikburun.com** a bağlı olan web hosting içindeki httpdocs klasörüne kaydedilmiştir.



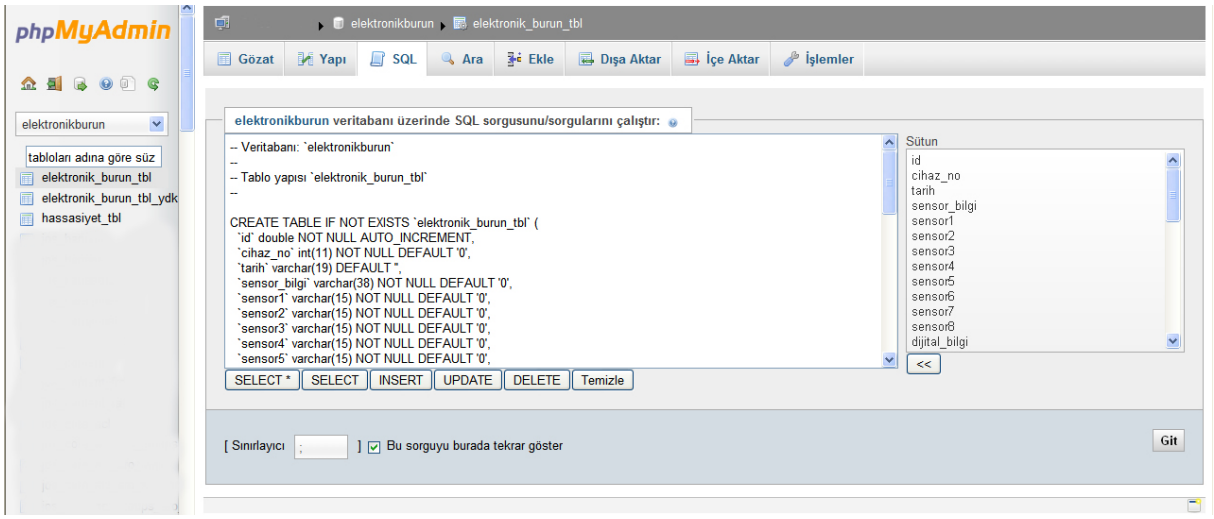
Şekil 11.46: Zararlı gaz kontrolü için yazılmış ve httpdocs klasörü içine kaydedilen index.php web sayfası

11.2.6. PhpMyAdmin Veritabanı Yönetim Programı



Şekil 11.47: PhpMyAdmin [144] veritabanı yönetim programına giriş

11.2.6.1. PhpMyAdmin de elektronikburun_db veri tabanınında tabloların yaratılması



Şekil 11.48: PhpMyAdmin [144] programında SQL Sorgulama/SQL Komutu Çalıştır bölümü

elektronik_burun_tbl tablosunu PhpMyAdmin programındaki SQL sorgulama işlem seçeneğinde SQL komutlarından CREATE TABLE komutu ile oluşturulmuştur.

11.2.6.2. Elektronik_burun_tbl tablosunun oluşturulması

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile elektronik_burun_tbl tablosu oluşturulmuştur.

```
-- Tablo yapısı `elektronik_burun_tbl`
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `elektronik_burun_tbl` (
  `id` double NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cihaz_no` int(11) NOT NULL DEFAULT '0',
  `tarih` varchar(19) DEFAULT '',
  `sensor_bilgi` varchar(38) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor1` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor2` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor3` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor4` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor5` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor6` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor7` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor8` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital_bilgi` varchar(16) NOT NULL DEFAULT '',
  `dijital1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital9` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `dijital10` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `role1` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role2` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role3` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role4` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role5` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role6` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role7` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `role8` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
  `ysa_cikis1` double NOT NULL,
  `ysa_cikis2` double NOT NULL,
  `ysa_cikis3` double NOT NULL,
  `ysa_cikis4` double NOT NULL,
  `ysa_cikis5` double NOT NULL,
  `ysa_cikis6` double NOT NULL,
  `ysa_cikis7` double NOT NULL,
  `ysa_cikis8` double NOT NULL,
  `web` int(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT;
```

11.2.6.3. hassasiyet_tbl tablosunun yaratılması

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile hassasiyet_tbl tablosu oluşturulmuştur.

```
-- Tablo yapısı `hassasiyet_tbl`

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `hassasiyet_tbl` (
  `id` double NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `tarih` varchar(19) DEFAULT '',
  `z_gaz_1_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_2_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_3_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_4_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_5_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_6_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_7_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_8_ad` varchar(15) NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_fark_8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_cikis8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `ysa_hata8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `z_gaz_lel_ad_1` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
```

```
`z_gaz_lel_ad_1` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_2` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_3` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_4` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_5` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_6` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_7` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_ad_8` varchar(15) NOT NULL DEFAULT 'YOK',
`z_gaz_lel_1` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_2` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_3` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_4` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_5` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_6` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_7` double NOT NULL DEFAULT '0',
`z_gaz_lel_8` double NOT NULL DEFAULT '0',
`role1` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role2` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role3` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role4` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role5` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role6` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role7` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`role8` varchar(5) NOT NULL DEFAULT 'Pasif',
`eb_tbl_no` int(11) NOT NULL DEFAULT '0',
`cihaz_no` int(11) NOT NULL,
`web_durum` int(11) NOT NULL,
PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT ;
```

11.2.6.4. kalibre_tbl tablosunun oluşturulması

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile kalibre_tbl tablosu oluşturulmuştur.

```
-- Tablo yapısı `kalibre_tbl`
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `kalibre_tbl` (
  `id` double NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cihaz_no` int(11) NOT NULL DEFAULT '0',
  `tarih` varchar(19) DEFAULT '',
  `sensor1` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor2` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor3` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor4` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor5` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor6` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor7` double NOT NULL DEFAULT '0',
  `sensor8` double NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1 AUTO_INCREMENT=1 ;
```

11.2.6.5. lel_durum_tbl tablosunun oluşturulması

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile lel_durum_tbl tablosu oluşturulmuştur.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `lel_durum_tbl` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `cihaz_no` int(11) NOT NULL,
  `lel_gerilim_1` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_2` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_3` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_4` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_5` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_6` double NOT NULL,
  `lel_gerilim_7` double NOT NULL,
  `lel_durum_1` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_2` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_3` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_4` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_5` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_6` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_durum_7` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_1` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_2` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_3` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_4` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_5` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_6` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_7` int(11) NOT NULL,
  `lel_role_durum_1` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_2` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_3` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_4` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_5` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_6` varchar(15) NOT NULL,
  `lel_role_durum_7` varchar(15) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT;
```

11.2.6.6. role_kontrol tablosunun oluşturulması

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile role_kontrol tablosu oluşturulmuştur.

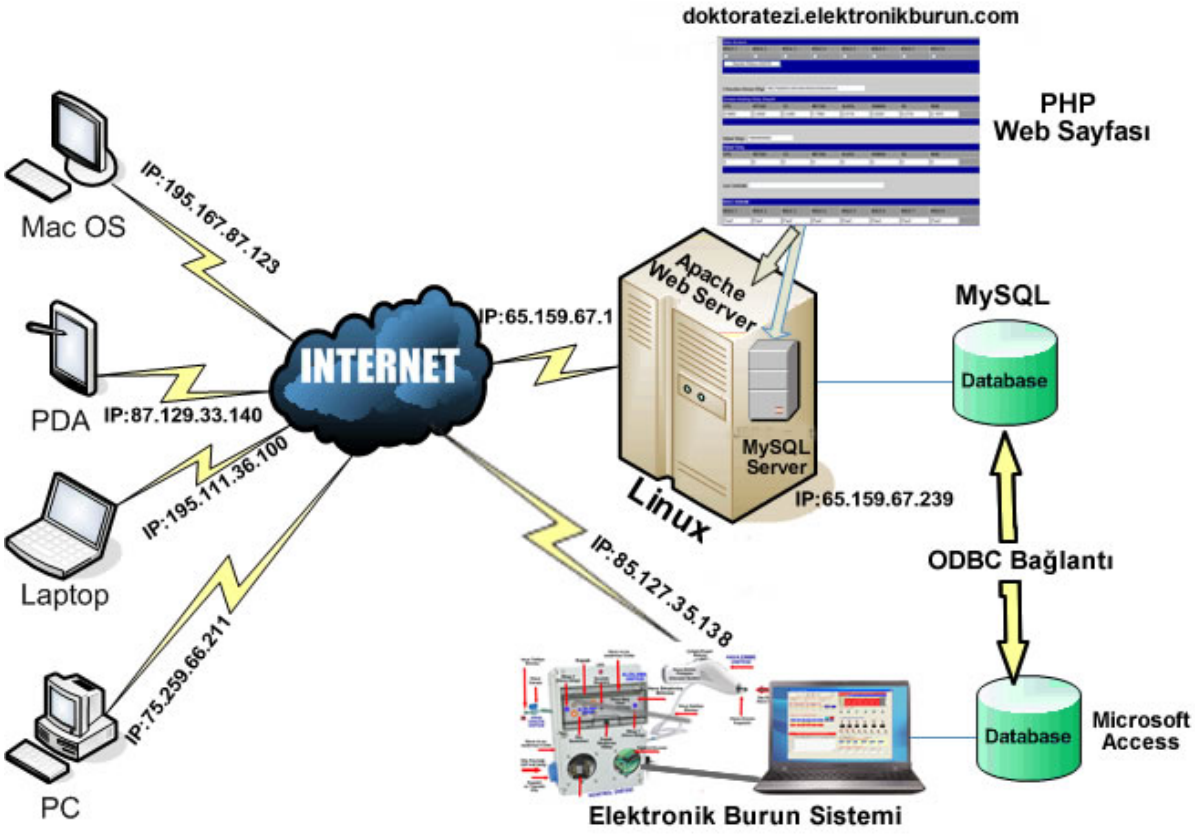
```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `role_kontrol` (
  `id` bigint(20) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `role_1` int(11) NOT NULL,
  `role_2` int(11) NOT NULL,
  `role_3` int(11) NOT NULL,
  `role_4` int(11) NOT NULL,
  `role_5` int(11) NOT NULL,
  `role_6` int(11) NOT NULL,
  `role_7` int(11) NOT NULL,
  `role_8` int(11) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT;
```

11.2.6.7. web_durum_table tablosunun oluşturulması:

Aşağıda yazılı olan komut satırı ile web_durum_table tablosu oluşturulmuştur.

```
-- Tablo için tablo yapısı `web_durum_table`
 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `web_durum_table` (
   `id` bigint(20) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
   `web_durum` int(11) NOT NULL,
   `id_no` int(11) NOT NULL,
   `sd_id` int(11) NOT NULL,
   `role_kontrol_durum` int(11) NOT NULL,
   PRIMARY KEY (`id`)
 ) ENGINE=MyISAM  DEFAULT CHARSET=utf8 AUTO_INCREMENT=2 ;
```

11.2.7. Elektronik Burun Sisteminin Internet Alt Yapı Bağlantı Şeması



Şekil 11.49: Elektronik burun sisteminin internet alt yapı bağlantı şeması

11.3. Uzman Sistem İle Zararlı Kokuları Algılayıp İnternet Üzerinden İleten Elektronik Burun Tasarımı

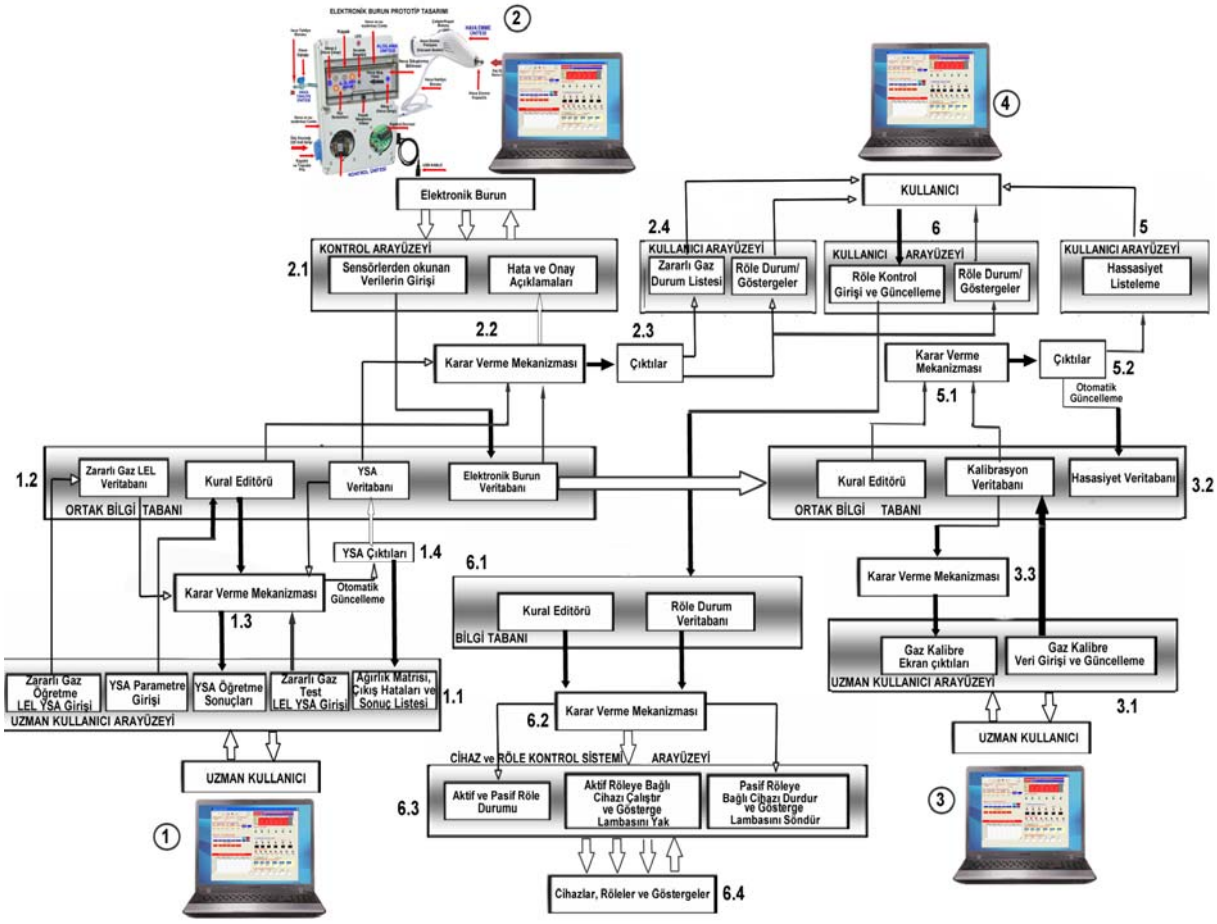
Bu bölüme kadar uzman sistem ile Elektronik Burun tasarımı anlatılmıştır. Bu bölümde ise uzman sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı anlatılacaktır.

Daha önce geliştirdiğim Elektronik Burun tasarımında algılanan koku verileri internet üzerinden iletme işlemi yapmamaktaydı. Yeni yaptığım tasarım ile Elektronik Burun ile algılanan zararlı kokular verileri internet üzerinden iletilmektedir. Daha önce geliştirdiğim Elektronik Burun Tasarımı ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı arasında belirgin farklılıklar oluşmuştur. Bu farklılıklar şekildeki şemalar arasında görülmektedir.

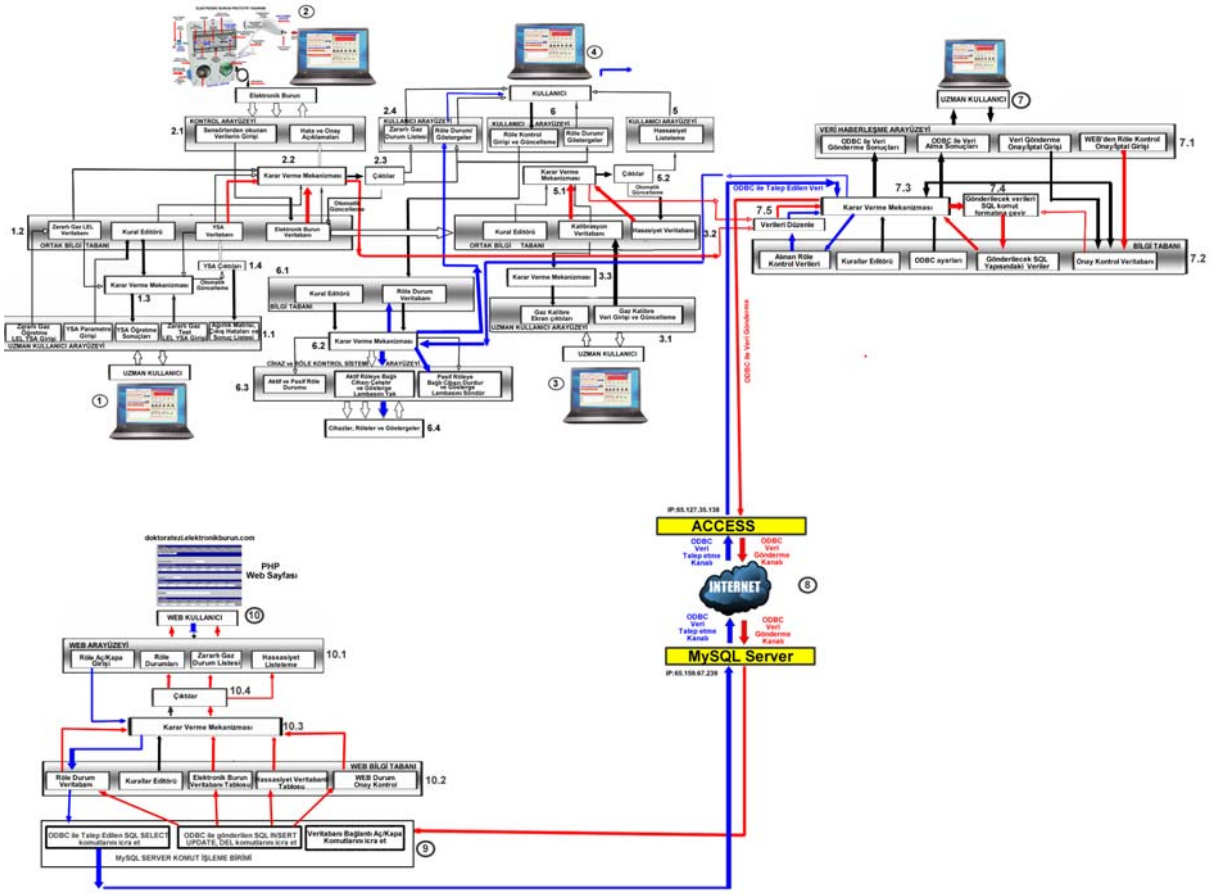
Bu yeni tasarımda Elektronik Burun tasarımına ek olarak bilgi tabanları, veritabanları ve veri tabloları eklenmiştir. Ayrıca Elektronik Burun Tasarımına ilave olarak ODBC bağlantısı ile veri haberleşmeyi sağlayan uzman sistem eklenmiştir. Veri

haberleşmesi iletişimin sürekli ve hızlı olması gerektiği durumlarda kullanılan senkron (eş zamanlı) iletişim mantığı ile oluşturulmuştur.

Bu değişimle beraber Elektronik Burun Tasarımında ve yazılımda değişiklikler yapılmıştır. Bununla beraber internet üzerinden zararlı kokuları algılayan Web Arayüzü uzman sistem sistemle tasarlanmış ve geliştirilmiştir.



Şekil 11.50: Uzman Sistem ile Elektronik Burun Tasarımı



Şekil 11.51: Uzman Sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı şeması

Elektronik Burun ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden iletilmesi, iletilen bu bilgilerin yayımlanması ve internet üzerinden röle kontrolü yapılabilmesi için

ADIM-1: LEL sınırı ve üzerinde olan YSA bilgileri, zararlı gazların durumu ve değerleri, hassasiyet listesi, rölelerin durumları ODBC bağlantı ile daha önceden belirlenmiş timer zamanında sürekli olarak internet ortamındaki doktoratezi.elektronikburun.com alanadına bağlı Linux Web Hosting sisteminde kurulu MySQL Server'daki elektronikburun_db MySQL veritabanına [143] gönderilerek kaydedilmesi

ADIM-2: doktoratezi.elektronikburun.com alanadına bağlı Linux Web Hosting sisteminde kurulu Apache server üzerinde çalışan PHP [145] dilinde yazılmış web sayfasında ODBC ile gönderilmiş ve internet ortamındaki Web Bilgi Tabanına kaydedilmiş bilgilerin daha önceden belirlenmiş timer zaman aralıklarında okunması

ADIM-3: Veritabanından okunan (YSA bilgileri, zararlı gazların durumu ve değerleri, hassasiyet listesi, rölelerin durumları) bilgilerin yayımlanması

ADIM-4: Eğer Web kullanıcısına röle kontrol yetkisi verilmiş ise internet ortamından rölelerinin kontrol edilmesi

ADIM-5: Eğer Web kullanıcısına röle kontrol yetkisi verilmiş ve röle(r) işaretlenmiş ise rölelerin aktif veya pasif durumlarının internet bilgi tabanındaki veri haberleşmesi için kulanılan elektronikburun_db MySQL veritabanına [143] kaydedilmesi

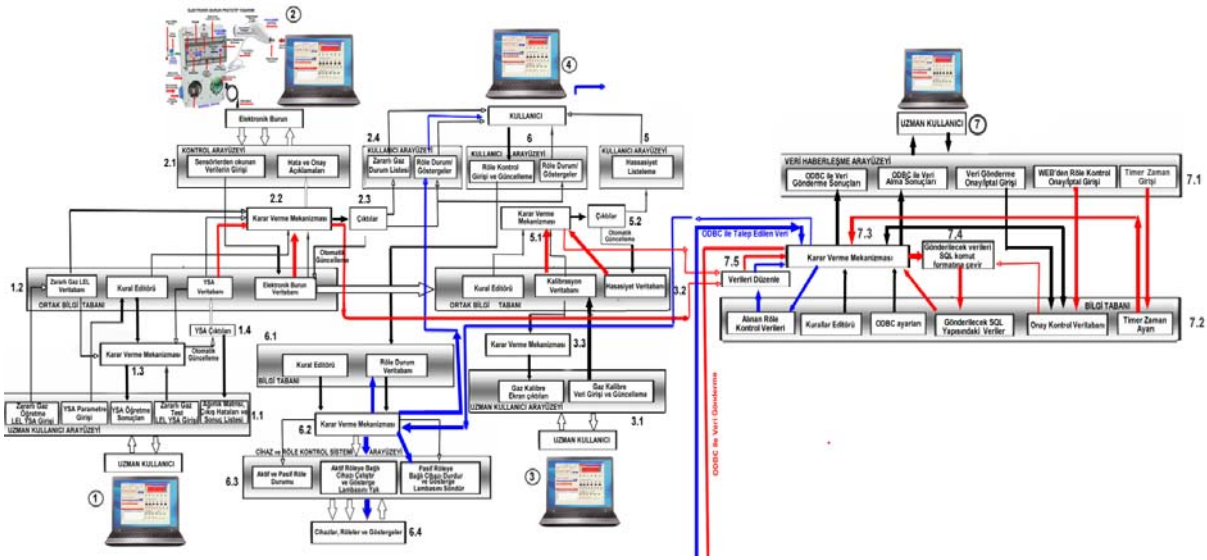
ADIM-6: Elektronik Burun yazılımında veri haberleşmeyi sağlayan ODBC bağlantısı ile internet bilgi tabanındaki elektronikburun_db veritabanına bağlanarak rölelerin durum bilgilerinin alınması

ADIM-7: Eğer Web kullanıcısına röle kontrol yetkisi verilmiş ve internet ortamından röleleri işaretlenmiş ise işaretlenmiş rölelerin aktif et ve işaretlenmemiş röleleri pasif et

ADIM-8: Adım-1'e dön

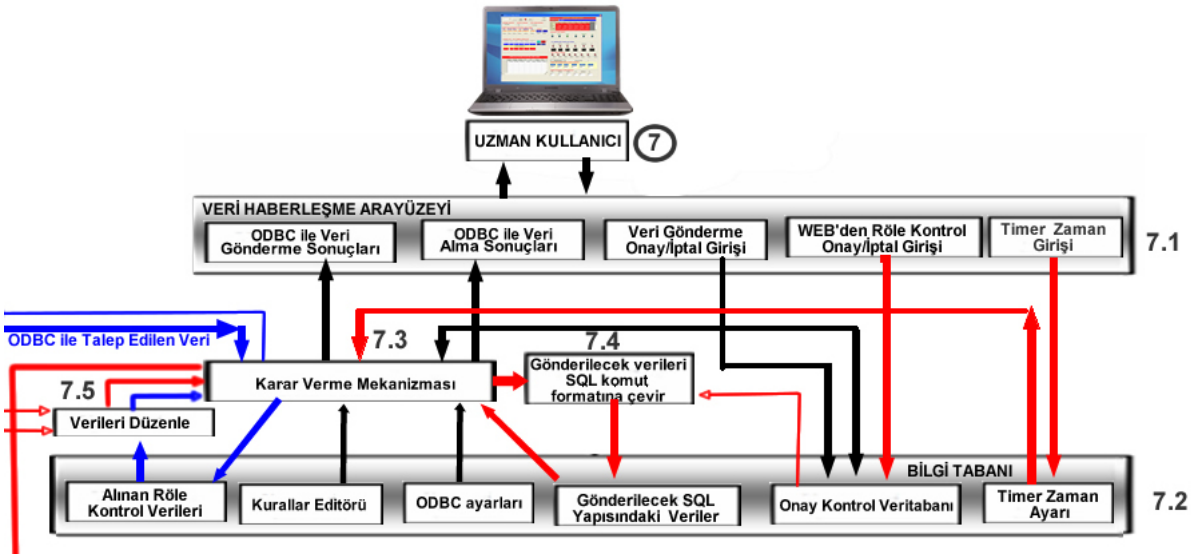
İşlem adımları gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

11.3.1. Uzman Sistem ile yapılmış Elektronik Burun Tasarımına veri haberleşme sisteminin eklenmesi



Şekil 11.52: Elektronik Burun Tasarımındaki uzman sitemin yenilenmesi

11.3.2. ADIM-1, ADIM-6 ve ADIM-7'deki işlemlerin icra edilmesi için oluşturulan uzman sistem



Şekil 11.53: Veri haberleşme ve ODBC ile veri transferi için tasarlanmış uzman sistem şeması

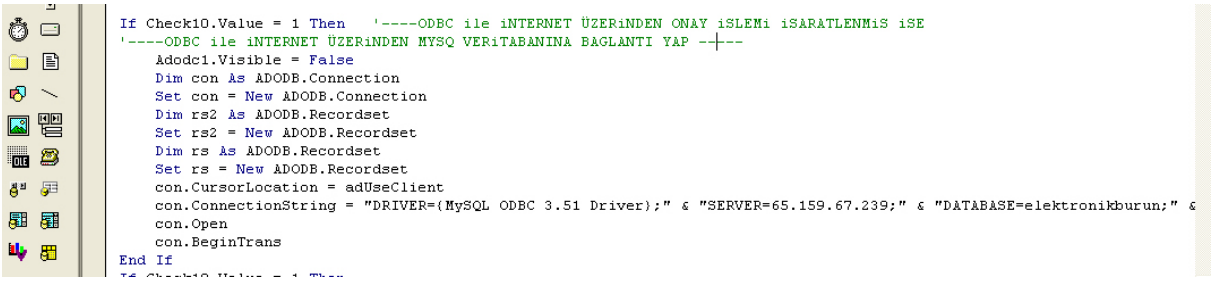
Adım-1, Adım-5 ve Adım-6'daki işlemlerin gerçekleştirilmesi için veri haberleşme ve ODBC ile veri transferi işlemlerini yapan uzman sistem tasarımı yapılmıştır. Bu uzman sistemde bilgi tabanı, karar verme mekanizması, veri haberleşme arayüzeyi ve uzman kullanıcıdan oluşmaktadır.

Veri haberleşme arayüzeyi veya uzman arayüzeyi olarak adlandıracağımız ODBC ile veri gönderme ve alma sonuçları, ODBC ile Veri Gönderme Onay/İptal girişi ve Web'den röle kontrol Onay/İptal Giriş ve timer zaman ayarı kısımlarından oluşmaktadır.



Şekil 11.54: Uzman kullanıcı tarafından kontrol edilen internetten röle kontrol ve ODBC ile veri gönder seçeneği

Bilgi tabanında ODBC ayarlarlarının saklandığı bölüm, gönderilecek verilerin SQL formatına dönüştürülmüş veriler, ODBC ile Veri gönder Onay/İptal bilgisi, Webden röle kontrol Onay/İptal bilgisi ve Eğer Webden röle kontrol Onay seçeneği işaretlenmiş ise ODBC ile alınan Röle kontrol bilgileri içermektedir.



```
If Check10.Value = 1 Then   '----ODBC ile iNTERNET ÜZERiNDEN ONAY iSLEMi iSARATLENMiS iSE
'----ODBC ile iNTERNET ÜZERiNDEN MYSQ VERiTABANINA BAGLANTI YAP --+---
    Adodc1.Visible = False
    Dim con As ADODB.Connection
    Set con = New ADODB.Connection
    Dim rs2 As ADODB.Recordset
    Set rs2 = New ADODB.Recordset
    Dim rs As ADODB.Recordset
    Set rs = New ADODB.Recordset
    con.CursorLocation = adUseClient
    con.ConnectionString = "DRIVER={MySQL ODBC 3.51 Driver};" & "SERVER=65.159.67.239;" & "DATABASE=elektronikburun;" &
    con.Open
    con.BeginTrans
End If
```

Şekil 11.55: ODBC bağlantı kodu ve kurallar editöründeki onay işlemi

con.ConnectionString Değişkeni

"DRIVER={MySQL ODBC 3.51 Driver};" &

"SERVER=65.159.67.239;" &

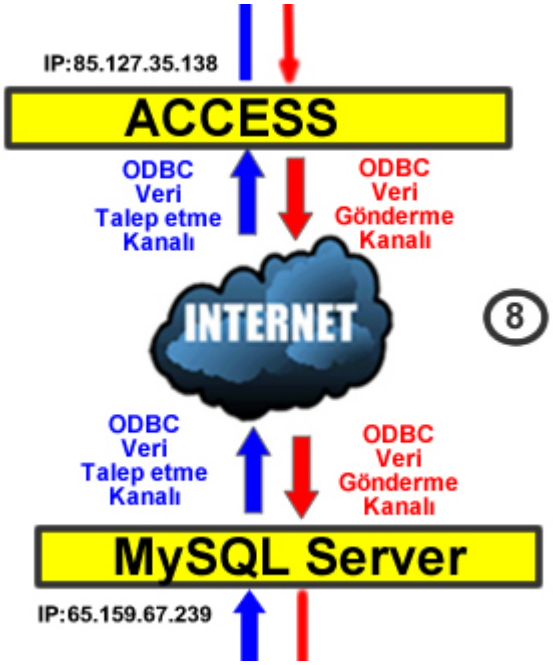
"DATABASE=elektronikburun;" &

"UID=elektronikburun;" &

"PWD=**********;" &

"OPTION=" & 1 + 2 + 8 + 32 + 2048 + 16384

Olarak tanımlanmıştır.



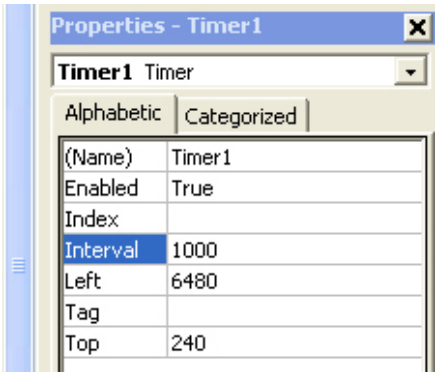
Şekil 11.56: ODBC ile internet üzerinden haberleşme gösterim şeması

```
'-----------------------------
If Check10.Value = 1 Then
adres1 = "INSERT INTO elektronik_burun_tbl (cihaz_no,tarih, sensor_bilgi, sensor1,sensor2,sensor3,sensor4,sensor5,senso
adres2 = "('" & cihaz_no & "','" & tarih & "','" & Text14.Text & "','" & sensor1 & "','" & sensor2 & "','" & sensor3 &
adres3 = Text12.Text & "','" & Str(ysa_cikis(0)) & "','" & Str(ysa_cikis(1)) & "','" & Str(ysa_cikis(2)) & "','" & Str(
adres4 = "','" & w_role_1 & "','" & w_role_2 & "','" & w_role_3 & "','" & w_role_4 & "','" & w_role_5 & "','" & w_role_
adres = adres1 & adres2 & adres3 & adres4

rs.Open adres, con, adOpenStatic, adLockOptimistic

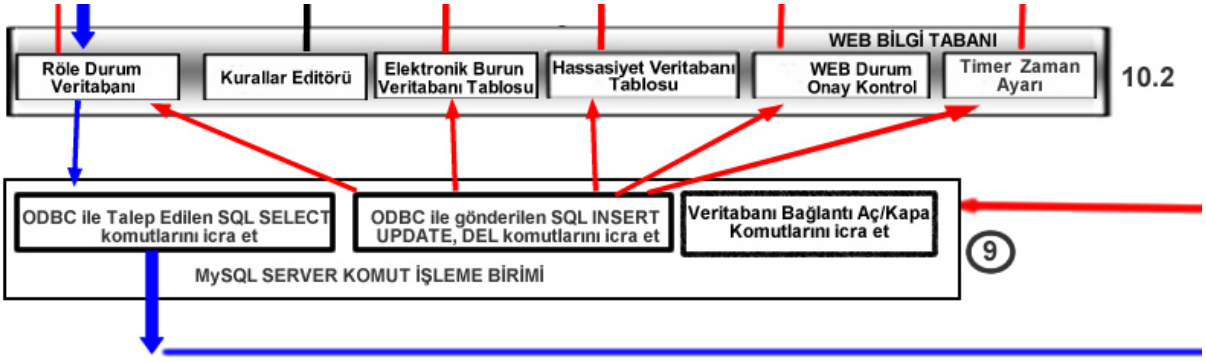
'******* ROLELERIN AKTIF VEYA PASIF OLMA DURUMLARI VERITABANINA YAZILIR-----
    adres = "INSERT INTO role_kontrol (role_1,role_2,role_3,role_4,role_5,role_6,role_7,role_8) VALUES ('" & w_role_1 &
    rs.Open adres, con, adOpenStatic, adLockOptimistic
    adres1 = "UPDATE web_durum_table SET id_no = '" & cihaz_no & "',web_durum = '" & webdurum & "' WHERE "
    adres2 = "id_no = '" & cihaz_no & "'"
    adres = adres1 & adres2
    rs.Open adres, con, adOpenStatic, adLockOptimistic
End If
```

Şekil 11.57: Kurallar editöründeki karşılaştırma kuralı ve Gönderilecek SQL formatındaki Değişkenler



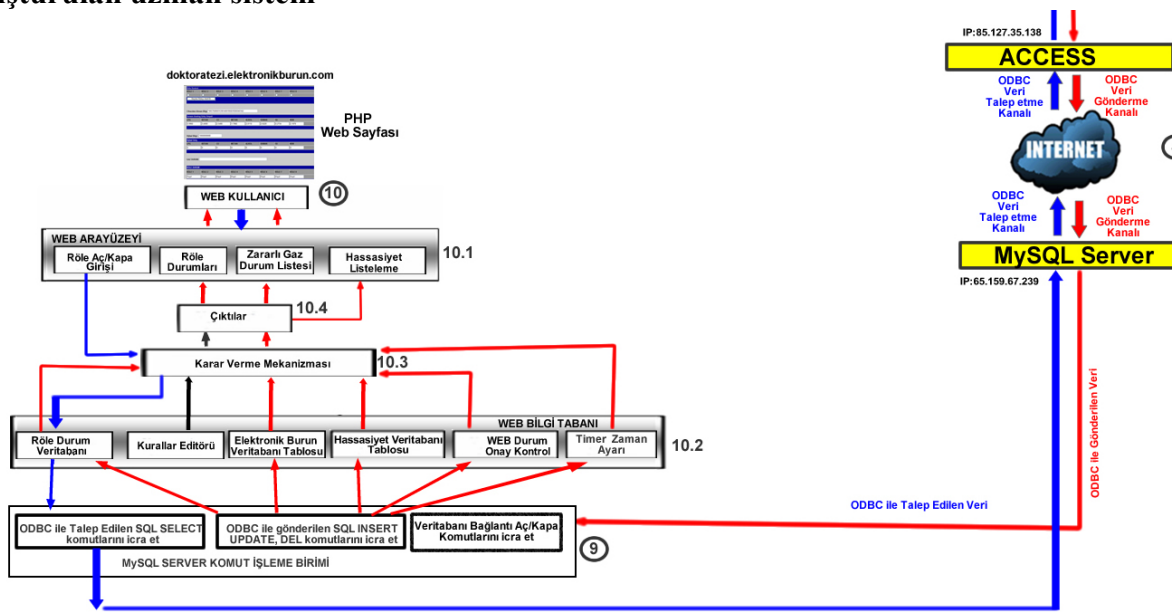
Şekil 11.58: ODBC veri gönderme ve alma (timer) zamanı 1000 mili saniye alınmıştır

ODBC veri gönderme ve alma (timer) zamanı 1000 mili saniye belirlenmiş ve her 1000 mili saniyede ODBC ile MySQL Server 'daki elektronikburun_db veritabanına bağlanılmakta ve ODBC bağlantı ile talep edilen veya gönderilen SQL verileri MySQL Server Komut işleme birimine aktarılarak, SQL komutları otomatik olarak çalıştırılmaktadır. Aşağıda şekilde çalışma şekli gösterilmiştir.

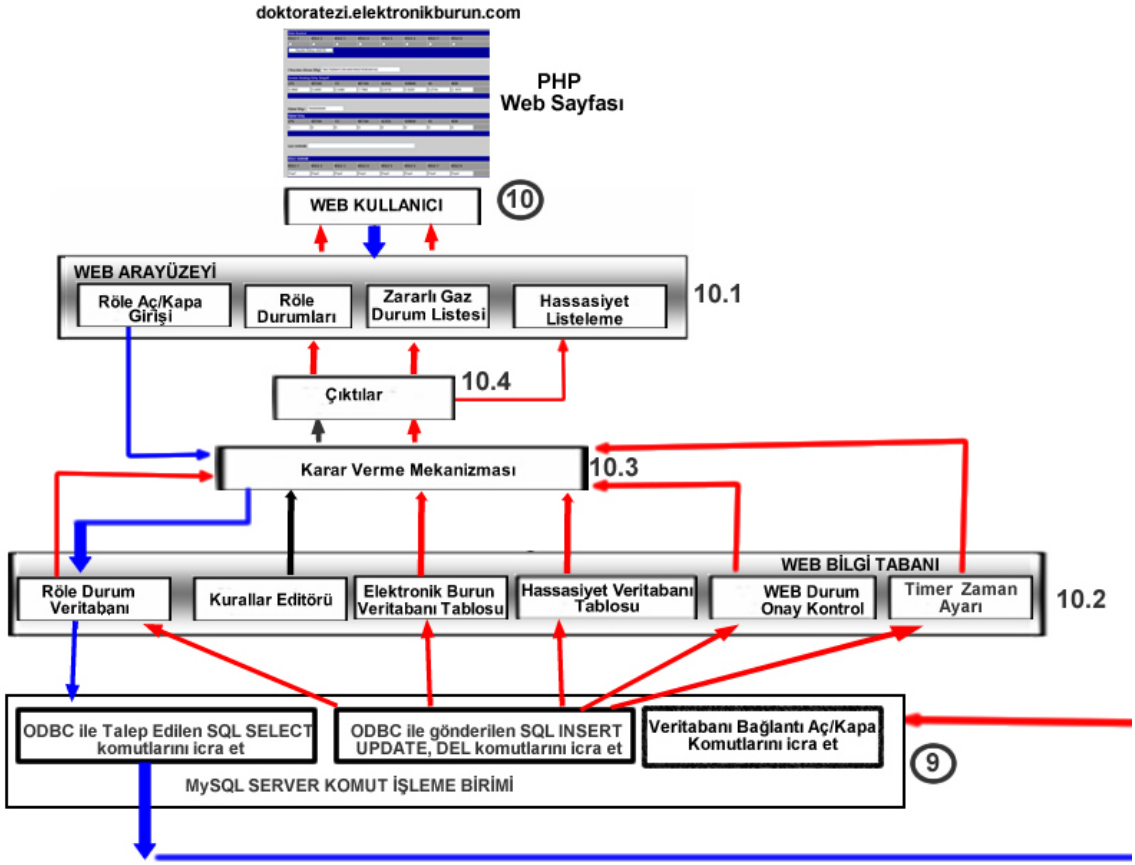


Şekil 11.59: ODBC bağlantısı ile talep edilen veya gönderilen SQL verilerini MySQL Server komut işleme biriminin çalışma şeması

11.3.3. ADIM-2, ADIM-3,ADIM-4 ve ADIM-5'deki işlemlerin icra edilmesi için oluşturulan uzman sistem

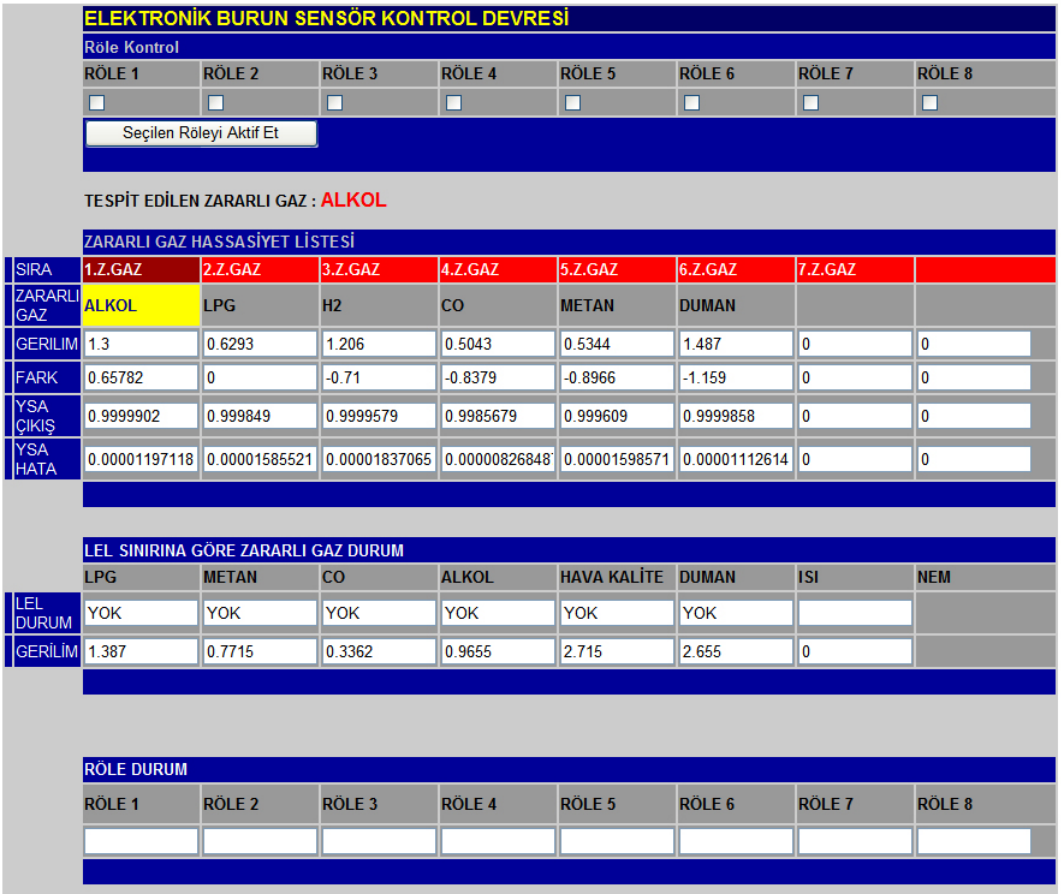


Şekil 11.60: Adım-1 ve Adım-2'deki ODBC bağlantı şeması



Şekil 11.61: Adım-2, Adım-3, Adım-4 ve Adım-5'deki işlem adımların icra edilmesi için tasarlanmış uzman sistem şeması

Adım-2, Adım-3, Adım-4 ve Adım-5'deki işlem adımlarının icra edilmesi için tasarlanmış uzman sisteme Web Uzman Sistem adı verilmiştir. Web Uzman Sistem'de web bilgi tabanı, karar verme mekanizması, web ara yüzeyi ve web kullanıcısından oluşmaktadır. Web bilgi tabanında Elektronik burun sisteminde algılanmış zararlı gaz bilgileri, röle durum bilgileri, timer zaman ayarı, web kullanıcısına verilmiş röle kontrol yetkisi, hassasiyet listesi, LEL sınırında veya geçmiş zararlı gazların bilgileri ve mantıksal karşılaştırmaların saklandığı kurallar editöründen oluşmaktadır. **www.elektronikburun.com** için web hosting hizmeti veren firma MySQL server'da 1 adet veritabanı kurma yetkisi vermiştir.



ELEKTRONİK BURUN SENSÖR KONTROL DEVRESİ

Röle Kontrol

RÖLE 1	RÖLE 2	RÖLE 3	RÖLE 4	RÖLE 5	RÖLE 6	RÖLE 7	RÖLE 8
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Seçilen Röleyi Aktif Et

TESPİT EDİLEN ZARARLI GAZ : ALKOL

ZARARLI GAZ HASSASİYET LİSTESİ

SIRA	1.Z.GAZ	2.Z.GAZ	3.Z.GAZ	4.Z.GAZ	5.Z.GAZ	6.Z.GAZ	7.Z.GAZ	
ZARARLI GAZ	ALKOL	LPG	H2	CO	METAN	DUMAN		
GERILIM	1.3	0.6293	1.206	0.5043	0.5344	1.487	0	0
FARK	0.65782	0	-0.71	-0.8379	-0.8966	-1.159	0	0
YSA ÇIKIŞ	0.9999902	0.999849	0.9999579	0.9985679	0.999609	0.9999858	0	0
YSA HATA	0.00001197118	0.00001585521	0.00001837065	0.00000826848	0.00001598571	0.00001112614	0	0

LEL SINIRINA GÖRE ZARARLI GAZ DURUM

	LPG	METAN	CO	ALKOL	HAVA KALİTE	DUMAN	ISI	NEM
LEL DURUM	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK	YOK		
GERİLİM	1.387	0.7715	0.3362	0.9655	2.715	2.655	0	

RÖLE DURUM

RÖLE 1	RÖLE 2	RÖLE 3	RÖLE 4	RÖLE 5	RÖLE 6	RÖLE 7	RÖLE 8

Şekil 11.62: Elektronik burun ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten, internet üzerinden alınan bilgileri web sayfasında görüntüleyen ve röle kontrolü yapan uzman sistemin ekran çıktısı

Bundan dolayı elektronik burun sisteminde algılanmış zararlı gaz bilgileri, röle durum bilgileri, timer zaman ayarı, web kullanıcısına verilmiş röle kontrol yetkisi, hassasiyet listesi, LEL sınırında veya geçmiş zararlı gazların bilgileri elektronikburun_db veritabanında saklanmaktadır. Web Arayüzü'nde aşağıdaki şekilde görülen bilgiler internet ortamında yayımlanmıştır.

```
<?

$baglanti = mysql_connect("localhost","elektronikburun","burun2111l2006");
if (!$baglanti)   {   die("MySQL baglantisi saglanamadi");   }
mysql_select_db("elektronikburun", $baglanti);
$sql = mysql_query("SELECT * FROM web_durum_table order by id_no DESC limit 1");
while($okunan_bilgi = mysql_fetch_array($sql))   {
$webdurum=$okunan_bilgi['web_durum'];
}
if ($webdurum==0)   { $kayit="RÖLE KONTROL YETKİSİ YOK";
}
if ($sdurum==1 && $webdurum==1)   {
$kaydet = mysql_query("INSERT INTO role_kontrol (role_1,role_2,role_3,role_4,role_5,role_6,role_7,role_8) VALUES
('$w_role1','$w_role2','$w_role3','$w_role4','$w_role5','$w_role6','$w_role7','$w_role8')");
if($kaydet) {     $kayit="Röle Bilgiler kaydedildi"; } else{     $kayit="Röle Bilgiler kaydedilirken hata olustu"; }
 }
mysql_close($baglanti);
```

Şekil 11.63: Internet üzerinden röle kontrolü yapan ve Eğer kontrol yetkisi varsa seçilmiş röleleri kaydeden yazılım kodu

BÖLÜM 12

SONUÇ

Bu tez çalışmasında düşük maliyetli Şekil 5.1'de görülen ve Kontrol Ünitesi, Hava Emme Ünitesi, Hava Tahliye Ünitesi ile Algılama Ünitesi olmak üzere 4 bölümden oluşan Elektronik Burun Prototipi geliştirildi. Şekil 5.1'de görülen prototipin diğer elektronik burunlara göre farkı algılama ünitesinde daha fazla hava sıkıştırarak, yoğun hava karışımı ortamında analiz etmesidir. Bu prototipteki hava emme ünitesi tarafından emilen dış ortam havası algılama ünitesi içindeki supaplar yardımı ile hava sıkıştırılarak daha yoğun halde tutulmakta ve bu sayede sensörlerin tepki-yanıt süresi daha hızlı olmaktadır. Bununla beraber elektronik burun daha hızlı zararlı gaz LEL değerlerini kontrol edebilmektedir.

- Uzman Sistem ile zararlı kokuları algılayan Elektronik Burun sistemi tasarımı (bkz. Şekil 11.4) ve yazılımı (bkz. Şekil 11.1 ve Şekil 11.2)
- Uzman sistem ile zararlı kokuları algılayıp internet üzerinden ileten elektronik burun tasarımı (bkz. Şekil 11.51) ve yazılımı (bkz. Şekil 11.62)

şeklinde 2 tasarım ve 2 yazılım geliştirilmiştir.

Metal oksit gaz sensörlü zararlı gaz algılama sistemlerinde en önemli problemi olan ortam içinde bulunan birden fazla yanıcı ve patlayıcı gazlar arasında hangisinin daha yoğun olduğunun tespit edilememesi ve bunların yoğunluğa göre kendi aralarında hassasiyet sıralanmasının yapılamaması durumunu ortadan kaldıracak bir uzman sistem yöntemi geliştirilmiştir. Bu uzman sistem yöntemi ile zararlı gaz hassasiyet sıralaması yaparak ortamdaki en yoğun bulunan zararlı gaz tespit edilebilmektedir.

Piyasadan temin edilen kalibrasyon tüpleri içerisindeki gazlar geliştirilen prototip elektronik burun cihazına koklatılarak Alt Patlama Sınırı (LEL) değerleri tespit edilmiş ve bu değerler YSA ile öğretilmiştir. Öğretilmiş verilerden yararlanan uzman sistem ile Alt Patlama Sınırı (LEL) değerleri kontrol edilmekte ve bu Alt Patlama Sınırı (LEL) değerleri üzerinde uyarı vermektedir. Ayrıca uzman sistem ile rölelere bağlı cihazların kontrolü de yapılabilmektedir.

Bununla beraber uzman sistem ile tasarlanmış haberleşme modülü sayesinde otomatik ODBC bağlantısı yaparak internet üzerinden veri alış verişi yapabilen bir haberleşme algoritması oluşturulmuştur.

Uzman sistemle tasarlanan haberleşme algoritması ile elektronik burunla algılanan zararlı gaz verileri internet üzerinden iletilmektedir. Bu iletilen bilgiler doktora.elektronikburun.com üzerinde oluşturulan web tabanlı uzman sistem yazılımı ile sistemin son durumunu web sayfası üzerinde yayımlanmaktadır. Ayrıca web tabanlı uzman sistem ile röle kontrol yetkisi alınması durumunda elektronik burun sistemindeki rölelere bağlı cihazlar internet üzerinden kontrol edilebilmektedir.

Geliştirilen Elektronik Burun Sistemine Yapay Sinir Ağı ile öğrenebilme, uzman sistemler ile karar verme ve otomatik kontrol yeteneği verilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Fort, A.; Serrano-Santos, M.B.; Spinicci, R.; Ulivieri, N.; Vignoli, V., 2004, "Electronic noses based on metal oxide gas sensors: the problem of selectivity enhancement**",**. Proceedings of the 21st IMTC 04 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Volume: 1, Sayısal Object Identifier: 10.1109/IMTC.2004.1351121 , Page(s): 599 – 604, Vol.1 .

[2] Shunping Zhang; Xianping Xia; Changsheng Xie; Shuizhou Cai; Huayao Li; Dawen Zeng, 2009, "A Method of Feature Extraction on Recovery Curves for Fast Recognition Application With Metal Oxide Gas Sensor Array" Sensors Journal, IEEE ,Volume: 9 , Issue: 12, Sayısal Object Identifier: 10.1109/JSEN.2009.2030704 , Page(s): 1705 - 1710

[3] Guney, S.; Atasoy, A., 2011, "Classification of n-butanol concentrations with k-NN algorithm and ANN in electronic nose",IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA) , 2011, Sayısal Object Identifier: 10.1109/INISTA.2011.5946057 , Page(s): 138 – 142

[4] P. Érdi and G. Barna, 1991, "Neurodynamic Approach to Odor", Proceeding of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN'91), ISBN: 0-7803-0164-1, IEEE Press, Piscataway, NJ, 2, 1991, 653-656.

[5] R.M. Stuetz; G. Engin; R.A. Fenner, 1998,"Sewage odor measurements using a sensory panel and an electronic nose", Water SCI Techno., 38 (3): 1998, 331-335.

[6] Saraoğlu H.M., 2008, "Elektronik Burun Teknolojisi ve Uygulama Alanları", Akademik Bilişim 2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 30 Ocak - 01 Şubat 2008, pp:420-427

[7] Albert K J.; Lewis N S.; Schauer C L.; Sotzing G A.; Stitzel S E, Vaid T P, Walt D R., 2000, "Cross-reactive chemical sensor arrays", Chem Rev 100: 2595

[8] James D, Scott S M, Ali Z, O'Hare W T., 2005, "Chemical sensors for electronic nose systems", Microchim Acta 149: 1

[9] Eu-Ttum Jang, Wan-Young Chung, 2002, "Electronic nose module with system on chip", Sensors, 2002.,Proceedings of IEEE, Page(s): 1335 – 1338, vol.2

[10] Charumporn, B.; Fujinaka, T.; Yoshioka, M.; Omatu, S. 2006, "Compact Electronic Nose Systems Using Metal Oxide Gas Sensors for Fire Detection Systems", IJCNN '06. International Joint Conference on Neural Networks, 2006. Page(s): 2214 – 2217. Sayısal Object Identifier: 10.1109/IJCNN.2006.247016 (IEEE Conference Publications).

[11] Wongchoosuk, C.; Khunarak, C.; Lutz, M.; Kerdcharoen, T. , 2012, "WiFi electronic nose for indoor air monitoring", 9th IEEE International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2012. Sayısal Object Identifier: 10.1109/ECTICon.2012.6254166 , Page(s): 1- 4

[12] Qi Wang; Kai Song; Tiandong Guo, 2010 , "Portable vehicular electronic nose system for detection of automobile exhaust", IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 2010, Sayısal Object Identifier: 10.1109/VPPC.2010.5729205 , Page(s): 1 - 5

[13] Helli, O.; Lfakir, A.; Siadat, M.; Lumbreras, M. , "Rapid evaluation of H_2S/NO_2 concentration with a metal oxide gas sensor array", Sensors, 2003. Proceedings of IEEE

Volume: 2 , Sayısal Object Identifier: 10.1109/ICSENS.2003.1279161, Page(s): 1320 - 1324 Vol.2

[14] Fujinaka, T.; Yoshioka, M.; Omatu, S.; Kosaka, T. ,2008,, "Intelligent Electronic Nose Systems for Fire Detection Systems Based on Neural Networks", ADVCOMP '08. The Second International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences, IEEE, 2008. Sayısal Object Identifier: 10.1109/ADVCOMP.2008.47, Page(s): 73 – 76.

[15] Dufour, N.; Veyrac, Y.; Menini, P.; Blanc, F.; Talhi, C.; Franc, B.; Ganibal, C.; Dufour, N.; Wartelle, C.; Aguir, K.; 2012, "Increasing the sensitivity and selectivity of Metal Oxide gas sensors by controlling the sensitive layer polarization ", Sensors, 2012 IEEE , Sayısal Object Identifier: 10.1109/ICSENS.2012.6411463, Publication Year: 2012 , Page(s): 1 - 4

[16] Panigrahi, S.; Young Chang; Khot, L.R.; Glower, J.; Logue, C.M.,2008, "Integrated electronic nose system for detection of Salmonella contamination in meat", IEEE Sensors Applications Symposium, 2008. SAS 2008. Page(s): 85 – 88

[17] Chutia, R.; Bhuyan, M., 2012, "Study of temperature modulated tin oxide gas sensor and identification of chemicals", 2nd IEEE National Conference on Computational Intelligence and Signal Processing (CISP), 2012. Sayısal Object Identifier: 10.1109/NCCISP.2012.6189703 , Page(s): 181 – 184.

[18] Del Cueto Belchi, A.; Rodriguez, D.G.; Rothpfeffer, N.; Sebastia, J.P.; Chilo, J. ,2012, "Multi-sensor olfactory system", IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2012 . Sayısal Object Identifier: 10.1109/I2MTC.2012.6229358, Page(s): 1139 – 1141.

[19] Fayçal Benrekia , Mokhtar Attari and Mounir Bouhedda, 2013, "Gas Sensors Characterization and Multilayer Perceptron (MLP) Hardware Implementation for Gas Identification Using a Field Programmable Gate Array (FPGA)", *Sensors* 2013, Vol.*13*,Page(s): 2967-2985; doi:10.3390/s130302967, (www.mdpi.com/journal/sensor)

[20] Hamdi Melih Saraoğlu, Burçak Edin, E-Nose System for Anesthetic Dose Level Detection using Artificial Neural Network, Journal of Medical Systems , December 2007, Volume 31, Issue 6, pp 475-482 .

[21] Zeki ERDEM, Fikret GÜRGEN, M. Ali EBEOĞLU, Cihat TAŞALTIN4 Z. Ziya ÖZTÜRK, 2001, "Kuartz Kristal Mikrobalans Algılayıcı Dizisi Sinyalleri İçin Öznitelik Çıkarma", SİU-2001, http://www.ee.emu.edu.tr/siu2001/bildiriler/245.pdf (19.1.2011)

[22] Hamdi Melih SARAOĞLU , Nazmi ÇAKMAK, 2008, "Nefes Kokusundan Hastalık Tanısı İçin Nefes Neminin Qcm Sensörlere Etkisinin Yapay Sinir Ağı İle İncelenmesi", Akademik Bilişim 2008 , Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 30 Ocak - 01 Şubat 2008, http://ab.org.tr/ab08/bildiri/25.doc (10.02.2011)

[23] Mehmet Erhan SAHİN, 2008, "Elektronik Burun Ve Temel Bileşen Analizi İle Mikroorganizmaların Saptanması", Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2008

[24] Nurgül Senyücel, Servet Senyücel, Ali Rahmi Fırat, Hüseyin Erduğan, 2012, "Elektronik Burun Kullanılarak Bazı Alg Örneklerinin Karşılaştırılması", 21. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, Palme yayıncılık, Ankamat Matbaacılık, Basımevi sertifika no:13256, p:761.

[25] Okan Acar, Nurgül Senyücel, Servet Senyücel, Sefer Demirbaş, Hülya Nur Görkem, 2012, "NaCl Stresi ile oluşan oksidatif hasarın Elektronik Burun ile belirlenmesi ",21. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiri Kitabı, Palme yayıncılık, Ankamat Matbaacılık, Basımevi sertifika no:13256, p:761.

[26] Handbook of Machine Olfaction: Electronic Nose Technology. Edited by T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner Copyright ª 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH Co. KGaA, Weinheim ISBN: 3-527-30358-8, Page(s): 161-179

[27] Phillips, M., Gleeson, K., Hughes, J. M., Greenberg, J., Catoneo, N. R., Baker, L., June 5 1999, "Volatile Organic Compounds in Breath as Markers of Lung Cancer: a Cross-Sectional Study", The lancet, vol 353

[28] Di Natale, C., Macagnano, A., Martinelli, E., Paolesse, R., D'arcengelo, G., Rosciona, C., Agro, A. F., D'amico, A., 1 November 2002, "Lung Cancer İdentification by the Analysis of Breath by means of an Array of Non-Selective Gas Sensors", Biosensors and Bioelectronics, 18 1209-1218.

[29] Phillips, M., April.1.2003, "Breath Test for Dedection of Various Diseases", United States Patent 6,540,691.

[30] Ping, W., Yi, T., Haibao X., Farong, S., 6.May.1996, "A Novel Method for Diabetes Diagnosis Based on Electronic Nose", Biosens and Bioelectronics", Vol.12. No.9-10, pp.1031-1036.

[31] Ryabtsev, S.V., Shaposhnick, A.V., Lukin, A.N., Domashevskaya, E.P., 1999, "Application of Semiconductor Gas Sensors of Medical Diagnostics", Sensors and Actuators B 59, 26-29.

[32] Zhang, Q., Wang, P., Li, J., Gao, X., 24 March 2000, "Diagnosis of Diabets by Image Dedection of Breath Using Gas-Sensitive Labs", Biosens and Bioelectronics", 15 249- 256.

[33] Fu, W., Huang, Q., Wang, J., Liu, M., Huang, J., Chen, B., 2004, "Detection of Human Papilloma Virus with Piezoelectric Quartz Crystal", Genesensors, ISSN 1726-5479.

[34] Fend, R., Bessant, C., Williams, A., J., Woodman, A.C., 12 December 2003, "Monitoring Haemodialysis Using Electronic Nose and Chemometrics", Biosens and Bioelectronics, 19 1581-1590.

[35] Torsi, L., Tanese, M. C., Cioffi, N., Gallazzi, M. C., Sabbatini, L., Zambonin, G. P., 2004, "Alkoxy-Substituted Polyterthiophene Thin-Film-Transistors as Alcohol Sensors", Sensors and Actuators, B 98 204-207.

[36] Karlak , B., Ağustos 2004, "Real Time Bad Breath Diagnosis and Trasmission for Telemedicine", IJSIT lecture note of international conference on intelligent knowledge system, vol.1, no.1.

[37] Ryabtsev, S.V., Shaposhnick, A.V., Lukin, A.N., Domashevskaya, E.P., 1999, "Application of Semiconductor Gas Sensors of Medical Diagnostics", Sensors and Actuators B 59, 26-29.

[38] Saraoğlu, H. M., Ebeoğlu,M., A., Özmen, A., Edin, B., 25-27 Mayıs 2005, "Sevoflurane Anastesi Gazının Phthalocyanine-QCM Duyarga ile Algılanması", Biyomut'05 Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

[39] Saraoğlu, H.M., Özmen, A., Ebeoğlu, M.A., Edin, B., 25-27 Mayıs 2006, "Sevoflurane Anestezi Seviyesinin Elektronik Burun Kullanılarak Belirlenmesi", Biyomut'06- Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı,Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

[40] Saraoğlu H. M., Edin B., "E-Nose System for Anesthetic Dose Level Detection using Artificial Neural Network", Journal of Medical Systems, 31: 475-482, 2007.

[41] Nakamato, T., Iguchi, A., Mariizumi, T., 2000, "Vapor Supply Method in Odor Sensing System And Analysis of Transient Sensor Responses", Sensors and Actuators, B 71 155-160.

[42] Machado R.F., D. Laskowski, O. Deffenderfer, T. Burch, S. Zheng, P.J. Mazzone, T. Mekhail, C. Jennings, J.K. Stoller, J. Pyle, J. Duncan, R.A. Dweik and S.C. Erzurum. 2005, "Detection of lung cancer by sensor array analyses of exhaled breath", Am. J. Respiratory Critical Care Med. 171: 1286-1291.

[43] S. Burattia, S. Benedettia, M. Scampicchioa, E.C. Pangerodb, "Characterization and classification of Italian Barbera wines by using an electronic nose and an amperometric electronic tongue", Analytica Chimica Acta, Volume 525, Issue 1, 1 November 2004, Pages 133–139

[44] Amalia Z. Bernaa, Jeroen LammertynaAuthor Vitae, Stijn SaevelsaAuthor Vitae, Corrado Di NatalebAuthor Vitae, Bart M. Nicolaïa, "Electronic nose systems to

study shelf life and cultivar effect on tomato aroma profile“ ,Sensors and Actuators B: Chemical, Volume 97, Issues 2–3, 1 February 2004, Pages 324–333

[45] Pardo, M., Niederjaufner, G., Comini, E., Faglia, G., Sberveglieri, G., 1999, “Use an Electronic Nose to Classify Different Types of Italıan Cheeses”, Proceedings Of The 5Th International Symposium an Oflaction and the Electronic Nose, Technomic Publishing Company Inc., 43-50.

[46] Balasubramanian, S., S. Panigrahi, C.M. Louge, M. Marchello, C. Doetkott, H. Gu, J. Sherwood and L. Nolan. 2005, “Spoilage identification of beef using an electronic nose system”, Transactions of the ASAE, 47(5): 1625-1633.

[47] A. Jonssona, F. Winquistb, J. Schnürer, c, , H. Sundgrenb, I. Lundströmb, "Electronic nose for microbial quality classification of grains", International Journal of Food Microbiology Volume 35, Issue 2, 1 April 1997, Pages 187–193

[48] Boholt, K., Andreasen, K., Berg, F., Hansen, T., 29 April 2005, “A New Method for Measuring Emission of Odour From a Rendering Plant Using the Danish Odor Sensors System Artificial Nose”, Sensors and Actuators, B: Chemical, P.170-176 Vol./Iss.: 106,1

[49] Bachinger, T., Mandenius C., December 2000, “Searching For Process Information in the Aroma of Cell Cultures”, Tibtech Vol.18.

[50] Younts S, E.C. Alocilja, W.N. Osburn, S. Marquie and D.L. Grooms. 2005. “Differentiation of Escherichia coli O157:H7 from non-O157:H7 *E. coli* serotypes using a gas sensorbased, computer-controlled detection system”, Transactions of the ASAE, 45(5): 1681- 1685.

[51] Zhang, H., J. Wang. 2008. “Identification of stored-grain age using electronic nose by ANN”, American Society of Agricultural and Biological Engineers 24 (2): 227-231.

[52] Pang, L., J. Wang, X. Lu and H. Yu. 2008, “Discrimination of storage age for wheat by enose”, 51 (5): 1707-1712.

[53] Qu, G., J.R.R. Feddes, W.W. Armstrong, R.N. Coleman and J.J. Leonard. 2001, “Measuring odor concentration with an electronic nose”, American Society of Agricultural Engineers, 44(6): 1807-1812.

[54] Sasaki, I., Tsuchiya, H., Nishioka, M., Sadakata, M., Okubo, T., 2002, "Gas Sensing with Zeolite-Coated Quartz Crystal Microbalances- Principal Component Analysis Approach", Sensors and Actuators, B 86, 26-33.

[55] Özmen, A., Ebeoğlu, M.A., Tekce F., Taşaltın, C., Öztürk, Z.Z., "Finding the Composition of Gas Mixtures by a Phthalocyanine Coated QCM Sensor Array and an Artificial Neural Network", Sensors and Actuators B, Vol:115, Issue:1 pp: 450-454.

[56] Tplast Kombinasyon kutusu: http://www.tplast.com.tr/urun-detay.aspx?s=3320-002-1112 (19.02.2010)

[57] Gaz Sensörü Taşıyıcı Kartı (MQ Gas Sensor Carrier): http://www.robitshop.com/Gaz-Sensoru-Tasiyici-Karti-MQ-Gas-Sensor-Carrier,PR-527.html (19.02.2010)

[58] Multidas Kontrol Kartı: http://www.delab.net/MultiDAS-Kontrol-Karti,PR-19.html (19.02.2010)

[59] Multidas Kontrol Kartı Teknik Özellikleri: http://www.denizelektronik.com/pdf/dELAb_MultiDAS.pdf (19.2.2010)

[60] USB dönüştürücü devre: http://www.delab.net/USB-TTL-Cevirici,PR-103.html (19.02.2010)

[61] USB dönüştürücü teknik bilgisi: http://www.denizelektronik.com/pdf/usb_ttl_converter.pdf (19.2.2010)

[62] USB Kablo: http://www.teknosa.com/urunler/125041417/eyeq-eq-us012m2-2m-usb-kablo (19.2.2010)

[63] Vacuum Sealer Y-DB7030 (Patent:ZL200830155329.0) : http://www.tjskl.org.cn/products-search/cz50a60bf/y_db7030_vacuum_sealer_with_reusable_bags-pz527adaf.html (19.3.2010)

[64] TUBİTAK TBAG 2080 "Atıksu Koku Karakterizasyonu İçin Kimyasal Algılayıcılar Dizisi(Elektronik Burun) Geliştirilmesi" Prof.Dr.Zafer Ziya ÖZTÜRK (Yönetici), Prof.Dr.Fikret GÜRGEN(Araştırıcı), Prof.Dr.Vefa AHSEN(Araştırıcı), Prof.Dr.Mehmet KARPUZCU(Araştırıcı), Yrd.Doç.Dr.M.Ali EBEOĞLU(Araştırıcı), Yrd.Doç.Dr.Şeref Naci ENGİN(Araştırıcı), Yrd.Doç.Dr.Güleda ENGİN (Araştırıcı), Dr. Ahmet

ALTINDAL(Araştırıcı), Dr.Fatih DUMLUDAĞ(Araştırıcı), Zeki ERDEM, Cihat TAŞALTIN, Devrim ATİLLA (Araştırıcı), Mahmut DURMUŞ(Araştırıcı), Fatma YÜKSEL(Araştırıcı), Safiye BOZKURT SARIIŞIK(Araştırıcı), Mustafa ASLAN(Araştırıcı). (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü)

[65] Ünal KIZIL , TUBİTAK – 1001, ÇOMÜ, "Tavuk Gübresinde Bulunabilecek Salmonella (S.enterica) Patojeninin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Elektronik Burun Sisteminin Geliştirilmesi" ,Yürütücü : Doç. Dr. Ünal KIZIL , Destekleyen Kuruluş TÜBİTAK

[66] Ünal KIZIL, ÇOMÜ – BAP, "Yerli Koyun Derilerini Yumuşatma Sıvılarındaki Bakteriyel Yükünün Gaz Sensörleri ve Yapay Sinir Ağlarıyla Belirlenmesi" ,Yürütücü : Doç. Dr.Ünal KIZIL , Destekleyen Kuruluş : ÇOMÜ – BAP

[67] Hatice ÖZTÜRK ,2008, "Sentetik Dyabetli Nefesindeki Aseton Miktarının Elektronik Burun Ve Yogunlastırıcı Kullanılarak Belirlenmesi", Hatice ÖZTÜRK, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisligi Anabilim Dalı, Şubat–2008

[68] TÜBİTAK Eletronik Burun: http://www.istanbul.edu.tr/iuha/?p=26110 (5.03.2012)

[69] "IP (Ingress Protection IP66, IP67, IP68) Koruma Sınıfı nedir?", http://www.topsmart.com.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=113:ip-ingress.(19.1.2011)

[70] IDE HDD Hard Disk Kablosu: http://urun.gittigidiyor.com/bilgisayar/ide-hdd-hard-disk-kablosu-sifir-39094001 (19.5.2011)

[71] Anonim (1994), "Aerial environment in animal housing", CIGR Working Group 3rd Report. No:13. XII World Congress in Milan, 4p.

[72] Flammability limit: http://en.wikipedia.org/wiki/Flammability_limit (19.1.2010)

[73] LM35 Datasheet: http://datasheetreference.com/lm35-datasheet.html (19.5.2010)

[74] Gaz: http://tr.wikipedia.org/wiki/Gaz (19.1.2010)

[75] Ppm: http://tr.wikipedia.org/wiki/Ppm (19.1.2010)

[76] Ö. KARATAŞ, "Endüstriyel Tesislerde Patlayıcı, Yanıcı ve Zehirli Gazlar İçin Gaz Algılama Sistemleri",

http://emowww.emo.org.tr/ekler/5d09e120346e61b_ek.pps ,

http://isttek.com/End%C3%BCstriyel_Tesislerde_Patlay%C4%B1c%C4%B1_Yan%C4%B1c%C4%B1_ve_Zehirli_Gazlar_%C4%B0%C3%A7in_Gaz_Alg%C4%B1lama_Sistemleri.pdf (19.8.2011)

[77] E.Tezcan, "Patlama ve Patlamadan Koruma Dokumanı", Mühendis ve Makina, Cilt 50, Sayı 592,

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e5427ee82192080_ek.pdf?dergi=536 (19.1.2011)

[78] Basics of Explosion protection Stahl – S- PB – Exbasics – 03 – En –05/2007.

[79] Minimum ignition energy:

http://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_ignition_energy (19.1.2011)

[80] Dr. Peter Bellin, Calculations and Occupational Exposure Limits, The Occupational Environment Definitions,

http://www.mtpinnacle.com/pdfs/466AWK3.pdf (5.1.2011)

[81] Exposure limits and guidelines Reference: http://learn.caim.yale.edu/chemsafe/references/exposure_limits.html (5.1.2011)

[82] N.EGRİ, "Patlayıcı Ortamlarda İş Güvenliği", http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG4-patlayici_ortamlarda_is_guvenligi.pdf (5.1.2011)

[83] KARAMAN S. (2006), KSU. Journal of Science and Engineering 9(2), 2006, "Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları"

[84] Anonim (2001) "*Emissions from animal feding operations"*, U.S. Environmental Protection Agency, Triangle Park NC 27711.

[85] Anonim (2003), "Air Emissions from animal feeding operations", Current Knowledge, Future Needs. Ad Hoc Commitee on Air Emissions From Animal Feeding Operations, National Academies Press Washington, DC, USA.

[86] Anonim (2004), "Systems for controlling air pollutant emissions and ındoor environment of poultry, swine and dairy facilities", Multi State Project, DC 98-03.

[87] Jungbluth, T., Hartung, E. and Brose, G, (2001), "Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores", Nutrient Cycling in Agroecosystems 60, 133-145.

[88] Snell, H.G.J., Speilt, F., Van dan Weghe, H.F.A.,(2003) "Ventilation rates and gaseous emissions from naturally ventilated dairy houses", Biosystems Eng.86 (1) , 67-73.

[89] Mutlu, A., Mukhtar, S., Capareda, S. C., Boriack, C. N., Lacey, R. E. Shaw, B. W., Parnell, C. B. (2004), "A process-based approach for ammonia emission measurement at a free-stall dairy", ASAE/CSAE Annual Intenational Mee*ting*, Ottowa, Ontario, Canada.

[90] Zhao, L.Y., Brugger, M.F., Manuzan, R.B. Arnold, G., Imerman, E. (2007) "Variations in air quality of new ohiso dairy facilities with natural ventilation systems", Appl. Engineering in Agriculture, 23 (3), 339-346.

[91] Zhang, G, Strøm, J.S., Li B., Rom, H.B., Morsing, S., Dahl, P., Wang, C., (2005), "Emission of ammonia and other contaminant gases from naturally ventilated dairy cattle Buildings", Biosystems Engineering, 92 (3), 355-364.

[92] Brose, G., Hartung, E., Jungbluth,T (1998) "Influences on and measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from dairy houses" AgEng Oslo 98, E-054.

[93] Bicudo, J., Janni, K., Jacobson, L. and Schmidt, D.(2003) "Odor and hydrogen sulfide emission from a dairy manure storage", In Proc. of Fifth International Dairy Housing Symposium, 368-375. Michigan.

[94] Koelsch, R.K., Woodbury, B., Stenberg, D., Miller, D.N. and Schulte, D. (2001) "Total reduced sulfur concentration in beef cattle feedlots", Procs. Of Intern.Symp.Animal Prod. And Envirn,October 3-5.

[95] GrootKoerkamp, P. W. G., Metz, J. H. M., Uenk, G. H., Phillips, V. R., Holden, M. R., Sneath, R. W., Short, J. L., White, R. P., Hartung, J., Seedorf, J., Schroder, M., Linkert, K. H., Pederson, S., Takai, H., Johnsen, J. O. and Wathes, C. M. (1998) "Concentrations and emissions of amonnia in livestock buildings in Northern Europe", J.Agriculture Engineering Research, 70, P. 79-95.

[96] Borso, F., Chiumenti, R. (1999) "Poultry housing and manure management systems: recent development in Italy as regards ammonia emissions", Proceedings of the 8th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, RAMIRAN 98.

[97] Redwine, J.S., Lacey R.E., Mukhtar S., Carey J.B. (2003) "Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel ventilated broiler houses under summer conditions in Texas", Transactions of the ASAE Vol 45 (4), 1101-1109.

[98] Liang, Y., Xin, H.,Tanaka, A., Lee, S.H., Li, H., Wheeler, E.F., Gates, R.S., Zajaczkowski, J.S., Topper, P.A. and Casey, K.D. (2003) "Ammonia emissions from layer houses in ıowa", International Symposium on Gaseous and Odour Emissions From Animal Production Facilities, 1-4 June 2003, Horsens, Denmark.

[99] Wheeler, E.F., Zajaczkowski, J.S., Topper, P.A, Gates, R.S., Xin, H., Casey, K.D., Liang, Y., (2003) "Ammonia emissions from broiler houses in Pennsylvania during cold weather", International Symposium on Gaseous and Odour Emissions From Animal Production Facilities. 1-4 June 2003, Horsens, Denmark.

[100] Guiziou, F. and Beline, F. (2005) "In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France", Bioresource Technology 96, 203-207.

[101] Kocaman, B., Esenbuga, N., Yıldız, A., Laçin, E., Macit, M. (2006) "Effect of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens", International Journal of Poultry Science 5, 26-30.

[102] Radon, K., Danuser, B., Iversen, M., Monso, E., Weber, C., Hartung, J., Donham, K.J., Palmgren, U.,Nowak, D., (2002) "Air contaminants in different European farming environments", Ann. Agric. Environ.Med. 9, 41-48.

[103] Nimmermank, S., Gustafsson, G., (2004) "Odor and ammonia release at different climatic conditions in a loose housing systems for layers", ASAE/CSAE Annual International Meeting 1-4 August 2004, Ottowa, Ontario,Canada.

[104] McQuitty, J.B., Fedder, J. J. R., Leonard, J. J., (1985) "Air quality in commercial laying barns, Canadian Agricultural Engineering", 27, 13-19.

[105] Okoli, I.C., Alaehie, D.A., Akanno, E.C., Okoli, C.G., Opara, M.N., Uchegbu, M.C., Ogundu, U.E., Iheukwumere, F.C. (2004) "Concentrations of aerial pollutant gases in selected poultry pens in Imo State, Nigeria", Inter. Jour. of Poultry Sci. 3, 427-431.

[106] Metan Gaz Sensörü Teknik Özellikleri: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf (19.1.2010)

[107] LPG Gaz Sensörü Teknik Özellikleri: https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-6.pdf (19.1.2010)

[108] Alkol Sensörü Teknik Özellikleri: http://www.pololu.com/file/0J310/MQ3.pdf (19.1.2010)

[109] Karbon Monoksit Gaz Sensörü Teknik Özellikler: http://www.pololu.com/file/download/MQ7.pdf?file_id=0J313 (19.1.2010)

[110] Hidrojen Gaz Senörü Teknik Özellikleri: http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/pdf/MQ-8.pdf (19.1.2010)

[111] Amonyum ve Amonyak Gaz Sensörü Teknik Özellikleri: http://www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/MQ-135.pdf (19.1.2010)

[112] E. GÜLAL, R. DENİZ, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul

[113] Michael A. Arbib, Peter Erdi, John Szentagothai, 1997, "Neural Organization: Structure, Function, and Dynamics", ISBN-10: 026201159X | ISBN-13: 978-0262011594

[114] Mc Culloch, W.S., Pitts, W., 1943, "A logical calculus of the ideas immanent in neural nets", Bulletion of Mathematical Biophysics, 5.

[115] Wang, W., 2006. Stochasticity, "Nonlinearity and Forecasting of Streamflow Processes", Ph.D. Thesis.

[116] Widrow, B., Hoff, M., 1960, "Adaptive switching circuits", IRE WESCON Convention Record, Part 4.

[117] Hopfield, J.J., 1982, "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities", Proceedings of the National Academy of Sciences, 79.

[118] White, H., (1989), "Learning in Artificial Neural Networks: A Statistical Perspective.", Neural Computation, Vol. 1, No. 4, pp. 425—464.

[119] Saral, A., 2000, "Hava kirliliğinin yapay sinir ağları yöntemi ile modellenmesi ve tahmini", Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora tezi.

[120] ÖZTEMEL, E., "Yapay Sinir Ağları", Papatya Yayıncılık, 2003.

[121] RUMELHART, D.E., HINTON, G.E., WILLIAMS, R.J., "Learning internal representations by error propagation", in: Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. (Eds.), Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, vol.1, pp. 318–362, MIT Press, Cambridge, MA, 1986.

[122] GORI, M., TESI, A., "On the problem of local minima in back propagation", IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. 14 (1992) 76–85.

[123]. RICHARD, P.B., "Fast training algorithms for multi-layer neural nets", IEEE Trans. Neural Netw. 2 (1991) 346–354.

[124] HAGAN, M.T., DEMUTH, H.B., BEALE, M.H., "Neural Network Design", PWS Publishing, Boston, MA, 1996.

[125] HAGAN, M.T., MENHAJ, M., "Training feed forward networks with the Marquardt algorithm", IEEE Trans. Neural Netw. 5 (1994) 989–993.

[126] Patterson, D. W., (1996), "Artificial Neural Networks", Prenctice Hall. New York.

[127] YÜKSEK A.G., BİRCAN H., ZONTUL M. ve KAYNAR O, 2007, "Sivas İlinde Yapay Sinir Ağları İle Hava Kalitesi Modelinin Oluşturulması Üzerine Bir Uygulama",C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, 2007.

[128] Fausett, L., (1994),"Fundamentals of Neural Networks",Prentice Hall, New Jersey.

[129] Nabiyev V.V., "Yapay Zeka", Ankara: Seçkin Yayınları;2003.

[130] M.A. Arbib, "Artificial Intelligence: Cooperative Computation and Man-Machine Symbiosis Computers", IEEE Transactions on Volume C-25, Issue 12, Dec. 1976 Pages:1346 – 1352.

[131] N. Baykal, T. Beyan (2004), "Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler", 287. Ankara: Bıçaklar Kitapevi.

[132] M.N.O. Sadiku, "Artificial Intelligence: An overview on the many areas and technologies artificial intelligence encompasses", May 1989.

[133] A. Kusiak, S.H. Heragu, "Expert Systems and Optimization", IEEE Transactions on Software Engineering, Volume 15, Issue 8, Pages: 1017 – 1020, 1989.

[134] Prof.Dr. Novruz Allahverdi , "Uzman Sistemler" , 1.Baskı ,Atlas Yayınları , İstanbul, (2002)

[135] İhsan KAYA, Şerife GÖZEN, Orhan ENGİN, "Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uzman Sistemlerin Kullanimi", Havacilik Ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Temmuz 2004 Cilt 1 Sayi 4 (87-101)

[136] Atılgan ATILGAN, Ali Coşkan, Hasan Öz, Erdinç İşler, "Etlik Piliç Kümesinde Kış Döneminde Amonyak Gaz Düzeyinin Vakum Sistemi ile Azaltılması", Kafkas Univ. Vet. Fak. Dergisi, 16 (2): 257-262, 2010.

[137] Dodd, T.H., S.A. Hale and S.M. Blanchard. 2005, "Electronic nose analysis of tilapia storage", Transactions of the ASAE, 47(1): 135-140.

[138] Microsoft Access Database : http://office.**microsoft**.com/tr-tr/**access**/ (19.1.2010)

[139] Visual Basic Resources: http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/hh388573.aspx (19.1.2010)

[140] MySQL : Download Connector/ODBC http://dev.mysql.com/downloads/connector/odbc/ (19.1.2010)

[141] Microsoft Open Database Connectivity (ODBC): http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms710252(v=vs.85).aspx (19.1.2010)

[142] Linux ve Apache Server Semineri: http://seminer.linux.org.tr/wp-content/uploads/apacheveguvenlik.pdf (19.1.2010)

[143] MySQL - Open Source Database: http://www.mysql.com (19.1.2010)

[144] phpMyAdmin : http://www.phpmyadmin.net (19.1.2010)

[145] Parents Helping Parents: PHP, http://www.php.com (19.1.2010)

[146] Ölçüm ve Kalibrasyon: www.yto.com.tr/**turhan_coban**/kitap/olcum.pdf (19.2.2010)

[147] E. Gülal, R. Deniz, "Elektronik Ölçme Aletlerinin Kontrol Ve Kalibrasyonu", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu,2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İTÜ – İstanbul

[148] Songu C., Şerbetçi M., Gülal E., "Ölçme Bilgisi", Cilt1, İstanbul 2003

EK-A

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN METAN (CH_4) - DOĞALGAZ SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

Metan (doğal gaz) sensörü havadaki metan gazı konsantrasyonunu algılar ve analog bir gerilim olarak çıkışına aktarır.10000 ppm konsantrasyon aralığında ölçme yapmaya ve ayrıca kaçak gaz tespiti için uygundur. Sensör -10 ila 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır ve 5V'da 150 mA'den az akım tüketir [106].

Çizelge 5.8: Metan, Doğal Gaz Sensörünün Standart Çalışma Durumu [106]

SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK DURUMU	AÇIKLAMALAR
V_C	Devre gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H	Isıtma Gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
R_L	Yük Direnci	20KΩ	
R_H	Isıtıcı Direnci	33KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
P_H	Isıtma tüketimi	750mW'dan küçük	

Çizelge 5.9: Çevre durumu [106]

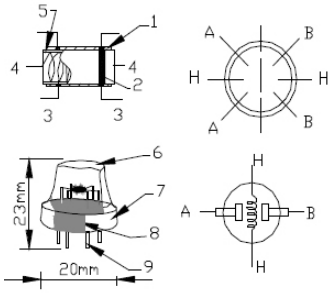
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK DURUM	AÇIKLAMALAR
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
PH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21 (Standart durum) Oksijen konsantrasyonu duyarlılığını etkileyebilir	Minimum Değer %2'nin üzerindedir

Çizelge 5.10: Metan Hassasiyet özelliği [106]

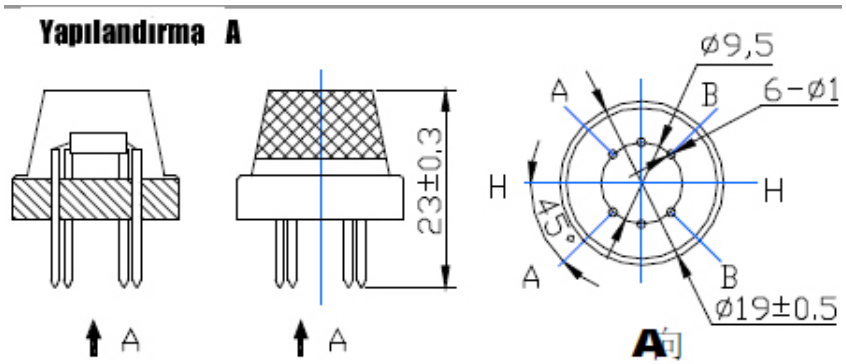
SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK DURUM**	**AÇIKLAMALAR**
R_S	Algılama Direnci	10KΩ - 60KΩ (1000ppm CH_4)	Konsantrasyon algılama kapsamı, 200 - 1000ppm CH_4 , Doğal gaz
α (1000ppm/ 5000ppm CH_4)	Konsantrasyon eğim oranı	<= 0.6	
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5%	Vc= 5V ± 0.1 Vh= 5V ± 0.1	
Çalışma Zamanı	24 saat üzeri		

Çizelge 5.11: Metan Sensör yapısı ve yapılandırma [106]

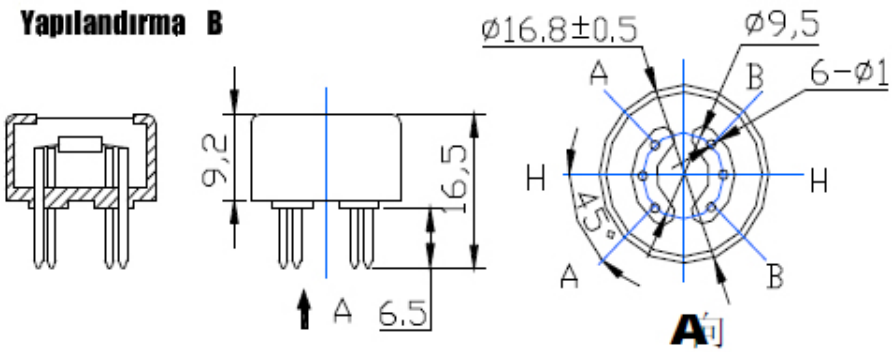
	Bölümler	**Materyaller**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



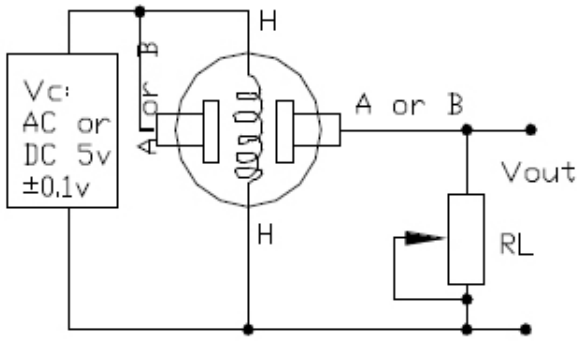
Şekil 5.25: Metan Sensörü Yapısı [106]



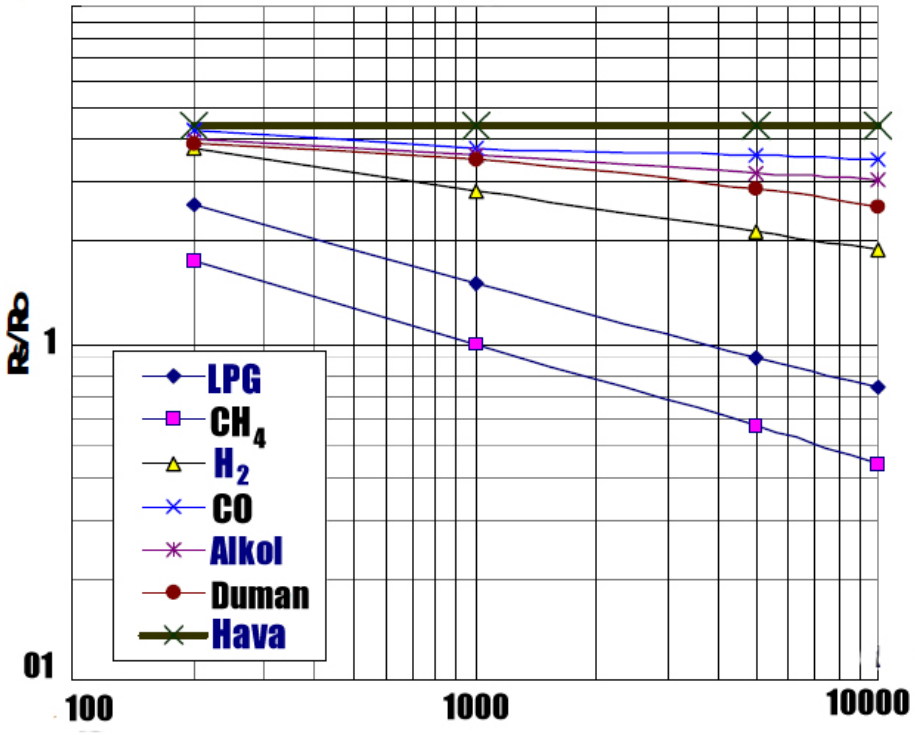
Şekil 5.26: Metan Sensörü Yapılandırma A [106]



Şekil 5.27: Metan Sensörü Yapılandırma B [106]



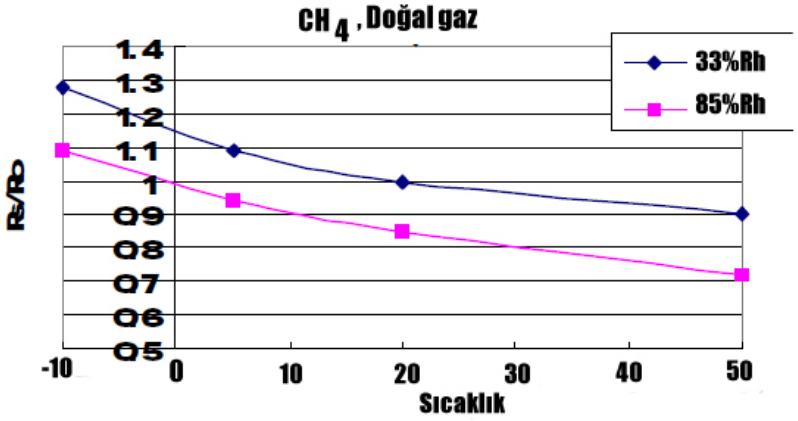
Şekil 5.28: Temel ölçüm devresi [106]



Şekil 5.29: Metan Sensörünün hassasiyet karakteristik eğrisi [106]

Çizelge 5.12: Metan Sensörünün hassasiyet karakteristik eğrisi için ölçüm koşulları

Sıcaklık:	**Nem:**	**O_2 Konsantrasyonu**	**RL**
20ºC	%65	%21	20kΩ
Ro	Temiz hava 1000ppm'deki CH4 sensör direnci		
Rs	Çeşitli Gazların farklı konsantrasyonlardaki sensör direnci		



Şekil 5.30: Metan sensörü için farklı sıcaklık ve neme bağlı hassasiyet grafiği [106]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro Metan sensörün temiz havada 1000ppm'deki CH4 gazından etkilenmesinden oluşan sensör direncini, Rs ise metan sensörün çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir [106].

EK-B

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN LPG GAZ SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

Bu gaz sensörü havada bulunan LPG, isobutane ve propan konsantrasyonları algılar buna göre analog bir gerilim olarak çıkışına aktarır. Sensör 300 ppm-10.000 ppm aralığında gaz konsantrasyonlarını ölçebilir ayrıca -20 / 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır. 5V'da 150mA'den az akım çeker [107].

LPG Gaz Sensörünün Özellikleri

Çizelge 5.13: LPG sensörünün standart çalışma durumu [107]

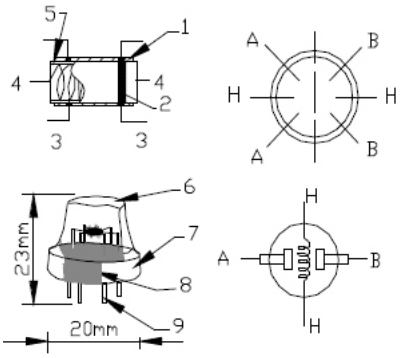
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK DURUMU	AÇIKLAMALAR
V_C	Devre Gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H	Isıtma Gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
P_L	Yük Direnci	33KΩ	
R_H	Isıtıcı Direnci	33KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
P_H	Isıtma tüketimi	750mW'dan küçük	

Çizelge 5.14: Çevre durumu [107]

SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK DURUM	AÇIKLAMALAR
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
RH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21 (Standart durum) Oksijen konsantrasyonu duyarlılığını etkileyebilir	Minimum Değer %2'nin üzerindedir

Çizelge 5.15: LPG Hassasiyet özelliği [107]

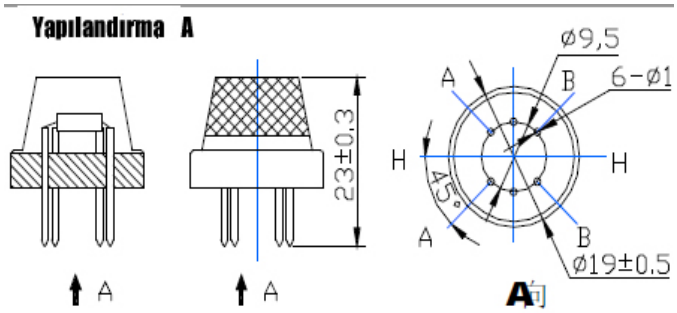
SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK DURUM**	**AÇIKLAMALAR**
R_S	Algılama Direnci	10KΩ - 60KΩ (1000ppm LPG)	Konsantrasyon algılama kapsamı, 200 - 10000ppm LPG, isobütan, propan, LNG
α (1000ppm/ 4000ppm LPG)	Konsantrasyon eğim oranı	<= 0.6	
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5%	Vc= 5V ± 0.1 Vh= 5V ± 0.1	
Çalışma Zamanı	24 saat üzeri		



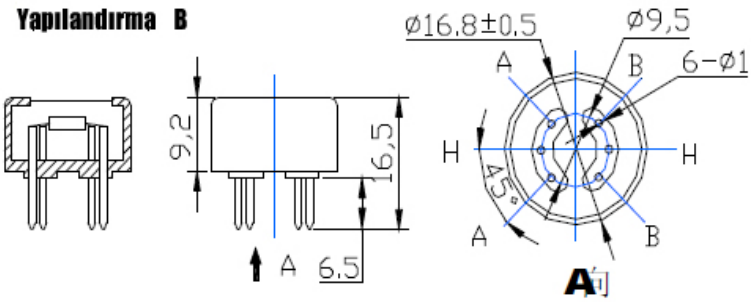
Şekil 5.31: LPG Sensör Yapısı [107]

Çizelge 5.16: LPG Sensör yapısı ve yapılandırma [107]

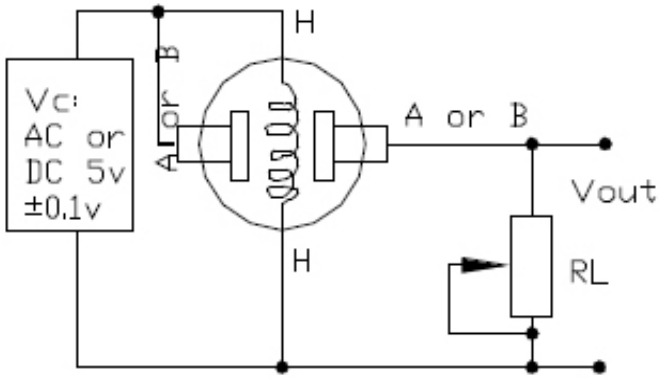
	Bölümler	**Materyaller**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



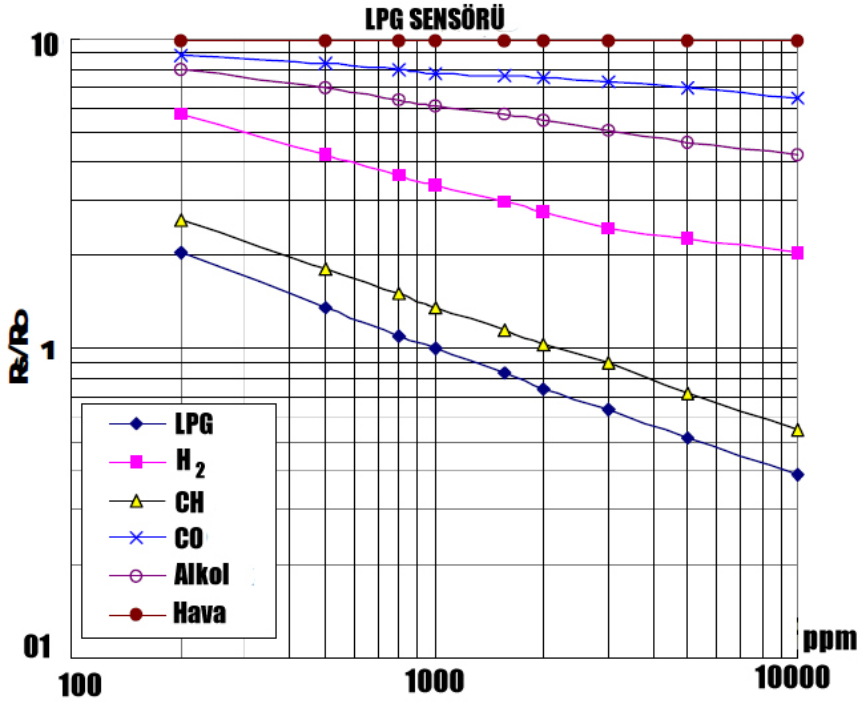
Şekil 5.32: LPG Sensörü Yapılandırma A [107]



Şekil 5.33: LPG Sensörü Yapılandırma B [107]



Şekil 5.34: LPG Temel ölçüm devresi [107]



Şekil 5.35: Çeşitli gazlar için LPG sensörün tipik hassasiyet grafiği [107]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro LPG sensörün temiz havada 1000ppm'deki LPG gazından etkilenmesinden oluşan sensör direncini, Rs ise LPG sensörün çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir [107].

EK-C

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN ALKOL SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

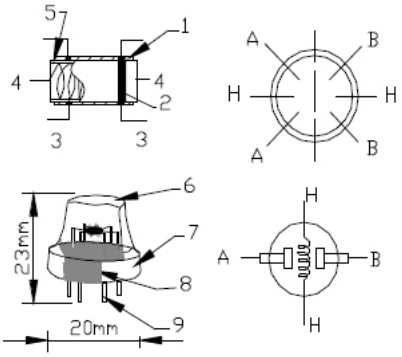
Alkol sensörü havadaki alkol konsantrasyonunu ölçer ve analog gerilim olarak çıkışına aktarır. Sensörün ölçme aralığı 0.05 mg/L-10 mg/L'dir. Sensör -10 ila 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır ve 5V'da 150 mA'den az akım tüketir [108].

Çizelge 5.17: Alkol sensörünün standart çalışma durumu [108]

SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK KOŞULU**	**AÇIKLAMALAR**
V_C	Devre Gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H	Isıtma Gerilimi	5V ± 0.1	AC veya DC
P_L	Yük Direnci	200KΩ	
R_H	Isıtıcı Direnci	33KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
P_H	Isıtma tüketimi	750mW'dan küçük	

Çizelge 5.18: Çevre durumu [108]

SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK KOŞULU**	**AÇIKLAMALAR**
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
RH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21	Minimum Azalma Değeri %2'nin üzerindedir



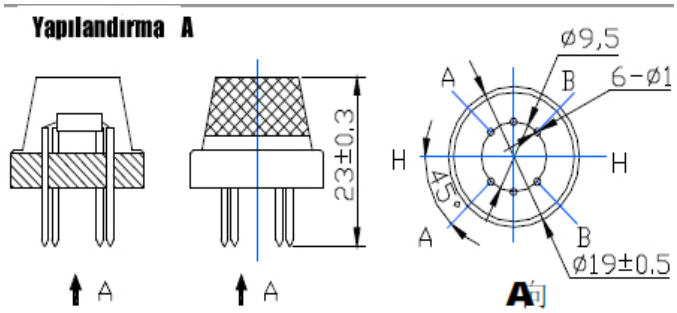
Şekil 5.36: Alkol Sensörü Yapısı [108]

Çizelge 5.19: Alkol sensörü hassasiyet özelliği [108]

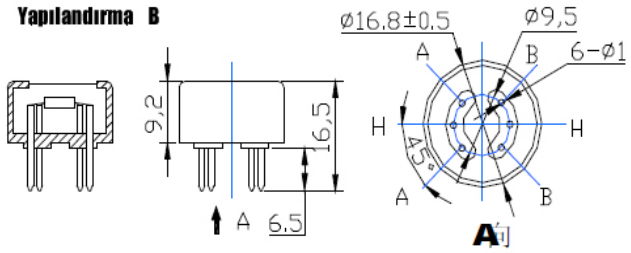
SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK PARAMETRE**	**AÇIKLAMALAR**
R_S	Algılama Direnci	1MΩ – 8MΩ (0.4mg/L Alkol)	Konsantrasyon algılama aralığı 0.05mg/L – 10mg/L Alkol
α (0.4/1mg/L)	Konsantrasyon eğim oranı	<= 0.6	
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5%	Vc= 5V ± 0.1 Vh= 5V ± 0.1	
Çalışma Zamanı	24 saat üzeri		

Çizelge 5.20: Alkol sensör yapısı ve yapılandırma [108]

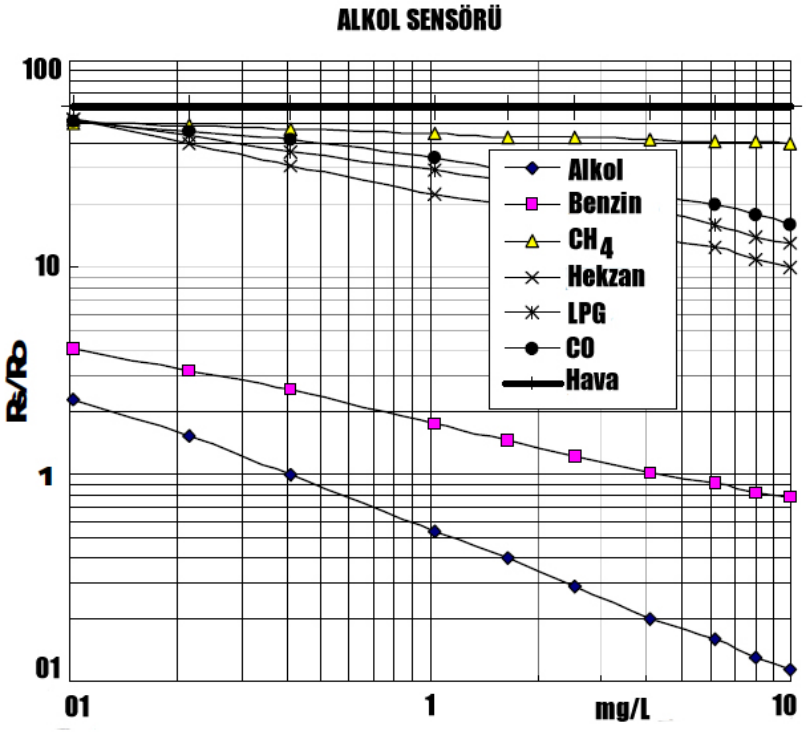
	Bölümler	**MALZEMELER**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



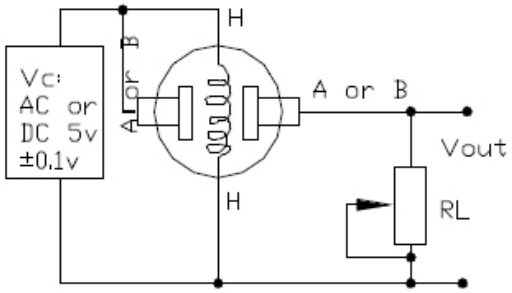
Şekil 5.37: Alkol Sensörü Yapılandırma A [108]



Şekil 5.38: Alkol Sensörü Yapılandırma B [108]

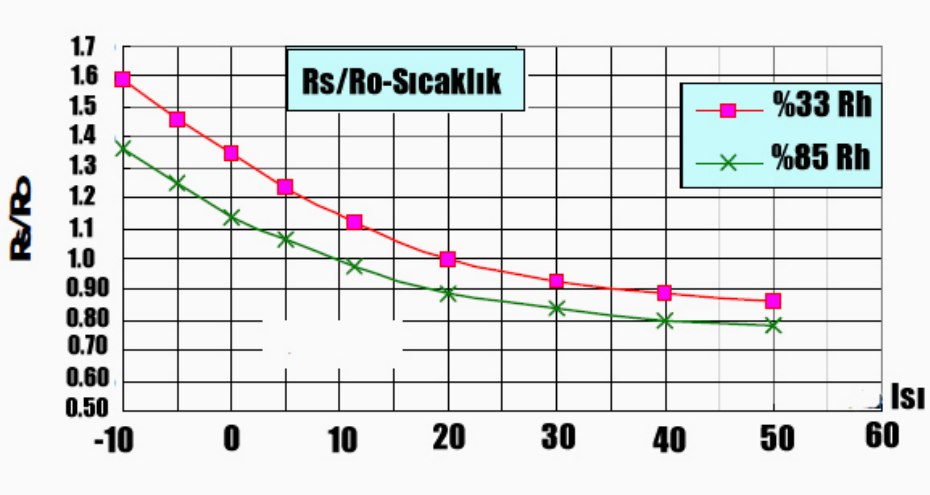


Şekil 5.39: Çeşitli gazlar için Alkol sensörün tipik hassasiyet grafiği [108]



Şekil 5.40: Alkol Sensörü Temel ölçüm devresi [108]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro Alkol sensörün temiz havada 0.4 mg/L (yaklaşık olarak 200 ppm) alkol algılanmasında oluşan sensör direncini, Rs ise çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir [108].



Şekil 5.41: Alkol sensörünün sıcaklık hassasiyet eğrisi [108]

Sıcaklık ve neme bağlı hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Rs Alkol sensörün temiz havada 0.4 mg/L (yaklaşık olarak 200 ppm) alkol algılanmasında oluşan sensör direncini, Rs : %33 Nemli havada, 20oC'de 0.4mg/L alkol algılanmasındaki sensör direncidir [108].

EK-D

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN KARBON MONOKSİT (CO) GAZ SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

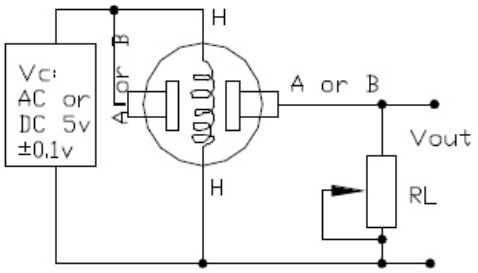
Karbon Monoksit (CO) gazı sensörü havada CO konsantrasyonlarını algılar ve analog bir sinyal olarak çıkışına aktarır. Sensör 10-10.000 ppm aralığında ölçme yapabilir. -10 ila 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır ve 5V'da 150 mA'den az akım tüketir [109].

Çizelge 5.21: Karbon Monoksit sensörün standart çalışma durumu [109]

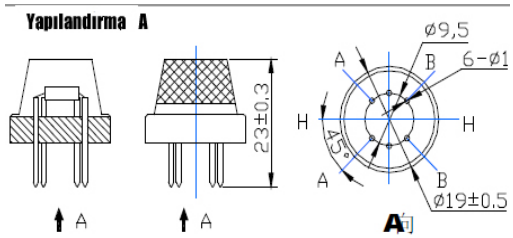
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
V_C	Devre GERİLİMİ	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H (H)	Isıtma Gerilimi (Yüksek)	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H (L)	Isıtma Gerilimi (Düşük)	1.4V ± 0.1	AC veya DC
P_L	Yük Direnci	Ayarlanabilir	
R_H	Isıtıcı Direnci	33KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
T_H (H)	Isınma Zamanı (Yüksek)	60 ± 1 saniye	
T_H (L)	Isınma Zamanı (Düşük)	90 ± 1 saniye	
P_H	Isıtma tüketimi	750mW'dan küçük	

Çizelge 5.22: Çevre durumu [109]

SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
RH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21 (Standart durum) Oksijen konsantrasyonu duyarlılığını etkileyebilir	Minimum Değer %2'nin üzerindedir



Şekil 5.42: CO Sensörü Temel ölçüm devresi [109]



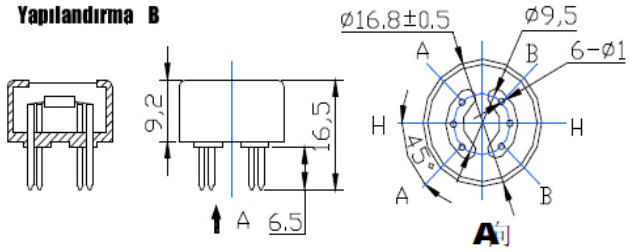
Şekil 5.43: CO Sensörü Yapılandırma A [109]

Çizelge 5.23: CO Hassasiyet özelliği [109]

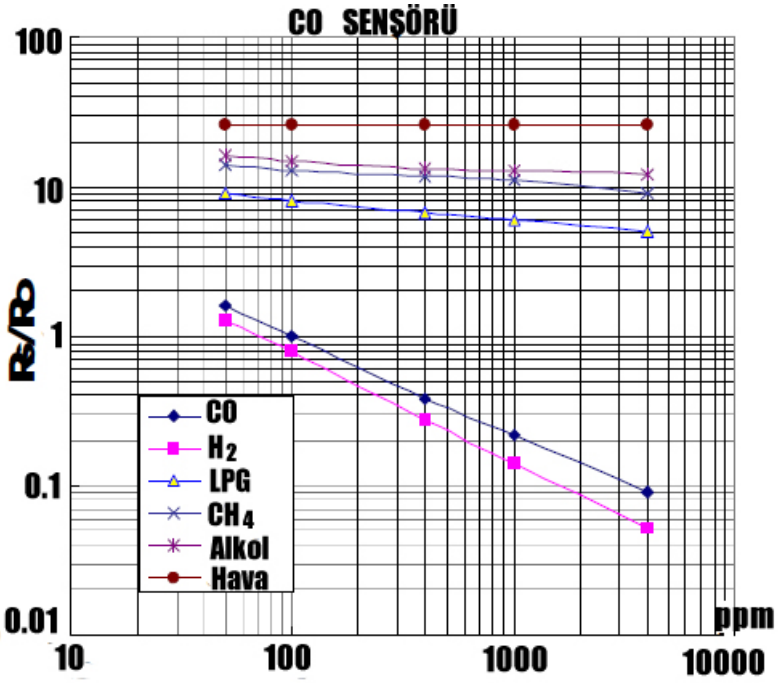
SEMBOL	**PARAMETRE ADI**	**TEKNİK PARAMETRE**	**AÇIKLAMALAR**
R_S	Algılama Direnci	2KΩ – 20KΩ	100 ppm Karbon monoksit
a (300/100ppm)	Konsantrasyon eğim oranı	0.5 den küçük	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5% RL: 10KΩ ± %5 Vc= 5V ± 0.1 V_H= 5V ± 0.1 V_H= 1.4V ± 0.1 Nem : 65% ± 5% Vh= 5V ± 0.1		
Çalışma Zamanı	En az 48 saat		Algılama Oranı: 20ppm-2000ppm Karbon monoksit

Çizelge 5.24: CO Sensör yapısı ve yapılandırma[109]

	Bölümler	**Malzemeler**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



Şekil 5.44: CO Sensörü Yapılandırma B [109]



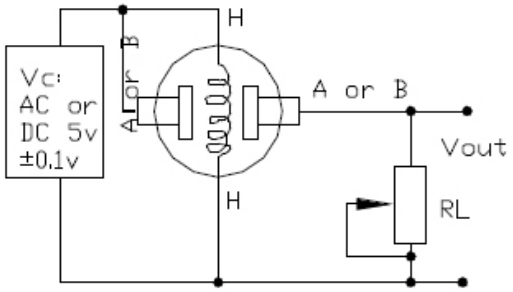
Şekil 5.45: Çeşitli gazlar için CO sensörün tipik hassasiyet grafiği [109]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro CO sensörünün temiz havada 100ppm'deki CO gazından etkilenmesinden oluşan sensör direncini, Rs ise CO sensörün çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir.

EK-E

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN HİDROJEN (H_2) GAZ SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

Hidrojen (H_2) gaz sensörü havada H_2 konsantrasyonlarını algılamak için tasarlanmıştır. Sensör H_2 , Alkol, pişirme dumanını, LPG, CO algılar ve analog bir sinyal olarak çıkışına aktarır. Sensör 100-10.000 ppm aralığında ölçme yapabilir. -10 ila 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır ve 5V'da 150 mA'den az akım tüketir [110].



Şekil 5.46: Hidrojen Sensörü Temel ölçüm devresi [110]

Çizelge 5.25: Hidrojen sensörün standart çalışma durumu [110]

SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
V_C	Devre GERİLİMİ	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H (H)	Isıtma Gerilimi (Yüksek)	5V ± 0.1	AC veya DC
P_L	Yük Direnci	10KΩ	
R_H	Isıtıcı Direnci	31KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
T_H (H)	Isınma Zamanı (Yüksek)	60 ± 1 saniye	
T_H (L)	Isınma Zamanı (Düşük)	90 ± 1 saniye	
P_H	Isıtma tüketimi	800mW'dan küçük	

Çizelge 5.26: Çevre durumu [110]

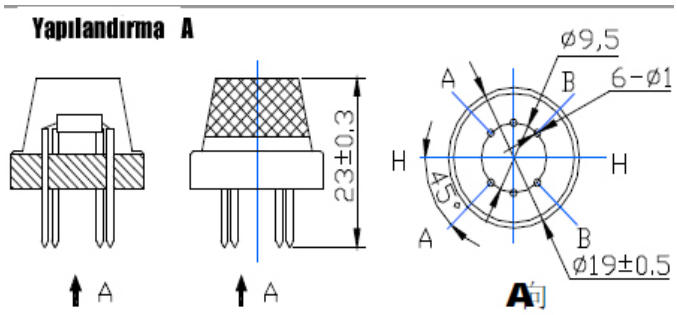
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
RH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21 (Standart durum) Oksijen konsantrasyonu duyarlılığını etkileyebilir	Minimum Değer %2'nin üzerindedir

Çizelge 5.27: Hidrojen Hassasiyet özelliği [110]

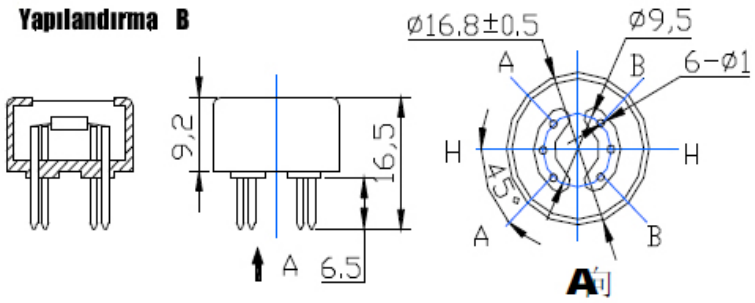
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK PARAMETRE	AÇIKLAMALAR
R_S	Algılama Direnci	10KΩ – 60KΩ	1000 ppm H_2
a (1000/500ppm)	Konsantrasyon eğim oranı	0.6 den küçük	Rs (1000ppm)/Rs(500ppm)
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5% Vc= 5V ± 0.1 V_H= 5V ± 0.1 V_H= 1.4V ± 0.1 Nem : 65% ± 5% Vh= 5V ± 0.1		
Çalışma Zamanı	24 saatten fazla		Algılama Oranı: 100ppm-10000ppm H_2

Çizelge 5.28: Hidrojen sensör yapısı ve yapılandırma [110]

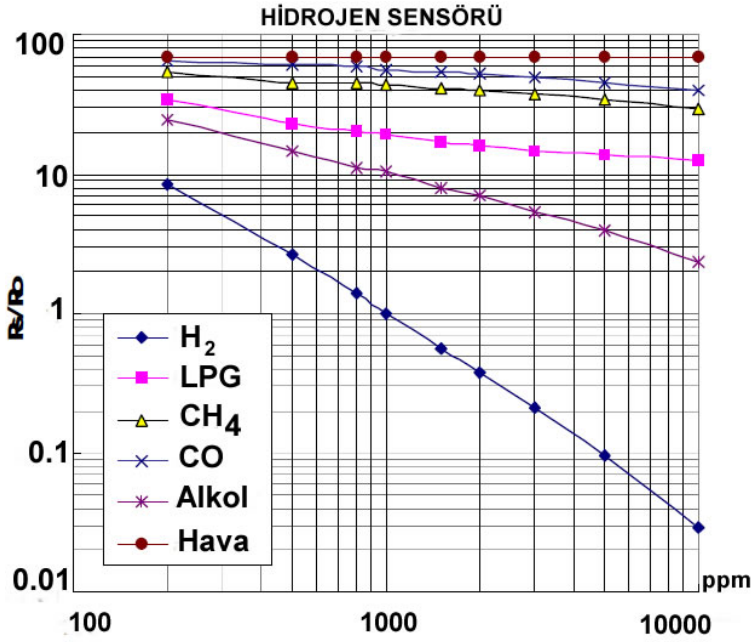
	Bölümler	**Malzemeler**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



Şekil 5.47: Hidrojen Sensörü Yapılandırma A [110]



Şekil 5.48: Hidrojen Sensörü Yapılandırma B [110]



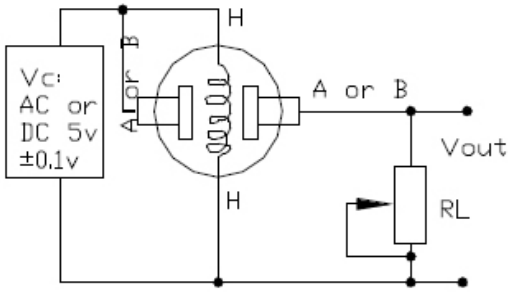
Şekil 5.49: Çeşitli gazlar için Hidrojen sensörünün tipik hassasiyet grafiği [110]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro Hidrojen sensörünün temiz havada 1000 ppm'deki H_2 gazından etkilenmesinden oluşan sensör direncini, Rs ise Hidrojen sensörünün çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir [110].

EK-F

ELEKTRONİK BURUN DONANIM TASARIMINDA KULLANILAN AMONYUM VE AMONYAK GAZ SENSÖRÜNÜN TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE HASSASİYET GRAFİKLERİ

Amonyak gaz sensörü havada NH_4, NH_3 (Amonyak) ve Sülfit gaz konsantrasyonlarını algılamak için tasarlanmıştır. Sensör NH_3 , NOx, Sülfit, H_2 ,Alkol, Benzen, CO algılar ve analog bir sinyal olarak çıkışına aktarır. Sensör 100-10.000 ppm aralığında ölçme yapabilir. -10 ila 50 ° C sıcaklık aralığında çalışır ve 5V'da 150 mA'den az akım tüketir [111].



Şekil 5.50: Amonyum ve Amonyak Sensörü Temel ölçüm devresi [111]

Çizelge 5.29: Amonyum ve Amonyak sensörünün standart çalışma durumu [111]

SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
V_C	Devre GERİLİMİ	5V ± 0.1	AC veya DC
V_H (H)	Isıtma Gerilimi (Yüksek)	5V ± 0.1	AC veya DC
P_L	Yük Direnci	10KΩ	
R_H	Isıtıcı Direnci	33KΩ ± 5%	Oda Sıcaklığı
T_H (H)	Isınma Zamanı (Yüksek)	60 ± 1 saniye	
T_H (L)	Isınma Zamanı (Düşük)	90 ± 1 saniye	
P_H	Isıtma tüketimi	800mW'dan küçük	

Çizelge 5.30: Çevre durumu [111]

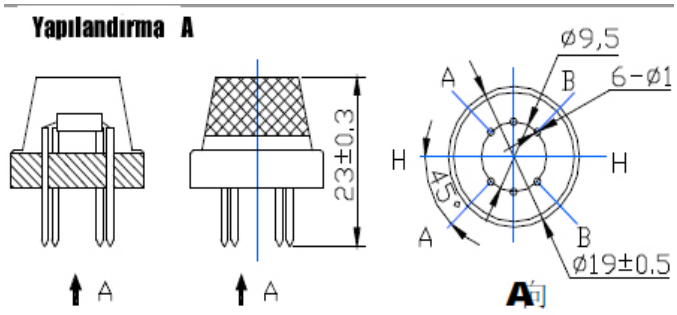
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK KOŞUL	AÇIKLAMALAR
Tao	Sıcaklık Kullanımı	-10ºC- 50 ºC	
Tas	Depolama Sıcaklığı	-20ºC- 70 ºC	
RH	Bağıl Nem	%95 Rh dan daha az	
O_2	Oksijen konsantrasyonu	%21 (Standart durum) Oksijen konsantrasyonu duyarlılığını etkileyebilir	Minimum Değer %2'nin üzerindedir

Çizelge 5.31: Amonyak Hassasiyet özelliği [111]

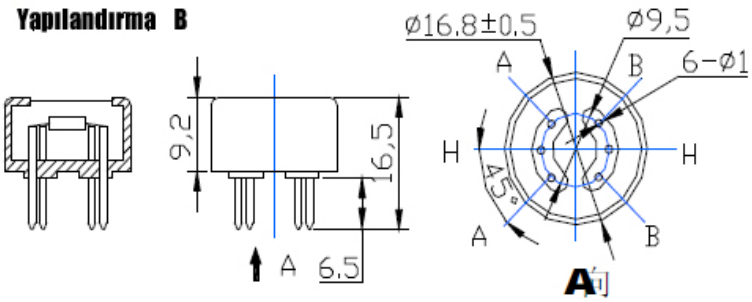
SEMBOL	PARAMETRE ADI	TEKNİK PARAMETRE	AÇIKLAMALAR
R_S	Algılama Direnci	30KΩ – 200KΩ (100 ppm NH_3)	10-300 ppm NH_3, 10 ppm-1000 ppm Benzen 10 ppm-300 ppm Alkol
a (200/50ppm)	Konsantrasyon eğim oranı	0.65 den küçük	Rs (1000ppm)/Rs(500ppm)
Standart Algılama Durumu	Sıcaklık: 20ºC ± 2 ºC Nem : 65% ± 5% Vc= 5V ± 0.1 V_H= 5V ± 0.1 V_H= 1.4V ± 0.1 Nem : 65% ± 5% Vh= 5V ± 0.1		
Çalışma Zamanı	24 saatten fazla		

Çizelge 5.32: Amonyak Sensör yapısı ve yapılandırma [111]

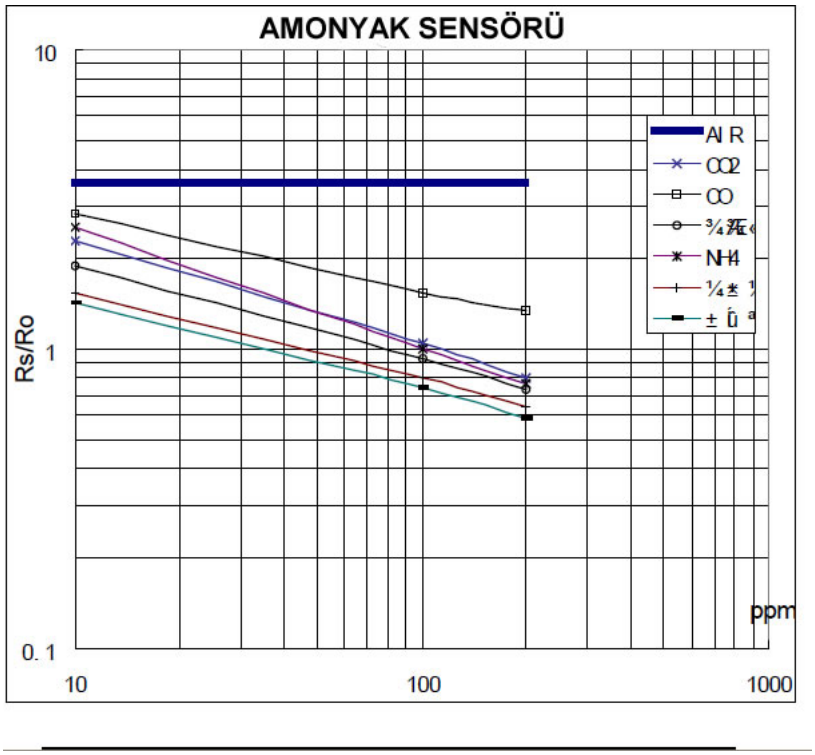
	Bölümler	**Malzemeler**
1	Gaz Algılama Katmanı	SnO_2
2	Elektrot	Au
3	Elektrot Hattı	Pt
4	Isıtıcı Bobin	Ni-Cr Alaşım
5	Boru Seramik	Al_2O_3
6	Anti-Patlama Ağı	Paslanmaz Çelik Kafes (SUS316 100-Ağ)
7	Halka Kelepçe	Bakır Kaplama Ni
8	Reçine Baz (Resine Base)	Bakalit
9	Tüp Pin	Bakır Kaplama Ni



Şekil 5.51: Amonyak Sensörü Yapılandırma A [111]



Şekil 5.52: Amonyak Sensörü Yapılandırma B [111]



Şekil 5.53: Çeşitli gazlar için NH_3 sensörün tipik hassasiyet grafiği [111]

Hassasiyet grafiklerindeki Rs / Ro oranında Ro Amonyak sensörünün temiz havada 100 ppm'deki NH_3 gazından etkilenmesinden oluşan sensör direncini, Rs ise Amonyak sensörünün çeşitli gazların konsantrasyonundan etkilenmesi ile oluşan sensör direncini gösterir [111].