

LPG'Lİ TAŞITLARDA GAZ KAÇAKLARINDAN KAYNAKLANAN GÜVENLİK SORUNUNUN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

İbrahim ÖZSERT, Adnan PARLAK, Necmi YILMAZ

I. GİRİŞ

Özet - Sakarya ilinde 300 LPG'li araç üzerinde yapılan anket çalışmasında araçlar üzerindeki LPG sistemlerinin ECE R 67 regülasyonu ile ön görülen şartları sağlamadığı tespit edilmiştir. Bu durum LPG'li araçları emniyet açısından riskli kılmaktadır. Taşıtlar üzerindeki LPG sistemleri, ECE R 67 normunu sağlasa dahi, herhangi bir kaçak durumunda kaçağı tespit edip sesli ve görsel olarak çevreyi uyaran ayrıca motoru stop ettiren bir güvenlik sisteminin gerekli olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmada, LPG ile çalışan bir araca geliştirilen ikaz sistemi montajı yapılarak, uygulama sonuçları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: LPG, emniyet ve güvenlik, ikaz sistemi, sensör

Abstract - In Sakarya region, it has been found that at 92% of the 300 cars on which LPG system was installed, did not meet the requirements of the ECE R 67 regulation, which is the EU standart. This result shows that the most of the cars using LPG systems present a great deal of risks, that should not be ignored. Even though cars meet the regulation required, it is seen that there is no warning sytem in the case of a leakage occurs in the system. It has been noted that a warning system that gives signals by sound or an image on a display and stops the car is essential. In this research, this kind of LPG warning system has been developed and tested in a car uses a LPG system.

Keyword: LPG, safety and security, warning system, sensor.

Motorlu taşıtlarda, çevreye yayılan kirletici bileşenlerin diğer hidrokarbon içerikli yakıtlara göre az olması gerek ülkemizde gerekse Avrupa birliği ülkelerinde LPG kullanımının vergi indirimleri ile teşvik etmelerine yol açmaktadır. Motorlu araçlarda LPG kullanımı 25 yıllık bir geçmişe sahiptir. Bugün LPG'li araçların tercih edilmesinin iki önemli tercih nedeni vardır. Bunlar;

- 1) Benzine göre çok daha çevreci olması,
- 2) Diğer yakıtlara göre daha ucuz olmasıdır[1].

Gelecekte motorların %20 sinin LPG'li olacağı tahmin edilmektedir[2]. Bu nedenle, Türkiye'de de konuya önem verilmiş ve 29 Haziran 1995 de Resmi gazetedede yayınlanarak LPG kullanımı yasallaştırılmıştır. Bugün Türkiye'de daha kolay, pratik ve ucuz olması nedeniyle LPG'li motor üretimi yerine, mevcut araçların dönüşümü uygulaması daha çok tercih edilmektedir. Ancak bu durum dönüşüm istasyonlarının güvenlik açısından yeterliliği sorusunu beraberinde getirmiştir. Mevcut durum, LPG'li taşıtlarda güvenlik sorununun önemli boyutlara ulaştığını göstermektedir. Bu amaçla yapılan anket çalışması neticesinde gaz kaçaklarının en fazla gözlemlendiği noktalar belirlenmiş; geliştirilen ikaz sistemiyle gaz kaçaklarının tehlike sınırlarına (%2-10) ulaşmadan tespit edilerek motorun stop etmesi sağlanmıştır. Buna ilave olarak sesli ve görsel uyarı sistemleri devreye sokulmuştur.

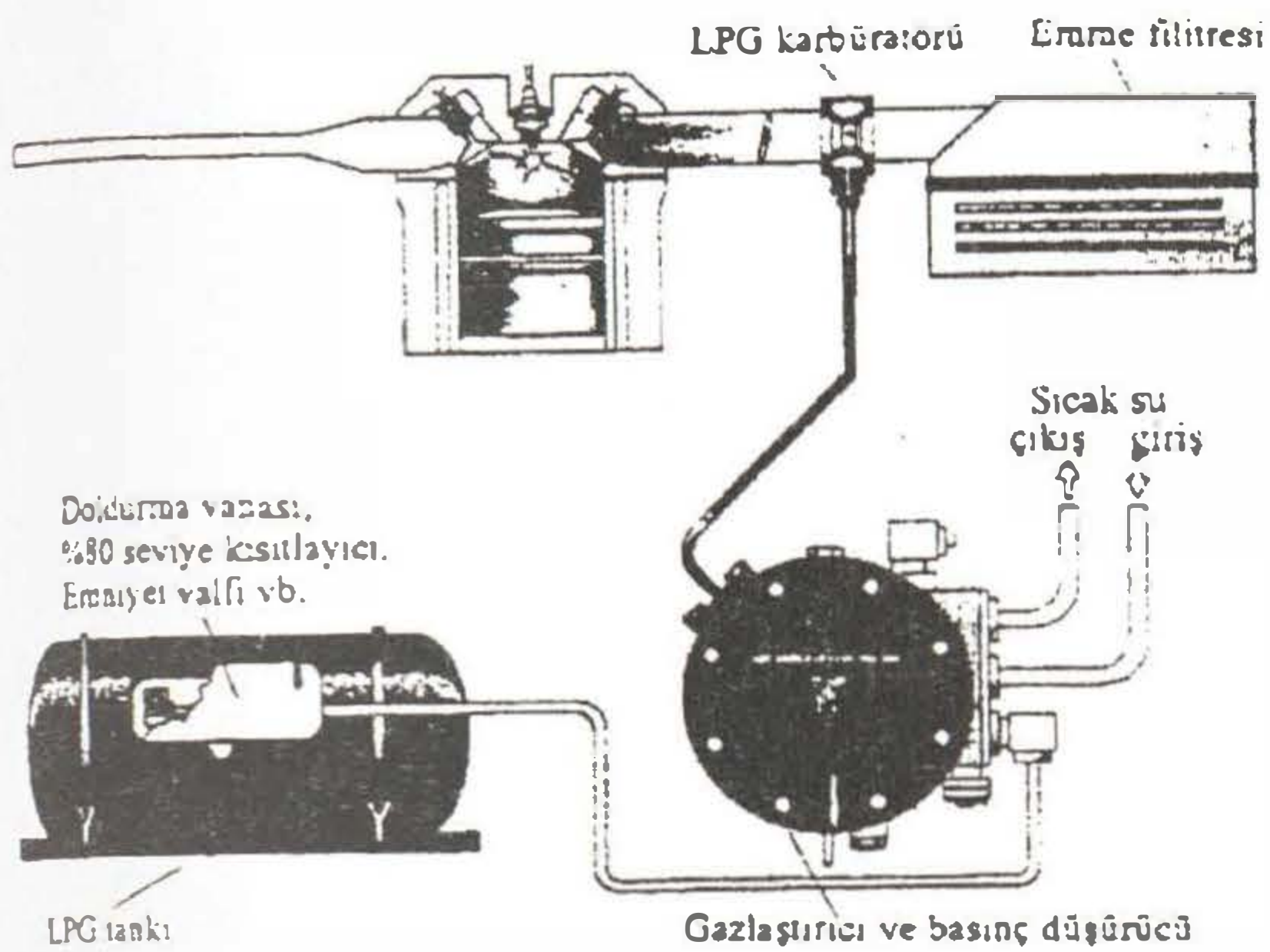
II. LPG' NİN ÖZELLİKLERİ

Propan ve Bütan gazı karışımının basınç uygulanarak sıvılaştırılması ile elde edilen LPG; kolay temin edilebilen, depolanması, dağıtılması, motorlarda karışım oluşturulması ve ateşlenmesi kolay olan bir yakıttır LPG az miktarda Propilen ve Bütilen ihtiva eder. Zehirli değildir, ancak havadan ağır olması nedeniyle ortamı havasız bırakarak boğulmaya sebep olur. Sıvılaştığında hacmi 230-250 kat küçüldüğünden depolanma kolaylığı sağlar. İklim şartlarına göre her ülkede farklı propan bütan karışımı oluşturulur. Oktan sayısı benzinden yüksek olduğundan vurutuya karşı daha dayanıklıdır [2]. Isıl değeri 11.985 KCal/kg, Nispi yoğunluğu (sıvı) 0.545

(Gaz) 1,76 dır. Araştırma Oktan sayısı 105, Motor Oktan sayısı 94 dür [3].

III. LPG SİSTEMLERİ

LPG sistemleri performansı artırmak amacıyla geçmişten günümüze birtakım değişimler yaşamıştır. Bu sistemler 3 ayrı kuşak altında ele alınır. Bunlar[4]:



Şekil. 1 Birinci kuşak LPG sistemleri

I. Kuşak Sistemler : Basit sistemlerdir. Yakıt tankı, yakıt borusu, Regülatör, seçici anahtar, LPG Solenoid valfi, Benzin Solenoid valfi ve mikserden oluşmaktadır. Yakıt sıvı olarak regülatöre kadar ulaştırılır. Motor soğutma suyu yardımıyla regülatörde istenilen miktarda yakıt buharlaştırması sağlanır. Karbüratörün uygun bir yerine yerleştirilen mikser ile yakıt, gaz halinde emme havası ile karıştırılarak motora gönderilir. Günümüz emisyon standartlarına uygun değildir. Şekil 1de I.Kuşak sistemlerin şeması verilmiştir.

II. Kuşak Sistemler : Elektronik kontrollü karışım sağlayan sistemlerdir. I.Kuşak sistemlerin ekipmanları ile çalışırlar. Tek farkı daha hassas yakıt miktarı ayarlayıcısının olmasıdır. Motor devri, manifold basıncı, λ sensöründen alınan sinyaller bir mikro işlemcide değerlendirilir ve bir step motoruna kumanda edilerek motora gönderilecek karışım miktarı daha hassas ayarlanır.

III. Kuşak Sistemler : Benzin püskürtme sistemli motorlara uygulanan bir sistemdir. Gaz yakıt çok noktadan enjektörler vasıtasıyla enjeksiyonlu benzin motorlarında olduğu gibi silindire gönderilmektedir. Merkezi işlem birimi, en uygun karışım oranını ilgili sensörlerden aldığı sinyallere göre belirler. Performans ve yakıt ekonomisi yönünden diğer kuşaklara göre avantaj sağladığı gibi sıkı emisyon kurallarının gerektirdiği şartları da sağlarlar. Yakıt sıvı veya gaz olarak püskürtülebilir [5].

IV. LPG'Lİ TAŞITLARDA MEVCUT GÜVENLİK SİSTEMLERİ

Taşıtlar üzerine montaj edilen LPG sistemlerinde beş noktada güvenlik ve emniyet sağlanmaktadır. Bu noktalar şunlardır:

- LPG tankı üzerindeki multivalf,
- Benzin kesme elektro vanası ,
- LPG kesme elektro vanası ,
- Regülatör üzerinde bulunan elektro vana,
- Kontrol düğmesi.

Yukarıda sayılan bu emniyet sistemleri içinde multivalflerin önemi diğerlerine göre daha fazladır. Bu görevler:

- LPG tankına gaz dolum işlemini yapmak,
- Dolum limitini ayarlamak,
- Tankın seviyesini göstermek,
- LPG' yi motora göndermek,
- Aşırı akışı kontrol etmek ve herhangi bir nedenden dolayı, motora giden borularda ani gaz çıkışı olursa gazı keserek emniyeti sağlamak.

Bu sayılan görevlerin yanında bir multivalf, Avrupa standardı ECE R 67Regülasyonuna göre şu görevleri de yapması gerekir [6]:

- Tank içerisindeki basınç 27 bar'a ulaştığında emniyet valfi gibi görev yaparak fazla gazı atmosfere tahliye etmek,
- Elektronik açma-kapama valfi,
- Isıya duyarlı basınç tahliye supabı görevi görmek.

Sakarya'da 300 araç üzerinde yapılan anket çalışmasında servislerde montajı yapılan sistemlerin % 92'de yukarıdaki regülasyonun istediği şartların sağlanmadığı tespit edilmiştir[7]. Bu durumda bu taşıtlar çevreleri için önemli bir risk oluşturmaktadır.

V. LPG'Lİ TAŞITLARA UYGULANAN YENİ BİR GÜVENLİK SİSTEMİ

Yapılan inceleme ve anket sonuçlarında görülmüştür ki; mevcut LPG dönüşüm sistemlerinde gaz kaçaklarını algılama ve sistemin gazını kesme görevi yapacak bir ikaz sistemi eksiktir. Bu eksikliği ortadan kaldırma amacıyla yeni bir güvenlik sistemi uygulaması gerçekleştirilerek mevcut riskin aşağıya çekilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, sisteme anketlerle belirlenen nokta civarında deneysel çalışma neticesinde en uygun yer tespit edilerek gaz sensörleri monte edilmiştir. Bu sensörden alınan sinyal ikaz sistemini devreye sokmakta ve gerekli uyarıları yaparak gazı otomatik olarak 3 noktadan keserek aracı stop etmektedir. Sonuçta ikaz sistemi ilave edilmiş LPG'li taşıtlarda güvenlik üst seviyeye çıkarılmaktadır.

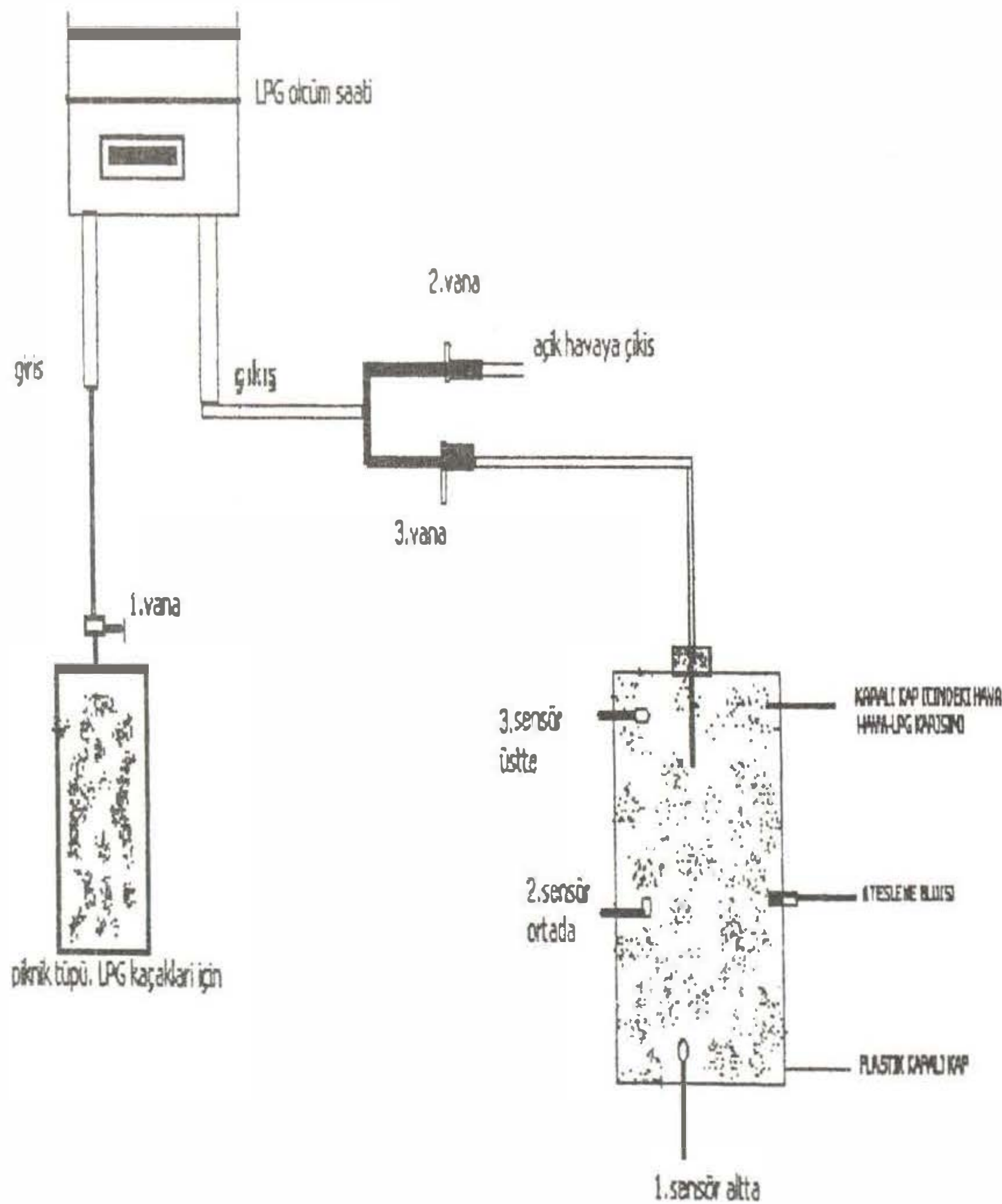
V.1 Sistemin Çalışma Prensibi ve Görevleri

Taşıt üzerinde motor kaputu içerisine ve LPG tankının bulunduğu bagaj kısmına iki ayrı gaz sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensörler gaz kaçağını algıladığında kontrol ünitesini uyarmaktadır. Geliştirilen sistemde aşağıdaki fonksiyonların gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bunlar:

- Gaz sensöründen gelen sinyal ile alarmın sürekli olarak sesli ikaz vermesini sağlamak,
- Görsel uyarıyı sağlamak amacıyla dörtlü flaşörü devreye sokmak,
- Kontrol ünitesinden alınan sinyale bağlı olarak, kesici valfleri devreye sokmak ve gaz akışını keserek motoru stop ettirmek.

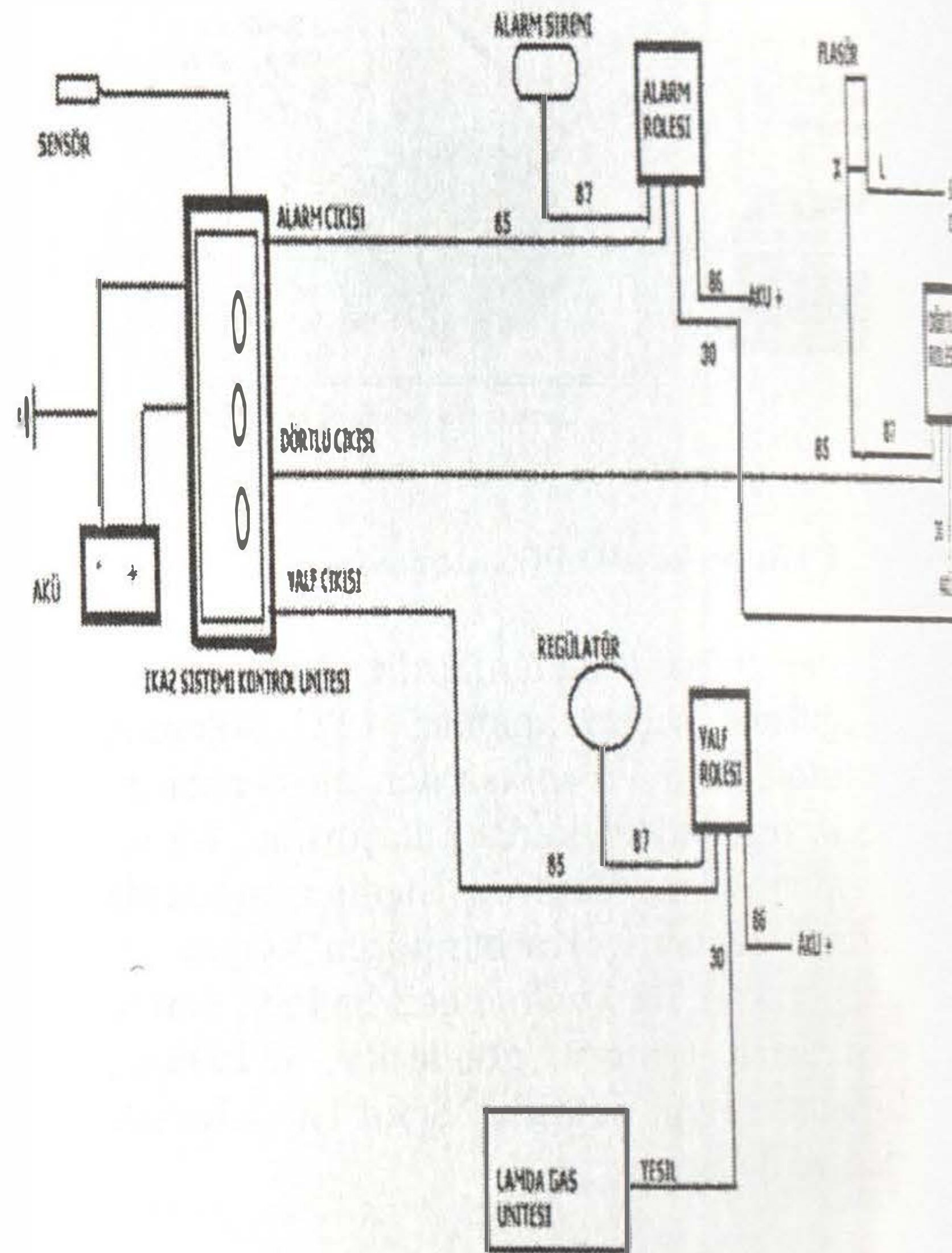
V.2 Deney Düzenegi

Sensör kalibrasyonu ve ikaz sürelerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılan deney düzenegi Şekil 2'de verilmiştir. Deney ortamı şu şekilde hazırlanmıştır; gerekli iş güvenliği tedbirleri alınarak yangın söndürücü hazır bulundurulmuştur. İkaz süresinin ölçümü için kronometre kullanılmıştır. Her bir deney sonrasında; deney tankı içindeki karışımı bozacak olan LPG'nin basınçlı hava ile tahliyesi yapılmıştır. Deney aracı olarak; 1995 model, Toyota Corolla 1.6 xei, LPG kaynağı olarak piknik tüpü kullanılmıştır. Deneylerde Leakage Detector MS 100 markalı LPG sensörü kullanılmış olup ölçüm hassasiyeti 2000 ppm dir. Ölçüm esnasında geçen gaz debisini ölçmek amacıyla GALLUS 2000 Schlumberger markalı doğalgaz debi ölçüm cihazı kullanılmıştır.



Şekil.2 LPG sensörü kalibrasyon ve alevlenme sınırının belirlenmesi için kullanılan deney düzenegi

İkaz sisteminin devre şeması ve taşıt üzerindeki bağlantı noktaları Şekil 3'de görülmektedir. Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir: Marşa basıldığında sarı hazır lambası ve kırmızı bekleme lambası yanar. 5 saniye sonra yeşil hazır lambası yanar. 5 saniyelik bekleme süresi dolmuş gaz ikaz sinyali gelse de sistem bu ikaz sinyalini dikkate almaz. Sistem hazır konumuna geçtikten sonra çalışmaya hazır olur. Sistemden bir gaz kaçağı olduğunda öncelikle sensör ikaz lambası (kırmızı) yanar. Buradan sinyal alarm kontrol ünitesi; alarmı devreye sokar, dörtlüler yanarak söner ve çevre uyarılmış olur. Bu durumda, şamandıra gaz valfi ve regülatördeki kesici valfler kapanarak gaz akışına izin vermezler.



Şekil.3 İkaz sistemi devre şeması

Şekil 2'de görülen 2 nolu vana kullanılarak deney tankı tamamen LPG ile dolması sağlanmış daha sonra bu tank kapatılarak 3 nolu vana açılmıştır. Deney düzenegi kullanılan tanka gaz girişi sabit bir noktadan yapılmıştır. Algılama hassasiyeti ve süresinin belirlenmesi amacıyla farklı nokta belirlenmiştir. Ateşleme sabit noktada yapılmıştır. Deney prosedürü 4 farklı aşamaya gerçekleştirilmiştir:

1. Ateşleme yokken belirlenen konumlarda sensör algılama sürelerinin tespit edilmesi,
2. Ateşleme bujisi sürekli devredeyken belirlenen konumlarda sensör algılama süresinin tespit edilmesi,
3. Taşıt üzerinde, kapalı ortamda motor çalışırken sensör algılama süresi ve sensör konumunun belirlenmesi,
4. Açık ortamda motor çalışırken algılama süresinin sensör konumunun tespit edilmesi.

VI. SONUÇLAR VE İRDELEME

ikaz sisteminde kullanılan sensör hassasiyetini tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen deney şartları aşağıda açıklanmıştır.

Sensör alt konumda iken yapılan ölçüm sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. Yapılan deney sonuçlarının ortalamasına göre 4,40 s sonra sensörün LPG'yi algıladığı tespit edilmiştir. Ortalama konsantrasyon %1,03 olarak tespit edilmiştir. Bu değer %2-10 tehlike sınırının altındadır.

Tablo.1 Sensör alt konumda iken deney tankına verilen LPG miktarı ve ikaz süresi

DENEY	İKAZ SÜRESİ(s)	LPG MİK (cm ³)	K. DEĞERİ (%)
1.	3,30	82,50	1,03
2.	5,75	143,75	1,80
3.	5,70	142,50	1,78
4.	4,30	107,50	1,34
5.	5,10	127,50	1,59
6.	2,90	72,50	0,91
7.	6,40	160,00	2,00
8.	2,40	60,00	0,75
9.	3,70	92,50	1,16
10.	4,90	122,50	1,53

Tablo 2'de ise sensör üst konumda iken yapılan deney sonuçları verilmiştir. Deneylerin ortalamasına göre; sensör, 30,44 s sonunda 761,2 cm³ LPG verdikten sonra tank içerisindeki LPG'yi algılamış ve ikaz sistemi devreye girmiştir. Tanktaki, konsantrasyon değeri %9,52 olarak ölçülmüştür. Bu sonucun %2-10 tehlike sınırı içerisinde olduğu görülmüştür.

Tablo.2 Sensör üst konumda iken verilen LPG miktarı ve ikaz süresi

DENEY	İKAZ SÜRESİ(s)	LPG MİK (cm ³)	K. DEĞERİ (%)
1.	25,60	640,00	8,00
2.	33,81	845,25	10,57
3.	32,53	813,25	10,17
4.	27,30	682,50	8,53
5.	44,50	1112,50	13,91
6.	21,10	527,50	6,59
7.	34,25	856,25	10,70
8.	29,62	740,50	9,26
9.	31,29	782,25	9,78
10.	24,48	612,00	7,65

İkaz sürekli ateşleme konumunda iken, sensör tepkisinin ölçülmesi için yapılan deney sonuçları Tablo 3'de görülmektedir. Bu deneyde, sensör deney tankının en alt kısmına yerleştirilmiştir. Sensör, 4,5 s sonunda, %1,43

konsantrasyon değerinde tank içindeki LPG'yi algılamış ve ikaz sistemini devreye sokmuştur. Sensör, LPG kaçaklarında risk oluşturan %2-10 değerinin çok altında ikaz görevini yerine getirmiştir.

Tablo.3 Buji ateşle durumunda ve sensör alt noktada iken, deney tankına verilen LPG miktarı ve sensör ikaz süresi

DENEY	İKAZ SÜRESİ (s)	LPG MİK.(cm ³)	K. DEĞERİ (%)
1.	3,62	90,50	1,13
2.	5,60	140,00	1,75
3.	5,94	148,50	1,86
4.	6,10	152,50	1,91
5.	3,68	92,00	1,15
6.	5,64	141,00	1,76
7.	3,45	86,25	1,08
8.	3,56	89,00	1,11
9.	4,52	113,00	1,41
10.	3,65	91,25	1,14

Tablo 4'de, buji sürekli ateşleme konumunda ve sensör deney tankının orta konumunda yapılan deney sonuçları görülmektedir. Sensörün algılaması için geçen süreden önce, buji zemine daha yakın olduğundan LPG-Hava karışımını sensör algılamadan yakmıştır. Sensör ikaz sistemini yanma olduktan sonra devreye sokmuştur. 4 deneyin ortalama algılama süresi 10 sn, ve konsantrasyon değeri ortalaması ise % 2,69 olarak neticelenmiştir. Bu değerler %2 tehlike sınırının üstündedir.

Tablo.4 Buji ateşleme durumunda, sensör orta noktada iken deney tankına verilen LPG miktarı ve sensör ikaz süresi

DENEY	İKAZ SÜRESİ (s)	LPG MİK. (cm ³)	K.DEĞERİ (%)
1.	8,6	215,00	2,69
2.	9,03	225,75	2,82
3.	12,24	306,00	3,83
4.	10,23	255,75	3,20

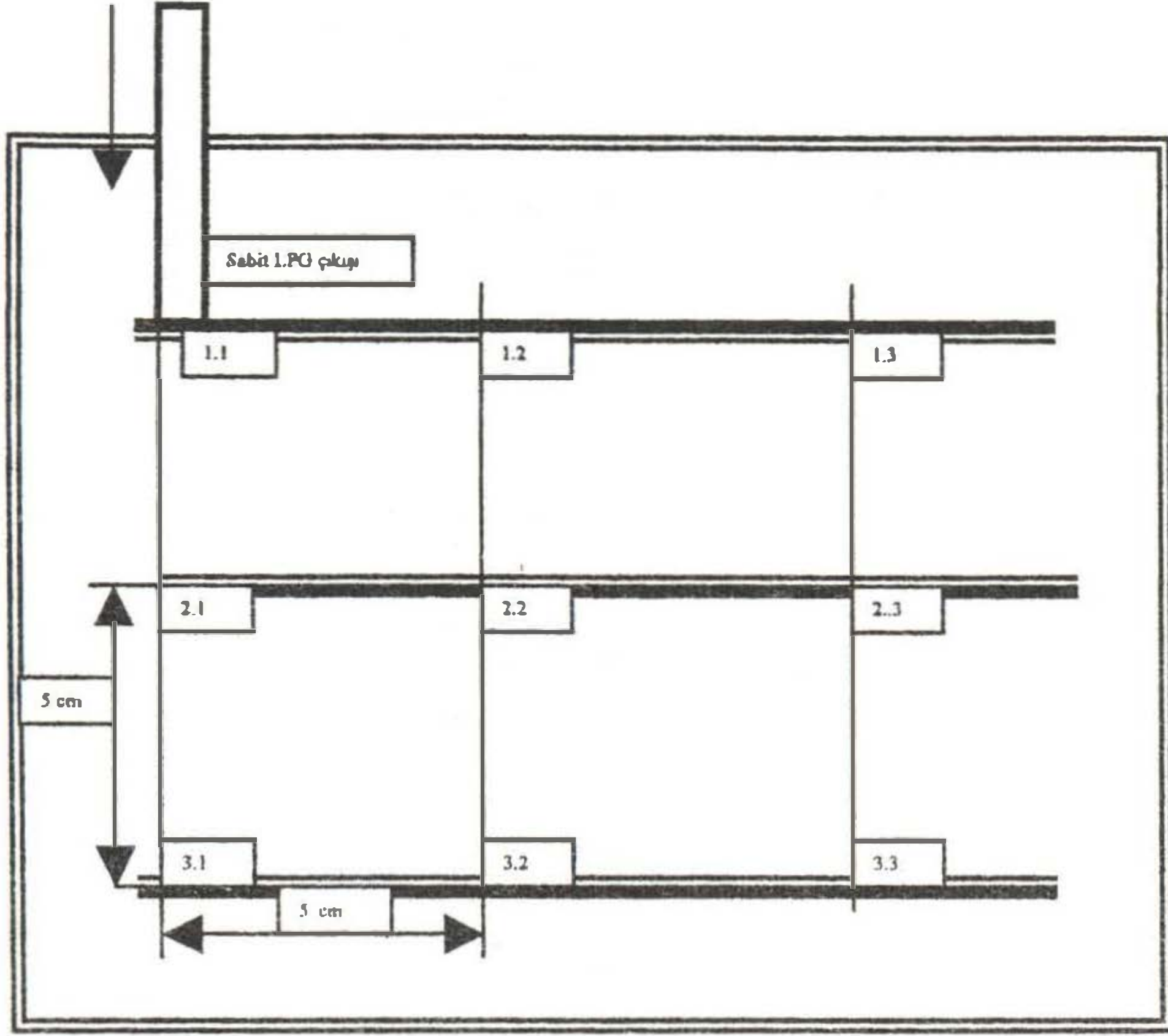
Taşıtlar üzerinde ve kapalı ortamda motor çalışır konumunda iken yapılan deney sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Sensör taşıt bagajında, kaçak noktasından 20 cm alta, zemine yerleştirilmiştir. Yapılan 4 deneyin ortalamasına göre, sensör 20,4 s sonra ikaz vermiştir. Taşıtların bagajının %2 si 8400 cm³ olduğu göz önüne alındığında bu sonuçlar %2-10 tehlike limitinin çok altındadır.

Tablo.5 Taşıtlar bagajında sensör ikaz süresi

DENEY	İKAZ SÜRESİ (s)	LPG MİKTARI.(cm ³)
1.	21,56	539,00
2.	24,30	607,50
3.	20,45	511,25
4.	15,64	391,00

Açık ortamda yapılan deneyde sensör konumları Şekil 4'de görülmektedir. Deney ortamında hava sirkülasyonu olmamasına dikkat edilmiştir. Sensör, her ölçümden sonra basınçlı hava ile temizlenmiştir. LPG çıkış noktası

sabitlenerek, belirlenen ölçüm noktalarında sensörün ikaz süreleri kronometre ile tespit edilmiştir. Sensör 1.1 ile 3.3 konumu arasında, 9 değişik noktada deney yapılmıştır. Her nokta arası 5 cm dir. Alt yüzey zemini ifade eder. Ayrıca, açık ortam deneyi farklı ortamlarda farklı sonuçlar vereceği göz önünde tutulmalıdır.



Şekil.4 Açık ortamda yapılan deneyde sensör konumlarının gösterilmesi

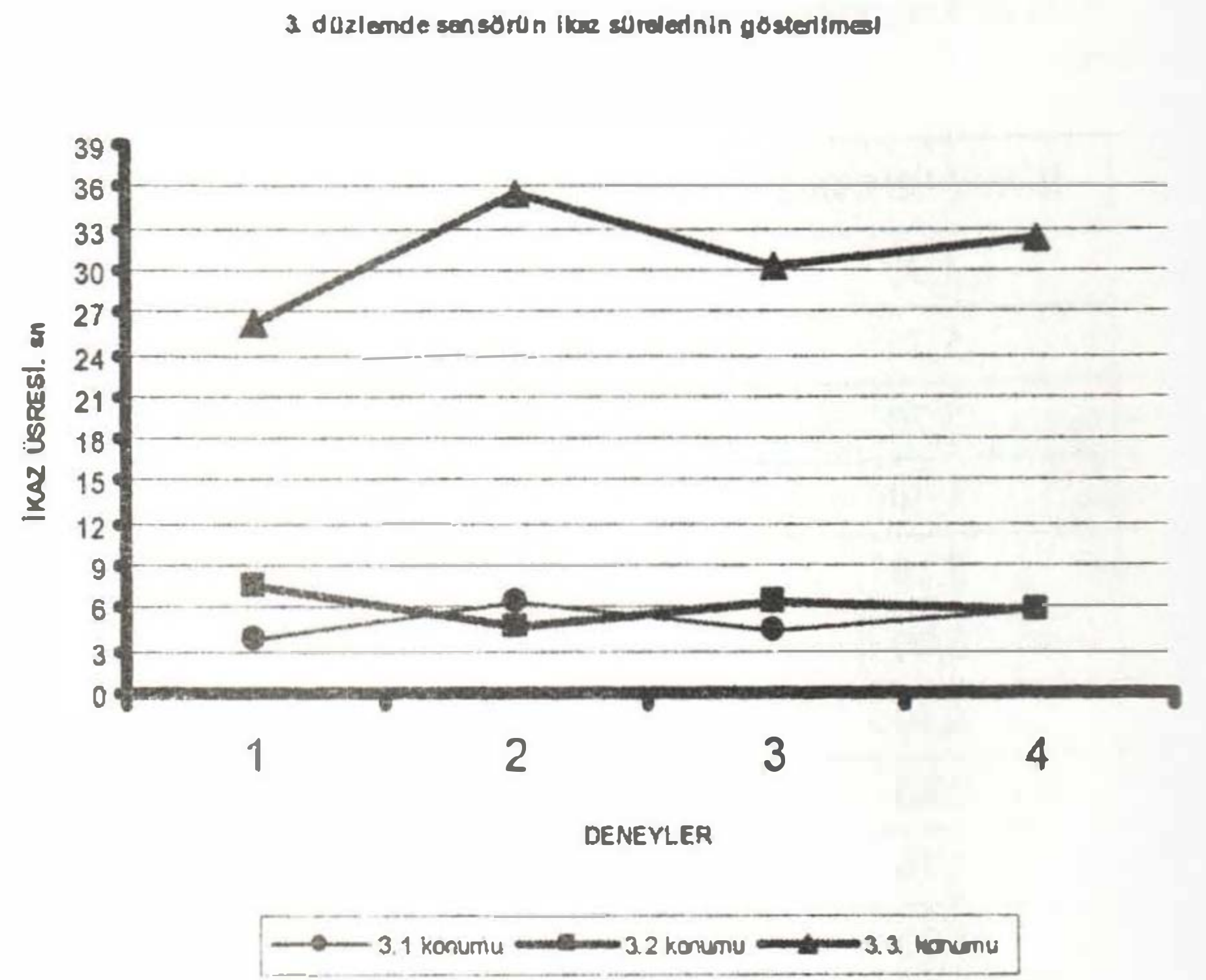
Bu deneylerde, LPG sabit bir noktadan verilmiştir. Sensör LPG kaçağını algıladığında, ikaz sistemini devreye sokarak, alarm ile sesli uyarı ve dörtlüleri yakarak görsel uyarıyı sağlamıştır. Buna bağlı olarak, kesici valfler devreye girerek motorun stop etmesi sağlanmıştır.

Tablo. 6 Açık ortamda sabit noktadaki LPG kaçağının sensör tarafından algılanma süreleri

DÜZLEM	SENSÖRÜN KONUMLARI					
	1		2		3	
	DENEY	DEĞER.sn	DENEY	DEĞER.sn	DENEY	DEĞER.sn
1	1	1,63	1	185,50	1	356,00
	2	2,05	2	250,60	2	385,14
	3	1,90	3	145,57	3	320,56
	4	2,55	4	268,23	4	415,65
	ORT	2,0325	ORT	212,475	ORT	369,3375
2	1	4,6	1	9,95	1	75,85
	2	2,9	2	7,68	2	69,32
	3	3,65	3	12,50	3	85,50
	4	2,1	4	10,85	4	72,20
	ORT	3,3125	ORT	10,245	ORT	75,7175
3	1	3,90	1	7,50	1	26,30
	2	6,41	2	4,58	2	35,40
	3	4,28	3	6,50	3	30,24
	4	5,80	4	5,80	4	32,26
	ORT	5,0975	ORT	6,095	ORT	31,05

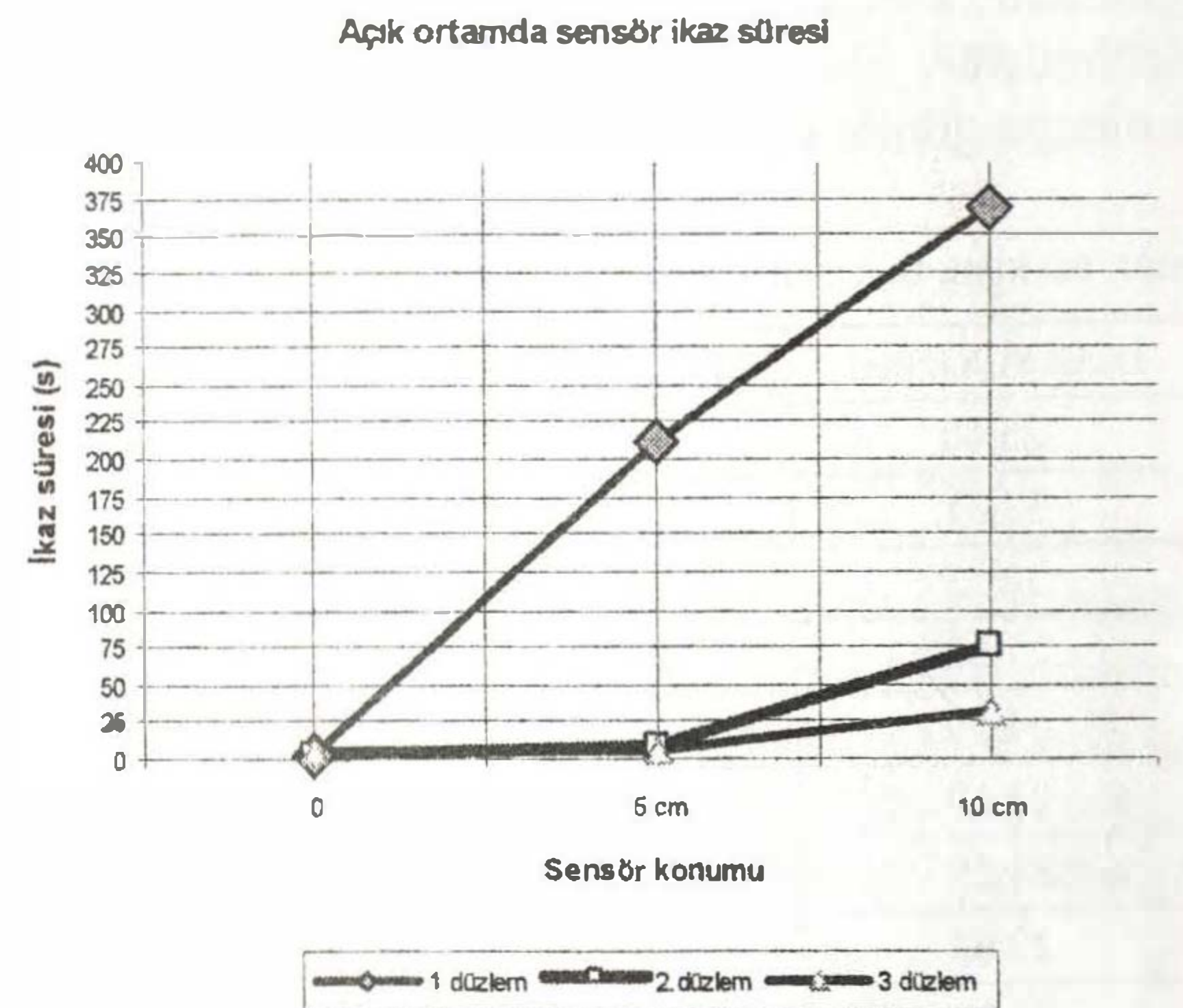
Şekil 4'de gösterilen noktalardaki deney sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Bu deneylerin sonucuna göre; LPG kullanılan yerlerde, (konut, işyeri, taşıt, açık-kapalı alan) kullanılacak ikaz sistemleri için sensörün zemine yakın bir yere yerleştirilmesi gerekir. LPG sistemlerinde kullanılacak olan ikaz sistemleri için emniyet sınırlarında devreye girmesi için sensörün zemine yakın bir noktaya yerleştirilmesi gerekir.

Şekil 5'de farklı düzlemde sensörün algılama süreleri görülmektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere ikaz sistemlerinde sensörün konumunu doğru seçmek güvenlik açısından önemlidir.



Şekil.5 Açık ortamda 3.düzlemdeki sensörün ikaz süresinin gösterilmesi

Şekil. 6 da açık ortamda yapılan 4 deney ortalamasına göre, sensörün farklı konumdaki ikaz süreleri görülmektedir.

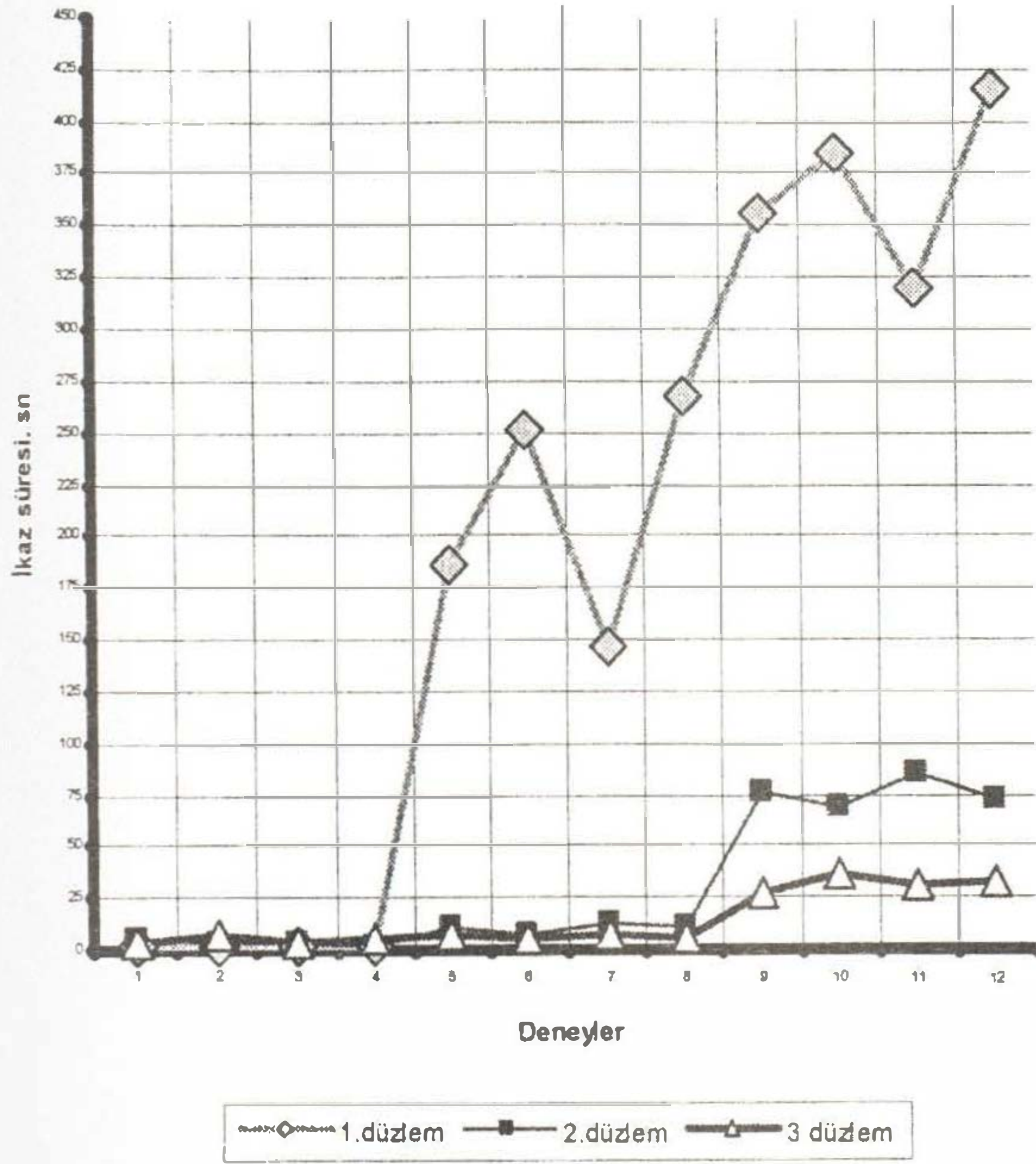


Şekil. 6 Açık ortamda yapılan 4 deney ortalamasına göre, sensörün 3 farklı konumda ki ikaz sürelerinin gösterilmesi

Şekil 7'de ise 3 düzlemde ve sensör 9 farklı noktada iken yapılan deney sonuçlarının grafiği verilmiştir. Şekil 6 ve 7 incelendiğinde; kaçak noktasından ve zeminden uzaklaştıkça ikaz süresinin arttığı görülmektedir. Sensör

1.1 konumunda ikaz süresi 2,03 s, 1.2 konumunda 212 s ve 1.3 konumunda 415 s olarak ölçülmüştür. 2.1 konumunda sensör ikaz süresi 3,3 s iken, 2.2. konumunda 10 s ve 2.3 konumunda 75 s sonunda ikaz sistemi devreye girmiştir.

Açık ortamda sensörün 3 farklı konumda ikaz sürelerinin gösterilmesi



Şekil 7. Açık ortamda sensör ikaz sürelerinin gösterilmesi

En düşük ikaz süresinin zemin düzleminde olduğu şekillerden de açık bir şekilde görülmektedir. Sensörün 3.1 konumu 5 s, 3.2 konumu 6 s ve 3.3 konumu 31 s sonra ikaz sistemini uyardığı görülmüştür. Diğer deneyler ile açık ortam deney sonuçları birbirini destekler sonuçlar vermiştir. LPG zeminde yoğunlaşmaktadır. Sensör yeri kaçak noktasına en yakın ve zeminde olmalıdır.

Bu çalışmada şu sonuçlara varılmıştır :

Açık ortamda yapılan deney ve kapalı tank içinde yapılan deneyde ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:

1. Sensör ile LPG kaçağı aynı dikey düzlemde ve en altta olur ise ikaz süresi daha kısa olmaktadır. Fakat kaçak noktası ile sensörün konumu aynı yatay düzlemde ise sensör kaçak noktasından uzaklaştıkça ikaz süresi uzamaktadır.

2. Kaçak noktası birden çok olan ve risk ihtimali fazla olan sistemlerde birden fazla sensör kullanılmalıdır. Sensörler tüm hallerde kaçağın olduğu dikey düzlemin en altına yerleştirilmelidir.

3. Açık ve kapalı ortama göre kaçak yeri ile sensör yeri arasındaki ilişki ise; hava sirkülasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Kapalı ortamlarda risk daha fazladır. Sensörün ikaz süresi daha kısadır.

4. Servislerde montajı yapılan dönüşüm kitlerindeki, multivalflar üzerinde Avrupa standartlarını taşımayan ve emniyet-güvenlik açısından bir çok eksiklik bulunan multivalflar kullanılmaktadır. Bu durum gerek kullanıcı, gerekse de çevre için ciddi bir güvenlik problemidir.

5. Yapılan deneysel çalışmalarda görülmüştür ki, LPG'nin yanma sınırları olan % 2-10 limitlerinin [8] altında bir LPG kaçağı var ise burada bir ateşleme ve kıvılcım olsa dahi yanma olmayacağı sonucuna varılmıştır. Bu limitlere ulaşmadan sürekli ateşlemeli bir deney düzeneğinde yanma olmadan sensör ikaz ederek görevini yerine getirmiştir.

6. Mevcut LPG sistemlerinde her hangi bir kaza ve kaçak durumunda çevreyi uyaracak, gazı kesecek ikaz sistemi eksiktir. Sisteme ilave edilen sensör ve uyarıcılar vasıtasıyla bu konuda ciddi bir eksiklik ortadan kaldırılarak LPG'li taşıtlar daha güvenli hale geleceklerdir.

KAYNAKLAR

- [1]. BRC, Otogaz sistemleri, 2A Mühendislik tanıtım katalogları, İstanbul, 1999.
- [2]. ÇETİNKAYA, S., "Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG) ve Özellikleri", Selçuk Üniversitesi, 1998.
- [3]. İÇİNGÖR, Y., ŞAKİR, M., "Taşıtlarda LPG kullanımı Selçuk Üniversitesi, Panel 1998.
- [4]. MAKİNA MÜH.ODASI, Araçlarda LPG Dönüşümü Y. No:217/2, Haziran 2000.
- [5]. 2A, Mühendislik, "Araçlarda alternatif olarak LPG kullanımı, s. 8, İstanbul 2000.
- [6]. www.voltran.com
- [7]. YILMAZ, N., Mesleki Eğitim Merkezi, Motor Bölüm Öğretmeni, Y.Lisans tezi, Ocak. 2004.
- [8]. www.bp.com.tr