



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GERÇEK BİR YANGIN VE SONUÇLARININ
YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

MUHAMMED FURKAN KILIÇARSLAN

YÜKSEK LİSANS

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2022
KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Muhammed Furkan KILIÇARSLAN tarafından hazırlanan “Gerçek Bir Yangın ve Sonuçlarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 09/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN

.....

Danışman

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

.....

Üye

Doç. Dr. Fatih BAHADIR

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN

Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından 211022006 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Muhammed Furkan KILIÇARSLAN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GERÇEK BİR YANGIN VE SONUÇLARININ YANGIN GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

MUHAMMED FURKAN KILIÇARSLAN

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: DOÇ.DR. MUSTAFA ALTIN

2022, 135 Sayfa

**Jüri
Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Doç. Dr. Mustafa ALTIN
Doç. Dr. Fatih BAHADIR**

Yangınlar, tüm dünyada ve ülkemizde genel toplum sağlığını etkileyen ve insan yaşamı üzerinde doğrudan ve/veya dolaylı etkileri olan bir afettir. Yangın gerçeğini gerçek bir yangınla göstermek amacıyla 1/1 ölçekli Yangın Deney Laboratuvarı inşa edilmiştir. Hazırlanan binamızda 2 adet 300 x 350 cm ölçülerinde yangın deney odası ve 1 adet 190 x 620 cm ölçülerinde kumanda ve gözlem odası bulunmaktadır. Yangın deneylerinde bir oda oturma odası ve diğer odamız ise yatak odası olacak şekilde gerekli yangın yükleri hesaplanarak tefriş edilmiştir. Yangın yükü hesabında yatak odası yangın indeks değeri 1,18, oturma odasında ise 1.86'lık yangın indeks değeri elde edilmiştir. Yangın deneyi için gerekli olan, ısı ölçüm cihazları, yazılımlar, termal kamera, mekân içi mobilyalar, stor perdeler, gözlem odası, odaların yerleşimleri tamamlandıktan sonra deneylere başlanmıştır. İlk önce oturma odası daha sonra yatak odasında gerçek yangınlar çıkartılarak deney düzeneğindeki gereçlerle gerekli tüm veriler alınarak sonuçları değerlendirilmiştir.

Yangın odaları alt, orta ve üst bölgelerde anlık sıcaklık değerleri her saniye için alınmıştır. Yatak odası üst bölge 1200 °C, orta bölge 800 °C ve alt bölge 400 °C civarında maksimum sıcaklıklara ulaşmıştır. Oturma odasında ise üst bölge 900 °C, orta bölge 600 °C ve alt bölge 300 °C civarında maksimum sıcaklıklar ölçülmüştür. Aynı zamanda yapı dışı sıcaklık değişimleri de kayıt altına alınmıştır. Yatak odası dış duvar sıcaklığı ölçülen termal kamera görüntülerine göre maksimum sıcaklıkta yaklaşık 25 ila 31 °C civarında oturma odasında ise dış duvar sıcaklığı maksimum sıcaklıkta yaklaşık 41 ila 46 °C civarında sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Oda içerisinde aşırı sıcaklık değişimleri gözlenirken duvar dış yüzeylerinde çok daha sınırlı ısı değişimleri tespit edilmiştir.

Deney çalışmasında Oksijen(O) gaz miktarı (%), Uçucu Organik Bileşikler (%VOC) Oranı, Alt Patlayıcı limit (%LEL) Oranı, Karbonmonoksit (CO) (ppm) Gazı, Hidrojen Sülfür (H₂S) (PPM) Gazı, Amonyak (NH₃) (%) Gazı olmak üzere 6 farklı gaz ölçümü yapılmıştır. Oksijen Gaz ölçümlerinde yatak odasında oksijen miktarı %19 seviyelerinde oturma odasında ise %11 seviyelerine kadar inmiştir. Alt patlama limit değerlerinde yatak odasında hiçbir değer verisi alınmamış oturma odasında ise LEL seviyesi %11'e kadar yükselmiştir. Karbonmonoksit gazı deney ölçümlerinde yatay odası CO seviyesi 1 kez 500 ppm seviyesine ulaşmışken oturma odasında ise 3 kez 500 ppm seviyesine ulaşmıştır. Hidrojen sülfür gazı (H₂S) yatak odasında 2,6 ppm değerine ulaşırken oturma odasında 13,2 ppm seviyelerine kadar yükselmiştir. Amonyak (NH₃) gazına 2 oda da rastlanmamıştır. Uçucu organik bileşikler oranı (VOC) yatak odasında maksimum 76 ppm değerine ulaşırken oturma odasında 145 ppm değerine ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: 1/1 Ölçekli yangın odası, Yangın, Yangın istatistikleri, Yangın yükü, Sıcaklık değişimi, Termal görüntü, Zehirli gaz

ABSTRACT

MS THESIS

A REAL FIRE AND THE EVALUATION OF ITS CONSEQUENCES IN TERMS OF FIRE SAFETY

MUHAMMED FURKAN KILIÇARSLAN

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN

2022, 135 Pages

Jury

**Prof. Dr. Ülkü Sultan KESKİN
Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN
Assoc. Prof. Dr. Fatih BAHADIR**

Fires are a disaster that affects general public health all over the world and in our country and has direct and/or indirect effects on human life. A 1/1 scale Fire Experiment Laboratory was built in order to demonstrate the fire disaster with a real fire. There are 2 fire test rooms (dimensions of 300 x 350 cm), one control room (dimensions of 190 x 620 cm) and observation room in our prepared building. The necessary fire loads were calculated and furnished in such a way that one room was the living room and the other room was the bedroom in the fire tests. In the fire load calculation, the bedroom and living room fire index values were found to be 1.18 and 1.86, respectively. After the heat measurement devices, software, thermal camera, indoor furniture, roller blinds, observation room, and arrangement of rooms were completed, the experiments were started. Real fires were started in the living room and then in the bedroom, respectively. During the experiment, all necessary data were obtained with appropriate equipment and the results were evaluated.

Instantaneous temperature values were taken for every second in the lower, middle and upper regions of the fire chambers. In the bedroom, the maximum temperatures were 1200 °C in the upper region, 800 °C in the middle region and 400 °C in the lower region, while in the living room it was measured around 900 °C in the upper region, 600 °C in the middle region and 300 °C in the lower region. At the same time, temperature changes outside the building were also recorded. According to thermal camera images, the maximum temperature was found to be approximately 25 to 31 °C on the outer wall of the bedroom, while it was between 41 and 46 °C on the outer wall of the living room. While extreme temperature changes were observed in the room, much more limited temperature changes were detected on the outer surfaces of the walls.

6 different gas measurements were made as Oxygen gas (O%), Volatile Organic Compounds (VOC%) rate, Lower Explosive limit (LEL%) rate, Carbon monoxide (CO, ppm) gas, Hydrogen Sulfide (H₂S, ppm) gas, Ammonia (NH₃ %) gas in the experiment. The amount of oxygen decreased to 19% in the bedroom and 11% in the living room in oxygen gas measurements. At the lower explosion limit values, no value data was obtained in the bedroom, and the LEL level increased up to 11% in the living room. The CO level in the bedroom reached 500 ppm once, while it reached 500 ppm 3 times in the living room in carbon monoxide gas measurements. While hydrogen sulfide gas (H₂S) reached 2.6 ppm in the bedroom, it increased to 13.2 ppm in the living room. Ammonia (NH₃) gas was not encountered in 2

rooms. Maximum value of volatile organic compounds (VOC) reached 76 ppm in the bedroom and reached 145 ppm in the living room.

Keywords: Fire, Fire load, Fire statistics, 1/1 Scale fire chamber, Temperature change, Thermal image, Toxic gas



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimime başlamam ile tanıştığım ve sonrasında derslerde, seminer çalışmasında, Bap proje çalışmasında, tez önerisi çalışmasında, yangın deney binası oluşum aşamalarında ve tez çalışma aşamalarında desteğini eksik etmeyen, tecrübeleri ve bilgisini paylaşarak bana yol göstericilik eden Değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Mustafa ALTIN'a teşekkürü borç bilirim.

Deney çalışmam sırasında ve hayatım boyunca verdiği desteklerinden dolayı kardeşlerim Arş. Gör. Muvahhid KILIÇARSLAN 'a ve Arş. Gör. Müberra Nur KILIÇARSLAN 'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca sonsuz sevgi, hoşgörülerini ile benim bu günlere gelmemi sağlayan maddi, manevi destekleriyle her zaman ve durumda yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Muhammed Furkan KILIÇARSLAN
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ÖNSÖZ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Tezin Amacı ve Kapsamı.....	4
1.2. Yangın	8
1.2.1. Yangın gelişim evreleri.....	9
1.2.2. Yangının başlangıç evresi	9
1.2.3. Yangının gelişim evresi	9
1.2.4. Tam gelişmiş yangın evresi	10
1.2.5. Korlanma (Sönme) evresi	11
1.2.6 Yangın sınıfları	12
1.2.7.Yangın söndürme teknikleri	14
1.2.8.Yangın söndürme madde ve malzemeleri.....	15
1.2.9. Yangın algılama ve uyarı sistemleri	17
1.3. Yangın İstatistikleri.....	19
1.3.1. İstanbul İli (2015-2020) yılları yangın sayıları.....	19
1.3.2. İstanbul İli (2015-2020) yıllarındaki yangınların çıkış nedenleri istatistikleri	21
1.3.3. Konya İli (2014-2019) yılları yangın sayıları.....	23
1.4. Yangın Sonucunu Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi	24
1.5. Termal Kameralar ve Çalışma Prensipleri.....	27
1.6. Yangın Yüğü.....	28
1.7. Yangının Etkileri.....	29
1.7.1.Sıcaklık etkisi.....	29
1.7.2.Duman etkisi	30
1.8. Zehirli Gazlar	30
1.8.1. Alt patlayıcı limit (%LEL) oranı	31
1.8.2. Karbonmonoksit (CO) gazı.....	32
1.8.2.1. Karbonmonoksit için test yöntemleri.....	33
1.8.2.2. Karbonmonoksitten zehirlenme belirtiler	33
1.8.2.3. Karbonmonoksitten zehirlenme safhaları:	34
1.8.2.4. Karbonmonoksit Zehirlenme Oran ve Belirtileri.....	35
1.8.3. Hidrojen sülfür (H ₂ S) gazı	36
1.8.4. Amonyak (NH ₃) gazı	37

1.8.5. Uçucu organik bileşikler (%VOC) oranı	37
1.8.6.Oksijen (O)	38
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	40
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	54
3.1.Yangın Deney Binası Oluşum Süreci ve Sonuçları	60
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	77
4.1.Yangın Yüğü.....	77
4.2. Deney Anı Oturma Odası ve Yatak Odası İç Sıcaklık Değişim Sonuçları.....	80
4.3.Termal Kamera Kayıtları	82
4.4. Kameralı Lazerli Isı ve Nem Ölçer Sonuçları	85
4.5. Deneyde Ölçüm Yapılan Zehirli Gazlar	87
4.6.Oksijen (O)	88
4.7. Uçucu Organik Bileşikler (%VOC) Oranı.....	89
4.8. Alt Patlayıcı Limit (%LEL) Oranı	90
4.9. Karbonmonoksit (CO) Gazı.....	92
4.10. Hidrojen Sülfür (H ₂ S) Gazı.....	93
4.11. Amonyak (NH ₃) Gazı	95
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	96
5.1 Sonuçlar	96
5.2 Öneriler	100
6. KAYNAKLAR	104
7. EKLER	110

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Simgeleri yazmaya buradan başlayınız ve yazım kılavuzunda belirtildiği şekilde düzenleyiniz. Simgelerin bitiminden sonra, kısaltmalar başlığından önce bir satır boşluk bırakınız.

Kısaltmalar

DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
NFPA	: The National Fire Protection Association (Ulusal Yangından Korunma Derneği)
O	: Oksijen
VOC	: Uçucu Organik Bileşikler
LEL	: Alt Patlayıcı Limit
CO	: Karbonmonoksit
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
NH ₃	: Amonyak
IHV	: Alt ısı değeri (mj/kg)
M	: Yanıcı madde kütlesi (kg)
OYAİS	: Otomatik Yangın Algılama ve İhbar Sistemi
CBM	: Component Based Method
KSE	: kapiler su emme
GPA	: Genleştirilmiş perlit agregası
BHA	: Birim hacim ağırlık
HSE	: hacimce su emme
UGH	: ultra ses geçiş hızı
AD	: aşınma dayanımı
BD	: basınç dayanımı
CTB	: Cam Lif Takviyeli Beton

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yangını meydana getiren üç faktör	8
Şekil 1.2. Yangın gelişim evreleri	12
Şekil 1.3. Termal kamera görüntüsü	27
Şekil 1.4. Patlama aralığı şematik planı.....	32
Şekil 1.5. Karbonmonoksit maruz kalma miktarı ve insan vücuduna etkileri (Durukan, 2013).....	36
Şekil 3.1 İnşa edilen yapının planı.....	54
Şekil 3.2. İnşa edilen yapının kesit ve görünüşleri	55
Şekil 3.3. Anlık iç dış sıcaklık kaydı alabilen özel geliştirilmiş yazılım.....	57
Şekil 3.4. Deney binası termokupl yerleşimi	59
Şekil 3.5. Kaba inşaat aşamasından dış cephe görselleri.....	60
Şekil 3.6. Kaba inşaat aşamasından iç mekân görselleri	60
Şekil 3.7. Kaba inşaat aşamasından cephe tesisat görselleri.....	61
Şekil 3.8. Yangın deney binası tamamlanmış dış cephe görselleri.....	61
Şekil 3.9. Yangın öncesi yatak odası iç mekân görselleri	62
Şekil 3.10. Yangın öncesi oturma odası iç mekân görselleri.....	62
Şekil 3.11. Yangın öncesi kontrol panel odası ve oda içi sıcaklık termokupl görselleri ve özel geliştirilen anlık ölçüm kayıt paneli	63
Şekil 3.12. Oturma odası yangın başlangıç seviye görselleri	64
Şekil 3.13. Oturma odası yangın gelişim seviyesi görselleri.....	64
Şekil 3.14. Oturma odası yangın pencere camı patlama ve parlama görselleri	65
Şekil 3.15. Oturma odası yangın söndürme ve sonrası	65
Şekil 3.16. Yatak odası yangın başlangıç evresi görselleri.....	66
Şekil 3.17. Yatak odası deneyi 1 dakika 35. Saniye sonraki görselleri	66
Şekil 3.18. Yatak odası yangın gelişim evresi görselleri.....	67
Şekil 3.19. Yatak odası yangın flashover evresi görselleri.....	67
Şekil 3.20. Yatak odası yangın söndürme işlem görselleri.....	68
Şekil 3.21. Yatak odası yangın sonrası dış cephe görseli	68
Şekil 3.22. Yatak odası yangın öncesi ve yangın sonrası iç mekân görselleri	69
Şekil 3.23. Yatak odası kapı giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri..	69
Şekil 3.24. Yatak odası yatak ve başlık yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	70
Şekil 3.25. Yatak odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası içeriden ve dışarıdan görselleri.....	71
Şekil 3.26. Oturma odası giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	72
Şekil 3.27. Oturma odası tekli koltuk yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	72
Şekil 3.28. Oturma odası tuval tablo ve priz yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	73
Şekil 3.29. Oturma odasında bulunan çoklu oturma grubu yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	73
Şekil 3.30. Oturma odası giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	74
Şekil 3.31. Oturma odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası içeriden ve dışarıdan görselleri.....	75
Şekil 3.32. Oturma odası ve yatak odası alüminyum kapı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri	76
Şekil 4.1. Yatak odası yangın esnasında rutin, alt, orta ve üst bölge sıcaklık değerleri .	81
Şekil 4.2. Oturma odası yangın esnasında rutin, alt, orta ve üst bölge sıcaklık değerleri	81
Şekil 4.3. Yatak odası yangın esnasında dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri.....	83

Şekil 4.4. Oturma odası yangın esnasında dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri	85
Şekil 4.5. Yatak odası yangın sonrası iç duvar yüzey sıcaklık ölçümleri.....	85
Şekil 4.6. Yatak odası yangın sonrası dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri	86
Şekil 4.7. Oturma odası yangın sonrası dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri	86
Şekil 4.8. Oturma odası oksijen oranı değişim grafiği	88
Şekil 4.9. Yatak odası oksijen oranı değişim grafiği	89
Şekil 4.10. Yatak odası VOC oranı değişim grafiği	90
Şekil 4.11. Oturma odası VOC oranı değişim grafiği.....	90
Şekil 4.12. Yatak odası LEL oranı değişim grafiği	91
Şekil 4.13. Oturma odası LEL oranı değişim grafiği.....	91
Şekil 4.14. Yatak odası CO oranı değişim grafiği	92
Şekil 4.15. Oturma odası CO oranı değişim grafiği	93
Şekil 4.16. Yatak odası H ₂ S oranı değişim grafiği	94
Şekil 4.17. Oturma odası H ₂ S oranı değişim grafiği.....	94
Şekil 4.18. Yatak odası NH ₃ oranı değişim grafiği.....	95
Şekil 4.19. Oturma odası NH ₃ oranı değişim grafiği.....	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yangın esnasında ölüme neden olan olaylar (Kapancı, 2006)	2
--	---

Çizelge 1.2. İstanbul ili yangınlar (2015-2020) (URL-1)	4
Çizelge 1.3. Yangın sınıfları ve uygun söndürme teknikleri (Taşpınar, 2021)	15
Çizelge 1.4. İstanbul İli yapısal ve yapısal olmayan yangınlar (2015-2020) (URL-1) ..	20
Çizelge 1.5. İstanbul İli 100 bin kişiye düşen yangın sayıları (2015-2020) (URL-1)	21
Çizelge 1.6. İstanbul İli yangın kaynağı (2015-2020) istatistikleri (URL-1)	22
Çizelge 1.7. Konya ili yangın (2007-2019) yılları arası yangın verileri (URL-3).....	23
Çizelge 1.8. Karbonmonoksit düzeyi ve etkileri (Durukan, 2013)	34
Çizelge 1.9. Karbonmonoksit maruz kalma süresi ve zehirlenme belirtileri (Durukan, 2013)	35
Çizelge 1.10. Oksijen oranı ve etki düzeyleri (Durukan, 2013)	39
Çizelge 3.1. Gaz beton teknik detayları (URL-4)	55
Çizelge 3.2. Gazbeton çatı teknik özellikleri (URL-5)	56
Çizelge 3.3. Taş yünü teknik detayları (url-10)	56
Çizelge 3.4. Alüminyum kapı ve pencerenin teknik detayları (URL-6).....	57
Çizelge 3.5. Infrared termografinin özellikleri	58
Çizelge 3.6. Elimko (E-TC01-1K1K09-25-1/4) cihaz teknik özellikleri	58
Çizelge 3.7. Kameralı lazerli ısı ve nem ölçer	59
Çizelge 4.1. Oturma odası yangın yükü hesabı	77
Çizelge 4.2. Yangın indeks tablosu (Oturma odası)	78
Çizelge 4.3. Yatak odası yangın yükü hesabı	78
Çizelge 4.4. Yangın indeks tablosu (Yatak odası)	79
Çizelge 4.5. MultiRAE gaz ölçüm cihazı teknik özellikleri ve görseli (URL-7)	87

1. GİRİŞ

Konut binalarındaki kaza sonucu ortaya çıkan yangınlar, genel toplum sağlığını etkileyen insan yaşamı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olan riskli olaylardır (Chandran ve ark. , 2014; Salon ve ark. , 1989). Yangınlar, tüm dünyada yıllık 200.000 ölüme neden olan en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Her ne kadar düşük ve orta gelirli ülkelerde yangına bağlı yaralanmalar ve ölümler yaygın olarak görülmekte ise de bu konu yüksek gelirli ülkelerde de endişe verici boyutlardadır (Chandran ve ark., 2014).

Konut alanlarındaki yangınlar nedeniyle maddi ve manevi kayıpları önlemek için bu yangınların sebepleri tespit edilmelidir (Xiong ve ark 2015). İnsan hatası ve riskli davranışlar çoğu yangın olayının ana nedenleridir (Miller ve Beever, 2005; Pun ve ark 2001). Öte yandan, istenmeyen konut yangınlarının önlenmesinde en etkili yöntemi bulmak için, yangından etkilenen insanlar hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir (Xiong ve ark., 2017). Bir yangına maruz kalan kişinin nasıl davrandığı, deneyimlerinin nasıl şekillendiği gibi bilgiler önemlidir. Yangının çıkmasıyla ilgili faktörlerin, insan davranışlarının ve yangının sebep olduğu yaralanmaların sonuçlarını iyi irdeleyerek tekrar oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Bununla birlikte, yangın güvenliği politikasını teşvik etmek açısından, belirli bir olayın neden çok fazla zayıyat verdiğini veya diğer felaket olaylarının neden daha az zarara uğradığını bilmek önemlidir (Kobes ve ark., 2010). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından vurgulandığı gibi, bazı çalışmalar yangına maruz kalan bireylerin deneyimlerinin kullanılmasının, ilgi olgusunu desteklemesinin en önemli yollarından biri olduğunu göstermiştir (Rezapur-Shahkolai ve ark., 2010). Yangına maruz kalan bireylerin deneyimlerini araştırmak, bir olaya gerekli önemi vermenin önündeki engelleri ve yolları belirlemede önemli ve değerli bir kaynaktır.

Yangınlarda pasif yangın güvenlik önlemleri için alınacak tasarım kararlarının değerlendirilmesi, cephe ve iç mekân malzemeleri için seçim kriterleri oluşturulması ve bunların sonucunda ortaya çıkabilecek olan detaylar aracılığıyla yangının iç mekânda ve cephe yüzeyinde yayılmasını engelleyebilecek uygun çözüm yolları araştırılmalıdır. Bu doğrultuda problemin çözümüne yönelik, oturma odası ve yatak odası plan tipine sahip bir binanın iç mekân tefrişleri yapılmış. Ve tefrişleri yapılan bu alternatifler üzerinde yangının iç mekânda ve cephede ilerleyişinin gözlenmesi, malzemenin yanma, tutuşma, büyüme, sönmesi ve benzeri parametrelerine göre zehirli gazların ve sıcaklık

yayılımının incelenmesi ve elde edilen sonuçların gözlemlenerek ve veriler yardımıyla değerlendirilmesi yapılarak önemli veri ve gözlem kayıtları elde edilmiştir.

Yangınlarda yangın ortamı kompleks bir etki oluşturarak birden fazla etken oluşmasını sağlayarak ölüme neden olmaktadır. Bunun yanında yangında oluşan zehirli gaz ve buhara insanın nasıl tepki verdiği bilinmektedir (Çakıcı, 2004). Ancak yangınlar sonucunda zarar gören insanların büyük bir yüzdesi alevle temastan olmayıp duman, zehirli gazlar veya oksijen yetersizliğinden kaynaklanmaktadır (Kaplan ve ark. 1982). Bu durum Çizelge 1.1’de gösterilmiştir. Duman içinde bulunan parçacıkların, büyük bir çoğunluğunun öldürücü etkisi vardır. Yanma sonucunda ortamda toplanan yoğun duman, sadece insanın fizyolojik yapısına zarar vermekle kalmayıp, görüş mesafesini zayıflatmakta ve tahliye problemlerine neden olabilmektedir (Çakıcı, 2004).

Kullanılan malzemenin tutuşma süresinin uzatılması ve zehirli gazların oluşumunun engellenmesi ile insanların henüz yangının başlangıç aşamasında kapalı mekânları terk edebilecekleri makul bir zaman kazanmaları önem arz etmektedir (Terzi, 2008). Zehirli gazlar, duman ve oksijen yetersizliği canlı yaşamını için gerekli olan dolaşım sistemin aksamasına ve vücut sistemin durmasına neden olmaktadır. Oluşan bu olumsuz etkiler canlılarda yaşam standartlarını etkilemektedir. Olaya maruz kalan insanlar kurtulsa bile ciddi ekonomik ve psikolojik tahribatlara neden olmaktadır.

Çizelge 1.1. Yangın esnasında ölüme neden olan olaylar (Kapancı, 2006)

YANGIN SIRASINDA ÖLÜME NEDEN OLAN OLAYLAR		
Ölüm Nedeni	Yangında Ölen Kişi Sayısı	Ölüm Oranı (%)
Duman	101	36
Kombine yanma + zehirlenme	69	25
Yanma	53	19
Kalp krizi, felç, düşmeye bağlı yaralanma	20	7
Diğer	20	7
Boğularak ölmek	8	3
Bronş yangısı	8	3

Artan nüfus ve gelişen ihtiyaçları karşılayabilmek için her geçen gün enerji ihtiyacı artmaktadır. Artan ihtiyaçları karşılamak için mevcut malzemelerden daha iyi performans sunabilen ve deprem, sel, yangın gibi doğal veya yapay afetlerde yüksek performans verebilen malzeme ihtiyaçları oluşmaktadır. Artan küresel iklim değişikliği, çevre kirliliği ve yüksek enerji ihtiyaçları sürdürülebilir ham madde arayışlarını

arttırmaktadır. Sürdürülebilir ve ergonomik hammadde konusunda özellikle gelişmiş ülkelerde birçok araştırma yürütülmekte ve bunun sonucu olarak daha sürdürülebilir ve enerji tasarrufu sağlayan hammaddeler yaygınlaşmaktadır. Malzemenin yenilenebilir, enerji tasarrufu sağlayan, işlenmesinin kolay olması ve dış etkenlere (yangın, deprem, yağmur, kar...) dayanıklı kullanım olanakları sunması zorunlu hale gelmektedir. Yeni malzeme arayışları sırasında mevcut malzemelerin negatif yanlarını görmek ve bu zayıf noktalar üzerine yoğunlaşmak gerekmektedir. Bu bilgiler ışığında kontrollü ve değerlerin irdelendiği deney fikrinin oluşmasını sağlamıştır.

Bir ülkede meydana gelen yangınların sayısı ve yapısı ile ilgili istatistikler, ulusal düzeydeki yangın hizmetlerinin geleceği hakkındaki planlama ve uygulamasında çok büyük rol oynar. Yangın sayısının, nedenlerinin ve sonuçlarının bilinmesi; yangın önlemlerinin tasarlanmasında, itfaiye merkezlerinin konuşlandırılmasında, toplumun bilinçlendirilmesi gereken davranışlarının tespitinde, ekiplerin ve donanımlarının belirlenmesinde önemli yol gösterici role sahip olur. Nerede daha çok yangın çıkmış, ölüm ve yaralanmalar nerede ve neden meydana gelmiş bilindiği takdirde uygulanacak çözümler kolay bulunur. Bu nedenle yangın istatistiklerine büyük önem verilmelidir. Bu istatistikleri değerlendiren ve hasar sonuçlarını azaltmak veya engellemek için çalışmalar yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak gelişmiş ülkelerin itfaiyelerinin en önemli birimlerinden biri istatistik değerlendirme birimi olarak düzenlemişlerdir. (Kılıç, 2018) Türkiyede de bazı itfaiye daire başkanlıklarının istatistikler üzerine çalışmaları bulunmaktadır, ancak ülkenin büyük çoğunluğunda istatistikler verilere ulaşılamamaktadır. İstatistiksel veri değerlendirmeleri yapılmadığı için meydana gelen sonuçların veya olası sonuçların değerlendirilmesi yetersiz kalmaktadır.

İstanbul itfaiyesi İstanbul İli 2021 yılı yangın istatistiksel verileri Çizelge 1.2' de verilmiştir. İstatistikler incelendiğinde konut ve bina yangın toplamalarının yıllara göre değişkenlik gösterse bile yapısal olarak en büyük orana sahip olduğunu görmekteyiz. İstatistiksel bu veriler ışığında konut ve bina yangınlarının deneysel olarak inceleme fikri oluşmuştur.

Çizelge 1.2. İstanbul ili yangınlar (2015-2020) (URL-1)

Olay	Yıl / Sayı										
	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2020	Sayısal Değişim		Oransal Değişim	
						Ocak- Eylül	Ocak- Eylül	2019 Ocak- Eylül 2020 Ocak- Eylül	2015 Yılı 2019 Yılı	2019 Ocak- Eylül 2020 Ocak- Eylül	2015 Yılı 2019 Yılı
Yangınlar											
Yapısal yangınlar											
Konut yangını	5.869	5.910	5.762	4.875	4.966	3.747	3.320	-427↓	-903↓	-11,40%↓	-5,3%↓
Fabrika Yangını	157	153	166	164	179	138	130	-8↓	22↑	-5,80%↓	14,1%↑
Diğer bina yangını	8.957	8.887	9.224	7.377	6.895	5.227	5.151	-76↓	-2.062↓	-1,45%↓	-3,0%↓
Araç yangını	1.903	1.940	1.781	1.558	1.630	1.205	1.167	-38↓	-273↓	-3,15%↓	-4,3%↓
Toplam	16.886	16.890	16.933	13.974	13.670	10.317	9.768	-549↓	-3.216↓	-5,32%↓	-9,0%↓
Yapısal olmayan yangınlar	10.092	11.696	8.140	6.442	8.876	7.180	6.237	-943↓	-1.216↓	-13,13%↓	-2,0%↓
Yangınların toplamı	26.978	28.586	25.073	20.416	22.546	17.497	16.005	-1492↓	-4.432↓	-8,53%↓	-6,4%↓
Yangın olmayan diğer acil olaylar											
Trafik kazası	1.507	1.655	1.410	1.261	1.245	937	776	-161↓	-262↓	-17,2%↓	-7,4%↓
Sel / Su baskını	1.006	824	1.578	1.280	633	528	744	216↑	-373↓	40,90%↑	-7,1%↓
Güvenlik tedbirleri	5.482	4.984	6.605	4.493	4.801	3.327	4.132	805↑	-681↓	24,2%↑	-2,4%↓
Can kurtarma	14.204	15.359	18.405	21.875	26.357	20.173	23.022	2.309↑	12.153↑	11,1%↑	85,6%↑

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Yangından doğabilecek zararları önlemenin yolu, aktif ve pasif yangın önlemlerini almak, yangına neden olabilecek riskleri ortadan kaldırmaktır. Yangın güvenlik önlemlerinin alınmasının yangın söndürmekten daha ekonomik olduğu gerçeği göz önüne alınırsa, bu konuda ilgili kesimlerin eğitilmesi ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir. Kuşkusuz; çıkan yangınların yangınlardan oluşan zarar miktarının azaltılmasının önceliği alınacak önlemler ve eğitimidir. Tüm insanlara, yangınları önleme ve müdahale şeklinin öğretilmesi ülkemizde önemli bir konu olarak ele alınmalıdır.

Gerçek bir yangın ve yangın sonuçlarının değerlendirilmesi üzerine çalışma yapmamızın amaçları;

- Gerçek hayatta oluşan şartların laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel sonuçlardan farklı olduğunu düşünmemiz ve literatürde bulunmayan 1/1 ölçekli bir binanın farklı malzemeler, farklı yerleşimler, farklı söndürme

sistemleri gibi yangın sonucunu doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen faktörlerin deneysel olarak irdelenmesidir.

- Yangın odası deneyi ile 1/1 ölçekli bir yangın çıkarılarak yangının başlama, oluşum, gelişim, sonuçlarının ve yangını etkileyen aktif ve pasif yangın önlemlerinin detayları bilimsel olarak ele alınması amaçlanmıştır.
- Yangın anında oluşan zehirli gaz miktarlarının ölçümü yapılarak zamana bağlı değişimi ve etki düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
- Bina yapısının ve yapı içinde canlı olması durumunda ne gibi etkiler meydana geleceğinin veriler ile irdelenmesi amaçlanmıştır.
- 1/1 ölçekli gerçek bir deney düzeneği oluşturulmasının, ileride yapılacak olan benzer çalışmalara öncülük etmesi amaçlanmıştır.
- Yapılan deney odalarımızın tavanlarının eğimli olarak imal edilmiş ve eğimli yapılan bir tavanın yangının ilerlemesine olan etkilerinin neler olacağı hakkında literatüre yeni bir değer katmak amaçlanmıştır.
- Yangınların ülke ekonomisine yıllık yaklaşık etkisi 50 milyon doların üzerindedir. Yapılan deneyde oluşan maddi kayıplar değerlendirilip tüm ülke çapındaki yapılan çalışma ile engellenebilecek maddi kayıpları gözler önüne koymayı amaçlamıştır.
- Yangın deney binasının oturma odası, yatak odası ve kontrol panel odası olmak üzere üç oda olarak inşaa edilmesi planlanmıştır. Önce oturma odasında daha sonra ise yatak odasında yangın çıkartılarak yangınlar esnasında zamana bağlı olarak sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), oksijen (O) miktarı, hidrojen sülfür (H_2S) miktarı, amonyak (NH_3) ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) ölçümlerinin zamana bağlı verilerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen somut verilerin grafik ve çizelge haline getirilerek değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
- Deney sonucunda elde edilen tüm veriler ışığında malzeme seçimi, malzeme yerleşimi, oda büyüklüğü, oda yapısı, yangın esnasında müdahale yanlışlıkları, müdahale süresinin önemi, yangın algılama ve söndürme sistemlerinin öneminin verilerle gösterilmesi amaçlanmıştır.
- Deney çalışmasında İstanbul ve Konya ili yangın istatistikleri, çizelgeler halinde düzenlenerek yangın sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Değerlendirmeler yapılırken yangın sayıları, nedenleri ve sonuçları yıllara göre dağılımı, hangi olayda azalma veya artış meydana geldiğinin verilerinin

değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca istatistiklere göre nerede daha çok yangın çıkmış, ölüm ve yaralanmalar nerede ve neden meydana gelmiş çizelgeler üzerinden değerlendirmelerinin yapılması planlanmıştır. Böylece yangın etkilerini azaltmak veya bitirmek için hangi alanlara yoğunlaşmak gerektiği sonuçlarına ulaşılması amaçlanmıştır.

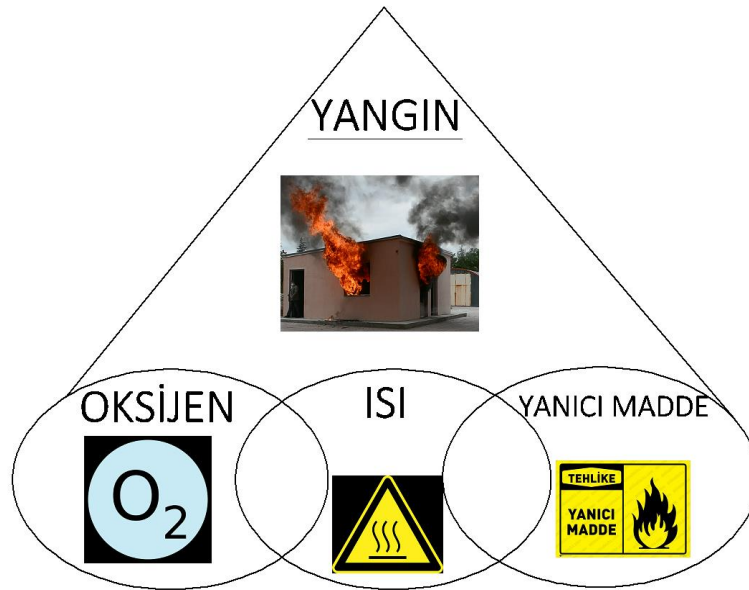
- Deney çalışmasına başlamadan yatak odası ve oturma odası tefriş düzenindeki iki mahallin madde ve malzeme etkilerine göre yangın yüklerinin hesaplanarak oluşan yangın indeks değerlerine göre tehlike durumları hakkında değerlendirmeler yapılması amaçlanmıştır.
- Deney çalışmasında her iki deney odası içinde odaların alt, orta ve üst bölgelerinden anlık sıcaklık değerleri alınacak ve alınan değerlere göre yangın esnasında yükseklik arttıkça ölçülen sıcaklık değerinin nasıl bir oranla değişim gösterdiği izlenecektir. Zehirli gaz ölçümleri ile nasıl bir bağlantısı vardır değerlendirilerek sonuçta yangın esnasında hangi konumda ve korunma ile durmak daha az zarar görülmesini sağlayabilir değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
- Deneysel çalışmada yapı iç sıcaklık ölçümü ile eş zamanlı olarak yapı dış sıcaklıkları da ölçülerek çıkan sonuçlara göre hem gaz beton duvar malzemesi hem de taş yünü yalıtım malzemesinin performansının gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca deney odalarının iki farklı tefriş düzenine sahip olmasının yangın sonucu üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
- Ortamdaki oksijen miktarı, %18'in altına düştükten sonra insan sağlığına zarar vermeye başlar. Deney çalışmasında ölçümü yapılacak olan oksijen gaz miktarı %18'in altına düşecek mi veya hangi aralıkta kalacak düşüncesi ile içinde insan bulunsa nasıl bir etkisi olacaktı değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ölçüm değerleri iki odada alınarak farkların irdelenmesi de amaçlanmıştır.
- Ortamdaki LEL seviyesinin %100 seviyesine ulaştıktan sonra patlama olayının başladığı bilinmektedir. Deney binamızdaki odalarda patlama seviyesi %100 seviyesine ulaşacak mı, ulaşmaz ise hangi seviyede kalacak veya ulaşırsa hangi düzeyde bir patlama meydana getirecek ölçümlerinin yapılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca iki oda için oluşan farkların veya benzerliklerin nedenlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

- Deney odalarımızda karbonmonoksit (CO) gaz ölçümü yapılarak tehlikeli değerlere çıkıp çıkmadığının irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca iki oda için oluşan farklar veya benzerlik nedenleri nelerdir irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır.
- Deney odalarımızda hidrojen sülfür (H₂S) gaz ölçümü yapılarak tehlikeli değerlere çıkıp çıkmadığının irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca iki oda için oluşan farklar veya benzerlik nedenleri nelerdir irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır.
- Deney odalarımızda amonyak (NH₃) gaz ölçümü yapılarak tehlikeli değerlere çıkıp çıkmadığının irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca iki oda için oluşan farklar veya benzerlik nedenleri nelerdir irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır.
- Deney odalarımızda uçucu organik bileşik (VOC) gaz ölçümü yapılarak tehlikeli değerlere çıkıp çıkmadığının irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca iki oda için oluşan farklar veya benzerlik nedenleri nelerdir irdelenmesinin yapılması amaçlanmıştır.
- Yangınların büyümesinin veya yayılmanın önünü kesmenin tek yolu dış ortam ile bağlantıyı kesmek yani oksijen kaynağını kesmektir. Bu durumun oluşmasının en büyük nedenlerinin başında kapı ve pencerelerin geldiği düşünülmektedir. Dolayısıyla yangının büyümesinin ve yayılmasının önüne geçecek en büyük çözüm içeriye giren oksijen miktarını kesebilecek malzemelerdir. Bu düşünce ile yangın anında kapı ve pencerelerin nasıl bir tepki vereceğinin irdelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Yangın

Yanabilen maddelerin kontrolsüz bir şekilde yanma olayı yangın olarak adlandırılmaktadır. Yaşamın her yerinde ve her zaman yangın olayı ile karşılaşmak mümkündür. Yangınlar bilgisizlik, tedbirsizlik, ihmal, dikkatsizlik, kaza, sıçrama, doğa olayları ve sabotaj gibi nedenlerle çıkmaktadır. Tarih boyunca birçok sebepten ötürü maddi ve manevi etkileri olmuştur. Yangın olayı ile hayatın her yeri ve döneminde karşılaşmak olasıdır. İnsanların yaşayış biçimleri, kültürleri, beslenme, barınma ihtiyaçları vb. durumlar zamanla değişkenlik göstermiştir. Bu durum yangınlarla mücadelenin de değişkenlik göstermesini beraberinde getirmiştir. Yangınla mücadelenin en önemli unsuru önlemektir. Yangına olayına yangın yapısını bilen, yangın çeşidine göre nasıl müdahale edeceğini bilen eğitilmiş kişiler görev alarak müdahale etmelidir (Kırtaş, 2017).

Yangının meydana gelmesinde yanıcı madde, ısı ve oksijen olmak üzere üç ana unsur vardır. Bu üç unsurun yangına dönüşebilmesi için kimyasal bir reaksiyonun gerçekleşmesi gerekir. Yangın, yanma reaksiyonunun kontrolden çıkıp olması istenmeyen bir hal alması durumu olup, yangını baskılama işlemi ise Şekil 1.1’de belirtilen yangın üçgenindeki yanıcı madde, ısı ya da oksijen unsurlarından birinin devre dışı bırakılması ya da kimyasal reaksiyonun kontrol altına alınması işlemidir (Hall, 1998; Kaya, 2019).



Şekil 1.1. Yangını meydana getiren üç faktör

Yanma olayı oluşumu bakımından basit bir kimyasal olaydır. Yanıcı madde, oksijen ve ısı'nın birlikte olduğu durumlarda meydana gelmektedir. Herhangi birinin olmaması veya olsa dahi miktarları yeterli olmadığı durumunda yanma olayı meydana gelmeyecektir.

1.2.1. Yangın gelişim evreleri

Kapalı bir alanda yangının evreleri 4 grupta incelenmektedir;

- ✓ Yangının başlangıç evresi (~ İlk 60 saniye)
- ✓ Yangının gelişim evresi (~ 60- 132 saniye)
- ✓ Tam gelişmiş yangın evresi (~ 132 saniye) (yangının devamı için gerekli yanıcı, oksijen ve ısı bitinceye kadar devam eder) (Kaya, 2019)
- ✓ Korlanma (Sönme) evresi (~510 saniye sonra)

1.2.2. Yangının başlangıç evresi

Yangının başlama evresi olan başlangıç evresinde alevler görece olarak parlak olmamaktadır. Çok fazla duman çıkışı olayı gözlenmez ve çok az miktarda ısı yayılımı görülür. Bu evre içinde, alevler henüz olgunlaşmamıştır. Ancak çok kısa zaman içerisinde yangın çıkan alanda, mekân tavanından başlayarak dumanla dolmaya baslar. Kaynaktaki alevlerin büyümesi ve ortam sıcaklığının artması sonucu yangın, gelişme evresine geçmeye baslar (Küçük, 2001). Yangın sonucu oluşan duman, ortamda yukarıya doğru yükselir. Tutuşmaya başladığı zaman diliminde oksijen yeterli seviyelerdedir. Ancak, henüz sıcaklık yeterli düzeye ulaşmadığından yanıcı maddeler henüz tam yanmaya başlamamıştır. Yangın alanında bulunan duman içinde yanmamış gazlar bulunmaktadır. Ortam sıcaklığının artmasının sonucu, yanmamış gazlar ısınmaya ve tutuşma noktasına ulaşmasına neden olur. Bu aşamada ortamın yüksek seviyelerinde kısmi olarak alevlenmeler ve tutuşmalar meydana gelir (Küçük, 2001; Kaya, 2019).

1.2.3. Yangının gelişim evresi

Gelişim evresindeki yangının alevleri ortam dışından da görülebilecek bir seviyeye ulaşmıştır. Duman ortamın yüksek seviyelerinde sıcak gaz tabakası

oluşturmaya başlar ve oluşan ısı ışıınım yoluyla odanın farklı bölümlerine ulaşır. Eğer bu evrede ortamdaki oksijen miktarında artış olursa parlama meydana gelir.

Yangının meydana geldiği hacmin büyüklüğü, ısının daha yavaş dağılması ve geniş mahallerde yangının gelişimine neden olmaktadır. Dar mahallerde ise ısı ile ısıma, yangın bölgesindeki duvarlar ve tavan, yangın ile beraber hareket ederek yangının gelişimine neden olmaktadır (Anonim, 2005; Kaya, 2019)

Yangının yayılımını etkileyen faktörler aşağıda belirtilmiştir (Shields & Silcock, 1987);

- Alandaki yanabilir malzemeler arasındaki uzaklık,
- Alandaki yanabilir malzemelerin kütle ve yüzey alanının dağılımı,
- Tutuşma kaynağının büyüklüğü ve yeri,
- Alan sınırları içerisindeki açıklıkların yeri ve büyüklüğü,
- Alanın geometrisidir.

1.2.4. Tam gelişmiş yangın evresi

Bu evrede; kapalı mekandaki yangın mahallin tüm kısımlarına yayılmış, içerideki bulunan cisimler yüksek bir ısıyla yanmaya ve erimeye başlamıştır.

Yangının tam gelişmiş evresinde, yangının meydana geldiği mekândaki havalandırmanın kısıtlı olduğu durumdan kısa bir zaman sonra yanma, yetersiz oksijenle devam edebilecektir. Bunun yanında, mekânın sıcaklığı, yanıcı maddeden buharın çıkması ve yanıcı maddenin alevsiz olarak yanması için yeterli olabilmektedir. Bu durum, mekânda yüksek yoğunlukta tutuşabilir gazların meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu durum sonucunda, havalandırmanın değişmesi ile (pencere veya kapının açılması, kırılması, bilinçsiz müdahale gibi) içeriye hava girmesine izin verilerek, mekânda oluşan gazlar ile havanın karışmasına neden olunmaktadır. Ancak, başlangıçtaki yangında oluşan kor halinde ve parlayan alev gibi yeterli derecede tutuşma kaynağı olursa, bu gazlar tutuşabilecektir. Mekânda yeni bir açıklığın açılması, dışarıdan içeriye girecek hava nedeniyle alevlenmeye neden olacaktır. Bu olay patlama ile sonuçlanabilecektir (Chitty ve Mitchell, 2003; Kaya, 2019).

Yanıcı maddelerden gaz üretimi; genel olarak yanmanın sonlanması için gerekli hava girişinin yetersiz olduğu şartlarda, fazla yüksek olmaktadır. Bu durum sonucunda; karbon monoksit gibi duman ve gaz üretimi artışı olmaktadır. Yanmamış yanıcı madde

gazı içeren duman, mekânın dışına doğru ilerleyerek taze hava ile karşılaşmaktadır (Chitty ve Mitchell, 2003). Büyük oranlarda yanmamış gaz, içerisine hava almayan alanlarda toplanır ve bu mekânlar patlama oluşturma potansiyeline sahip olmaktadır (Küçük, 2001; Carter, 1998).

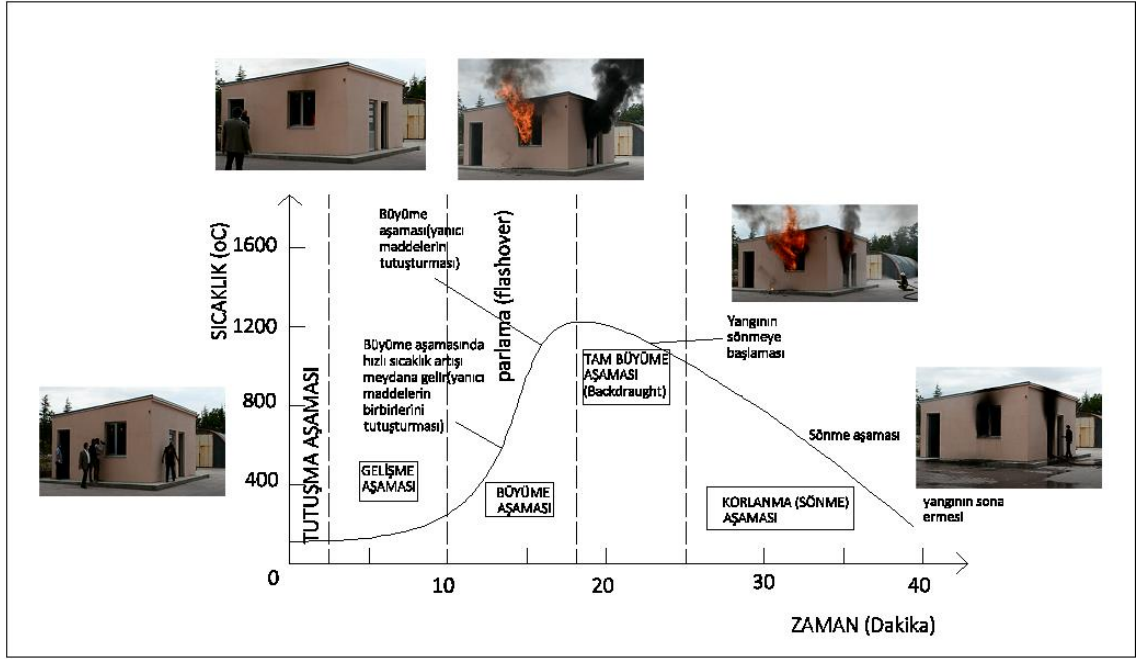
Yangının tam büyüme aşamasında, oksijen oranı %15 seviyesinin altında bulunmaktadır. Yanma olayı için yeteri kadar oksijenin bulunmamasıyla beraber, yeterli oranlardaki ısı ve yanıcı malzeme yanmayı sürdürmektedir. Bununla birlikte; kontrolün dışında yanan alana oksijen girişi olursa patlama oluşabilmektedir (Anonim, 2005; Kaya, 2019). Mekâna dışarıdan içeriye oksijen girişi kontrol altında tutulabilirse patlama olayı engellenmiş olmaktadır. Patlamanın olayının meydana gelebileceğinin belirtileri ise şunlardır (Anonim, 2005);

- ✓ Yoğun siyah dumanlar,
- ✓ Küçük açıklıklardan basınçlı duman çıkışı,
- ✓ Çok az veya görülemeyen alevler,
- ✓ Yoğun dumanın ve aşırı sıcaklığın mekân içinde sınırlanması,
- ✓ Yangın yerinden boğuk sesler çıkması,
- ✓ Dumanın aralıklarla veya üfleme (soluma görüntüsü) şeklinde binadan dışarıya çıkması gibi durumlardır.

Patlama olayı sonrası alevler, mekânın her tarafını kaplar. Mekândaki tüm yanıcı maddelerin yanması nedeniyle yangının oksijene olan ihtiyacı da artar. Bu aşamanın sonlarına doğru karbon monoksit yayılımının artması, bununla birlikte yanıcı maddelerin ve oksijenin azalması sonucunda yangın hız kaybetmekte ve bir sonraki aşama olan korlanma (sönme) evresine geçmeye başlar (Küçük, 2001).

1.2.5. Korlanma (Sönme) evresi

Bu evrede yanıcı madde miktarı sonlanma noktasına gelmektedir. Tam gelişme evresinde alevler bulunmamaktadır. Aynı zamanda; çok az miktarda giderek azalan alevler bulunmaktadır. Mekânda alevler yerini zaman içerisinde korlamaya bırakmaktadır. Yangına müdahale eden ekipler eğer yangını kontrol altına almadan bölgeden uzaklaşmazlarsa, yangın bir sonraki evre olan korlanma evresine doğru ilerleyip sönmeyle son bulmaktadır (Anonim, 2005; Kaya, 2019). Yangının gelişim evrelerine ilişkin grafik Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Yangın gelişim evreleri

Yangının gelişim hızı ve verdiği zarar göz önüne alındığında yangına erken müdahalenin önemi net olarak açığa çıkmaktadır. Yangının başlangıç veya gelişim evresindeki müdahaleler temel yangından korunma eğitimi almış eğitimli kişiler tarafından söndürülebilir. Ancak yangın bu evreleri geçmiş ise yani yangının başlangıcından itibaren yaklaşık olarak 2 dakikayı geçmiş ise olaya maruz kalan kişi yangını söndürmeye çalışmamalıdır. Güvenlik tedbirlerini almak kaydıyla mümkün ise bulunduğu mekândaki kapı ve pencereleri kapatıp, elektriği keserek acil bir şekilde bölgeden uzaklaşmalıdır. Bu aşamadan sonra yapılmaya çalışılan müdahaleler, olumlu sonuç vermek bir yana dursun aksine ciddi yaralanma ve ölümle sonuçlanabilir (Mammacıoğlu, Coşkun ve Soyhan, 2017; Kaya, 2019).

1.2.6 Yangın sınıfları

Yanıcı madde türlerine göre sınıflandırılan yangın sınıflandırma türleri, yanıcı maddenin cinsine göre altı sınıfta incelenir. Bu yangın sınıfları aşağıdaki gibidir: (TS EN 13501-2 , 2016)

A Sınıfı Yangınlar: Genellikle kor şeklinde yanan organik malzeme yangınları

B Sınıfı Yangınlar: Sıvı veya sıvılaşılabilen katı madde yangınları

C Sınıfı Yangınlar: Gaz yangınları

D Sınıfı Yangınlar: Metal yangınları

E sınıfı Yangınlar: Elektriksel nedenli yangınlar

F Sınıfı Yangınlar: Bitkisel ve hayvansal pişirme yağlarının yangınları

- **A sınıfı yangınlar:**

Organik madde yapısına sahip katı malzeme yangınlarıdır. Kömür, odun, kauçuk, plastik, tekstil ürünleri, kâğıt, selüloz gibi maddelerin yanması olayı bu sınıftaki yangınlara örnek olarak verilebilir. İçerisinde karbon kompleksi bulunduran bu maddelerin yanması sonucu olarak kül oluşumu meydana gelmektedir. Yangın çıkan mekânın merkez noktasına doğru yapılan müdahaleler söndürme işleminin en önemli kısmını meydana getirir. (Çetiner, 2020)

- **B sınıfı yangınlar**

Sıvı veya sıvılaşma ihtimali olan katı madde yangınları bu sınıfa girer. Tiner, benzin, alkol, madeni yağ, vernik, fuel-oil, asfalt, benzol, tutkal vb. yangınları bu sınıf yangınlarına örnek verilmektedir. Yanma sıvının buharında meydana geldiği için yüzeydeki oksijen ile ilişkiyi kesmek yanma olayını sonlandırabilmek açısından çok büyük öneme sahiptir.

Söndürme materyali olarak Kimyasal köpük, Kuru toz, Mekanik köpük, CO₂ Hafif su buhar meydana getiren sıvılar kullanılır. Su kesinlikle bu sınıf yangınların etrafa yayılıp büyümesine sebep olduğu için kullanılmaz (Çetiner, 2020).

- **C sınıfı yangınlar**

Gaz halde bulunan maddeler, yanıcı gazlar ve basınç etkisinde sıvı duruma getirilmiş gazların yangınlarıdır. LPG, Hidrojen, propan, hava gazı, asetilen, bütan gibi maddelerin yanması bu sınıftaki yangınlara örnek gösterilebilir. Gaz durumdaki maddelerin yanma olayının oluşabilmesi için hava ile sabit bir miktarı ile bir araya gelmesi gereklidir. Bu durum alt ve üst patlama limiti olarak adlandırılmaktadır (Çetiner, 2020).

- **D sınıfı yangınlar**

Yanabilir özellikteki alaşımların ve hafif metallerin oluşturduğu yangın sınıfıdır. Potasyum, magnezyum, alüminyum, sodyum, fosfor, uranyum, lityum, titanyum gibi metallerin yanması olayı örnek olarak gösterilmektedir (Çetiner, 2020).

- **E sınıfı yangınlar**

Ülkemizde kullanılan standartlar içerisinde bulunmayan bu yangın sınıfı elektrik tesisatlarından kaynaklanan yangınlardır. Elektrik arklarının meydana getirdiği yangınlar NFPA (Ulusal Yangından Korunma Derneği) Standartlarına göre C sınıfı yangınlar adı altında incelenmektedir. Söndürme yöntemi elektriğin akımı sonlandıktan sonra yanmasına sebep olduğu maddenin türüne bağlı olarak belirlenmektedir. Suyun iletken olması özelliğinden dolayı çarpılma riski vardır. Bu riskten dolayı yangına müdahale aşamasında su kesinlikle kullanılmamalıdır (Çetiner, 2020).

- **F sınıfı yangınlar**

Ülkemizde geçerli standartlar içerisinde bulunmayan, AB Standartlarında Pişirme Yangınları ve Yağ Tavası Yangınları olarak bulunan yangın sınıfıdır. Bitkisel ve hayvansal pişirme yağlarını içerir. EN 3-7:2004+A1 standardın da tanımlaması yapılmış olup diğer yangın sınıfları ile kıyaslandığında söndürülmesi en zor sınıftır. Toz söndürücüler ve kuru kimyasal söndürücülerin kullanımı ile söndürme işlemi yapılmalıdır. Su, yanan yağın parlama ve patlayarak çok genişlemesine neden olduğu için kesinlikle kullanılmamalıdır (Çetiner, 2020).

1.2.7. Yangın söndürme teknikleri

Yangın söndürme teknikleri kullanılan malzemelere ve madde hallerine göre değişkenlik göstermektedir. Oluşum durumlarına göre sınıflandırmalar yapılmaktadır. Sınıflandırma sınıfları ülke standartlarına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Çizelge 1.3' de Amerika, Avrupa ve Avustralya için kullanılan yangın sınıfları gösterilmiştir (URL-2).

Çizelge 1.3. Yangın sınıfları ve uygun söndürme teknikleri (Taşpınar, 2021)

	Açıklama	Avrupa	Amerika	Avustralya	Uygun Söndürme
	Yanıcı malzemeler (ahşap, kâğıt, kumaş, çöp)	Class A	Class A	Class A	Çoğu baskılama tekniği
	Yemeklik sıvı ve katı yağlar	Class F	Class K	Class F	Oksijensiz bırakarak baskılama
	Elektrik yangını	Sınıfı yok (Önceden Class E)	Class C	Class E	Sıradan yanıcı maddeler olarak, fakat su gibi iletken maddeler kullanılmamalıdır
	Yanıcı gazlar	Class C	Class B	Class C	Kuru kimyasal veya Halon gibi kimyasal zincir reaksiyonunu inhibe etme
	Yanıcı sıvılar	Class B	Class B	Class B	Kuru kimyasal veya Halon gibi kimyasal zincir reaksiyonunu inhibe etme
	Yanıcı metaller	Class D	Class D	Class D	Uzman bastırma gerekli

1.2.8. Yangın söndürme madde ve malzemeleri

Yangın söndürmede malzemelerin ve maddelerin, herhangi bir yangını kontrol altında tutma veya söndürmek amacıyla kullanılan her türlü araç gereçlerdir. Söndürme maddelerinin kullanılması, yanıcı maddenin çeşidine göre farklılık arz etmektedir. Yangınlarda söndürme işleminin başarılı olabilmesinin en temel şartı, doğru söndürme maddesi kullanımıdır (Topcu, 2019). Yangın söndürmede kullanılan malzemeler ve maddeler, su, köpük, karbondioksitli söndürücüler, portatif köpüklü söndürücüler, su içerikli portatif söndürücüler, kuru kimyevi toz söndürücüler, yangın söndürme topudur.

➤ **Su:**

Yangın söndürmek için en fazla kullanılan madde sudur. Ulaşımının kolay olması, fazla miktarlarda temin edilebilmesi, soğutma özellikleri ve maliyetinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat su her koşulda söndürücü olarak kullanılamamaktadır. Elektrik iletkenliği, kimyasal maddelerle etkileşime girebilmesi ve hidrojen gazı ortaya çıkarabilmesi gibi nedenlerden ötürü her türlü yangında su kullanılamamaktadır.

➤ **Köpük:**

İçerisi hava kabarcıkları vasıtasıyla genişletilmiş, sudan veya yanıcı sıvı maddeden daha hafif kimyasal maddedir. Hava ile temas ettiğinde genişleşerek yanıcı sıvının üzerini örter ve hava ile temasını önler (İplikçi, 2006). Köpük özellikle akaryakıt yangınlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Akaryakıttan daha hafif olduğu için, yakıt buharının oksijenle birleşmesinin önüne geçmektedir. Köpüğün örtücülüğü ve su tutma kapasitesi, köpüğün dayanıklılığını göstermektedir. Çeşitli yangın tiplerinde kullanabilmek için çeşitli köpükler bulunmaktadır. Bu köpüklere film tabakası oluşturan köpük, protein köpük, fluoroprotein köpük ve sentetik köpük örnek olarak gösterilebilir. Köpük uygulama işleminde viskozitesine (akışkanlık), pH değerine, çökmesine dikkat edilmelidir. (Taşpınar, 2021)

➤ **Karbondioksitli söndürücüler:**

Karbondioksit, yüksek basınç altında sıvılaşabilen bir bileşen yapısına sahiptir. Sıvı hale gelen karbondioksit basınçlı tüplere doldurularak yangın söndürmek için kullanılabilir. Yüksek basınçlı ortamdan normal basınçlı ortama geçerken gaz haline geçmekte ve ortamdaki oksijen miktarını azaltmaktadır. Yanıcı özellikte değildir ve kimyasal reaksiyona girme oranı çok düşüktür. Yüksek basınçtan alçak basınca geçerken bir kısmı ortamdan ısı alır ve buz haline dönüşür. Bunun yoluyla yangının soğutulması görevini de yerine getirmiş olur. Yüzeysel yangınlarda ve elektrik yangınlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Yangını boğma etkisi söndürmektedir. Ancak ortamdaki karbondioksit miktarının artması insan sağlığı için zararlı olabilmektedir (Taşpınar, 2021).

➤ **Portatif köpüklü söndürücüler:**

60 saniyede 10 litre köpüğün boşaltılabildiği basınçlı tüplerdir ve 4 derecenin altında kullanılamamaktadır (Taşpınar, 2021).

➤ **Su içerikli portatif söndürücüler:**

Aralıklı veya sürekli olarak kullanılabilen, içeriğinde su bulunduran basınçlı tüplerdir. Uzak mesafedeki yangınlara müdahale için kullanılabilmektedir. 15 metre mesafeye kadar kullanılabilir. 50 saniyede 10 litre su boşaltılabilir (Taşpınar, 2021).

➤ **Kuru kimyevi toz söndürücüler:**

Kuru kimyevi toz oksijen moleküllerinin bir araya gelmesini engellemektedir. Bu yol ile oksijensiz kalan yangının sönmesi sağlanmaktadır. Püskürtüldüklerinde çıkardıkları karbondioksitle yangını boğmaktadırlar (Taşpınar, 2021).

➤ **Yangın söndürme topu:**

Küçük yangınlara hızlı müdahale edilebilmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Taşınabilme imkânı vardır ve yangın içerisine atıldığında patlayarak yangını söndürmektedir. Fakat etki alanı çok sınırlı olduğu için büyük yangın müdahalelerinde çok miktarda yangın topu gereksinimi oluşmaktadır (Mustafa ve Altın, 2021).

➤ **Sesli yangın söndürme sistemi:**

Yangının erken safhasında alevleri ses dalgası ile söndürmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Alev boyutu, desibeli, frekansı, hava akışı ve mesafe özelliklerini sınıflandırarak ve veri tabanlı makine öğrenme yöntemleri ile alevlerin söndürülmesi yoludur (Taşpınar ve ark 2021).

1.2.9. Yangın algılama ve uyarı sistemleri

Yangın olayının varlığını mümkün olan en kısa sürede algılayan ve uyarı sistemlerini aktif hale getiren sistemler yangın algılama ve uyarı sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Sistemler olayın hangi bölgede meydana geldiğini bildirmektedir. Sistemlerden verim alabilmek için her an ve her koşulda çalışır vaziyette tutulması gerekmektedir. Yangın algılama ve uyarı sistemleri ana başlıkları şu şekilde sınıflandırılabilir:

➤ **Otomatik sensör algılamalı su serpici sistemler:**

Yangın sonucu açığa çıkan sıcaklık sistemin devreye girmesi gereken seviyeye ulaşınca sistem aktif etmesi için camları patlatır ve sistem devreye girer. Sistemin devreye girmesi ile otomatik su püskürtme işlemi çalışmaya başlar.

➤ **Sıcaklık dedektörleri:**

Ortamda içerisindeki sıcaklığı algılayarak çalışan sistemlerdir. Genellikle sıcaklığın yükseldiği yani tavana konumlandırılır. Dedektörün sıcaklığı algılamasından sonra sistem alarm vererek aktif hale geçer.

➤ **Duman dedektörleri:**

Duman dedektörleri üzerindeki optik sensör ile ortamdaki ışığı kontrol ederek çalışır. Ortamda bulunan ışık şiddeti azaldığında duman varlığını tespit eder ve alarm sisteminin çalışmasını sağlar. Sıcaklık dedektörlerine göre yangını daha kısa sürede tespit edebilirler (Taşpınar, 2021).

➤ **Alev dedektörleri:**

Kızılötesi veya ultraviyole sensörler bulunduran detektörlerdir. Alev varlığı sensörler vasıtası ile tespit edilir ve alarm aktif hale getirilir. Bu detektörler alev rengine benzeyen ışıklardan etkilenebildiği için yerleştirildikleri ortamın ışık koşullarına dikkat edilmelidir (Taşpınar, 2021).

➤ **Gaz basınç dedektörleri:**

Bulunduğu mekânda bulunan gaz basıncını algılayarak riskli seviyelerde alarm vererek aktif hale gelen sistemlerdir.

➤ **IoT (Internet of Things) sensör tabanlı sistemler:**

Olası yangın anında yangın vakasının hangi konumda meydana geldiğini algılayan ve bilgisini veren sistemlerdir. Gaz sensörleri, optik sensörleri ve birçok farklı kamera yardımı ile yangının algılanmasını sağlamaktadır. Eğer istenirse, bu cihazlar başka istenen cihazlarla iletişim kurabilirler ve verilen komuta göre işlem yapabilirler. Cihazlar işlemlerin çoğunu insan müdahalesi olmadan yapabilir. Verilen işlemlere örnek olarak genel ayarları ayarlamak, verilere erişmek veya talimat vermek örnek verilebilir. İnternet tabanlı olarak çalışan bu sistemler ile mekânın ve zamanın önemi olmaksızın yangın tespiti yapılarak gerekli uyarıları gerekli birimlere ve kişilere iletebilmektedirler (Mustafa ve Altın, 2021).

➤ **Görüntü işleme tabanlı sistemler:**

Ortamdaki kameralardan alınan görüntülerin uygun görüntü işleme algoritmaları vasıtasıyla atamaları yapılarak yangın ve dumanın tespitinin yapılması ve gerekli ikazların verilebildiği sistemlerdir. Sensör tabanlı bu sistemler ortam şartlarından etkilenebildiği için oldukça çok kullanımı olan bir yangın algılama ve uyarı sistemleridir. (Taşpınar, 2021)

1.3. Yangın İstatistikleri

Dünyada meydana gelen yangınların yapısı ve sayısı ile ilgili istatistikler, ulusal düzeydeki yangın hizmetlerinin geleceği hakkındaki düzenlemelerde çok önemli role sahiptir. Meydana gelen yangın sayısının ve nedenlerinin bilinmesi; yangın önlemlerinin tasarlanmasında, itfaiye merkezlerinin konumlarının belirlenmesinde, gerekli ekiplerin ve donanımsal ihtiyaçların belirlenmesinde önemli yol gösterici role sahip olur. Hangi bölgede daha fazla yangın çıkmış, ölüm ve yaralanmalar nerede ve neden meydana gelmiş bilindiği takdirde hayata geçirilecek çözümler daha kolay bulunur. Bu sebeple yangın istatistiklerine ciddi önem verilir ve başta gelişmiş ülkeler olmak üzere itfaiyelerinin en önemli birimlerinden biri istatistik değerlendirme birimi olarak düzenlenmiştir. (Kılıç, 2018)

1.3.1. İstanbul İli (2015-2020) yılları yangın sayıları

Çizelge 1.4, de 2020 yılı Eylül ayı sonu itibariyle İstanbul'da; 3.320 konut, 130 fabrika, 5.151 diğer bina, 1.167 araç, 3.078 ot, 3.041 çöp ve 118 orman fundalık yangına müdahale edilmiştir. Çizelge 1.4'de görüldüğü üzere tüm yangınlarda bir önceki yılın aynı dönemine göre %9 artış ve 2019 yılı sonu itibariyle de 2015 yılına göre %16'lık bir azalış meydana gelmiştir. Buna rağmen genel olarak yapısal yangınlarda bir önceki yılın aynı dönemine göre %5 azalış, ot yangınlarında %21 azalış, fabrika yangınlarında %6 azalış, orman-fundalık yangınlarında %5 artış konut yangınlarında %11 azalış, diğer bina yangınlarında %1 azalış, çöp yangınlarında ise %4 azalış görülmektedir. Yine 2015-2019 döneminde meydana gelen yangınların ortalaması göz önüne alındığında her yıl meydana gelen yangınların yaklaşık %22,5'ini konut, %0,6'sını fabrika, %34,3'ünü diğer bina, %7,2'sini araç, %15,3'ünü ot, %19,6'sını çöp ve %0,5'ini ise orman-fundalık yangınları oluşturmaktadır (URL-1).

Çizelge 1.4. İstanbul İli yapısal ve yapısal olmayan yangınlar (2015-2020) (URL-1)

Yıl		Yangın (Sayı)								
		Yapısal yangınlar					Yapısal olmayan yangınlar			Genel Toplam
		Konut	Fabrika	Diğer Bina	Araç	Toplam	Ot	Çöp	Orman Fundalık	
2015		5.869	157	8.957	1.903	16.886	4.596	5.212	284	26.978
2016		5.910	153	8.891	1.935	16.889	6.110	5.431	156	28.586
2017		5.762	166	9.224	1.781	16.933	3.338	4.685	117	25.073
2018		4.875	164	7.377	1.558	13.974	2.329	4.051	62	20.416
2019		4.966	179	6.895	1.630	13.670	4.361	4.389	126	22.546
2019 Ocak-Eylül		3.747	138	5.227	1.205	10.317	3.899	3.169	112	17.497
2020 Ocak-Eylül		3.320	130	5.151	1.167	9.768	3.078	3.041	118	16.005
Sayısal Değişim	2019 Ocak-Eylül 2020 Ocak-Eylül	-427↓	-8↓	-76↓	-38↓	-549↓	-821↓	-128↓	6↑	-943↓
	2015 Yılı 2019 Yılı	-903↓	22↑	-2.062↓	-273↓	-3.216↓	-235↓	-823↓	-158↓	-1.216↓
Oransal Değişim	2019 Ocak-Eylül 2020 Ocak-Eylül	-11%↓	-6%↓	-1%↓	-3%↓	-5%↓	-21%↓	-4%↓	5%↑	-9%↓
	2015 Yılı 2019 Yılı	-15%↓	14%↑	-23%↓	-14%↓	-19%↓	-5%↓	-16%↓	-56%↓	-12%↓

Çizelge 1.5’de 2015 yılında 100 bin kişi başına 184,1 yangın meydana gelirken bu sayı 2019 yılında 145,3 olarak gerçekleşmiş olup %’21’lik bir oransal azalış gözlemlenmiştir. Bu oran konut yangınlarında %20 araç yangınlarında %19, diğer bina yangınlarında ise %27, ot yangınlarında %10, orman-fundalık yangınlarında %58’lik Çöp yangınlarında ise %20 azalış, fabrika yangınlarında ise %8’lik bir artış gözlemlenmiştir (URL-1).

Çizelge 1.5. İstanbul İli 100 bin kişiye düşen yangın sayıları (2015-2020) (URL-1)

Yıl		Yangın									
		Yapısal yangınlar					Yapısal olmayan yangınlar				Genel Toplam
		Konut	Fabrika	Diğer Bina	Araç	Toplam	Ot	Çöp	Orman Fundalık	Toplam	
2015		40,0	1,1	61,1	13,0	115,2	31,4	35,6	1,9	68,9	184,1
2016		39,9	1,0	60,1	13,1	114,1	41,3	36,7	1,1	79,0	193,1
2017		38,3	1,1	61,4	11,9	112,7	22,2	31,2	8,	54,2	166,8
2018		32,4	1,1	49,0	10,3	92,7	15,5	26,9	0,4	42,8	135,5
2019		32,0	1,2	44,4	10,5	88,1	28,1	28,3	0,8	57,2	145,3
Sayısal Değişim	2015 Yılı 2019 Yılı	-8↓	0,1↑	-16,7↓	-2,5↓	-27,1↓	-3,3↓	-7,3↓	-1,1↓	-11,7↓	-38,8↓
Oransal Değişim	2015 Yılı 2019 Yılı	-20%↓	8%↑	-27%↓	-19%↓	-24%↓	-10%↓	-20%↓	-58%↓	-17%↓	-21%↓

1.3.2. İstanbul İli (2015-2020) yıllarındaki yangınların çıkış nedenleri istatistikleri

Yangınların çeşitli faktörlerden kaynaklanan tehlikeler sonucunda yaşanmaktadır. Her bir faktör kendi içinde değerlendirilmeli ve ona özel önlemler alınmalıdır. Ayrıca güvenlik kültürünün mutlaka yaygınlaştırılması gerekmektedir. Yaşanan yangınların büyük çoğunluğunun insan hataları nedeniyle olduğunu bilinmektedir. Bu bağlamda insanlar mutlaka yaptıkları iş hakkında eğitilip bilinçlendirilmelidir (URL-1).

Çizelge 1.6. İstanbul İli yangın kaynağı (2015-2020) istatistikleri (URL-1)

Kaynak	Yıl											
	2015		2016		2017		2018		2019		2020 Ocak-Eylül	
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Sigara	10.532	39,0%	11.341	39,7%	8.420	33,6%	7.153	35,0%	9.201	40,8%	6.548	40,9%
Elektrik	6.564	24,3%	6.155	21,5%	6.259	25,0%	5.442	26,7%	4.780	21,2%	3.365	23,7%
Kasıt	2.058	7,6%	2.729	9,5%	1.981	7,9%	1.486	7,3%	1.749	7,8%	1.206	8,0%
Elektrikli Ev Aletleri	1.245	4,6%	1.272	4,4%	1.206	4,8%	1.138	5,6%	1.238	5,5%	763	5,0%
Kıvılcım Sıçraması	1.021	3,8%	1.122	3,9%	1.178	4,7%	1.208	5,9%	1.214	5,4%	936	4,7%
Tespit Edilemedi	956	3,5%	1.060	3,7%	1.824	7,3%	647	3,2%	1.129	5,0%	947	4,5%
Kızılsma (yüksek ısı ile)	1.107	4,1%	842	2,9%	943	3,8%	862	4,2%	924	4,1%	682	4,3%
Baca	1.185	4,4%	1.093	3,8%	1.100	4,4%	858	4,2%	840	3,7%	612	3,8%
Diğer	823	3,1%	1.276	4,5%	1.014	4,0%	785	3,8%	575	2,6%	419	2,6%
Çocukların Ateşle Oynaması	1.159	4,3%	1.374	4,8%	867	3,5%	553	2,7%	614	2,7%	314	2,0%
Parlama (yanıcı sıvı (yemek parlaması vb.))	328	1,2%	322	1,1%	281	1,1%	284	1,4%	282	1,3%	213	1,3%
Toplam	26.978	100%	28.56	100%	25.073	100%	20.416	100%	22.546	100%	16.005	100%

Yaşanılan yangınlar incelenirken oluşan yangınların meydana gelme nedenlerinin sınıflandırılarak belirlenmesi çok büyük önem taşımaktadır. İstatistiksel olarak yapılan çalışma ile tehlike sınıflandırması yapılabilir. Bu sınıflandırma ile yangına neden olan durumlar arasında önlem alınma öncelik sıralaması yapılması mümkün olacaktır. Çizelge 1.6’ da İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığının yapmış olduğu 2015-2019 beş yıllık döneminde yangın çıkma nedenleri ortalaması göz önüne alındığında ilk üç kaynak sırasında yangınların yaklaşık %37,6’nın sigara, %23,7’sinin elektrik kontağı ve %8,0’nın kasıt nedenli yangınlardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. 2019 yılına baktığımızda ise; ilk üç sırada %40,8’ile sigara, %21,2’ile elektrik kontağı, %7,8 ile kasıt kaynaklı olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Çizelge 1.6.’ de görüldüğü üzere 2015 yılı öncesi sigara kaynaklı yangınlarının sayısının toplam yangınların içindeki oranı %49-52 oranlarında iken 2015 sonrası %37-40 seviyesine indiği gözlemlenmektedir. Bu düşüşte Sağlık Bakanlığının ülke çapında yürütmüş olduğu “Dumansız hava sahası” uygulaması

sonucu sigara kullanımındaki düşüş ve İstanbul İtfaiyesinin yürütmüş olduğu farkındalık artırma ve bilinçlendirme çalışmalarının etkisi olduğu yorumu yapılabilir (URL-1).

1.3.3. Konya İli (2014-2019) yılları yangın sayıları

Çizelge 1.7’de, 2019 Yılı ağustos ayı sonu itibariyle Konya’da; **614** Konut, **67** Fabrika Atölye, **264** Motorlu araç, **67** Odun kömür deposu, **3.948** Ot-çöp-ekin, **70** orman-fidanlık ve **369** diğer yangınlar olarak yangına müdahale edilmiştir. Çizelge 1.7.’de görüldüğü üzere 2007 yılında genel toplamda 465 yangın meydana gelmişken 2018 yılında genel toplamda 7972 yangın meydana gelmiştir. Oransal olarak 2018 yılı 2007 yılına göre **%1714** ‘lik artış göstermiştir. 2016-2018 yılları aynı dönemine göre **%4** artış ve 2018 yılı sonu itibariyle de 2014 yılına göre **%53**’lik bir artış meydana gelmiştir. Buna rağmen genel olarak 2016-2018 yılları sonlarında odun-kömür deposu yangınlarında 2016 yılının aynı dönemine göre **%21** azalış, Orman-fidanlık yangınlarında **%1**, azalış meydana gelmiştir. 2016-2018 yılsonlarına bakıldığında en fazla artışın **%24** ‘lük artışla motorlu araç yangınları almıştır. **2014-2018** yıllarında ise tüm yangınlarda artış meydana gelmiştir. En fazla artış **%62**’lik artışla ot-saman-çöp-ekin vb. yangınlarda meydana gelmiştir (URL-3).

Çizelge 1.7. Konya ili yangın (2007-2019) yılları arası yangın verileri (URL-3)

Yıl	Yangın (Sayı)							
	Yapısal yangınlar				Yapısal olmayan yangınlar			Genel Toplam
	Bina	Atölye.-İmal.-Fabrika Vb.	Motorlu Araç	Odun-Kömür Deposu Vb.	Orman Fidanlık	Ot-Saman-Çöp-Ekin Vb.	Diğer Yangınlar	
2007	390	16	0	59	0	0	0	465
2008	376	11	0	34	0	0	0	421
2009	268	8	0	21	0	0	0	297
2010	387	21	89	22	2	1,776	188	2,485
2011	461	17	130	15	3	4,207	246	5,079
2012	467	25	109	21	4	1,547	225	2,398
2013	433	13	104	45	2	2,227	231	3,055
2014	803	40	270	98	119	2,143	281	3,754
2015	766	43	252	104	29	6,679	423	8,296
2016	938	58	318	170	136	5,542	462	7,624
2018	1,029	66	420	141	134	5,662	520	7,972

2019 Ocak- Ağustos		614	67	264	67	70	3,948	369	5,399
Sayısal Değişim	2016 Yılı 2018 Yılı	91↑	8↑	102↑	-29↓	-2↓	120↑	58↑	348↑
	2014 Yılı 2018 Yılı	226↑	26↑	150↑	43↑	15↑	3519↑	239↑	4218↑
Oransal Değişim	2016 Yılı 2018 Yılı	9%↑	12%↑	24%↑	-21%↓	-1%↓	2%↑	11%↑	4%↑
	2014 Yılı 2018 Yılı	22%↑	39%↑	36%↑	30%↑	11%↑	62%↑	46%↑	53%↑

1.4. Yangın Sonucunu Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi

Yangına maruz kalmış kişilerin deneyimlerine göre, yangın riski, binanın güvenliği ve içyapısına uymama ile ilgili davranışlar, yangın olasılığını daha fazla artıracağı şeklindedir. Örneğin, geleneksel perde ve halı dekorasyonunun kullanımı gibi yanıcı maddelerin kullanımı, yangın olasılığını artırabilir.

Yerleşim alanları tasarlanırken yangın durumunda acil servislere yeterli erişim, yaralanma veya ölüm şiddetini azaltmak için dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşımı etkileyen önemli faktörlerden biri, sistem tasarımcısının olayı önlemesini veya ciddiyetini azaltmasını sağlayan insan hayatının değerine saygıdır. Kentsel sistemleri uygun bir şekilde konuşlandırılmış, planlama süreci olan ülkeler yangın olaylarından ölümlerin önlenmesinde daha başarılıdır.

Uygun olmayan iç tasarım ve düşük kaliteli inşaat malzemelerinin kullanılması gibi bina yapısıyla ilgili zorluklar yangına bağlı yaralanmaların artmasıyla ilgili problemlerdir. Bunun nedeni, en önemlileri mühendislerin yetersiz denetimi, ekonomik problemler ve toplumda emniyetin düşük öncelikli olarak algılanması olabilir. Yangın kaçışları ve yüksek kaliteli yangına dayanıklı malzemelerin kullanılması gibi önlemlerle güvenli binaların tasarlanması yangınların neden olduğu yaralanmaları önleyebilir. Yangına bağlı yaralanmaların önlenmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşımın eksikliği, bunu uygunsuz ve güvensiz bir tasarım izleyen en önemli konudur. Çıkışların sayısı ve büyüklüğü arttıkça, bina sakinlerinin binadan güvenli bir şekilde ayrılma süresi azalır (Patterson J. , 1993).

Bina yangınlarıyla ilgili diğer bir zorluk, yangın söndürme sistemlerinin yanı sıra duman ve ısı detektörlerinin yetersiz yerleştirilmesidir (Chandran, Hyder ve Peek-Asa, 2014). Güvenlik teşviki ve yangına bağlı yaralanmaların önlenmesinde en önemli bileşenlerden biri, acil durum hizmetinin en kısa zamanda yangınlarla ilgili bildirilmesidir (Mallonee, Istre, Rosenberg ve Kırmızımsı-Doug, 1996). Bu, insanların bölgeden hızlı bir şekilde kaçmalarına yardımcı olur. Böylece hayat kurtarır ve yaralanmaları azaltır. Çoğu çalışma, bu sistemlerin insanların güvenliğini sağlamadaki rolünü de vurgulamıştır (Ballesteros ve Kresnow, 2007).

İç donanımın ve cihazların yetersiz düzenlenmesi ve bakımı da yangın riski faktörleridir. Bu, yangınların hızla yayılmasına neden olarak duman ve ısı nedeniyle daha fazla yaralanmalara neden olur. Bunu önlemek için, yangıcı olmayan ekipman ve güvenlik ekipmanı kullanılmalı ve ısı kaynağından güvenli bir mesafede yerleştirilmelidir. Lund Üniversitesi'nde yürütülen bir çalışma, konut binalarındaki yangının hızlı bir şekilde mobilya, karyola, giysi ve iç duvar kaplamaları gibi yangıcı maddelere atfedilmesine bağlanmıştır (Nystedt, 2003). Düşük algılanan yangın riski, önemli faktörlerden biridir ve ardından ekipmanın uygun olmayan şekilde takılması ve bakımıyla takip edilir. Bina ile ilgili diğer faktörler evde bulunan gaz, elektrik ve yangıcı sıvılar gibi enerji kaynakları ile ilişkili olanlardır.

Düşük güvenlik kültürü, yasama ve denetim eksikliği, ekonomik sorunlar, yetersiz eğitim ve güvenlik bilgisi gibi sosyoekonomik zorluklar etkindir. Bilgi, tutum ve inancın yangınlara karşı güvenli davranış ve yaşam tarzı ile pozitif bir ilişkiye sahiptir (Subramaniam, 2004). Bu faktörleri arttırmak için, konut bina sakinleri arasında risk algısını arttırmaya büyük önem verilmelidir. Konut yapılarının izlenmesinde ana sorumluluğa ilişkin olarak hem yasaların hem de açıklıkların bulunmaması bu tür yangına yol açabilecek diğer faktörlerdir. Yangın önleme programlarında daha iyi stratejileri ve uygulamaları olan ülkeler, ulusal ve yerel düzeyde otomatik yangın algılama kurulumunu uygulamak için yasalar kabul etmişlerdir. Bu yasalar ve denetim binalardaki yangınların neden olduğu zayıflığın azalmasına yol açmıştır (Kasabası ve Koğuş, 1998). Bununla birlikte, kaçınılması gereken riskli davranışların daha iyi anlaşılması, Türkiye'deki yangına bağlı olaylar ve yaralanmalar için önemli bir faktördür.

Yardımlar ve kurtarma ekipleri ve kamuoyu için düşük eğitim seviyesinin yanı sıra zayıf bilgi ve güvenlik bilgileri önemli bir yere sahiptir. Halkın güvenlik bilinci bina yangınları konusunda düşüktür. Bu nedenle, halk eğitimi ve çeşitli şekillerde toplum bilincinin artırılması, bina sakinlerinin binaların yangına karşı güvenliğinin en önemli önleyici faaliyetlerinden biridir. Almanya'da yapılan bir çalışma, çoğu durumda insanları acil durumlarda ilk yardım konusunda eğitmenin yararlı olduğunu da ortaya koymuştur (Ertl ve Mesih , 2007).

Yaş, hastalık ve engellilik gibi bireysel özellikler, davranışsal engeller ve düşük risk algıları gibi birçok etkenlerde önemlidir. Çocuklar ve yaşlılar gibi bazı yaş gruplarının bilişsel ve fiziksel yetersizlik nedeniyle artan ateş riski altında olduğu görülmektedir. Ayrıca, bazı yangın mağdurları ve sağır ve zihinsel hastalığı olanlar gibi engelli insanlar yangın alarm sistemlerinden gelen uyarıları anlayamamaktadır. Birçok çalışma, yangın durumunda, ölüm oranlarının çocuklarda ve yaşlılarda daha yüksek olduğunu göstermiştir (Warda, Tenenbein 1999; Moffatt, 1999; Nystedt, 2003; Holborn, Nolan; Golt, 2003). Ayrıca, güvenliği artırmak için yalnız yaşayan yaşlı insanların öncelikli olarak tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca, duman detektörlerinin kurulması, aileler, özellikle yaşlılar ve çocuklar için bir acil durum çıkış planı oluşturulmalıdır (Hsiung, Chien ve Wu, 2007). Ayrıca, yangın sırasında insanların riskli davranışları, güvensiz yaşam tarzı ve güvenliğe olan güvensizliği önemli bir yere sahiptir. Riskli davranışlar düşük güvenlik bilgisine bağlı olabilir, ancak bireylerin tutumları ve inançları davranışlarını büyük ölçüde şekillendirir. Bu nedenle, güvenli çalışmanın teşvik edilmesi ulusal bir kararlılık gerektirir ve sürekli ve etkili eğitim, tutumları değiştirmek için özel programlar ve sonunda sakinlerin güvenli davranışa yönelik performanslarını sağlayacaktır. Bu aynı zamanda toplumda güvenlik bilincinin önemini ve güvenlik davranışı konusundaki olumlu tutumlarına yönelik faaliyetleri de savunmaktadır.

1.5. Termal Kameralar ve Çalışma Prensipleri

Termal kameralar, ortamın veya parçaların normalin üzerindeki yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklıkları ölçebilen ölçüm cihazlarıdır. Bu cihazlar malzemelerden etrafa yayılan termal enerjiyi ölçmeyi sağlayan lenslerden ve algılayıcılardan oluşur. Termal kamera, kızılötesi dalga boyu spektrumunda, ekipmanla doğrudan temas gerçekleştirmeksizin sıcaklık modellerini algılayabilen bir alettir. Yeryüzünde -273°C üzerindeki tüm varlıkların insan gözünün algılayamadığı ve dış ortama saldıgı enerji vardır. Termal görüntü kaydetme yöntemi olarak gözle görülmeyen IR enerjiyi (ısıyı) temel alan ve görüntünün genel yapısını IR enerjiye göre oluşmuş şekiller ve renklerin belirlendiği görüntüleme sistemidir. Termal kameralar özel donanım olmadan çıplak gözle tespit edilmeyen ancak çok ciddi sonuçlara sebep olabilecek çok küçük problemleri dahi algılamamızı sağlar (Çalışan ve Türkoğlu, 2011 ; Altın, 2016). Şekil 1.3’de örnek termal kamera görüntüsü vardır.



Şekil 1.3. Termal kamera görüntüsü

Termal kamerayla çekilen ısı resimleri çok sıcak bölgeleri açık renkle, soğuk bölgeleri ise koyu renk ile göstererek problemin kaynağını rahatlıkla belirlemeye yardımcı olur. Termal kameralar görüntü alınan bölgenin durumunu siyah-beyaz veya renkli olarak gösterirler. Renkli olarak gösterdiği durumlarda ortam sıcaklığına göre

maviden sarıya kırmızı rengi kullanarak geçer. Mavi alanlar en soğuk bölgeleri, sarı bölgeler ise en sıcak bölgeleri gösterir (Çalışan ve Türkoğlu, 2011).

Termal kameralar farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Termal kameralar ısı farkını tespit ettiği için çıplak gözle görülemeyen, fakat ciddi sıkıntılara yol açabilen problemleri çok büyük kayıplar yaşanmadan açık olarak görebilmemizi sağlar. Yıllar önce arızalar ortaya bir felaket çıktıktan sonra fark edilir ve müdahale etmek için ciddi zaman kayıpları yaşanırdı. Termal kameraların bu alanda esas amacı en kısa sürede arızanın veya problemin merkezini tespit etmek ve en hızlı şekilde en az zararlı problemi çözebilmektir. Termal kameralar ve aktif gece görüş sistemleri içerisinde bulunan özel yazılımlar yardımıyla uyduyla da bağlantı özelliği bulunan bu kameraların sınırlarda, kontrolü güç kıyı kesimlerinde ve ormanlık alanların kontrol altında tutulabilmesi gibi birçok alanda önemli görevler üstlenmiştir ve üstlenecektir (Özcan, 2019).

1.6. Yangın Yüğü

Yangın yüğü: Bir yapı bölümünün içinde bulunan yanıcı maddelerin kütleleri ile alt ısı değerleri çarpımları toplamının, plandaki toplam alana bölünmesi ile elde edilen ve MJ/m² olarak ifade edilen büyüklüktür (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007).

Diğer bir deyişle bir tür tehlike değerlendirmesidir ve tanımlanmış bir bölgede var olan yangın riskinin seviyesini belirlemek için kullanılır.

Yangın yüğü denetimleri, o alanın genel yanıcılığını belirlemek için alan içindeki tüm malzemelerin değerlendirilmesini gerektirir. Bu değerlendirme hem yapının kendisinde kullanılan malzemeyi hem de içinde depolanabilecek yanıcı objeleri ve maddeleri içerir (safeopedia, 2020).

Konut yangınlarının değişen dinamikleri, son 50 yılda konut boyutunda, geometrisinde, mekânsal organizasyonunda, içeriğinde ve yapı malzemelerinde meydana gelen değişikliklerin yanı sıra yangın davranışına eklenen karmaşıklığın bir sonucudur. Yangın gelişiminin fiziği zaman içinde değişmez ancak sosyo-politik ve ekonomik eğilimler çağdaş konutları etkilemiştir. (Džolev ve ark 2021)

Yangın yüklemesi, binada bulunan madde ve malzemelere bağlıdır. Bir oda boş olduğunda ve tabandan tavana kadar saf çimento ile inşa edildiğinde, yangın yükünün sıfır olduğu kabul edilebilir.

Birim alandaki ısı içeriğine “Yangın Yüğü Yoğunluğu” denilir ve malzemelerin ısı içeriğine eşdeğer ahşap ağırlığı ile biçimlendirilir. Yangın Yüğü Yoğunluğu birimi kg/m^2 dir (döşeme). Yangın yüğü yoğunluğu kullanılan malzemelerin yerleşime, bina kullanımına, malzeme içerisindeki patlayıcı gaz (televizyon tüpü, mutfak tüpü vb.), binanın yerine ve zamana göre değişiklik gösterebilir (istanbulvizyonosg, 2020). Alt ısı değeri, bir malzemenin bir kilogramının yanması sonucu ortaya çıkan ısıdır ve MJ/kg birimi ile ifade edilir. Yangın yükleri, sabit, hareketli ve korunmuş olmak üzere üçe ayrılır. Yangın yüğü yoğunluğu formülü şöyledir:

- Yanıcı maddelerin alt ısı değeri (MJ/kg) ve Yanıcı maddelerin ağırlığı (kg) değerleri çarpılır. Sonuçta çıkan değeri döşeme alanına (m^2) bölünerek yangın yüğü yoğunluğu hesaplanır (istanbulvizyonosg, 2020).

Yangın direncinin kompartıman dizaynında en az yangın süresine eşit olması beklenir. Buna alternatif olarak, yangın yüğü yoğunluğu ve kompartıman açıklık faktörünün birleşimidir. Yangın Yüğü Yoğunluğu bir yangın dizaynında ısısal hareketlere karar vermek için göz önüne alınır. Onun değeri, tahmin edilemeyen, değişkenlik gösteren durumlarda göz ardı edilebilir (istanbulvizyonosg, 2020).

1.7. Yangının Etkileri

Yangın meydana geldiği alanda kontrolsüz bir şekilde oluşma, gelişme, yayılma gibi birçok etken sonucunda ortamda olumsuz etkiler meydana getirebilir. Oluşan etkiler sadece çıkmış olduğu ortama değil, içerisinde veya etrafındaki tüm canlılar üzerinde etki oluşturmaktadır. Oluşan etkiler canlılar üzerinde sıcaklık, duman ve zehirli gaz etkisi gibi temel etkiler olmaktadır.

1.7.1. Sıcaklık etkisi

Güvenli kaçış ve ekiplerin yangına müdahalesinde ortamın sıcaklığı ve ısınım ısı akısı büyük önem arz etmektedir. Sıcak metaller deride kalıcı yanıklara neden olurlar. Deride yanıklara sebep olan bir diğer etki ise ısınım ısı akısının değeridir. Eğer bu değeri $2,5 \text{ kW/m}^2$ şiddetinde veya daha fazla ise yanıklara neden olur. Bundan dolayı tasarımlarda bu değeri üzerine çıkılmaması gerekmektedir. Ayrıca solunan sıcak hava solunum yollarının tahrişine neden olur ve kalıcı ödeme sebebiyet verir. Bu nedenden

dolayı tasarımlardaki sıcaklığın sınır değerinin 120 °C olmasına dikkat edilmelidir. Bazen bu duruma dikkat edilse bile havadaki bağıl nem ve solunum süresinin uzun olması sebebiyle düşük sıcaklıklarda da tehlike oluşabilmektedir (Genç ve Pekey, 2014).

1.7.2.Duman etkisi

Bir malzemenin pirolizi veya yanması esnasında, havada uçuşabilen katı, sıvı ve gaz tanecikler ortaya çıkmaktadır. Dışarıdaki taze hava ile alev etrafından genişleyen bu yapının karışımı duman olarak nitelendirilmektedir. Dumanın insan sağlığı üzerine olumsuz etkisi uzun (Genç ve Pekey, 2014) zamandır anlaşılmış bir olgudur. Dumanın insan üzerindeki etkisini 2 şekilde görmek mümkündür. Bunlardan biri dumanın zehirlilik ile öldürücü etkisidir. Diğer etki ise dumanın diğer ölümcül etkileridir. Yani dumanın insan üzerindeki tehlikesi, zehirlenme etkisi, dumanın konsantrasyonu ve insanın o ortamda bulunma süresine bağlı olarak değişebilir. Duman etkisinin bazı sonuçları uzun süre tenefüs etme ile artarken bazen de anlık solunmayla etkisini ortaya koyar (Genç ve Pekey, 2014).

1.8. Zehirli Gazlar

Maddenin en hareketli hâli gaz hâlidir. Bu da gazların etrafa hızlı yayılmasına yol açar. Gaz toksin özellikte ise ya da patlayıcı özellikte ise etkileri çok çabuk ve etkisini çok geniş alanda göstermesine yol açar. Gaz tanecikler sıvı ve katılara göre çok daha hareketli oldukları için, kapalı ortamlarda bulundukları kaplara çok daha büyük basınç uygularlar.

Yangın esnasında ortaya farklı türde ve miktarlarda zehirli gaz çıkmaktadır. Salınan zehirli gazlar canlı sağlığını olumsuz etkilemektedir. Maalesef can kayıplarına sebebiyet verebilmektedir. Yangının başlaması, gelişimi maruz kalma şekilleri tespit edilemediği için can kayıplarına sadece bir gazın neden olduğunu söylemek çok doğru olmaz. Yangın mekânda farklı fiziksel, kimyasal ve psikolojik bir etki oluşturarak, çok değişkenli etki ile can kaybına neden olabilmektedir. Zehirli gaz ve buharlara insan fizyolojisinin verdiği tepki genel olarak (Çoban, 2021);

- Oksijenin tüketilerek boğulmaya,
- Nefes yolları enfeksiyonlarına ve kronik akciğer hasarlarına,
- Kan ve hücrelerde kalıcı hasarlara yol açabilmektedirler.

Yangın anından ortaya çıkan toksik gazlar, dumanlar olay yerindeki oksijeni azalttığı için kişiler üzerinde boğulmaya neden olurken ısı enerjisi ise kişide yanıklara neden olmaktadır (Kırtaş, 2017)

Çeşitli malzemeler tarafından dışarıya yayılan yanma gazları küçük deney ekipmanlarıyla ölçülmektedir. Genellikle küçük bir deneydeki gaz bileşimlerinin, gerçek bir yangında yayılan bütün gazları temsil etmediği düşünülmektedir. Literatür kaynakları, farklı yanma koşullarına göre değişen gaz bileşenlerinin ölçümünü listelemekte, ayrıca karbondioksit (CO_2) ve karbonmonoksitten (CO) termal ayrışma sonucu üretilen yanıcı hidrokarbonlar ve nitrojen bileşenleriyle birlikte ana yanma gaz bileşeni olarak bahsetmektedir. (Savaş, 2015)

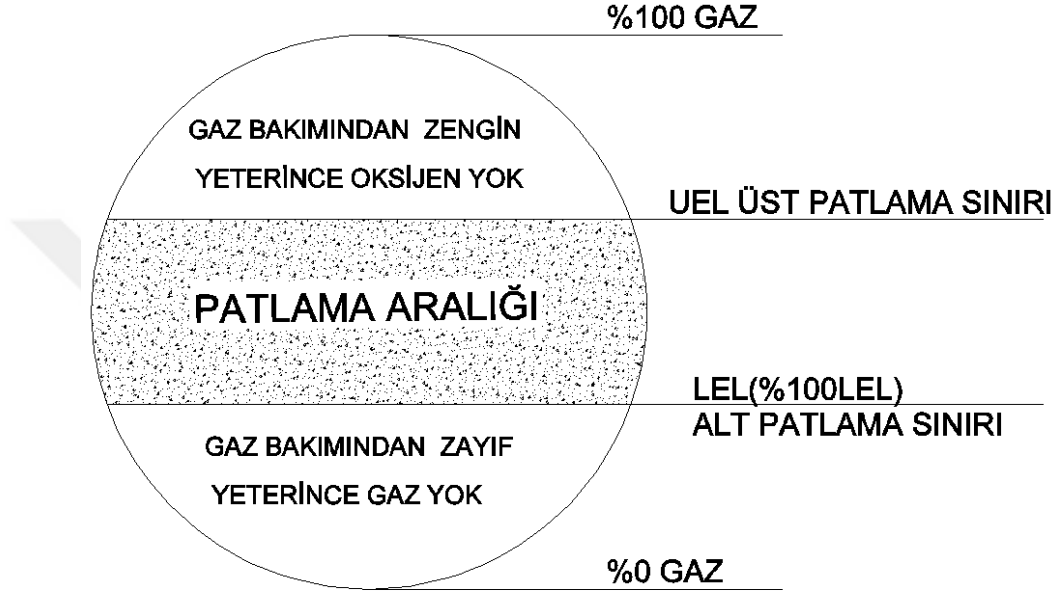
1.8.1. Alt patlayıcı limit (%LEL) oranı

LEL ve UEL, sırasıyla İngilizce “Alt Patlayıcı Limit” ve “Üst Patlayıcı Limit” kelimelerinin kısaltmalarıdır (Ayrıca LFL ve UFL olarak da kullanılır).

Alt patlayıcı limit ölçümleri, yanıcı-patlayıcı gazların miktarının belirlenmesinde faydalıdır. Yanıcı gazlar herhangi bir sızıntı ile yanma-patlama özelliği göstermezler, belirli bir yanıcı gaz-hava karışımı aralığında yanıcı hale gelirler. Bu aralığın alt sınırına LEL, üst sınırına UEL adı verilir. LEL seviyesinin altındaki oranlardaki karışım, patlayıcı gaz miktarı bakımından ince bir karışım olduğundan ve UEL seviyesinin üzerindeki oranlarda karışım çok fazla patlayıcı gaz bulunduğundan, yetersiz olduğundan yanma-patlama gerçekleşemez (Karf&Scoot, 2021).

LEL ve UEL boyutları, yanıcı gazın yanıcı gaz ve hava karışımına hacimce oranını gösterir. Sık kullanılan metan gazı örneğini biraz daha açmak gerekirse %5 metan içeren hava karışımı yanıcı-patlayıcıdır. Karışımın metan içeriği %17'ye kadar artırıldığında dahi yanıcı kalır. Bu aralığın dışındaki bir karışım yanıcı veya patlayıcı değildir. Görüldüğü gibi yanıcı gazlarda tehlikeli durumun başladığı miktar, sızan yanıcı gazın LEL seviyesine ulaştığı noktadır. LEL kavramının genel kullanımda UEL kavramından daha sık ortaya çıkmasının nedeni budur.

Gaz tespitinde, yanıcı gazın hava ile karışımındaki yanıcı gazın oranını bilmek yerine, LEL değerinin ne kadar yakın olduğunu bilmek için miktarı belirlemenin faydalı bir yoludur. Bu miktar belirtilirken kullanılan ölçü birimi '%LEL' dir. Ortamdaki metan gazının hacimce %2,5'i %50 LEL olarak belirtilebilir. %5 metan, %100 LEL seviyesine ulaşıldığını ve patlama riski olduğunu gösterir. Şekil 1.4'de patlama aralığı şematik planı gösterilmiştir.



Şekil 1.4. Patlama aralığı şematik planı

1.8.2. Karbonmonoksit (CO) gazı

Karbonmonoksit, kokusuz, renksiz, havadan daha hafif, vücuda oksijen verilmesini engelleyen ve kişiyi öldürebilecek düzeyde tahriş edici olmayan bir gazdır. CO, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki zehirlenme ölümlerinin önde gelen nedenidir ve eksik yanma olduğunda ortaya çıkmaktadır. Odun, kömür, gazyağı, doğal gaz, benzin, odun akaryakıt, kömürü, kumaşlar ve plastikler gibi karbon içeren malzemelerden. CO içeride birikebilir ve onu soluyan insanları ve hayvanları zehirleyebilir. Karbonmonoksit (CO) tipik olarak otomobillerde veya kamyonlarda, küçük motorlarda, fenerlerde, sobalarda, şöminelerde, ızgaralarda, gaz ocaklarında veya fırınlarda yakıt her yakıldığında üretilen dumanlarda bulunur. Ve karbonmonoksit (CO)'in görülememesi, koklanamaması veya tadılmaması gerçeği onu özellikle tehlikeli kılmaktadır çünkü kişi zehirlendiğinin farkında değildir. Ayrıca doktorlar sıklıkla karbonmonoksit (CO) zehirlenmesini yanlış

teşhis eder. Karbonmonoksit (CO) zehirlenmesinin en yaygın göstergeleri baş dönmesi, baş ağrısı, göğüs ağrısı, halsizlik, kusma, mide rahatsızlığı ve kafa karışıklığıdır. Karbonmonoksit (CO) semptomları sıklıkla “grip benzeri” olarak tanımlanır. Çok miktarda karbonmonoksit (CO) solumak bilinç kaybına veya ölüme neden olabilir. Uyuyan veya sarhoş olan kişiler, semptomlar ortaya çıkmadan önce karbonmonoksit (CO) zehirlenmesinden ölebilir. Karbonmonoksit (CO) zehirlenmesi riski özellikle bebekler, yaşlılar ve kronik kalp hastalığı, anemi veya solunum problemleri olan kişilerdir (Kubba, 2017).

1.8.2.1. Karbonmonoksit için test yöntemleri

Karbonmonoksit varlığını test etmek için kullanılan tek güvenilir yöntem, karbon monoksit alarmı olarak bilinen elektronik bir cihazdır. Evde, CO detektörleri, aile odası, yatak odası veya mutfak gibi ailenin zamanının çoğunu geçirdiği alanlara yerleştirilmeli, ancak gaz sobası gibi bariz ve öngörülebilir CO kaynaklarından yeterince uzağa yerleştirilmelidir.

Karbonmonoksit gazı tatsız, renksiz, yanıcı, kokusuz, zehirli bir gazdır. Gaz fazında olmasından dolayı duvarlardan dahi sızabilmektedir. Canlı vücuda solunma yolu ile girer. Karbonmonoksit (CO) vücutta parçalanmaz ancak solunum yoluyla dışarı atılabilir. Karbonmonoksit zehirlenmeleri genel olarak kapalı bir mekânda meydana gelen yanma olayı sırasında olur (soba, bacası çekmeyen şöben, ocak gibi) ayrıca karbonmonoksitin kullanıldığı veya üretildiği iş kollarında da meydana gelebilir. Karbonmonoksitin Solunması sonucunda meydana gelen zehirlenmelerde kısa süre içerisinde tıbbi müdahale yapılmazsa, zehirlenmeler ölümle sonlanabilir (URL-8).

1.8.2.2. Karbonmonoksitten zehirlenme belirtiler

Çok az miktarlardaki karbonmonoksit (CO) gazı dahi insanlarda etki göstermektedir. Karbonmonoksit (CO)’in kandaki hemoglobine etkisi oksijene olan ilgisinden 250-300 kat daha fazla değerdedir. Karbonmonoksit (CO) hemoglobinle birleşerek karboksi hemoglobin meydana getirir. Bunun sonucu olarak hemoglobin kana ihtiyacı olan oksijeni taşıyamaz. Ayrıca karbonmonoksit (CO)’in zehirlilik/toksik üzerine etkisi oldukça sinsidir (URL-8). Karbonmonoksit düzeyi ve etkileri çizelge 1.8. ‘de verilmiştir.

Çizelge 1.8. Karbonmonoksit düzeyi ve etkileri (Durukan, 2013)

CO DÜZEYİ	ETKİLERİ
12,800 ppm	1-3 dakika içerisinde ölüm
6400 ppm	1-2 dakika içerisinde baş ağrısı, halsizlik ve bulantı, 5-30 dakika içerisinde ölüm.
3200 ppm	5-10 dakika maruz kalındığında baş ağrısı, halsizlik ve bulantı, 1 saat içerisinde ölüm
1600 ppm	20 dakika içerisinde baş ağrısı, halsizlik, bulantı. 1 saat içerisinde ölüm
800 ppm	45 dakika maruz kalındığında halsizlik, bulantı ve sarsılma kasılmalar ve 2 saat maruz kaldığında bilinç ve şuur kaybı 3 saat maruz kalındığında ölüm
400 ppm	1-2 saat maruz kalındığında ciddi yoğun baş ağrısı ve diğer belirtilerin daha şiddetli ortaya çıkışı ve 3 saatten sonra yaşamsal tehdit oluşumu söz konusu
200 ppm	2-3 saat maruz kalındığında Hafif baş ağrısı, halsizlik, bulantı ve baş dönmesi, sersemlik yapar.
35 ppm	OSHA tarafından 8 saatlik vardiya da müsaade edilen maksimum limit değerdir ve herhangi bir sağlık sorunu yaratmaz. Bu değer WHO tarafından 10 ppm olarak kabul edilmektedir.

1.8.2.3. Karbonmonoksitten zehirlenme safhaları:

- **Birinci Safha:** Karbonmonoksit (CO) gazını soluyan kişilerde hafif uyuşukluk, uyuklama ve durgunluk hissedilir. Oluşan bu belirtiler zehirlenmenin başladığı anlamına gelmektedir. Zehirlenmeye maruz kalan kişi/kişiler acil bir şekilde temiz havaya çıkarılmalıdır. Bu safhada kurtulma ihtimali olabilir. Bu seviyeden biraz daha fazla karbonmonoksit (CO)'e maruz kalındığında hareket kabiliyeti felce uğrar, kişiye tatlı bir rehavet çöker ve uyuklama isteği oluşur. Rehavet öyle seviyelerde yaşanır ki sonucunda öleceğini bilse dahi kişi o ortamdan ayrılmak istemeyebilir (URL-8).

- **İkinci Safha:** Kasların kasılması, titreme, çene kilitlenmesi ve diş gıcırdatmaları meydana gelmeye başlar. Gözler bir noktaya odaklanır ve ateş yükselmeye başlar.
- **Üçüncü Safha:** Kalp atışları ve solunum yavaşlar, vücut ısısı düşmeye başlar, şuur ve his kaybolur. Ölüm olayı gerçekleşir. Karboksihemoglobin kırmızımsı pembe rengi vücut derisini kiraz kırmızısı renge dönüştürür. Dudaklar rujla boyanmış gibi kızarır ve yüz tebessüm eder gibi bir ifade halini alır (URL-8).

1.8.2.4. Karbonmonoksit Zehirlenme Oran ve Belirtileri

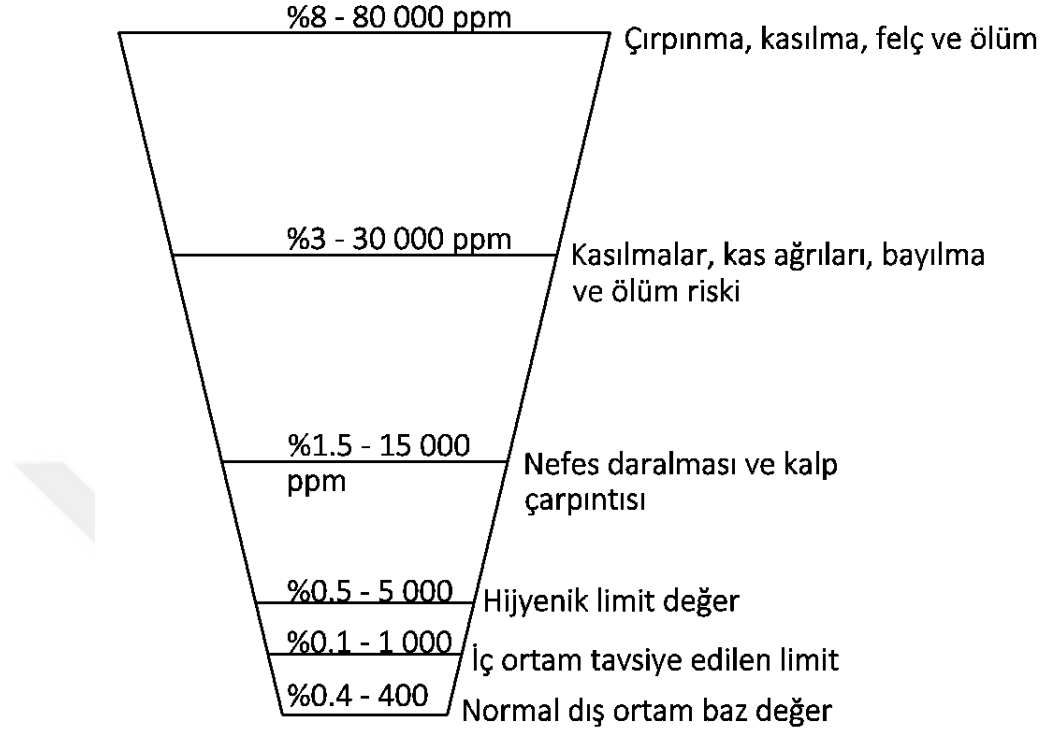
İnsanların karbonmonoksite maruz kalma süresi ve zehirlenme belirtileri çizelge 1.9'da verilmiştir.

Çizelge 1.9. Karbonmonoksit maruz kalma süresi ve zehirlenme belirtileri (Durukan, 2013)

Havadaki Oran (Maruz Kalma Süresi)	Zehirlenme Belirtileri
%0.001	Atmosferdeki ortalama oranı
%0.01	Kendini belli etmez, tesirsizdir.
%0.02 (1,5 saat)	Baş ağrısı ve zehirlenme izleri.
%0.04-0.05 (1 saat)	Baş dönmesi, göz kararması, kusma, bilinç kaybı ve daha fazla maruz kalmada ölüm.
%0.08-0.1 (1 saat)	Şuur kaybı ve daha fazla süre maruz kalınırsa ölüm.
%1 (0,5 saat)	Hemen ölüm

Havadaki karbonmonoksit (CO) yoğunluğu arttıkça çok daha kısa sürede ölüm gerçekleşebilir. Amerika Bileşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün, karbonmonoksit (CO) için önerdiği sınır değeri 8 saatlik sürede 9 ppm ve 1 saatte 25 ppm'dir.

İnsanların Karbonmonoksit maruz kalma miktarı ve insan vücuduna etkileri Şekil 1.5’de verilmiştir.



Şekil 1.5. Karbonmonoksit maruz kalma miktarı ve insan vücuduna etkileri (Durukan, 2013)

1.8.3. Hidrojen sülfür (H_2S) gazı

Hidrojen sülfür (H_2S) gazının özellikleri oldukça zehirli gazdır ve yanıcı. 10-20 ppm H_2S konsantrasyonları göz tahrişine neden olur, ancak 150 ppm'den fazla konsantrasyonlar yaşamı korkutur. H_2S deşarjının ana kökenleri havaya, endüstriyel süreçlerden antropojenik salınım, doğal çürüme, anaerobik bakteriler ve volkanik tarafından sülfatlar ve kükürt içeren organik karışımlardır (Mahıaldın, 2017).

Yüksek konsantrasyonlarda hidrojen sülfür (H_2S) gazı aşırı derecede zehirlidir. Kirlenmiş su tüketimi veya kirli havanın solunması ile maruziyet meydana gelebilmektedir. Uzun bir süre boyunca düşük seviyelere maruz kalmak göz tahrişine, yorgunluğa ve baş ağrısına neden olabilir. Ancak yüksek hidrojen sülfür seviyelerine sahip havayı solumak anında ölüme neden olabilir. Hidrojen sülfür havadan ağır olduğu için alçak veya kapalı alanlarda birikir (Mahıaldın, 2017).

25 ppm, tahriş semptomlarının insanların %80'inden fazlasında görülmeye başladığı konsantrasyondur. Bu konsantrasyon insan sağlığına kalıcı hasar vermektedir (Mahıaldın, 2017).

100 ppm seviyelerinde maruz kalma, hemen solunum yetmezliğine hemde bilinç kaybı ile sonuçlanacaktır (Mahıaldın, 2017).

150 ppm'den fazla konsantrasyonda hidrojen sülfür, koku alma sinirinin felç olmasına neden olabilir (Mahıaldın, 2017).

1.8.4. Amonyak (NH₃) gazı

Amonyak (NH₃); renksiz, ciddi düzeyde baskın ve keskin rahatsız edici şekilde kokan bir gazdır. Amonyak (NH₃) gazının havaya oranla yoğunluğu 0.59 'dur. Bu yüzden dolayı yüksek basınçlarda renksiz bir sıvı halinde yoğunlaşmaktadır. Tehlike durumlarına göre bir sıralama oluşturulmak istenirse Amonyak (NH₃) en tehlikeli olanlardan birisidir. Gübre sanayinde, Nitrik asit üretiminde ve soğutucularda soğutma gazı olarak kullanılan amonyak (NH₃) organik maddelerin çürümesinde karşılaşılır ve lağım gazlarının bir parçasıdır (Durukan, 2013).

Hafif zehirlenmeleri geçici olan amonyağın küçük düzeyleri bile gözlerin ve burun mukozasının tahrip olmasına, nabız yükselmesine ve yüz kızarıklığına yol açabilmektedir. Püskürtme su yöntemiyle amonyak buharı ortadan kaldırılabilir. Açık bölgelerde ise, yeşil hava filtresi kullanılmalıdır. Amonyak düzeyi yüksek olan yerlerde donanım olarak koruyucu elbise giyilmeli ve gözleri korumak için koruyucu maske takılması sağlık açısından ciddi derecede önemlidir. Amonyagın maruz kalımdıktan sonra vücut bol su veya sirkeli su ile iyice temizlenmelidir. Ayrıca sirke buharı solunması amonyağın etkisini zayıflatmaktadır (Durukan, 2013).

1.8.5. Uçucu organik bileşikler (%VOC) oranı

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tanımına göre, Uçucu organik bileşikler (VOC) 50 – 260 °C kaynama noktası aralığındaki tüm organik bileşikler olarak adlandırılır (Wang ve ark 2007). Uçucu organik bileşikler (VOC) iç ve dış ortamın havasını bozan bir grup hava kirleticidir ve bu kirleticiler hem dış hem de iç mekânda yaygın olarak bulunur (Zou ve ark 2006). Uçucu organik bileşikler (VOC) iç mekân hava kirleticilerinin büyük bir

bölümünü temsil eder ve bu organik bileşiklerin iç mekân havasındaki kaynakları, yemek pişirme, masalar, halılar, tablolar ve tavanlardır (Debono ve ark 2011). İç mekân mobilyaları, temizlik ürünleri, yapı malzemeleri ve kişisel bakım ürünleri, uçucu organik bileşikler oluşturan kimyasal kaynaklardır.

Uçucu organik bileşikler (VOC), iç mekân havasındaki başlıca kirleticilerdir. Tüm dünyada Uçucu organik bileşiklerin (VOC) iç ortam hava konsantrasyonlarının ölçümü için birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan, iç mekân havasındaki daha fazla sayıda Uçucu organik bileşiklerin (VOC) dış ortam havasından daha yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu bulunmuştur (Wang ve ark 2007). Bu kirleticiler sadece hava kalitesini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda insan sağlığını da önemli ölçüde etkiler (Wang ve ark 2007).

1.8.6.Oksijen (O)

Oksijen kokusuz, tatsız ve renksiz bir gazdır. Herhangi bir şey havada yandığı zaman oksijen ile birleşmektedir. Yanma sınırlı bölgede ilerlerken, atmosferdeki oksijen ise yavaş yavaş tükenir. Bu durum; yangına maruz kalanlar ve yangına müdahale edenler için ciddi tehlike oluşturmaktadır (Eugene, 1997)

Yanmanın oluşması için oksijenin mutlaka ortamda bulunması gereklidir. Atmosferdeki bileşimde normal oksijen oranı %21 olarak bilinmektedir. Yanmanın meydana gelebilmesi için en düşük oksijen oranı ise %13, görünür bir alevin oluşması için ise en düşük oksijen oranı %15 değerinde olmaktadır. Oksijen yanma sürecinde çok önemli bir unsur oluşturmaktadır. Oksijen miktarının azalıp artması yangının şiddetinin azalıp artması ile doğru orantılı olarak gelişmektedir (URL-11).

İnsan vücudu yaklaşık %21 oksijen içeren bir atmosfer-hava karışımını soluyarak yaşamını sürdürür. Herhangi bir toksin etkisi olmayan gazlar bile yüksek miktarlarda çevreye sızdığında oksijen oranı yetersiz, solunması için uygun olmayan bir hava karışımı oluşturarak boğucu bir gaz etkisi yaratabilir. ABD Çalışma Bakanlığı verilerine göre; %19,5'e kadar oksijen içeren havanın solunması güvenlidir, %19,5'in

altındaki oksijen seviyeleri "oksijen eksikliği" olarak kabul edilir ve güvenli aralığın dışındadır (Durukan, 2013).

%19,5 ~ %16 oksijen aralığında dokulara yeterli oksijen ulaşmadığından, en küçük fiziksel aktivitede bile solunum hızı ve kalp hızında artış ve zihinsel aktivitelerde azalma gözlenir. Bu etkiler, %16 ~ %12 oksijen aralığında herhangi bir fiziksel aktivite yapılmasa bile gözlemlenebilir. 14 ~ %10 oksijen aralığında karar vermede güçlük, nefes darlığı ve bitkinlik görülür. %10 ~ %6 oksijen aralığında bulantı, kusma ve uyuşukluk görülür. %6'dan daha az oksijen içeren bir ortamda kısa bir süre bile kalmak vücutta kasılmalara, nefes almanın ve kalbin durmasına neden olur. Kişi bu ortamdan sağ çıksa bile organlarında kalıcı hasar görme olasılığı vardır (Durukan, 2013). Değişen oksijen oranları için farklı zarar düzeyleri Çizelge 1.10. 'de verilmiştir.

Çizelge 1.10. Oksijen oranı ve etki düzeyleri (Durukan, 2013)

%20,9-23.5	Müsaade edilen maksimum düzey. Herhangi bir etki yok.
%20,9	Ortam havasında normal olarak bulunan düzey. Herhangi bir etki yok.
%19,5	Müsaade edilen minimum düzey. Herhangi bir etki yok
%15-19	Aktif çalışma kabiliyetinde kayıp. Koordinasyonun bozukluğu ve koroner yetmezlik, dolaşım ve akciğer rahatsızlığı olanlarda erken belirtilere yol açabilir.
%12-15	Solunum ve nabız artışı, koordinasyon, algı ve yargının bozulması.
%10-12	Solunumda gerek hız gerekse de derinlikte daha ileri bir artış, zayıf algı ve dudaklarda morlaşma.
%8-10	Zekâ kayıp emareleri, fenalaşma, şuur kaybı, yüzde kül rengi, dudaklarda morlaşma, bulantı ve kusma.
%8-6	8 dakikada- %100 ölümle sonuçlanma; 6 dakikada-%50 ölümle sonuçlanma; 4-5 dakikada- doğru müdahale ile kurtarılmı ihtimali
%4-6	40 saniyede koma, kasılma, çirpınma, solunumun duruşu ve ölüm

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Açıkel H. (2017), Yapılan bu çalışmada, devam eden yangın süresinin kolonların normal kuvvet taşıma kapasitesine etkisi, beton pas payının, beton mukavemeti ve kolonların doğal yangın dayanımları incelenmiştir. Betonarme yapı taşıyıcı sistem elemanlarında mevcut olan çelik donatıların yangın etkisi altında meydana gelen yüksek sıcaklık neticesinde nasıl değişiklikler göstereceği ve beton pas payının bu durum üzerinde olumlu etkisi olabileceği irdelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında hem düşük dayanımlı hem de yüksek dayanımlı beton numunelerle çalışılmış olup yerinde mevcut bulunan eski yapıların yangın durumunda nasıl performans sergileyecekleri tartışılmıştır. Yangın deneyleri neticesinde elde edilen sonuçlar ile yangın durumundan önceki veriler karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda özellikle S220 çelik donatılarının yangın etkisi altında dayanımlarının arttığını, beton basınç mukavemetinin ise özellikle 120 dakika (2 saat) ve üzeri yangın sürelerinde önemli miktarda azaldığını, kolonların ise yangın süresine bağlı olarak çok değişken bir davranış ortaya koydukları; özellikle yangın süresinin uzamasının kolonun normal kuvvet taşıma kapasitesinde önemli bir düşüşe neden olabileceği görülmüştür. Beton dayanımı yüksek olan numunelerde ise pas payının artırılması durumunda yangın süresinin de arttığı takdirde kapasite kaybının da daha fazla olduğu görülmüştür.

Algül A. (2019), Yapılan bu çalışmada, çelik çerçeveli sisteme sahip yapıların yangın yükü altında yapısal davranışlarının sayısal olarak araştırılması amaçlanmıştır. SAP2000 programı vasıtasıyla farklı makas türlerine sahip olan statik ve dinamik yükler altında yangın etkisine karşı nasıl performans gösterdiklerinin incelenmesi için iki farklı endüstri binası tasarlanmıştır. Yapılan analiz sonucunda yapı elemanlarının kesitleri belirlenmiş olup bu kesitler de WIZARD programında ISO 834 standardına göre yangın etkisine maruz bırakılmıştır. Ayrıca GiD arayüz programı kullanılarak makas sistemleri modellenip SAFİR programına alınarak yangın analizleri yapılmıştır. Bu işlem sayesinde de endüstri yapılarında kullanılan farklı makas sistemleri modellenip SAFİR programında yangın analizleri yapılmıştır. Sanayi yapılarında kullanılan farklı makas tiplerinin yangın etkisine karşı göstermiş oldukları dayanımlar elde edilerek yapı güvenliği için gerekli olan karşılaştırmalar yapılmıştır.

Ali A. M. (2017), Yapılan bu çalışmada, betonun mekanik özelliklerini iyileştirmek için beton karışımına farklı maddeler ilave ederek araştırma yapmak hedeflenmiştir. Bu kapsamda cam lifi de taze beton karışımına eklenen malzemelerden birisidir. Cam lifi eklenmiş "Cam Lif Takviyeli Beton (CTB)" uygulamada da kullanılmaktadır. Beton içine cam lifi ilave edilerek betonun eğilme ve çekme mukavemetinde önemli oranda artışlar olmakta, bu metotla üretilen betonlar daha ince kesitli olmaları sebebiyle uygulamada da tercih edilmektedirler. Bu çalışmada; çeşitli yangın sürelerine tabi tutulan CTB'den imal edilen elemanların mekanik özellikleri deneysel olarak ölçülerek, yangın etkisinin CTB'den imal edilen elemanlarına ve içindeki cam lif etkisini mekanik özelliklerine ve dış etkenlere bağlı olarak incelemiştir. Bu bağlamda; farklı miktardaki cam elyaf katkısının betonun mukavemeti üzerindeki etkisi, farklı yangın sürelerine tabi tutarak CTB elemanlarının mekanik ve fiziksel özellikleri deneysel olarak araştırılmıştır.

Altın M. ve Yıldırım G. Ş. (2022), Yapılan çalışmada, çevre dostu, ekonomik ve doğal bir elyaf olan koyun yününün ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Koyun yününe bor katılarak yeni bir yalıtım levhası üretilmiş ve bu yeni yalıtım levhası, günümüzde yaygın olarak kullanılan taş yünü ve genleşmiş polistiren (EPS) ile karşılaştırılmıştır. Deney çalışmaları gerçekleştirmek için 3 odalı bir deney binası yapılmıştır. İlk olarak yapı tamamen taş yünü ile kaplanmış ve cephelerin ortamdaki sıcaklık ve neme etkisi gözlemlenmiştir. Daha sonra bir oda EPS, diğer oda bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi ile kaplandığından yalıtım malzemeleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada, ortam ve yüzey sıcaklık testlerinde en iyi sonucu taş yünü verirken, nem testinde en iyi izolasyonu EPS sağlamıştır. Ses testinde, taş yünü ve EPS sesi çok yakın desibel seviyelerinde emerken, bor katkılı koyun yünü yalıtım malzemesi daha yüksek seviyede ses yalıtımı sağlamıştır.

Altın M. (2016), Bu çalışmada, yangın kapısı olarak kullanılan iki adet yangın ve duman kontrol kapısı için TS EN 1634-1 kurallarına göre bir test düzeneği hazırlanmış ve deneysel bir çalışma yapılmıştır. Ayrıca deney sırasında kızılötesi termografi ile yangın kapısının termal görüntüleri alınarak deney mekanizmasında kullanılan termokupllar elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada 7 adet termokupl kullanılmış ve elde edilen verilere göre değerlendirmeler yapılmıştır. Deneysel çalışma

sırasında 200'ün üzerinde termal görüntü kaydedilmiş ve görüntü süreçleri ile değerlendirilmiştir.

Bağcı M. (2019), Yangın etkisine karşı alınan güvenlik önlemlerinin genel manada incelemesinin yapıldığı bu çalışmada, projelendirme ve planlama aşamasında yangın güvenliğinin sağlanmasına yönelik alınması gerekli tedbirlerin anlatılarak tanıtılması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmada ilk olarak yanma ve yangın kavramları analiz edilmiş ve temel bilgilerin verilmesi sağlanmıştır. Ardından da yangının yapılar üzerindeki tesirleri ve tasarım aşamasında yapılarda uygulanacak tedbirler Pasif Yangın Güvenlik Önlemleri ve Aktif Yangın Güvenlik Önlemleri olmak üzere iki farklı şekilde ele alınmıştır. Sonrasında ise örnek bir proje ele alınarak aktif ve pasif yangın güvenlik önlemleri beraber düşünülerek bir uygulama yapılmıştır.

Cingi R. (2017), Yaptığı bu çalışmada, yangın ve yüksek sıcaklıkta çimento esaslı, yüksek dayanımlı lifli kompozitlerin dayanım performansını incelemiştir. Bu çalışmanın ana amacı ise; çimento esaslı lifli kompozitlerin yangın riski bulunan özel yerlerde kullanımı arttırmak, literatüre çimento esaslı lifli kompozitlerin yangın performansı araştırması ile katkıda bulunmak ve yangına en dayanıklı RPB'lerin üretilmesini sağlamaktır. Bu çalışmaya konu olan çimento esaslı lifli kompozit numuneler içerisinde silis dumanı ve sarı silis kumu ihtiva etmektedir. Numunelerin içeriğine ayrıca; %0 (referans numunesi); %0.25, %0.50, %0.75 ve %1 oranlarında polipropilen lif katılarak 10x10x10 cm³ ve 15x15x15 cm³ boyutlarında olmak üzere toplam 73 adet numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerinin bir yüzü yangın etkisine (aleve) maruz kalacak ve diğer yüzünde ise sıcaklık ölçümü yapılacak şekilde bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Daha sonra numunelerden küçük parçalar alınarak SEM Laboratuvarlarında mikro yapı incelemesi ve EDX taraması yapılmış; numunelerde meydana gelen kimyasal değişiklikler ve bu değişikliklere nelerin sebep olabileceği gözlemlenmiştir.

Çelik M. (2019), Yapılan bu araştırmada 10x10x10 cm ebatlarında, 144 adet toplam beton hacminin %20'si kadar genişletilmiş perlit agregası (GPA) katkılı ve 144 adet GPA katkısız olmak üzere toplam 288 adet beton numunesi oluşturulmuştur. Beton numuneler, basınç dayanım sınıfları C16/20, C20/25, C30/37 ve C40/50 olacak şekilde dört farklı su/çimento (s/ç) oranında üretilerek, 22 °C, 100 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C,

500 °C gibi farklı sıcaklık etkilerine tabi tutulmuşlardır. Belirtilen sıcaklık değerlerine maruz kalması sağlanan numunelerin birim hacim ağırlık (BHA), hacimce su emme (HSE), ultra ses geçiş hızı (UGH), kapiler su emme (KSE), aşınma dayanımı (AD) ve basınç dayanımı (BD) gibi farklı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri karşılaştırılarak gerekli incelemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmanın amacı yüksek sıcaklık etkisine maruz tutulan beton numunelerin mekanik ve fiziksel özelliklerini, numunelerin GPA'lı veya GPA'sız olmasının, s/ç oranlarının ve yüksek sıcaklık etkisini fırın veya yangın ile vermenin nasıl etkilediğini değerlendirmektir. Fırın ve yangın yardımıyla yüksek sıcaklık etkisi verildiğinde GPA'lı numunelerin GPA'sız numunelere göre aşınma kayıplarında, HSE oranlarında ve KSE katsayılarında daha hızlı artış meydana geldiği, UGH ve BHA kayıplarında ise daha fazla düşüş meydana geldiği görülmüştür. AD araştırmasında, BD arttıkça aşınma kayıplarının azaldığı görülmüştür. 500 °C'deki fırın numunelerinin BD kayıpları ortalama %60 iken, yangın numunelerinin ise ortalama %10 olduğu gözlenmiştir. BD deneyinde numunelerin GPA'lı olmasıyla yüksek sıcaklık etkisi altındaki BD kayıplarının büyüklükleri arasında herhangi bir ilişki gözlemlenememiştir. Genel kanı ise numunelere ocak yardımıyla uygulanan yangın etkisinin yeterli olmadığı yönünde oluşmuştur.

Demez A. (2017), Bu çalışmada yüksek dayanımlı betonlarda etkisinin fazla olduğu bilinen yangın dayanımı faktörünün iyileştirilmesi amacıyla yangın dayanımı yüksek olan pirofillit agregası kullanılarak yüksek dayanımlı betonların yangın dayanımının artırılması amaçlanmaktadır. Bunun için beton içerisine çeşitli oranlarda (%25, %50, %75 ve %100 gibi) pirofillit agregası ilave edilmiştir. Yapılan çalışmada sıcaklık değerleri 150oC, 300oC, 450oC, 600oC ve 750oC gibi farklı değerler seçilmiştir. Üretilen yüksek dayanımlı betonların basınç mukavemetleri, ultrason hızı değerleri üzerinde yüksek sıcaklıkların etkileri araştırılmıştır. Çalışmada soğutma işlemi ise havada ve suda olmak üzere iki ayrı şekilde yapılmıştır. Yangın etkisine maruz kalan yüksek dayanımlı betonlar üzerinde yapılan deneylerle, betonun basınç dayanımı, ultrason hızı, ağırlık kaybı ve soğutma şekli etkisi gibi birçok etken belirlenmiştir. 150oC sıcaklıkta beton özelliklerinde belirgin bir kayıp olmadığı, 300oC ve üstündeki sıcaklıklarda ise betonun çeşitli özelliklerinde düşüşlerin olduğu gözlenmiştir. 750oC sıcaklığa tabi tutulmuş kontrol numuneleri ile %100 pirofillit agregalı numuneler kıyaslandığında pirofillit agregalı betonun basınç kaybının daha az olduğu saptanmıştır. %100 pirofillit agregası ihtiva eden yüksek dayanımlı betonların sıcaklığa bağlı ağırlık

kayıplarının en az olduğu görülmüştür. Deneyler neticesinde ise numunelerin basınç dayanımı ve ultrason hızı değerleri arasında üstel fonksiyon formatında bir ilişki olduğu görülmüştür.

Durmuş G. ve arkadaşları (2019), Bu çalışma, C16 / 20, C20 / 25 ve C40 / 50 şeklinde üç farklı beton sınıfının fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde ateş ve fırın kullanılarak yüksek sıcaklığın etkisini araştırmak için çeşitli beton numuneler üretilmiş ve bu numuneler 22 ° C, 100 ° C, 300 ° C, 500 ° C gibi farklı sıcaklık etkilerine maruz bırakılmıştır. Bu sıcaklıklar 100x100x100 mm³ boyutlarında bir numuneye uygulanmıştır. Her beton cinsinde yapılan testler basınç dayanımı, birim hacim başına ağırlık ve ultrasonik darbe hızıdır. Sonuçlara bakıldığında ise basınç dayanımı testinde sıcaklık derecesi arttıkça numunelerin basınç dayanımının azaldığı görülmüştür.

Gann RG. ve arkadaşları (2003), Bu çalışmada, hem flashover hem de flashover sonrası yangınlarda toksik ürünlerin verimleri hakkında veri üretmek için bir dizi oda ölçeğinde yangın testi yapılmıştır. İncelenen yanıcı maddeler: polivinil klorür tabakası, ev elektrik kablosu, çelik bir çerçeve üzerinde döşemeli minderlerden yapılmış bir kanepeler, lamine kaplamalı yonga levha kitaplıklardır. Bu maddeler uzun bir bitişik koridoru olan odada yakılmışlardır. CO₂, CO, HCl, HCN ve karbonlu kurum verimleri belirlenmiştir. Diğer toksik maddeler (NO₂, formaldehit ve akrolein) bulunamamıştır; saptama sınırlarının altındaki konsantrasyonların, saptanan toksik maddelere göre sınırlı toksikolojik önemi olduğu gösterilmiştir. Kapalı bir odada kanepeler yastığı yangınlarından kaynaklanan toksik verim, kapı açık olan bir odada aynı minderlerin ön flaş yangınlarından elde edilen verilere benzer olduğu görülmüştür. Flashover sonrası oluşan yangınlarda belirsizlikler mevcuttur. Belirsizlik değerleri, bir yangından kaçmak için mevcut zamanı hesaplamak için kullanılan kesirli etkili doz hesaplamaları için tahmin edilenlerle karşılaştırılabilir. Tekrarlanabilirlik değerleri ayrıca, bir tezgâh ölçekli aparatın, burada gerçek ölçekli sonuçlara benzer veya bunlardan farklı sonuçlar üretip üretmediğini belirlemek için yeterli olmalıdır.

Gao R. ve arkadaşları (2017), Bu çalışmada, yanıcı madde kütlesinin kütlesini ventilasyon ile test ederek bir yanıcı maddenin HRR'sini hesaplamak için kütle kaybı yöntemi kullanılmıştır. Havalandırmanın etkisini anlayabilmek için tam ölçekli bir oda seçilmiştir. HRR'yi etkileyen, giriş hızı, jet aralığı ve hava değişim oranı (ACH) gibi

farklı faktörler dikkate alınmıştır. Ön sonuçlar, bir yangının HRR'sinin dolaylı hava beslemesiyle farklı ACH koşullarında önemli ölçüde değişmeyeceğini göstermiştir. Hava beslemesinin mesafesi 1,5 m'den kısa olduğunda, dolaylı ve doğrudan hava beslemesi arasında en fazla 1,8 kat fark bulunmuştur. Doğrudan hava beslemeli HRR, hava hızı ve jet aralığının fonksiyonudur. Bu fonksiyon, doğrudan hava tedarikinin HRR üzerindeki etkisini ölçmek için kullanılmıştır.

Gönüllüoğlu S. (2008), Bu çalışmada, öncelikle yüksek ofis binalarında alınabilecek - pasif önlemler başta olmak üzere yangın güvenlik önlemleri analiz edilmiştir. Yüksek ofis binalarında kaçış yolları ve bina boşaltım süreleri çerçevesinde ulusal ve uluslararası mevzuatlar incelenmiş ve karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda performans kriterleri oluşturulmuş ve seçilen örnek proje olan “EGO Genel Müdürlüğü Kamu Yönetim Binası”nın bu kriterlere uygunluğu denetlenmiştir. Seçilen örnek projenin çeşitli senaryolar çerçevesinde “Simulex” bina boşaltım simulasyon programı ile boşaltım modellemeleri yapılmıştır. Bu senaryoların sonuçları çerçevesinde ise örnek olarak seçilen binada ve genelleme yapılarak yüksek ofis binalarında güvenli boşaltım için önerilerde bulunulmuştur.

Griffin G. ve arkadaşları (2013), Bu çalışmada yangın başlatma kaynağı olarak küçük bir ahşap beşik ile GRP panelleri ile kaplı ISO 9705 büyüklüğünde bir odada altı su sisi bastırma deneyi yapmışlardır. Yangınları kontrol altına alıp söndürmek için dört ağızlı su sisi önleme sistemi kullanmışlardır.

Yangınlardan ısı yayılma hızı (HRR) ve ayrıca oda sıcaklığı; CTP panellerin duvar yüzey sıcaklığı ve odadaki belirli yerlerde duvara ısı akışı gibi veriler ölçülmüş; oksijen, karbon monoksit ve karbon dioksit konsantrasyonu da odanın bir köşesinde ölçülmüştür. Kullanılan buğu bastırma yönteminin, 500 kW-1.5 MW büyüklüğündeki yangınları söndürmede etkili bir sistem olduğu görülmüştür. Ayrıca sadece tek, merkezi olarak konumlandırılmış bir memenin kullanıldığı deney düzeneğinde ise yangın tamamen söndürülememiştir.

Sabit bir olay radyant ısı akışına tabi tutulduğunda panel malzemesinin yanma davranışını (Örneğin ısı salım hızı (HRR) ve ateşleme süresi) ölçmek için koni kalorimetri testleri yapılmıştır. Sonuçlar, panel malzemesinin pik HRR değeri 350-400 kW/m arasında olan yanıcı olduğunu göstermiş ve ateşleme için minimum ısı akışı 16.5 kW/m olarak belirlenmiştir.

James G. ve arkadaşları (1993), Bu çalışmada bir oda köşesi yangın testi deneyine maruz kaldığında duvar ve tavan malzemelerinde yangın büyümesini simüle etmek için bir matematiksel model geliştirilmiştir. Model, üst tabaka gaz sıcaklığını, yanma alanını ve zamanın bir fonksiyonu olarak enerji salınım hızını tahmin eder. Maddi yangın özelliği verileri, ASTM E 1321 ve E 1354'te açıklanan cihazlardan geliştirilmiştir. Sonuçlar, test edilen 13 farklı malzeme için İsveç'te üretilen deneysel verilerle karşılaştırılabilir. Ayrıca, model özellik verilerindeki küçük değişikliklere göre ince malzemeler için 'flashover' hassasiyetini gösterir özelliklerdedir.

Jodi M. (2019), Bu çalışmada, konut olarak kullanılan yüksek binaların yangın sonrası tahliye çalışmalarının analizi yapılmıştır. Bir binanın yangın esnasındaki tahliyesi sırasında gerçekleşen iki paralel süreç analiz edilmiştir. Yangın esnasında bina sakinlerin toplam kaçış süresi ve her kattaki sakinlerin bekleme süreleri hesap edilmiş, elde edilen bulgular ile İstanbul'daki yüksek katlı toplu konutlarla ilgili varsayımlar öne sürülmüştür. Binada yaşayan insanların yüksek binalardan tahliyesi, ajan bazlı bir model kullanılarak simüle edilmiştir. Tahliye esnasında, merdivenlerde kuyruklarda harcanan bekleme süresi, bir değişkenin çıkış performansı üzerindeki etkisinin ölçülmesinde standart olarak kullanılmıştır. Herhangi bir katta çıkan yangın CFD modeli kullanılarak yapılmış, yangından çıkan toksik gazların sakinlerin tahliye hızlarına etkisi araştırılmıştır. Ortaya çıkan verilerden hareketle yüksek katlı konut binalarının risk durumları için bir taslak ortaya konulmuştur.

Johansson N. ve arkadaşları (2015), Bu çalışmalarında iki odalı küçük ölçekli yangın deneyi yapılmıştır. Bu deney 52 adet el testi içermektedir. Burada amaç 52 el testi sonucunda elde edilen verilerle iki el hesaplama yöntemiyle elde edilen tahminleri karşılaştırmaktır. Birinci metot, daha önce sunulan iki deneysel modele dayanmaktadır ve ikinci yöntem, basit bir enerji dengesini çözmek için birkaç hesaplama adımından oluşmaktadır. İkinci yöntem, enerjinin ve kütlenin korunması kanununa dayanır ve sıcak gaz tabakası sıcaklığı, yangın odasında gaz kütlesi akışı, ara yüz yüksekliğinin tahminini almak için kullanılabilecek basit bir iki bölgeli model olarak çalışır.

Bir açıklığa bağlı iki küçük odadan oluşan deney düzeneği deneysel verileri toplamak için kullanılmıştır. Deneylerde odaların, açıklıkların ve yangın kaynağının büyüklüğü

değişmiştir, bunun sonucunda 16 adet deney testi ile sonuçlanmıştır ve her test en az üç kez tekrar edilmiştir.

İki el hesaplama yöntemiyle itfaiye odasındaki sıcaklık tahminlerinin çoğunluğu deneysel belirsizlik sınırları içerisinde olup bitişik odadaki tahminler de benzer bir doğruluğa sahiptir. İkinci yöntemle hesaplanan sıcak gaz tabakası ara yüz yüksekliği tahminleri genel olarak deneysel belirsizlik içinde olduğu görülmüştür.

Kara A. F. (2018), Bu çalışmada, I kolon kesitlerinin flanş ve gövde arasındaki ısı transferini düşünerek ortalama çelik sıcaklığı ve termal gradyanın daha doğru bir tahminini amaçlamaktadır. Bu genellikle nümerik ısı transfer analizlerinde dikkate alınmaz. Genellikle çevre kolonları için kullanılan I kesitlerin termal davranışı, bir yangın fırını içinde 2 saatlik ISO 834 standart zaman-sıcaklık eğrisine maruz bırakılarak, farklı kesit alanlarındaki sıcaklık değerleri toplanmıştır. Bu sonuçlar daha sonra sonlu elemanlar (FEA) analizleriyle doğrulanmıştır.

Karakoyun Ç. E. (2018), Bu çalışma kapsamında farklı özelliklere sahip güneş kontrol sistemlerinin, farklı boyutlardaki açıklıklarla birlikte kullanıldığında yangın sırasında alev ve duman hareketine karşı oluşan etkileri incelenmiştir. Çalışma için kullanılacak yangın senaryosu, yangın kaynağı katta cam kırıldıktan sonra alev ve duman açıklıktan dışarı atılmaya başladıktan sonraki durumu gözeterek hazırlanmıştır. Çalışma metodu olarak sayısal modelleme seçilmiştir. Sayısal modellemede ise bir çeşit CFD yazılımı olan FDS'i arayüz olarak kullanan PyroSim programı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kafes tipi güneş kontrol sistemlerinin alev ve dumanı cepheden uzaklaştırmak için en uygun sonuçlara sahip olduğu görülmüştür. En uygun olmayan sonuçlar ise alev hareketinin son derece düzensiz olmasından ve alevlerin cepheye yakınlığından dolayı saçak ve düşey tip sistemlerin birlikte kullanıldığı modellerde gözlenmiştir.

Kayış V. (2018), Bu çalışmada yangın esnasında yüksek yapılarda insanların yapıyı boşaltma hızları bilgisayar programı vasıtası ile hesaplanmıştır. Simülasyon verilerinin programa işlenmesinden önce yangın kavramı açıklanmış ve yangın güvenliğinin sağlanması için gerekli tedbirler kapsamlı olarak aktarılmıştır. Bina boşaltma hızına birçok etmenin etkisinin olduğu görülmüştür. Tekniksel ve yapısal önlemlerin insan tahliyesini kolaylaştırdığı ve yönetimsel önlemlerin ise tahliye sırasında oluşabilecek

aksilikleri absorbe edeceği görülmektedir. Burada yangın hızına etki eden en mühim özelliklerin insanların fiziksel ve ruhsal durumları olduğu belirlenmiştir. Bu durumda içerisinde insanların psikolojik durumları, yaşları, cinsiyetleri, beden ölçüleri gibi farklı parametrelere bağlı olarak değişmektedir. Binaların boşaltılmasının süresini ölçmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler genel olarak elle yapılan ve bilgisayar vasıtası ile programlara yaptırılanlar olarak iki ana grupta toplanmıştır. Mevcut bilgiler ışığında "Pathfinder" programı vasıtası ile bir simülasyon yapılmıştır. Kalabalık insan topluluklarına ev sahipliği yaptığı için Güreş ve Kamp Tesisleri tahliye hızının simüle edildiği yerler olarak seçilmiştir. Çalışmaya konu olan tesislerin genel olarak yapı özelliklerinden bahsedildikten sonra yangın olması durumu ele alınmıştır. Binanın tahliyesinde kullanılacak önlemler irdelenmiştir. Tesislerin üç boyutlu olarak bilgisayar programına işlenmesinden sonra yangın yüküne bağlı olan kullanıcılar da kodlanmıştır. Tesislerin acil çıkış sayıları ve koridorların genişlik değerleri de hesaba katılarak en uygun kaçış rotası belirlenmiştir. İnsan kullanımına açık 12.794 m² alan içinde bulunan 967 kişinin tahliye durumu simüle edilmiştir. Bu örnek için tahliye süresi olarak 245 saniye bulunmuştur. Bulunan tahliye hızının optimum seviyede bir hız olduğu görülmüştür. Oldukça ideal bir hız olan bu değer bulunmasında hem yapısal hem de teknik önlemlerin alınması etkili olmuştur.

Köz S. (2019), Bu tez çalışmasında insanların yaşam alanlarında meydana gelen yangınlara hemen müdahale ederek özellikle baca/çatı kısımlarında oluşan yangınlarda kullanmak için bir sistem oluşturulmuş ve X şeklinde şase kullanılarak quadrocopter üretimi yapılmıştır. Oluşan yangınlara anında müdahale edilebilmesi için quadrocopterin kütle merkezine teşkil edilen ve uzaktan kumanda vasıtası ile açılması sağlanan hazne içerisine, yangın söndürme özelliği ihtiva eden bir toz konularak simülasyon yapılmıştır. Büyüklüğü fazla olan yangınlarda kullanmak için ise yangın topu üzerinde durulmuştur. Yangın topunun içerisinde mono amonyum fosfat bulundurulması, dış yüzeyinin straforla kaplı olması ve ateşle temas ettiğinde parçalanarak gövdesinde bulunan yangın söndürme özelliğine sahip tozu etrafa saçarak ateşi söndürmesi prensibi üzerinde durulmuştur. Yangın topunun ağırlığını göz önünde bulundurarak uygun taşıma kapasitesine sahip motorlar, elektronik hız kontrolcüler ve pervaneler kullanılması durumunda yangına en kısa sürede müdahale edilerek yangının daha kısa zamanda söndürülerek bertaraf edilebileceği üzerinde durulmuştur.

Mammacioğlu O. ve arkadaşları (2019), Bu çalışmada, bütün dünya üzerinde büyük öneme sahip olan yangından korunma programları dahilinde alınabilecek önlemlerin en önemlisi Otomatik Yangın Algılama ve İhbar Sistemi (OYAİS) ve Otomatik Yangın Algılama ve İhbar Söndürme Sisteminin (OYAİSS) kuruluş amaçlarına uygun olarak çalışmasını sağlamak üzere, test aşamasında ve bakım işlemlerinde kullanılabilecek bir aparat geliştirmek amaçlanmıştır. Ortaya konulan aparatın, OYAİS ve OYAİSS test ve bakım işlerinde sahada bizzat çalışan kişilerin gereksinimleri için güvenli, kullanışlı ve hızlı olması hususunda dikkat edilmiştir. Yapılan deneyler neticesinde aparatın gerekliliği, hedef kitleye uygulanan anket vasıtasıyla gereksinimlerinin belirlenmesi sonucunda ortaya çıkmıştır.

Miao L. ve arkadaşları (2018), Çift cidarlı cephe (DSF) yeni yapılarda sıkça kullanılan bir özelliktir. Bir odada oluşabilecek yangın durumunda pencereler kırılabilir ve yangında oluşan tüyler DSF'nin boşluğuna fırlayabilir. Böyle bir alanda oluşacak tüy davranışı ise yangın biliminde ve uygulamalı termal mühendislikte çözümü karmaşık olan bir problemdir. Bu çalışmada hedeflenen ise tüylerin hangi koşullar altında iç cepheye hangi koşullarda ise dış cidara yapışacağını belirlemektir. Bu sebeple tüy üzerindeki net yanal basıncı hesaplama amacıyla basit bir teorik model öne sürülmüştür. Bu teorik kararlı durum modeline dayanarak, DSF boşluğuna atılan bir oda yangınından pencere tüyleri, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği kullanılarak hem deneysel hem de sayısal olarak incelenmiştir. Ayarlanabilir cephe genişliği ile bir oda-cephe modeli teşkili ile sistem oluşturulmuştur. Deneyde farklı ısı salınım hızlarına ulaşmak için bir propan brülörüne farklı yakıt besleme hızları kullanılmıştır. CFD tabanlı Fire Dynamics Simulator (FDS) yazılımı vasıtasıyla toplamda 445 adet sayısal simülasyon gerçekleştirilmiştir. Hem deney sonuçları hem de simülasyondan elde edilen verilerden hareketle, verilen boşluk genişliği için, ısı açılma oranının ve pencere açıklığının geometrisinin, tüy yörüngesinin belirlenmesinde iki ana etken olduğu görülmüştür.

Nishino T. ve arkadaşları (2019), Bu çalışmada, çok katmanlı bölge konsepti temelinde ahşap kaplanarak imal edilen odalarda oda köşesi yangın davranışını simüle etmek için bir model oluşturur ve önerilen modelin yanıcı ve yanmaz tavanları olan ufak ve geniş odalarda yangın büyümesine uygulanabilirliğini araştırır. Bir odanın yanıcı astarlar içeren köşesindeki yangının sebep olduğu flaş öncesi yangın davranışı, gaz

sıcaklığının dikey profilini duvar ve tavan alev yayma modeli kavramı ile öngörmek için çok katmanlı bölge modeli kavramı ile bütünleştirilerek formülize edilmiştir. Yapı taban alanında ve ahşap kaplamaların yerlerinde farklı ahşap çizgili bölmelerle birebir ölçekli oda köşesi yangın deneyleri simüle edilmiştir.

Ohmiya Y. ve arkadaşları (1998), Bu çalışmada, tamamıyla gelişmiş aşamada bir oda yangınını öngörmek amacıyla bir model geliştirmişlerdir. Yangın odasının pencerelerinden dışarı çıkan alevlerdeki aşırı yakıtların yanması sebebiyle ısı salınımını tahmin etmek için geliştirilmiştir. Bu modelle beraber yanma oranı hesaplanır. Sıcaklıkların ve yanma oranlarının tahminleri, daha önceden yapılmış deneylerin sonuçlarıyla kıyaslanmıştır ve makul bir değere sahip olduğu bulunmuştur.

Özdemir Mazlum T. (2019), Yüksek katlı çelik yapılar günümüzde bilhassa büyük şehirlerde, tehlike arz eden yapısal yangın sorunlarını beraberinde getirmektedir. Çelik elemanlardan teşkil edilen binaların yangın performansları maalesef tasarım ve yapım aşamasında göz ardı edilir. Bu sebeple konu üzerindeki çalışmaların, yangın yönetmelikleri ve yapılan araştırmalar baz alındığında yetersiz kaldığı görülmektedir. Son zamanlarda Component Based Method (CBM) adlı yenilikçi bir matematiksel metot plakalı kesme bağlantılarının yüksek sıcaklık altındaki temel davranışlarını analiz etmek için geliştirilmiştir. Bu yöntem diğer analitik metotlara nazaran içerdiği avantajlarından dolayı gün geçtikçe daha fazla rağbet görmeye başlamıştır. Bu metot herhangi bileşim tipi için, çeşitli bağlantı konfigürasyonlarında ve yükleme durumlarında kullanılabilir. Ayrıca bu metot, araştırmalar esnasında sisteme doğru olarak tanımlanmış her bir bileşimin kuvvet-yer değiştirme grafiğini de vermektedir. Bu çalışma ayrıca çelik kesme bağlantılarının yüksek sıcaklık değerlerinde meydana gelen performanslarını değerlendirmeyi ve CBM analizi ile gerçek yangın etkisi altında yapısal bir sistem için daha realist sonuçlar ortaya koymayı hedeflemektedir. Ayrıca CBM ile, idealleştirilmiş sabit bağlantıları ile, plakalı kesme bağlantıları kıyaslanarak, plakalı kesme bağlantılarının yüksek sıcaklık değerlerindeki davranışları analiz edilmiştir. Gerçek yangın koşulları hesaba katılarak ABAQUS sonlu elemanlar programı aracılığıyla plakalı kesme bağlantılı CBM model oluşturuldu. Daha sonra bu model, CBM model ile aynı malzeme özellikleri ve yükleme durumlarına tabi tutularak oluşturulan üç boyutlu sonlu elemanlar modeli ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma

neticesinde tutarlı sonuçlar elde edildikten sonra, CBM model plakalı kesme bağlantılarının davranış hareketlerinin anlaşılması için bu verilere başvurulmuştur.

Taşpınar Y.S. ve arkadaşları (2021), Yapılan çalışma kapsamında alevlerin yangının erken safhalarında söndürülmesi için ses dalgalı alev söndürme sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, geliştirilen sistem ile yapılan deneyler sonucunda elde edilmiştir. Oluşturulan veri seti 17.442 deneyden elde edilen verilerden oluşmaktadır.

Tlili O. ve arkadaşları (2015), Bu çalışmada, bir mahfaza içinde yangın durumuna bağlı hava akışının hesaplanması amaçlanmaktadır. Yangın durumu, doğal havalandırmaya yarayan bir kapı ile dikdörtgen şeklindeki kapalı odanın merkezinde bulunan hacimsel bir ısı kaynağı ile simüle edilmiştir. Bu çalışma öncelikle, hava akışı modelini öngörmek için üç türbülans modelinin performansını değerlendirmeyi hedeflemektedir. Ateş odasının içindeki durumdan elde edilen veriler, mevcut deneysel verilerle doğrulanmıştır ve standart $k - \epsilon$ türbülans modelinin, duvar fonksiyonlarının iyileştirilmiş bir şekilde işlenmesi, yani 'geliştirilmiş duvar işlemi' ile sonuçların doğruluğu ve hesaplama süresi arasında en iyi benzeşimi sağladığı görülmüştür. Çalışmanın ikinci kısmında odanın içindeki farklı ısı kaynağı yerleri için çatı şeklinin sıcak gazların tahliye işlemi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bunun için de iki farklı çatı şekli test edilmiştir. Bu çatı çeşitleri de piramidal ve kubbeli bir çatı şekilleridir.

Wickström U. ve arkadaşları (1983), Bu çalışmada, hem çeşitli eşyaların yüzeylerinde bulunan kaplama malzemeleri hem de mobilya ve diğer bağlantı parçalarını test etmek için büyük ölçekli bir kalorimetre geliştirilmiştir. Yangın odasında mevcut ısı tahliye oranları farklı metotlarla ölçülmüştür. Standart test için en uygun metot olarak da oksijen tüketimine dayanan teknik kabul edilmiştir. Bu sebepten ötürü mevcut yangın durumunda odadan çıkan tüm gazları toplamak için bir başlık teşkil edilmiştir; bu vesileyle de açığa çıkan duman ve çeşitli kimyasal bileşiklerin üretim oranları basitçe hesaplanabilir ve bir örneğin yangın tehlike potansiyelini öngörmek için uygun bir zemin oluşmasını sağlar. Yangın testlerini ölçeklendirmek günümüzde oldukça zor ve meşakkatli bir iştir bu yöntem doğru tanımlandığı ve tam boyut barındırdığı için insanların ihtiyacına sunulmak için oldukça uygun bir araç olabilir.

Wu C. ve arkadaşları (2007), Bu çalışmada, tam ölçekli bir oda ($573 \text{ cm} \times 420 \text{ cm} \times 330 \text{ cm}$) modeli oluşturulmuş olup konveksiyon ısısının emiliminin ve radyasyon direncinin su filmi veya kapalı alan kullanılarak performansını ve varyasyonlarını araştırmak için bir yangın testi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Isıya karşı dayanımı düşük olan yanmaz cam panellerin üst kısmına monte edilmiş bir yağmurlama sistemi geliştirmiştir. Deney sonuçlarına bakıldığında yangının henüz ilk başlarında, su filminin camın yüzey sıcaklığını tamamıyla sınırladığını ve yangın flashover'ı indüklediğinde ve yangının daha yoğun hale geldiğinde, camın yüzeyinde oluşan sıcaklığın hala kontrol edilebilir seviyede olduğu görülmüştür.

Xiaojun C. ve arkadaşları (2005), Sadece bir oda üzerinden yangın davranışını öngörmek için çok katmanlı bir bölge yangın büyüme modelini oluşturmuşlardır. Bu çalışmada yangın odasının hacmi, sıcaklığın ve diğer fiziksel özelliklerin eşit olduğu varsayılan sayıda yatay katmana bölünür. Her bir lamine yatay tabaka için gerekli olan temel denklemler enerji ve kütlenin korunumu ilkelerinden hareketle düzenlenmiştir. Yanma, sıvı akışı ve ısı tranfer modelleri için uygulanan yangın alt modelleri de tanıtılmıştır. Bu alt modellerle birleştirildiğinde, bölge denklemleri, her bir zaman adımı için her bir katmanın gaz sıcaklığı ve tür fraksiyonları için Runge – Kutta yöntemi ile birleştirilebilir. Örnek hesaplamaların sonuçları Steckler ve University of University tarafından yapılan deney sonuçları ile kıyaslanmıştır.

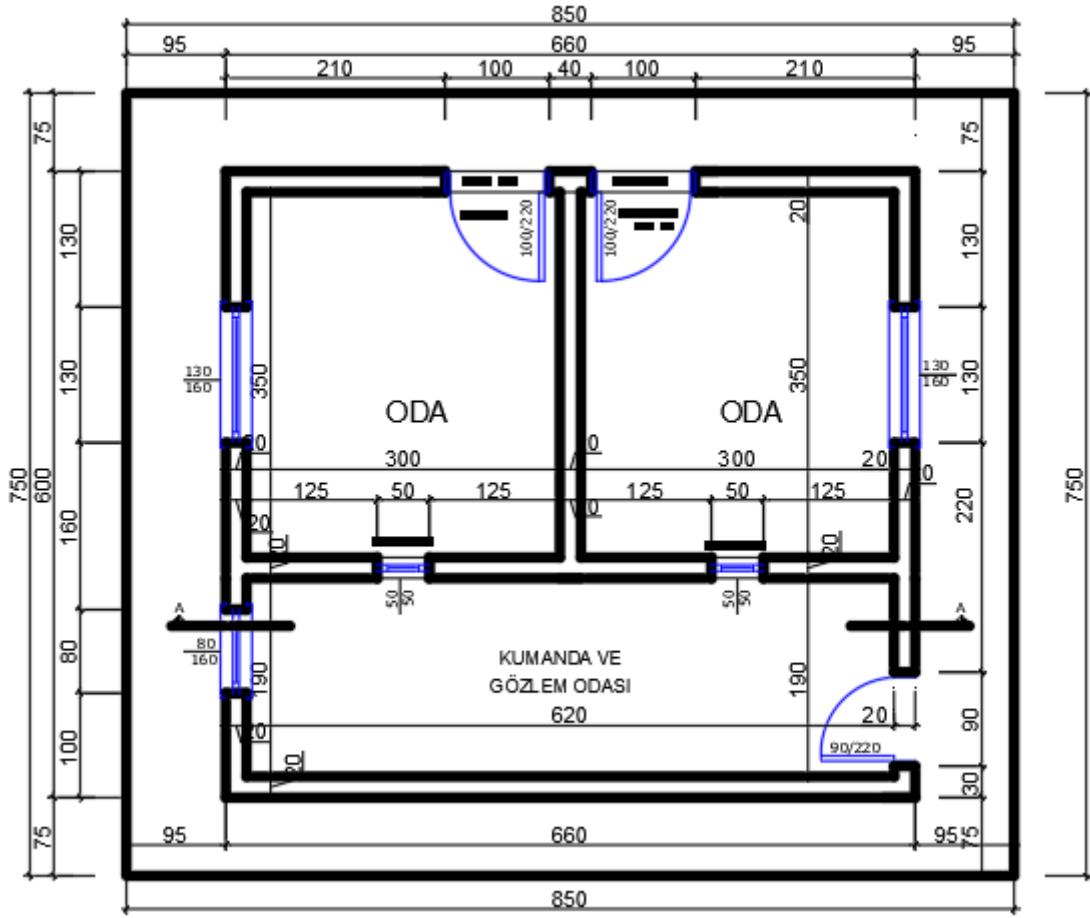
Yaman M. (2018), Bu çalışmada, bina cephelerinde yangın güvenlik tedbirlerinin yerine getirilmesi için çeşitli incelemeler yapılmış ve cephe inşa yöntemlerinden hareketle yangın dinamiği hakkında literatür taraması yapılarak oluşan yangınların büyüyerek yayılmasına sebep olan etkenler incelenmiştir. Pasif yangın güvenlik önlemleri cephe malzemeleri ve detaylar aracılığıyla incelenerek en optimum çözüm önerileri sunulmuştur. Cephe yangınlarına ilişkin güvenlik tedbirlerini belirlemek için ulusal ve uluslararası yangın mevzuatları; binalar arası mesafeler, cephe malzemeleri, dış duvar dayanım süreleri, yatay yangın bariyerleri, cephe açıklıkları ve otomatik söndürme sistemleri gibi parametreler dikkate alınarak irdelenmiştir. Yapılan irdeme sonucunda yangın mevzuatımız Avustralya, İngiltere, Yeni Zelanda, Birleşik Arap Emirlikleri, Singapur ve Amerika Birleşik Devletleri gibi devletlerin yangın yönetmelikleri cephe yangınları güvenlik tedbirleri kapsamında incelenmiştir. Bu

incelemeler sonucunda; ülkemizde yapılacak yapılarda bina cephe yangın risklerinin azaltılarak bina sakinlerinin güvenliğinin sağlanmasına yönelik değerlendirmeler yapılmış ve cephe yangın güvenlik tedbirleri kapsamında ülkemiz yangın mevzuatında bulunan gerekliliklerin geliştirilerek bir an evvel gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

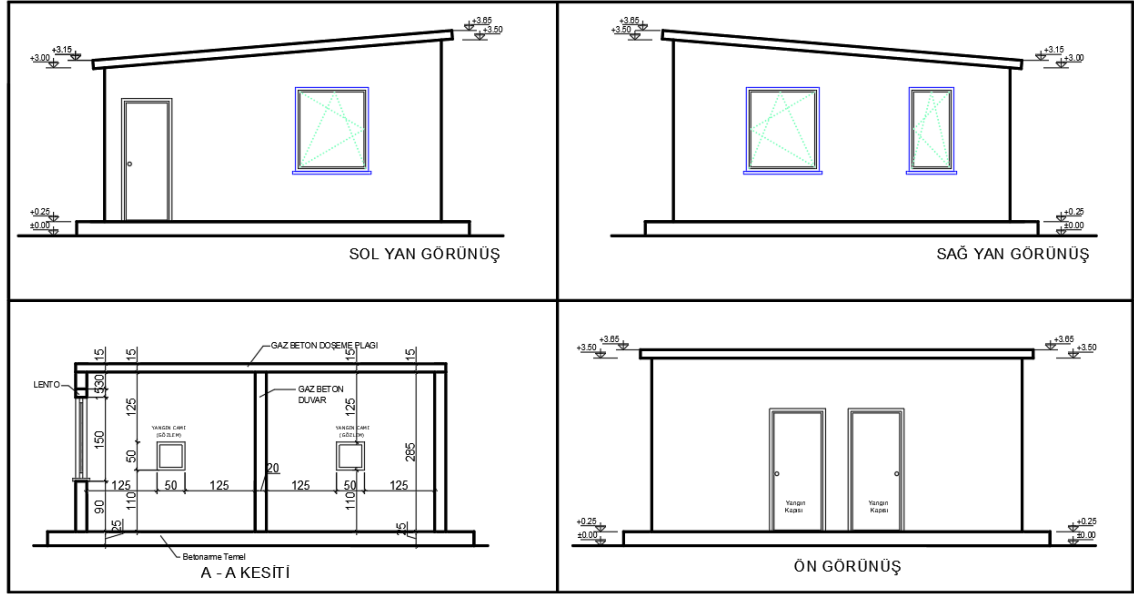
Zhang W. ve arkadaşları (2002), Bir odadaki yangın ve duman hareketi, akış ve sıcaklık alanlarının türbülans özelliklerinden (Reynolds stresi, türbülanslı ısı akışı vb.) etkilenir. Yangın ve duman hareketini hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) ile doğru şekilde öngörmek için, bu türbülans miktarlarının doğrulanması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, büyük girdap simülasyonu ile bölmedeki yangın sebebiyle akış ve sıcaklık alanlarının türbülans yapısını öngörmektir. (LES) simülasyon sonuçlarını doğrulamak için ayrıntılı deneysel veriler kullanılmaktadır. Sonuçlar, tavana yakın bölgeler dışında, hem ortalama akış özellikleri hem de türbülans miktarları için deneysel verilerle oldukça uyumlu sonuçlar vermektedir. Bu çalışma, bölme yangınlarına uygulandığında LES tekniğini doğrulamak için oldukça faydalı veriler sunmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneysel çalışmalar için Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü bünyesinde Yangın Deney Laboratuvarı tasarlanmış ve 1/1 ölçekli bir bina hazırlanmıştır. Şekil 3.1’de yapı planı Şekil 3.2’de yapının kesit ve görünüşleri görülen ve ölçüleri verilen binada 2 adet 300 x 350 cm ölçülerinde yangın odası ve 1 adet 190 x 620 cm ölçülerinde kumanda ve gözlem odası olacak şekilde toplam 3 adet oda inşaatı yapılmıştır.



Şekil 3.1 İnşa edilen yapının planı



Şekil 3.2. İnşa edilen yapının kesit ve görünüşleri

Yapı duvarları teknik özellikleri Çizelge 3.1.' de verilen 20 cm kalınlığında gaz betondan imal edilmiştir. Çizelge 3.2.' de deney binasında kullanılan donatılı gaz beton çatı teknik özellikleri verilmiştir. Deneyde 15 cm kalınlığında gaz beton çatı elemanı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Gaz beton teknik detayları (URL-4)

	Teknik Özellikleri	90000005	
	Beyan Edilen Performans	Yyong G2/0,4	
	Uzunluk	600 mm	
	Genişlik	85-400 mm	
	Yükseklik	250 mm	
	Kategori	TLMB	EN 771-4
	Oturma yüzeylerinin diklikten sapması	$\leq 1,0$ mm	EN 772-20
	Oturma yüzeylerinin düzlemsel par. sapması	$\leq 1,0$ mm	EN 772-16
	Ortalama basınç dayanımı (Küp numune)	2,5 N/mm ²	EN 772-1
	Kayma bağ dayanımı	NPD	EN 998-2: Ek C
	Ortalama brüt kuru yoğunluk	400 kg/m ³	EN 772-13
	Yangına tepki	A1	EN 13501-1
	Dayanıklılık (Donma-çözülme direnci)	Açık hava şartlarına maruz yüzeyler kaplanmalıdır	-
	Su buharı geçirgenlik katsayısı	5/10	EN 1745: Tab. A10
	Isıl iletkenlik	$\leq 0,106$ W/m.K	EN 12664
	Kuruma büzülmesi (Rötre)	$\leq 0,2$ mm/m	EN 680

Çizelge 3.2. Gazbeton çatı teknik özellikleri (URL-5)

	Akma dayanımı	500 mPa
	Gerilme direnci	550 mPa
	Yangına Tepki	A1
	Su Buharı Geçirgenlik Katsayısı	5/10
	Isı İletkenlik Faktörü	$\leq 0.16 \text{ W / mK}$

Binanın dış cephesinde yalıtım malzemesi olarak taş yünü tercih edilmiştir. Taş yünü teknik özellikleri Çizelge 3.3’de verilmiştir. Binanın kapıları ve pencereleri ise Çizelge 3.4’de teknik özellikleri verilen alüminyum malzeme kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Taş yünü teknik detayları (url-10)

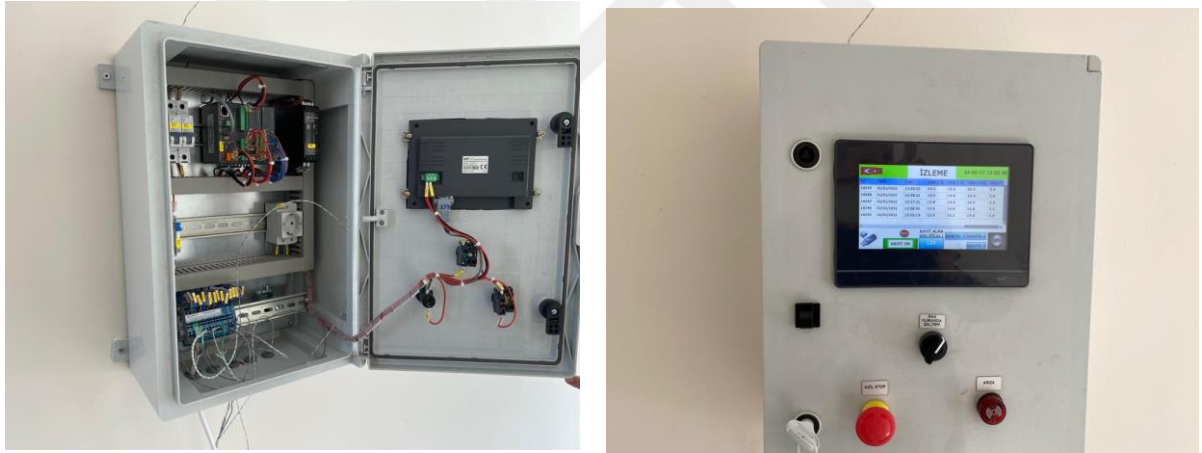
	TEKNİK ÖZELLİKLER	TANIM	BİRİM	SINIF	STANDART
	Malzeme	Taş yünü			TS EN 13162
	Malzeme tipi	ETICS Taş yünü			prEN 17237
	Yangına tepki sınıfı	BEYAN		A1	TS EN 13501-1
	Yoğunluk	110	Kg/m ³		TS EN 1602
	Genişlik	600	Mm		TS EN 822
	Uzunluk	1200	Mm		TS EN 822
	Kalınlık	50	Mm	T5	TS EN 823
	Isı iletkenlik katsayısı	0,034	W/mK		TS EN 12667
	Isı iletim direnci	d/λD	m ² K/W		
	Yüzeylere dik çekme Mukavemeti	≥7,5	kPa	TR7,5	TE EN 1607
	%10 deformasyonda Basınç dayanımı	≥25	kPa	CS(10)25	EN 826

Çizelge 3.4. Alüminyum kapı ve pencerenin teknik detayları (URL-6)

Kapı ve Pencere Görselleri	Teknik Özellikleri	
	Kasa Derinliği	45 mm
	Kanat Derinliği	54,5 mm
	Profil Et Kalınlığı	1,3 mm – 1,5 mm
	Maksimum Cam Kalınlığı	30 mm
	Isı Bariyerleri:	15 mm
	Isı Yalıtım Değeri (Uf)	3,54 W/m²K

Yangın deneyi için gerekli olan malzemeler (Isı ölçüm cihazları, yazılımlar, ölçüm için diğer gerekli donanımlar, termal kamera, mekân içi mobilyalar, stor perdeler, gözlem odası, odanın yerleşimi gibi) tamamlandıktan sonra deneylere başlanmıştır.

Deneyde bina içerisinden ve bina dışından anlık sıcaklık kayıtları Şekil 3.3’de görseli verilen özel geliştirilmiş yazılım ile yapılmıştır

**Şekil 3.3.** Anlık iç dış sıcaklık kaydı alabilen özel geliştirilmiş yazılım

Deneyde kullanılan, termal kamera, kameralı lazerli ısı ve nemölçer, dijital termometre ile yangın öncesinde ve yangın sonrasında hem iç hem de dış sıcaklık ölçümleri ile yangının gelişim süreçleri izlenmiştir.

Deneyisel çalışmada kullanılan, Dijital termometre 1200°C sıcaklık duyarlı olup, Türk Akreditasyon Kurumu tarafından (TS EN ISO/IEC17025)’e göre kalibrasyonları yapılmış H12S392 sayı ile Kalibrasyon sertifikası alınmıştır.

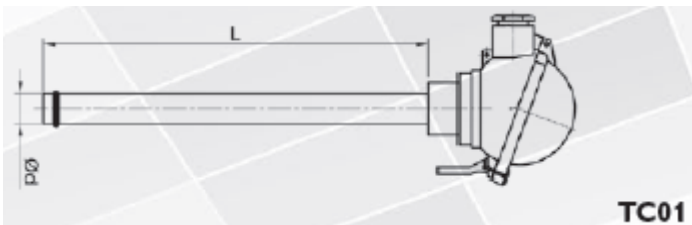
Deneyisel çalışmalarda Flir marka T200 modeli infrared termografi kullanılacaktır. Infrared termo grafiği ait özellikler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Infrared termografinin özellikleri

	Ürün özelliği	Özellik Değeri
	Üretici firma:	teledyne FLIR T200
	Ürün Kategorisi:	Termal Görüntüleme Kameraları
	Ürün:	Termal Kameralar
	Cözünürlük:	240 x 180
	Sıcaklık aralığı:	- 20 C ila + 350 C
	Duyarlılık:	0.08 derece
	Keskinlik:	%2
	Ekran tipi:	LCD, 3.5 inc
	Marka:	teledyne FLIR
	Ürün tipi:	Termal Görüntüleyiciler
	Alt kategori:	Test ekipmanı
	Ağırlık birimi:	880 gr

Yangın esnasında iç ve dış ortam sıcaklık ölçümleri oda içi tavanlara ve bina dışı köşe noktalara termokupl yerleştirilerek gerçekleştirmiştir. Çizelge 3.6’da termokupl teknik özellikleri ve görseli verilmiştir. Ayrıca Şekil 3.4.’de Deney binası oda içi ve bina dışı termokupl yerleşim görseli verilmiştir.

Çizelge 3.6 Elimko (E-TC01-1K1K09-25-1/4) cihaz teknik özellikleri

Cihaz görseli	Teknik özellikleri
	-NiCr-Ni IEC 60584 cins termokupl, -Eleman çapı 1 mm olduğu için maksimum 1200°C’ye dayanıklı, -Borusu DIN standardı 1.4571, -Koruyucu kılıf çapı 9 mm, -Termokupl boyu kafa dibinden 250 mm



Şekil 3.4. Deney binası termokupl yerleşimi

Yangın deneyleri esnasında Çizelge 3.8’de teknik özellikleri verilen kameralı lazerli ısı ve nem ölçer kullanılmıştır.

Çizelge 3.8. Kameralı lazerli ısı ve nem ölçer

	Kameralı Lazerli Isı ve Nem ölçer Ölçme alanı: -40 °C ... +1000 °C IR ölçüm hassasiyeti: $\pm 1,0$ °C Optik (Ölçüm mesafesi: Ölçüm noktası oranı): 50:1 Ölçüm mesafesi: 50 Ölçüm noktası: 1 Çözünürlük: 0,1°C Bağıl hava nemi ölçüm hassasiyeti: ± 2 % Lazer diyotu: Lazer sınıfı 2, 635nm Resim hafızası (resim sayısı): >200 Hafıza tipi: Dahili hafıza Ağırlık: 0,56 kg Görüntü tipi: TFT LCD Kullanım sıcaklığı, -den: -10 °C İşletim sıcaklığı, maks.: 50 °C İşletme sıcaklığı: -10 – 50 °C Depolama sıcaklığı, maks.: 70 °C Saklama sıcaklığı: -20 – 70 °C Çalışma alanı, min.: 0,1 m Çalışma aralığı, maks.: 5 m Çalışma alanı: 0,1 – 5 m
---	---

Her iki oda içinde deney başlangıcından sonlanmasına kadar yangınlar videolarla kaydedilerek pencere ve kapıların patlama anları yakalanmıştır. İtfaiye yetkililerinin belirledikleri zamanda da (yaklaşık 10. dakika) yangına müdahale edilerek deney sonlandırılmıştır.

3.1.Yangın Deney Binası Oluşum Süreci ve Sonuçları

Yangın deney binası dış duvarları 20 cm kalınlığında gaz betondan imal edilmiştir. Şekil 3.5. 'de kaba inşaat görselleri verilen deney binası 2 deney odası ve 1 gözlem ve kontrol odası olmak üzere inşası yapılmıştır. Gözlem ve kontrol odasında her iki odayı gözlemlemek için bölme bırakılmıştır.



Şekil 3.5. Kaba inşaat aşamasından dış cephe görselleri

Bina dış duvarları tamamlandıktan sonra bina çatısında 15 cm kalınlığında gaz beton çatı elemanı kullanılmıştır. Şekil 3.6. 'da iç mekân ve Şekil 3.7. 'de dış cephe görselleri verilen yapının elektrik tesisat hatları yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Kaba inşaat aşamasından iç mekân görselleri



Şekil 3.7. Kaba inşaat aşamasından cephe tesisat görselleri

Şekil 3.8. 'de dış cephe görselleri verilen binanın dış cephesinde yalıtım malzemesi olarak taş yünü kullanılmıştır. Kapı ve pencerelerde alüminyum malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Yangın deney binası tamamlanmış dış cephe görselleri

Şekil 3.9. 'de iç mekân görseli verilen Deney odalarından bir tanesi yatak odası olarak tasarlanmıştır



Şekil 3.9. Yangın öncesi yatak odası iç mekân görselleri

Deney binası diğer odası Şekil 3.10. 'da iç mekân görseli verildiği şekilde oturma odası olarak düzenlenmiştir.



Şekil 3.10. Yangın öncesi oturma odası iç mekân görselleri

Oturma odası ve yatak odası deney anlarında gözlem ve kontrol odasından şekil 3.11. 'de görselleri olan yazılımı özel olarak geliştirilen ve anlık iç ve dış sıcaklık kayıtlarını kayıt altına alabilen cihaz kullanılmıştır. Bu cihaz tüm verileri kaydetmiş ve sonrasında bilgisayar üzerinde tablo ve grafik olarak düzenlenmiştir. Ayrıca gözlem için ayrılan boşluklardan deney gelişim anları kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.11. Yangın öncesi kontrol panel odası ve oda içi sıcaklık termokupl görselleri ve özel geliştirilen anlık ölçüm kayıt paneli

Yangın deneylerine başlamadan önce itfaiye aracı ve yetkilileri bilgilendirilmiş ve deneye başlamadan önce olay yerinde hazır bulunmuşlardır. Ayrıca Konya Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı yetkilileri de gaz ölçümleri için deney anında bulundular. Tüm hazırlıkların tamamlanmasından sonra çevre güvenlik şeridine alındı ve ilk olarak oturma odasında yangın başlatıldı. 04.06.2021 tarihinde Saat 14.55.36 'da

deneye başlandı. Yaklaşık 95 saniye sonra bina dışından ilk duman çıkmaya başladı (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Oturma odası yangın başlangıç seviye görselleri

Şekil 3.13. 'de görülen oturma odası yangınının 7. dakikasında kapı müdahale için açıldığı varsayımı yapılarak aralanmıştır. Kapının açılması ile içeriye giren oksijen gelişim aşamasının hızlanmasına neden olmuştur. Bu süreç gelişimi yangını bulunduğu ortamda boğmaya çalışmanın önemini gözler önüne sermiştir.



Şekil 3.13. Oturma odası yangın gelişim seviyesi görselleri

Şekil 3.14. 'de görselleri verilen yangında 8. dakikada pencere camı üst kısımdan kırılmıştır. Yangının 9 dk. 44. saniyesinde bilgisayar monitörü patlamıştır. Bu patlama etkisi ve iç basınç sonucunda pencere camları tamamen parçalanarak etrafa

dağılmıştır. Camların patlaması sonrasında koyu siyah renkli duman yaklaşık 10. dakikada dumansız net çıkmaya başlamıştır.



Şekil 3.14. Oturma odası yangın pencere camı patlama ve parlama görselleri

Yangının büyümesi sonrasında Şekil 3.15. 'de görseli bulunduğu gibi yangına 10 dakika 44. saniyede müdahaleye başlanmıştır. Yangın söndürme ve soğutma işlemleri yaklaşık 3 dakika 20 saniyede tamamlanmıştır. Böylece oturma odası yangın deneyi 13 dakika 36 saniye içinde tamamlanmıştır. Yangın sonucunda çatıya doğru sıçramalar meydana gelmiştir. Yapılan deney çok katlı olsaydı muhtemelen üst katlara sıçrayarak devam etmeye çalışacaktır sonucunu çıkarabiliriz.



Şekil 3.15. Oturma odası yangın söndürme ve sonrası

Oturma odası deneyinin tamamlanmasından sonra yatak odası yangın deneyine Saat 15.28.00 'de başlandı. Şekil 3.16. 'da görselleri verilen deneye başladıktan yaklaşık 50 saniye sonra yatak odası penceresinden ilk duman sızmaya başladı.



Şekil 3.16. Yatak odası yangın başlangıç evresi görselleri

Şekil 3.17.'de görselleri verilen deney başlangıcından yaklaşık 1 dakika 35. saniye sonrasında olası yangınlarda kapının açılma olayı kurgulanması için odanın kapısı açıldı ve kapatıldı.



Şekil 3.17. Yatak odası deneyi 1 dakika 35. Saniye sonraki görselleri

Yatak odası yangının başlangıcından 5 dakika 36. saniyesinde şekil 3.18. 'de görselleri verildiği gibi yangın gelişerek büyümeye ve çevreye koyu siyah duman vermeye başlamıştır.



Şekil 3.18. Yatak odası yangın gelişim evresi görselleri

Yangının yaklaşık 7 dakika 48. saniyede şekil 3.19. 'da görüldüğü gibi parlama meydana gelmiştir. Parlama sonucunda alev dumandan arınmaya ve etrafa sıçramaya başlamıştır.



Şekil 3.19. Yatak odası yangın flashover evresi görselleri

Yangının çatıya sıçraması ve büyümesinden dolayı yangına 9. dakikasında şekil 3.20. 'de görüldüğü gibi itfaiye ekipleri müdahaleye başlamıştır.



Şekil 3.20. Yatak odası yangın söndürme işlem görselleri

İtfaiye ekiplerinin söndürme ve soğutma işlemleri müdahalesi yaklaşık 3 dakika 30 saniye sürmüştür. Yatak odası yangın deneyi yaklaşık 12 dakika 30 saniyede tamamlanmıştır. Bina yangın söndürme ve soğutma işlemlerinden sonra şekil 3.21. 'deki son haline gelmiştir.



Şekil 3.21. Yatak odası yangın sonrası dış cephe görseli

Şekil 3.22. 'de yatak odası yangın öncesi ve yangın sonrası gardırop ve sandalye malzemelerinin durumları görünmektedir Yangın etkisi ile gardırop üst parçası düşmüştür. Tüm mobilya malzemelerinin dış kaplamaları yok olmuştur. Oda içerisindeki iç cephe boyası da yangında yanarak yok olmuştur



Şekil 3.22. Yatak odası yangın öncesi ve yangın sonrası iç mekân görselleri

Şekil 3.23. 'de yangın öncesi ve sonrası durumları verilen yatak odası yangınında alüminyum giriş kapısı camları yangında patlamıştır. Ayrıca kapı üst kısımlarında plastik şekil değiştirmeler meydana gelmiştir. Yangın esnasında oda üst sıcaklığının çok yüksek olduğu oda alt bölgelere doğru sıcaklık değerinin azaldığı sonucu kapı düşey eksenli boyunca da gözlemlenmiştir. Yatak odasında bulunan takvim yanarak kül olmuştur. Elektrik prizleri erimiş ve kullanılamaz hale gelmiştir. Yatak odası zemin kaplaması olarak kullanılan laminant parkelerde yanıklar oluşmuştur.



Şekil 3.23. Yatak odası kapı giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.24. 'de yatak odası yangınında yatak başlığı ve yatak yanarak kül olmuş Yataktan geriye sadece yayları ve iskelet sistemi kalmıştır. Tablo ve iç cephe boyası yanarak yok olmuştur. Girişin sağında bulunan elektrik prizleri erimiştir. Prizlerdeki erimenin etkisi elektrik kabloları da zarar görmüştür. Yatak odasında kullanılan stor perdeler de yanarak yok olmuştur.



Şekil 3.24. Yatak odası yatak ve başlık yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.25. 'de yatak odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri mevcuttur. Pencere üst köşesinden ilk duman vermeye başladı. Bu noktadan erimeye başladı ve düşey eksen boyunca pencere altına doğru etki yayılmaya başladı. Yangın müdahale süresi uzamış olsaydı erime daha geniş alanlara yayılacaktı. Yangında

pencere camları dağılmıştır. Pencere dışından bakıldığında üst kısımdan cepheden üst katlara yürümeye çalıştığı görülmüştür.



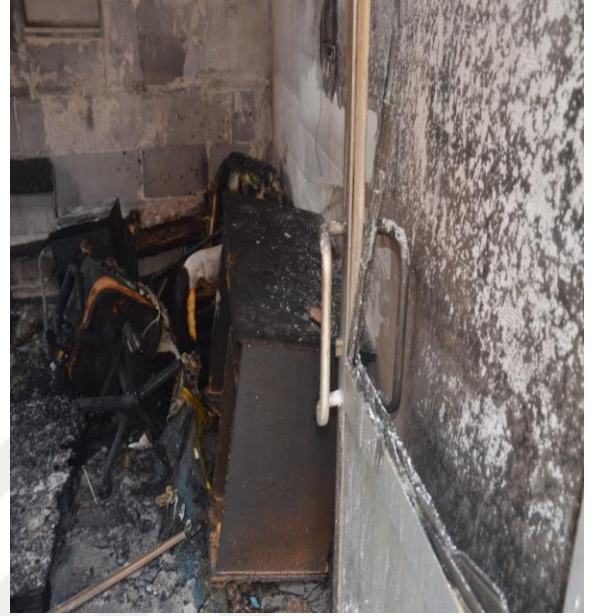
Şekil 3.25. Yatak odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası içeriden ve dışarıdan görselleri

Şekil 3.26. ‘da oturma odası giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri vardır. Oturma odasında kullanılan alüminyum kapı yangın etkisi ile sol üst köşesinden başlayarak erimeler meydana gelmiştir. Kapı alt kısımlarına doğru etki azalmıştır. Yangına erken müdahale edilmemiş olsaydı etkileri büyüyecek ve kapı alt kısımlarının da erimeye başlayacağı görülmüştür. Kapı camları yangında dağılmıştır. Yangında oda içerisinde bulunan bilgisayar monitörü patlamıştır. Patlamanın etkisi ile monitör yerinden düşmüştür. Yangında bilgisayar masasının ahşap kaplamaları erimiştir. Oturma odası zemininde fayans kullanılmıştır. Fayans malzemesi yangın

esnasında yatak odası zemininde kullanılan parkeye göre daha yüksek performans göstermiştir. Oturma odası iç cephe boyası da yok olmuştur.



Şekil 3.26. Oturma odası giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri



Şekil 3.27. ‘de oturma odasında bulunan tekli koltukta yangın öncesinde ve yangın sonrasında meydana gelen değişim görülmektedir. Yangında koltuk kumaşları ve süngerleri yok olmuştur. Koltuktan sadece iskelet sistemi kalmıştır. Oturma odasında bulunan halı yangın esnasında küle dönmüştür.



Şekil 3.27. Oturma odası tekli koltuk yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri



Şekil 3.28. 'de oturma odasında bulunan tuval tablo ve prizlerdeki yangın öncesi ve yangın sonraki durumları görülmektedir. Yangında tuval tablo yok olmuştur ve sadece tablo kül izleri kalmıştır. Elektrik prizleri yangında erimiştir. Oturma odası iç cephe boyası yok olmuştur.



Şekil 3.28. Oturma odası tuval tablo ve priz yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.29.'da oturma odasında bulunan çoklu oturma grubu yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri bulunmaktadır. Yangında kumaşlar tamamen yok olmuştur. Ana iskelet sistemi ve düşey elemanlar kalmıştır. Yangına müdahale süresi uzamış olsaydı sadece iskelet sisteminin kalacağı anlaşılmaktadır. Oturma odası iç cephe boyası yok olmuştur.



Şekil 3.29. Oturma odasında bulunan çoklu oturma grubu yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.30. ‘da oturma odasında bulunan kitaplık, tablo, ayna, elektrik prizini içeren iç mekân elemanları yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri mevcuttur. Yangında kitaplıktaki kitaplar yanmaya başlamıştır. Ancak yangın başlangıç noktasına uzak olması ve müdahale süresinden kaynaklı olarak tamamen yanma olayı gerçekleştirmemiştir. Kitaplık metal malzemeden imal edilmiştir. Yangın kitaplığı eritecek seviyeye ulaşmamıştır. Oda içerisinde bulunan ayna çerçeveleri yok olmuş ve aynası dağılmıştır. Oda da bulunan tablo yangın da kül olmuştur. Oturma odası prizleri de yangın etkisi ile erime meydana gelmiştir. Ayrıca oda iç cephe boyası da yangında yanmıştır.



Şekil 3.30. Oturma odası giriş bölümü yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.31. ‘de oturma odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası içeriden ve dışarıdan görselleri bulunmaktadır. Oturma odası yangınında alüminyum pencere plastik şekil değiştirmiştir. Pencere üst köşe noktası üzerinden ilk duman çıkmaya başlamış. Pencere üst köşe noktasından pencere yangın anında erimeye başlamıştır ve düşey eksen boyunca etki aşağıya yayılarak gelmiştir. Yangında pencere camları tamamen parçalanmıştır. Pencere dış cephesine bakıldığında pencerenin erimesi ve camların kırılması ile üst katlara doğru sıçrama eğilimi olduğu görülmüştür. Yapılan deney esnasında müdahale süresi uzamış olsaydı çatı elemanlarına sıçrayacak ve büyümeye devam edecekti ancak deney anında çatıya sıçramadan müdahale edilmiştir.



Şekil 3.31. Oturma odası alüminyum pencere yangın öncesi ve yangın sonrası içeriden ve dışarıdan görselleri

Şekil 3.32. a. ‘da oturma odası alüminyum giriş kapısı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri mevcuttur. Kapının tutma kolu üst köşesinde plastik şekil değiştirme en fazla olmuştur. Oda iç sıcaklık ölçümlerindeki verilerde üst sıcaklıklardan oda alt seviye sıcaklık ölçümlerine doğru azalma olduğu görülmüştü. Sıcaklık verilerindeki değerlerin doğal karşılığı olarak kapı düşey ekseninde de alt kısımlara doğru etkinin sınırlı kaldığı gözlemlenmiştir. Yangın müdahale süresi uzamış olsaydı etki daha fazla yayılacağı ve şekil değiştirmelerin artacağı anlaşılmıştır. Kapı camları patlamış ve dağılmıştır. Şekil 3.32.b. ‘de yatak odası alüminyum giriş kapısı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri bulunmaktadır. Yatak odasında da oturma odasında gözlenen sonuçlara yakın değerler çıkmıştır. Yatak odasında yangın maksimum sıcaklık değeri

daha büyük olmasına rağmen kısmen erken müdahale edilmiş olması şekil değiştirmeler üzerinde fark oluşmamasına neden olmuştur. Oturma odası ve yatak odası yangınlarında camların patlaması ve kapıların açılması etkisi ile yangın çatı ya sıçrama eğilimi göstermiştir. Çatıda kısmi tutuşmalar olsa da itfaiye ekiplerinin müdahale etmesi ile çatı elemanlarına yayılmasının önüne geçilmiştir.



a. Oturma odası alüminyum giriş kapısı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri



b. Yatak odası alüminyum giriş kapısı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

Şekil 3.32. Oturma odası ve yatak odası alüminyum kapı yangın öncesi ve yangın sonrası görselleri

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Yangın Yüğü

Yangın yükü hesaplamaları malzemenin alt ısı değeri ile yanıcı madde kütlesinin çarpılması ile bulunan değerler toplamının toplam alana bölünmesi ile (mJ/m²) biriminde yangın yükü elde edilmiştir. Elde edilen değer yangın indeks değerine dönüştürülmüş ve değerlendirme tablosu üzerinden sonuçlar yorumlanmıştır (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007).

Çizelge 4.1. Oturma odası yangın yükü hesabı

YANICI MADDE İSMİ	YANICI MADDE KÜTLESİ (kg)	ALT ISIL DEĞER (IHV)(mj/kg)	m x IHV
KANEPE	120	28,98	3477,6
STOR PERDE 1	1,95	15,51	30,2445
BİLGİSAYAR MASASI	29,76	16,42	488,6592
HALI	10,35	15,51	160,5285
MONİTÖR	11,5	36	414
KİTAPLIK	60	16,42	985,2
KİTAP	55	19,93	1096,15
LAMBA	0,22	18	3,96
TABLO (TUVAL)	2	19	38
ŞEMATİK KARTON TABLO	1	20	20
FAYANS	192,125	48	9222
PENCERE	41,12	36	1480,32
KAPI	60,2	36	2167,2
TOPLAM (M × IHV)	19583,8622		
TOPLAM ALAN (m²)	10,5		

Oturma odası olarak tasarlanan oda da yangın yükü değeri Çizelge 4.1. 'deki verilere göre;

$$YANGIN YÜKÜ = \frac{TOPLAM (MXIHV)}{TOPLAM ALAN}$$

Yangın yükü=1865,13mJ/m²

Yangın yükü indeksi=1,865 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2.'de verilen yangın indeks tablosundan oturma odasındaki yangın yükü değer aralığına bakıldığında odanın yangın tehlikesi olduğu ve hatta yangının şiddetlenerek

felakete dönüşmesini sağlayabilen yangın fırtınası riski mevcut olduğu görülmüştür. Nitekim deney sırasında da yangın ciddi tahribatlar vermiş ve diğer deney odamız olan yatak odasını da etkilemiştir.

Çizelge 4.2. Yangın indeks tablosu (Oturma odası)

YANGIN İNDEKSİNE GÖRE SINIFLANDIRMA	
0,00 – 1,00	Yangının sıçrama tehlikesi yok.
1,00 – 1,50	Yangının yayılma tehlikesi var.
1,50 – 2,50	Alan yangını ve yangın fırtınası tehlikesi mevcuttur.
2,50 – 3,50	Yangın fırtınası olasılığı yüksektir.
3,50>	Yangın durumunda felaket kaçınılmazdır.

Çizelge 4.3. Yatak odası yangın yükü hesabı

YANICI MADDE İSMİ	YANICI MADDE KÜTLESİ (kg)	ALT ISIL DEĞER (IHV) (mj/kg)	m x IHV
BAZA+BAŞLIK	140	35	4900
YATAK	22	33,1	728,2
GARDIOP	70	20,04	1402,8
HALI	3,6	15,51	55,836
ÇARŞAF	0,5	16,61	8,305
AYAKKABI	5	28	140
TERLİK	3	19,65	58,95
KIYAFETLER	10	15,51	155,1
STORE PERDE	1,95	15,51	30,2445
LAMBA	0,22	33,1	7,282
TABLO (TAKVİM)	0,5	14,84	7,42
ŞEMATİK KARTON TABLO	1	13	13
LAMİNANT PARKE	77,26814516	16,42	1268,74294
PENCERE	41,12	36	1480,32
KAPI	60,2	36	2167,2

TOPLAM (M × ihv)	12423,40044
TOPLAM ALAN (m²)	10,5

Yatak odası olarak tasarlanan oda da yangın yükü değeri Çizelge 4.3. 'deki verilere göre

$$YANGIN YÜKÜ = \frac{TOPLAM (MXIHV)}{TOPLAM ALAN}$$

Yangın yükü=1183,18mJ/m²

Yangın yükü indeksi=1,183 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4.'de verilen yangın indeks tablosundan oturma odasındaki yangın yükü değer aralığına bakıldığında odanın yangın tehlikesi riskinin olduğu görülmüştür. Nitekim deney sırasında da yangın ciddi tahribatlar vermiş oda kullanılamaz hale gelmiştir. Deney sırasında da yangın gelişerek deney binası saçaklarına sıçramıştır.

Çizelge 4.4. Yangın indeks tablosu (Yatak odası)

YANGIN İNDEKSİNE GÖRE SINIFLANDIRMA	
0,00 – 1,00	Yangının sıçrama tehlikesi yok.
1,00 – 1,50	Yangının yayılma tehlikesi var.
1,50 – 2,50	Alan yangını ve yangın fırtınası tehlikesi mevcuttur.
2,50 – 3,50	Yangın fırtınası olasılığı yüksektir.
3,50>	Yangın durumunda felaket kaçınılmazdır.

Yapılan yangın yükü hesaplamaları sonucunda yatak odası (1,18)'lik yangın indeks değeri hesaplanmıştır.

Oturma odasında ise 1.86'lık yangın indeks değeri elde edilmiştir. İndekste bu değerler her iki odada da yangın yayılma tehlikesi olduğunu hatta oturma odasında yangın büyük seviyelere çıkarsa güçlü hava akımı nedeniyle yangın fırtınası ihtimalide olduğu ön görülerine ulaşılmıştır.

Yangın esnasında yatak odası oda üst bölge sıcaklığı 1200 c geçerken oturma odası üst bölge sıcaklığı 900 c civarında kalmıştır.

Yanan bir yapıdaki odaların yangın yükünü bilmek, yangın güvenliği için önemli bir bilgidir. Çünkü farklı oda veya bölmelerdeki yangınların ne kadar yıkıcı olabileceğini gösterir ve bir yangının bir alandan diğerine ne kadar yayılma olasılığı hakkında fikir verir. İtfaiyeciler bu bilgileri yanan binaların en savunmasız veya tehlikeli alanlarını belirlemek için kullanır. Ayrıca bir bina inşa edilirken dikkate alınan bir husustur. Örneğin, beton yanmadığı için yangın yüküne katkıda bulunmaz ve bu nedenle genellikle yüksek derecede yanıcı malzemelerin tutulduğu odaları veya binaları inşa etmek için kullanılır. Yangın yönetmelikleri ve bina yönetmelikleri genellikle yakıt gibi yüksek derecede yanıcı maddelerin nerede ve nasıl depolanabileceğini kısıtlayan yönetmelikleri içerir.

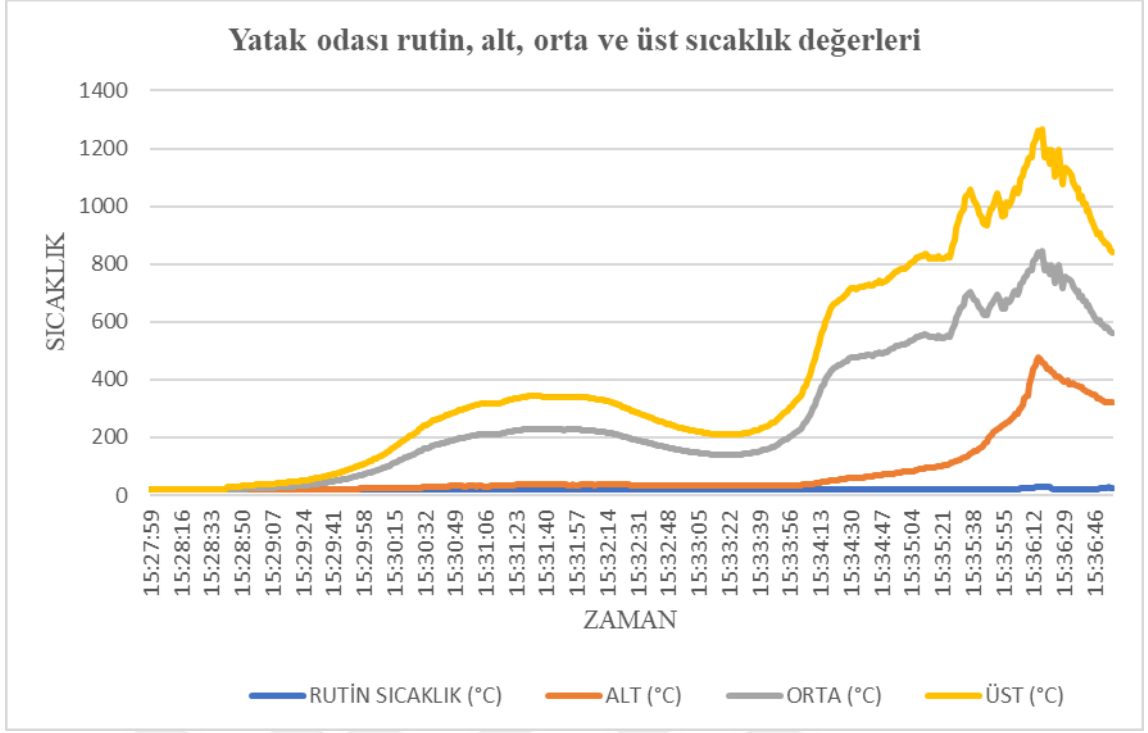
Yangın yalıtım olayı, can ve mal güvenliği için çok ciddi öneme sahiptir. Pasif yangın yalıtımı, yapıların daha uzun yıllar ayakta kalmasını sağlar ve ayrıca yangın oluşan yapıdan kaçılabilmesi için gerekli olan ekstra zamanı kazandırabilir. Pasif yangın yalıtımının nasıl yapılacağıyla ilgili karar vermek için yapının yangın yükünün de bilinmesi gerekir. İnsan yaşamı için can, mal, psikolojik kayıplar yaşamamak için her yapı inşasının yangın yükü hesabı yapılmalı ve çıkan sonuçlara göre yangın yalıtım çalışmaları yapılmalıdır.

4.2. Deney Anı Oturma Odası ve Yatak Odası İç Sıcaklık Değişim Sonuçları

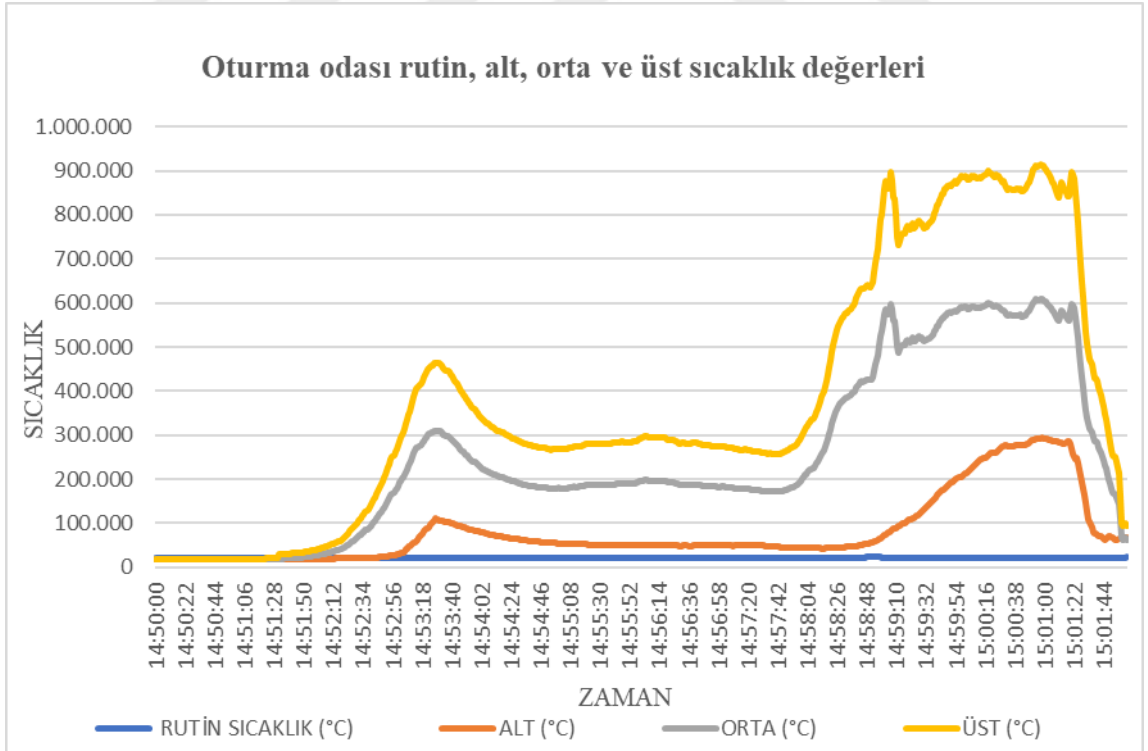
Şekil 4.1. 'de verilen yangın esnasında yatak odası oda üst bölge sıcaklığı 1200°C geçerken Şekil 4.2. 'de verilen oturma odası üst bölge sıcaklığı 900 °C civarında kalmıştır.

Yangın esnasında Odalarda alt-orta ve üst bölgelerde anlık sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Yapılan yangın odalarımızın tavanı eğimli olarak planlanmış ve tavan eğiminin yangın esnasında odalardaki sıcaklık ölçüm için en yüksek duvar hizasından alt-orta-üst bölgelere sıcaklık ölçüm dataloger ile sağlanmıştır. Yatak odasında üst bölge sıcaklığı 1200 °C, orta bölge 800 °C ve alt bölge 400 °C civarında maksimum sıcaklıklar ölçülmüştür. Oturma odasında üst bölge sıcaklığı 900 °C, orta bölge 600 °C ve alt bölge 300 °C civarında maksimum sıcaklıklar ölçülmüştür.

Yangın esnasında iç ortamdaki sıcaklık zamana dayalı olarak artar. Yangın esnasında en büyük sıcaklık ivmesi yangının başlangıcından beşinci dakikaya kadar uzanan süreçtedir. İnsanoğlu yaklaşık 170 °C'ye sadece 1 dakika dayanır. Bu nedenle de yangın esnasında saniyelerin bile önemi çok yüksektir.



Şekil 4.1. Yatak odası yangın esnasında rutin, alt, orta ve üst bölge sıcaklık değerleri



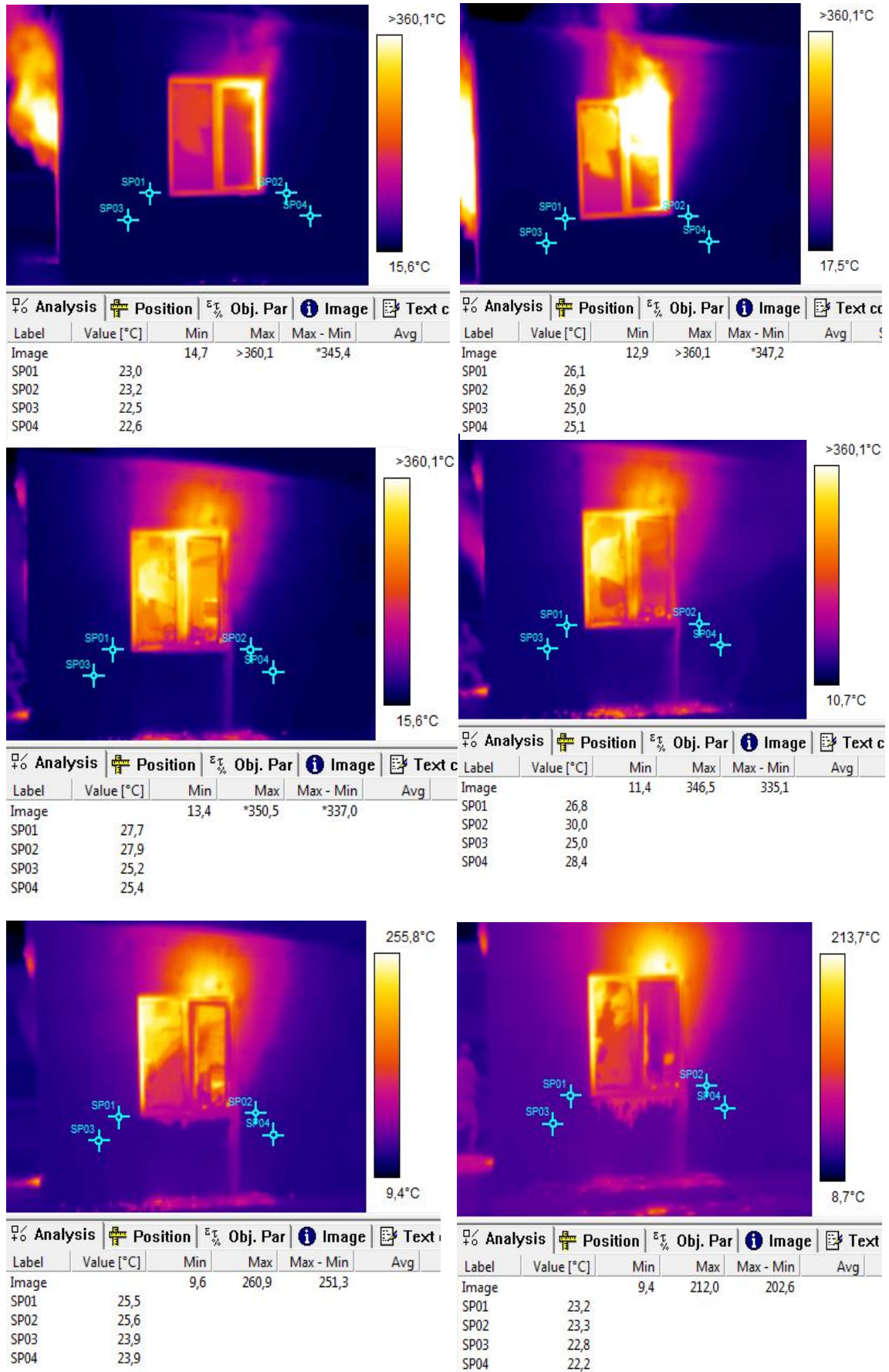
Şekil 4.2. Oturma odası yangın esnasında rutin, alt, orta ve üst bölge sıcaklık değerleri

4.3.Termal Kamera Kayıtları

Bu çalışmada termal görüntüler için Çizelge 3.5.' de teknik özellikleri ve görseli verilen Flir marka T200 modeli infrared termografi kullanılmıştır. Oturma odası ve yatak odası içinde deney başlangıç anlarından itibaren anlık termal görüntüler kayıt altına alınmıştır. Alınan görüntüler Flir T200 cihaz uygulamasında açılarak istenilen nokta değerlerinin sonuçları alınmıştır.

Termal kamera ile duvarlardan, pencerelerden ve kapılardan sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4.3.'de yatak odası dış duvarında yangın esnasında yüzey sıcaklık ölçümleri verilmiştir. Oda dışı duvardan 4 noktadan farklı zamanlarda ölçümler alınmıştır.

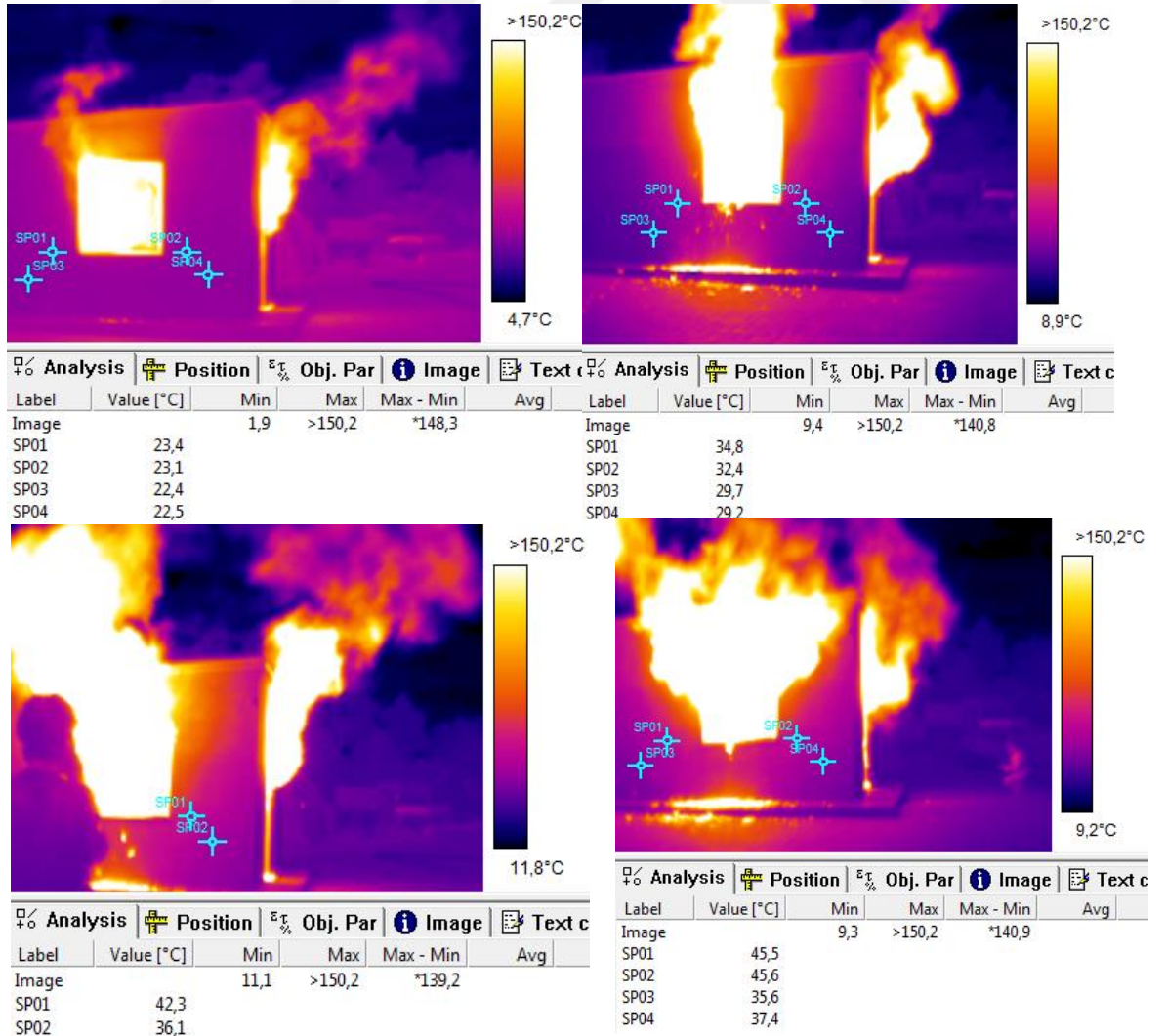
Yatak oda içi üst sıcaklığı maksimum 1200 °C, orta bölge sıcaklığı 800 °C ve alt bölge sıcaklığı 400 °C derece civarında iken oda dışı duvar sıcaklığı maksimum 30.0 °C ölçülmüştür. SP01 ve SP02 noktaları pencereye daha yakın noktalardır. SP03 ve SP04 noktaları ise diğer iki noktaya göre daha düşük yüksekliktedir. Oda içerisinde olduğu gibi oda dışı duvar sıcaklıklarında da zeminden tavana doğru sıcaklığın arttığı tüm noktalarda gözlemlenmiştir. Ayrıca pencere bölgesinde ısı yoğunluğu olduğu görülmüştür. SP01 ve SP02 noktaları pencereye daha yakındır. SP03 ve SP04 noktaları diğer 2 noktaya göre pencereye daha uzaktır. Sıcaklığın zirve yaptığı zamanda SP01 26.8 °C ölçülmüşken SP03 noktasında 25.0 °C ölçülmüştür. SP02 'de 30.0 °C ölçülmüşken SP04 'de 28.4 °C ölçülmüştür. Bu verilerde göstermiştir ki alüminyum pencerenin olduğu bölgede sıcaklık daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Yangın esnasında sıcaklığın zirve yaptığı zaman camın patlamasından sonra olmuştur.

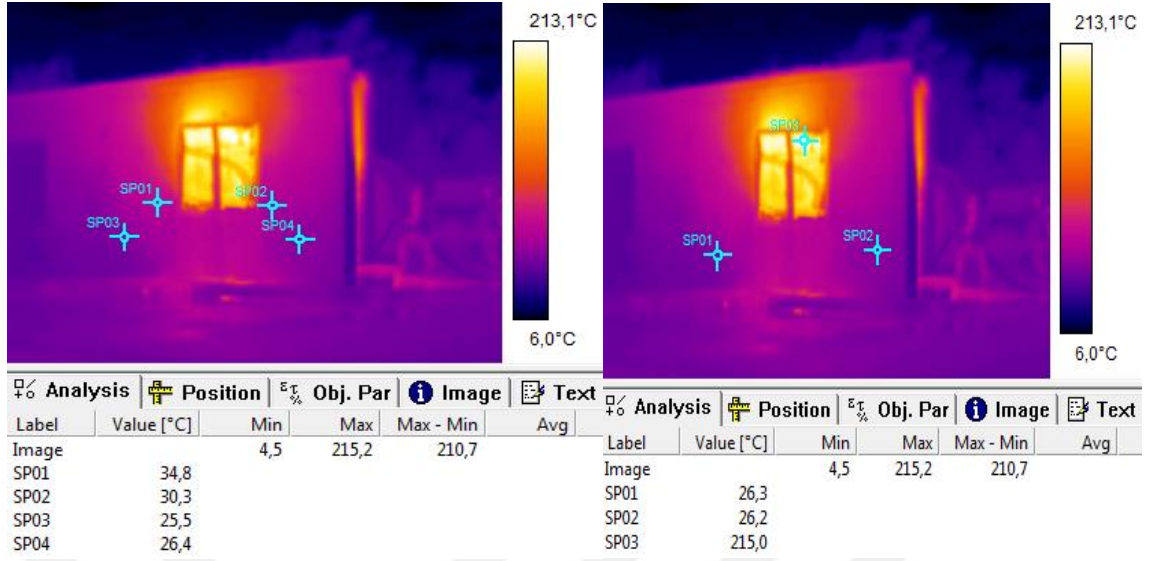


Şekil 4.3. Yatak odası yangın esnasında dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri

Şekil 4.4’de oturma odası dış duvarında yangın esnasında yüzey sıcaklık ölçümleri verilmiştir. Oda dışı duvardan 4 noktadan farklı zamanlarda ölçümler alınmıştır.

Oturma oda içi maksimum. üst sıcaklığı 900°C, orta bölge sıcaklığı 600 °C ve alt bölge sıcaklığı 300 °C derece civarında iken oda dışı duvar sıcaklığı maksimum 45.6 °C ölçülmüştür. SP01 ve SP02 noktaları pencereye daha yakın noktalardır. SP03 ve SP04 noktaları ise diğer iki noktaya göre daha düşük yüksekliktedir. Oda içerisinde olduğu gibi oda dışı duvar sıcaklıklarında da zeminden tavana doğru sıcaklığın arttığı tüm noktalarda gözlemlenmiştir. Ayrıca pencere bölgesinde ısı yoğunluğu olduğu görülmüştür. SP01 ve SP02 noktaları pencereye daha yakındır. SP03 ve SP04 noktaları diğer 2 noktaya göre pencereye daha uzaktır. Sıcaklığın zirve yaptığı zamanda SP01 45.5 °C ölçülmüşken SP03 noktasında 35.6 °C ölçülmüştür. SP02 ‘de 45.6 °C ölçülmüşken SP04 ‘de 37.4 °C ölçülmüştür. Bu verilerde göstermiştir ki alüminyum pencerenin olduğu bölgede sıcaklık daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Yangın esnasında sıcaklığın zirve yaptığı zaman camın patlamasından sonra olmuştur.



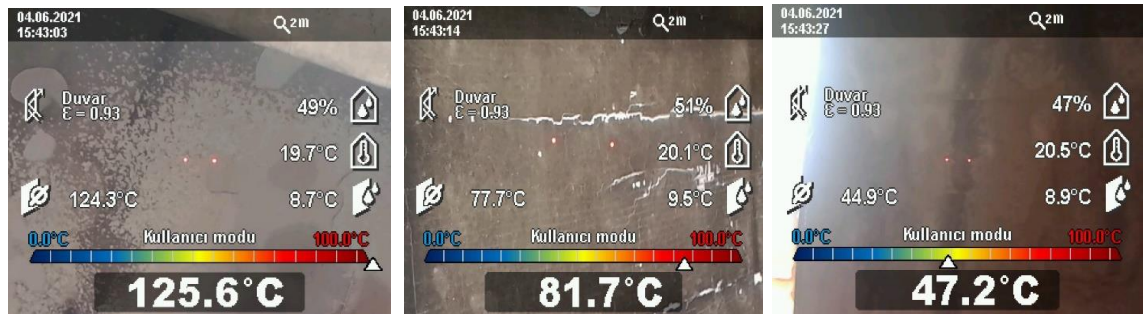


Şekil 4.4. Oturma odası yangın esnasında dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri

4.4. Kameralı Lazerli Isı ve Nem Ölçer Sonuçları

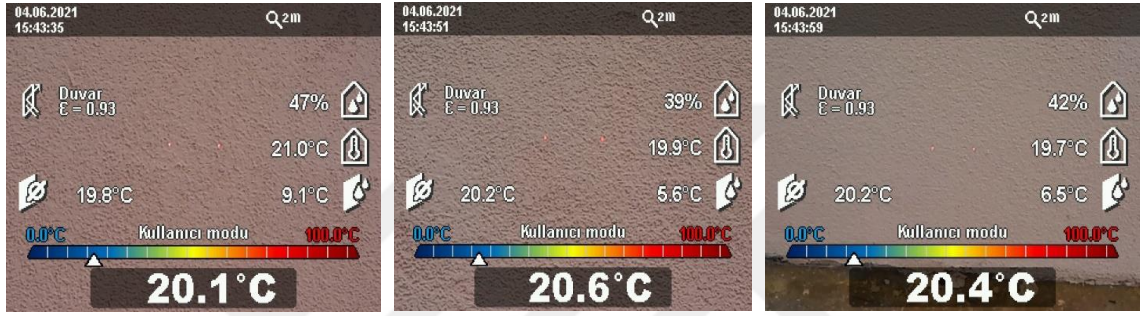
Kameralı lazerli ısı ve nemölçer cihazı ile yangın öncesi ve sonrası duvarlardan ölçümler yapılmıştır.

Deneyde Şekil 4.5.'de görülen yatak odası yangın sonrası iç duvar sıcaklık değerleri ölçülmüştür. İlk ölçümde deney başlangıcından 11.35 dk sonra iç duvar sıcaklığı 125.6 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndükten 3.04 dk sonrasına denk gelmektedir. Ölçülen duvarın karşıdaki duvar ölçüldüğünde yangın başlangıcından 11.59 dk sonra duvar sıcaklığı 81.7 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndürüldükten sonra 3.28 dk sonraya denk gelmektedir. Deney odasındaki kapı iç duvar sıcaklığı 47.2 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın başlangıcından 12.12 dk sonra ölçülmüştür. Kapı içi duvar iç sıcaklık değeri yangın söndükten 3.41 dk sonra ölçülmüştür.



Şekil 4.5. Yatak odası yangın sonrası iç duvar yüzey sıcaklık ölçümleri

Deneyde Şekil 4.6.'de görülen yatak odası yangın sonrası dış duvar sıcaklık değerleri ölçülmüştür. İlk ölçüm yangın deney başlangıcından 12.20 dk sonra dış duvar sıcaklığı 20.1 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndükten 3.49 dk sonrasına denk gelmektedir. Ölçülen duvarın başka noktası ölçüldüğünde yangın başlangıcından 12.36 dk sonra duvar sıcaklığı 20.6 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndürüldükten sonra 4.05 dk sonraya denk gelmektedir. Deney odasındaki kapı dış duvar sıcaklığı 20.4 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın başlangıcından 12.44 dk sonra ölçülmüştür. Kapı dışı duvar dış sıcaklık değeri yangın söndükten 4.13 dk sonra ölçülmüştür.



Şekil 4.6. Yatak odası yangın sonrası dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri

Deneyde Şekil 4.7.'de görülen oturma odası yangın sonrası dış duvar sıcaklık değerleri ölçülmüştür. İlk ölçüm yangın deney başlangıcından 11.39 dk sonra dış duvar sıcaklığı 14.7 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndükten 1.09 dk sonrasına denk gelmektedir. Ölçülen duvarın başka noktası ölçüldüğünde yangın başlangıcından 12.22 dk sonra duvar sıcaklığı 14.1 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın söndürüldükten sonra 1.52 dk sonraya denk gelmektedir. Deney odasındaki kapı dış duvar sıcaklığı 14.7 °C ölçülmüştür. Bu değer yangın başlangıcından 12.28 dk sonra ölçülmüştür. Kapı dışı duvar dış sıcaklık değeri yangın söndükten 1.58 dk sonra ölçülmüştür.



Şekil 4.7. Oturma odası yangın sonrası dış duvar yüzey sıcaklık ölçümleri

4.5. Deneyde Ölçüm Yapılan Zehirli Gazlar

Yangın esnasındaki zehirli gaz ölçümleri yatak odası ve oturma odası ile deney gözlem odası arasındaki duvarların orta noktalarından delikler açılmak suretiyle gözlem odasından ölçülmüştür.

Yapılan deneysel çalışmamızda ölçümü yapılan gazlar;

- Oksijen(O) gaz miktarı (%),
- Uçucu Organik Bileşikler (%VOC) Oranı,
- Alt Patlayıcı limit (%LEL) Oranı,
- Karbonmonoksit (CO) (ppm) Gazı,
- Hidrojen Sülfür (H₂S) (PPM) Gazı,
- Amonyak (NH₃) (%) Gazı

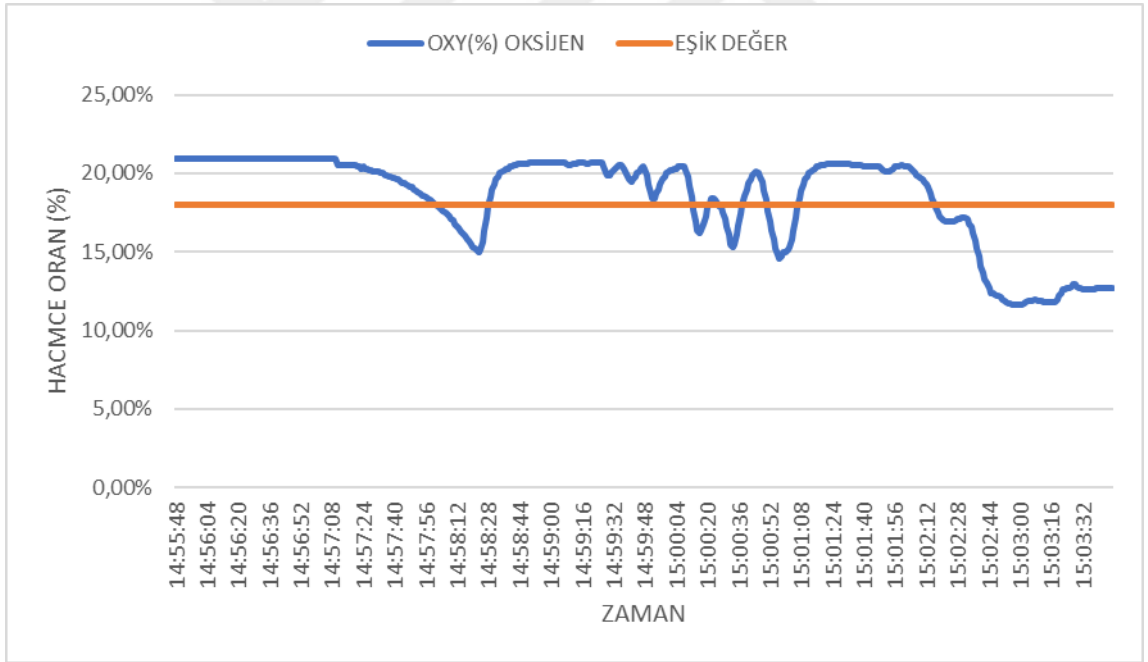
olmak üzere 6 farklı gaz ölçümü yapılmıştır. Deney anında gaz ölçüm cihaz görseli ve cihazın teknik özellikleri çizelge 4.5.' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. MultiRAE gaz ölçüm cihazı teknik özellikleri ve görseli (URL-7)

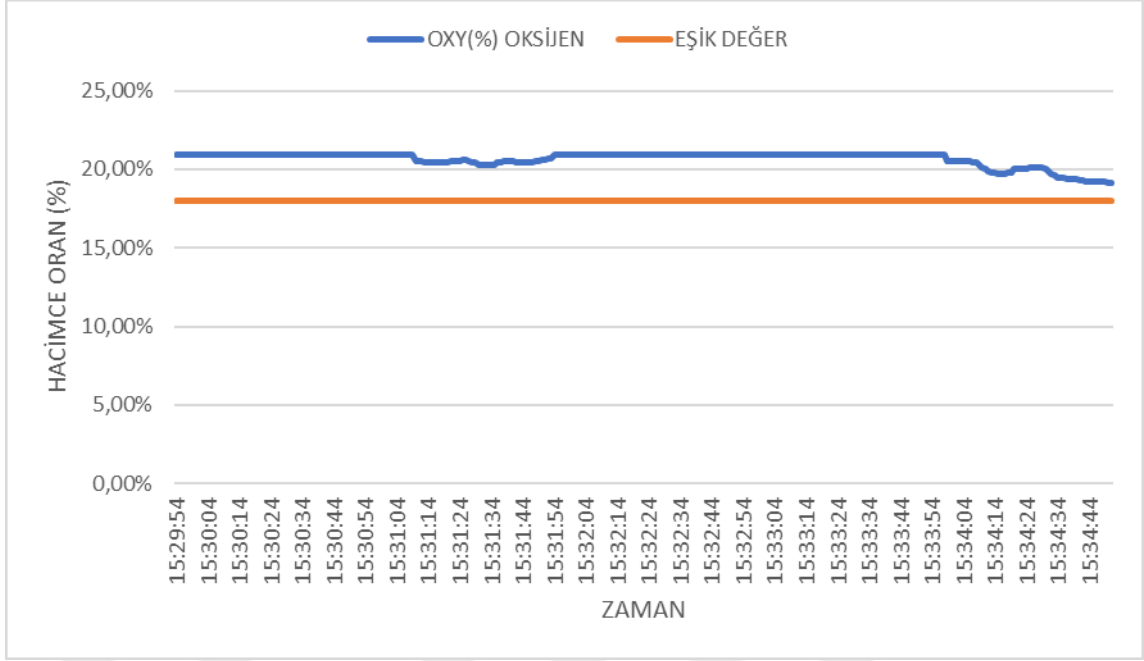
	Boyutlar	193 x 96,5 x 66 mm
	Ağırlık	880 g
	Sensörler	25 adet in üzerinde sahada değiştirilebilir akıllı sensörler, VOC gazlar için PID, toksik gazlar ve oksijen için elektrokimyasal, yanıcı gazlar için LEL ve NDIR, ve CO ₂ için NDIR sensörü
	Pil	Şarj edilebilir Li-iyon, 12 saat çalışma süresi, <6 saat. şarj süresi
	Ekran	Arka aydınlatmalı monokrom grafik LCD ekran (128 x 160)
	Örnekleme	Dahili pompa
	Kalibrasyon	AutoRAE 2 Otomatik Test ve Kalibrasyon Sistemi
	Alarmlar	Sesli (95 dB @ 30 cm), titreşim, görünür. (Yanıp sönen parlak kırmızı LED'ler) ve ekrandaki alarm koşullarının ekranda gösterimi, kablosuz uzaktan alarm bildirimi
	Veri Kayıt	Sürekli veri kaydı (1 dakika arayla 5 sensör için 6 ay, 24/7) Kullanıcı tarafından yapılandırılabilir veri arşivleme aralıkları (1- 3.600 saniye arası)
	Çalışma Sıcaklığı	-20° ... 50°C
	Çalışma Nemi	0% ... 95% bağıl nem (yoğuşmasız)
	Koruma Sınıfı (toz ve su direnci)	IP65

4.6.Oksijen (O)

Deneyde oksijen (O) gazı ölçümü yapılmıştır. Ek-1 ‘de oturma odası oksijen miktarı değişimi ve Ek-2 ‘de yatak odası yangın anı oksijen miktarı değişimi verileri verilmiştir. Oksijen ölçümlerinde yatak odasındaki oksijen miktarı sadece min %19 seviyelerine düşmüşken oturma odasındaki oksijen miktarı ise %11 seviyelerine kadar inmiştir. Ortamdaki oksijen miktarı %18’in altına düştükten sonra insan sağlığına zarar vermeye başlar. Literatür bilgilerine göre %11 olursa baş dönmesi ve istekli hareketlerde güçlük meydana gelmektedir. buna göre görülmüştür ki yatak odasındaki oksijen miktarı yangın sıcaklık değeri daha yüksek olmasına rağmen oturma odasındaki oksijen miktarına göre tehlikeli boyutlara ulaşmamıştır bunun sebebi yangın yükü miktarının daha düşük seviyelerde olduğu içindir. Şekil 4.8. ‘de oturma odasındaki oksijen oranı değişim grafiği ve sınır değeri verilmiştir. Şekil 4.9. ‘de yatak odası oksijen oranı değişim grafiği ve sınır değeri verilmiştir.



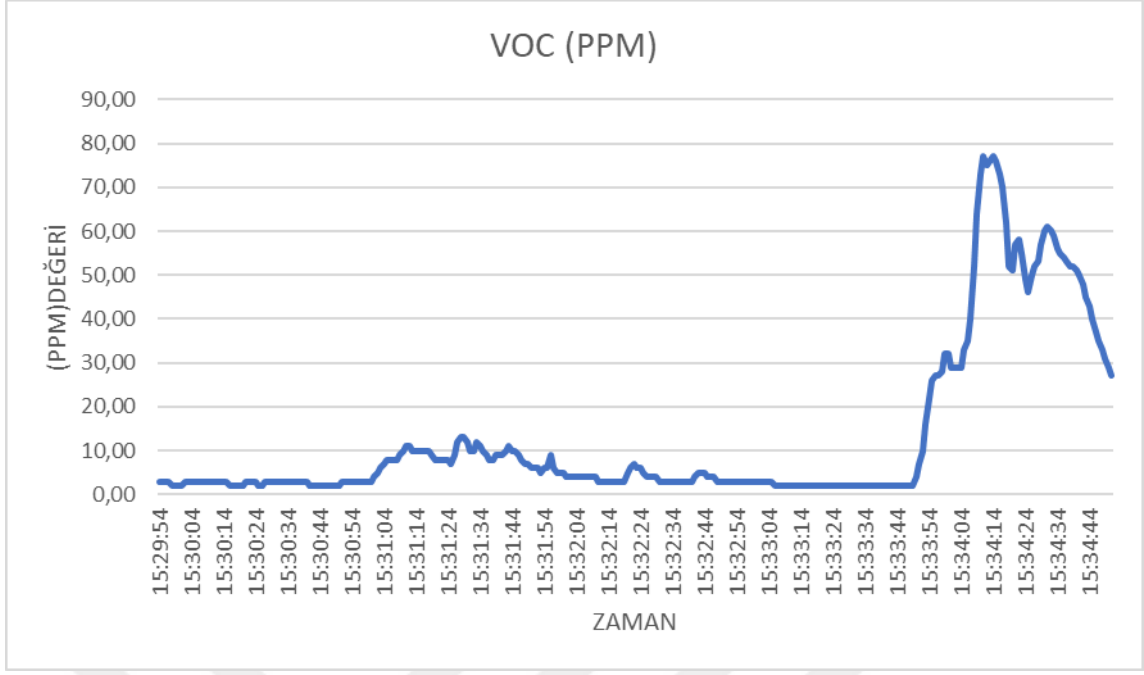
Şekil 4.8. Oturma odası oksijen oranı değişim grafiği



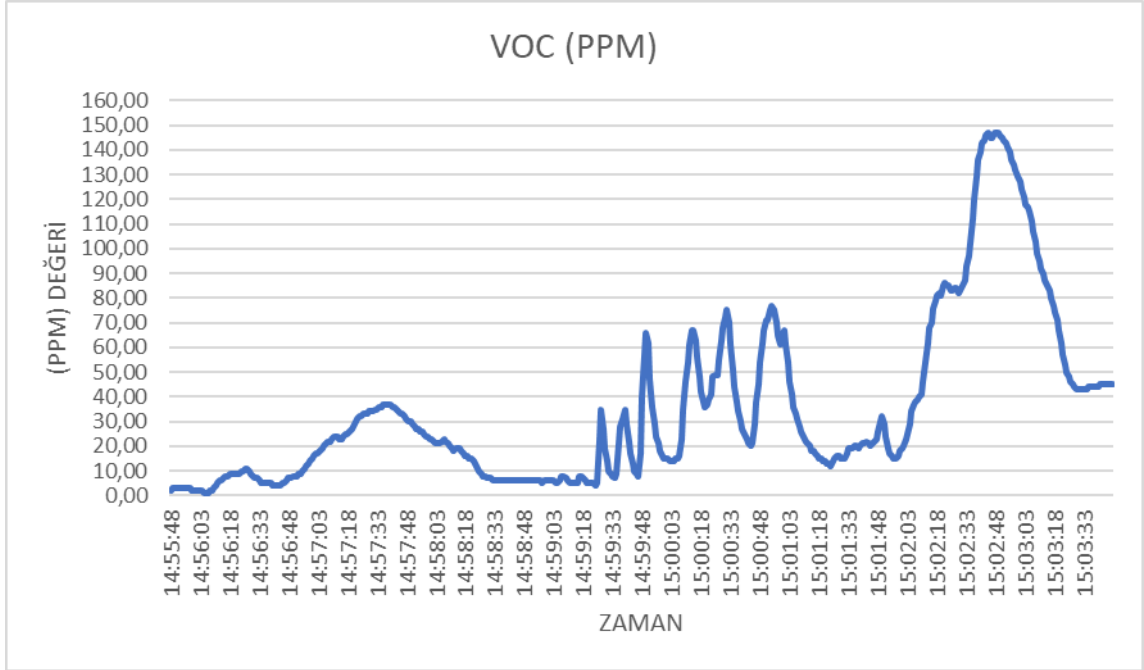
Şekil 4.9. Yatak odası oksijen oranı değişim grafiği

4.7. Uçucu Organik Bileşikler (%VOC) Oranı

Deneyde Uçucu Organik Bileşikler (%VOC) Oranı ölçümü yapılmıştır. Ek-3 'de oturma odası uçucu organik bileşik değişim verileri ve Ek-4 'de yatak odası uçucu organik bileşik değişim verileri verilmiştir. Oturma odasında maksimum 145 ppm değerine ulaşmışken yatak odası VOC miktarı maksimum 76 ppm değerine ulaşmıştır. Deney sonucunda görülmüştür ki yangın esnasında oturma odası eşyaları daha fazla uçucu organik gaz salınımı yapmıştır. Şekil 4.10. 'de yatak odası VOC oranı değişim grafiği verilmiştir. Şekil 4.11. 'de oturma odası VOC oranı değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.10. Yatak odası VOC oranı değişim grafiği



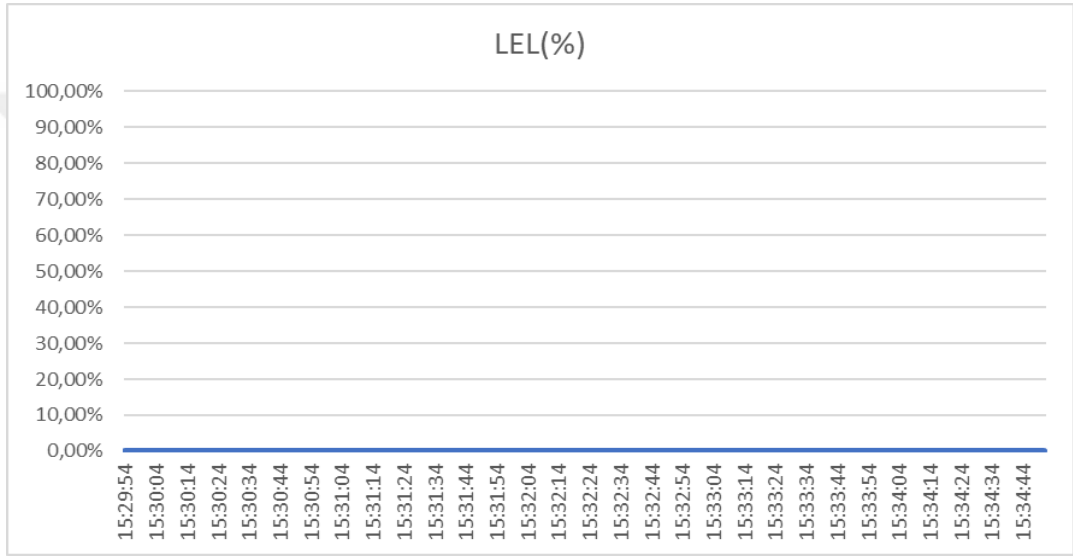
Şekil 4.11. Oturma odası VOC oranı değişim grafiği

4.8. Alt Patlayıcı Limit (%LEL) Oranı

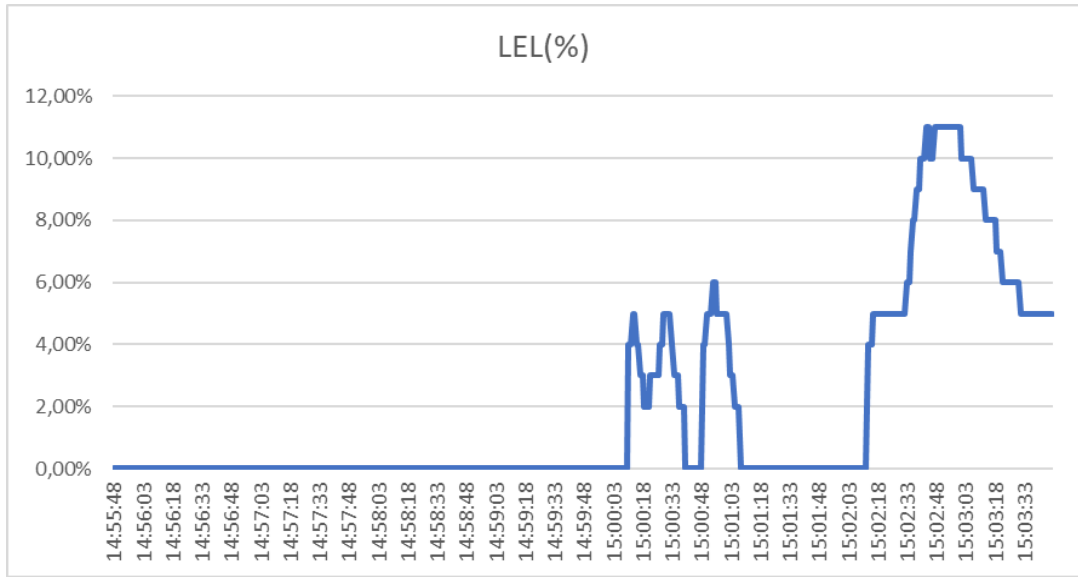
Deneyde Alt Patlayıcı Limit (%LEL) Oranı ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.12. 'da verilen şekilde görüldüğü gibi yatak odasında %LEL seviyesi hiç gözlemlenmemiştir. Şekil 4.13. 'de verilen şekilde oturma odasında %LEL seviyesi %11 e kadar

yükselmiştir. Ortamdaki %LEL seviyesi %100 seviyesine ulaşması gerektiği ve sonrasında patlama olayının başladığı bilinmektedir.

Patlama olayının olabilmesi için LEL (alt patlama derecesi) durumunun UEL (üst patlama sınırı derecesi) durumuna ulaşması için LEL 'in %100 seviyesine ulaşması ve yeteri kadar oksijen miktarı olması gerekmektedir. Buna göre görülmüştür ki 2 odada da patlama riski oluşmamıştır ve deney sırasında patlama gerçekleşmemiştir. Fakat oturma odasındaki %11 deki LEL değeri yangına müdahale edilmemesi durumunda bir patlama riskinin söz konusu olabileceğini göstermiştir. Bunun sebebi de yatak odasına göre daha fazla yangın yükü değerine sahip olması olduğu düşünülmektedir.



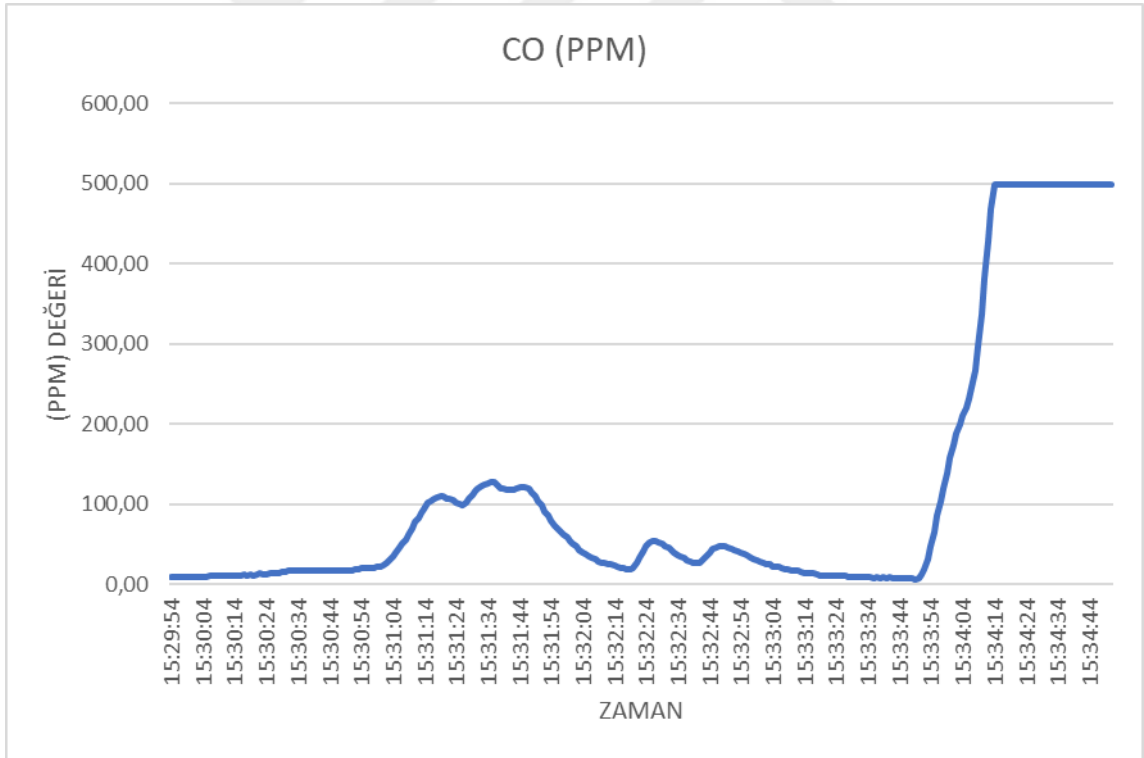
Şekil 4.12. Yatak odası LEL oranı değişim grafiği



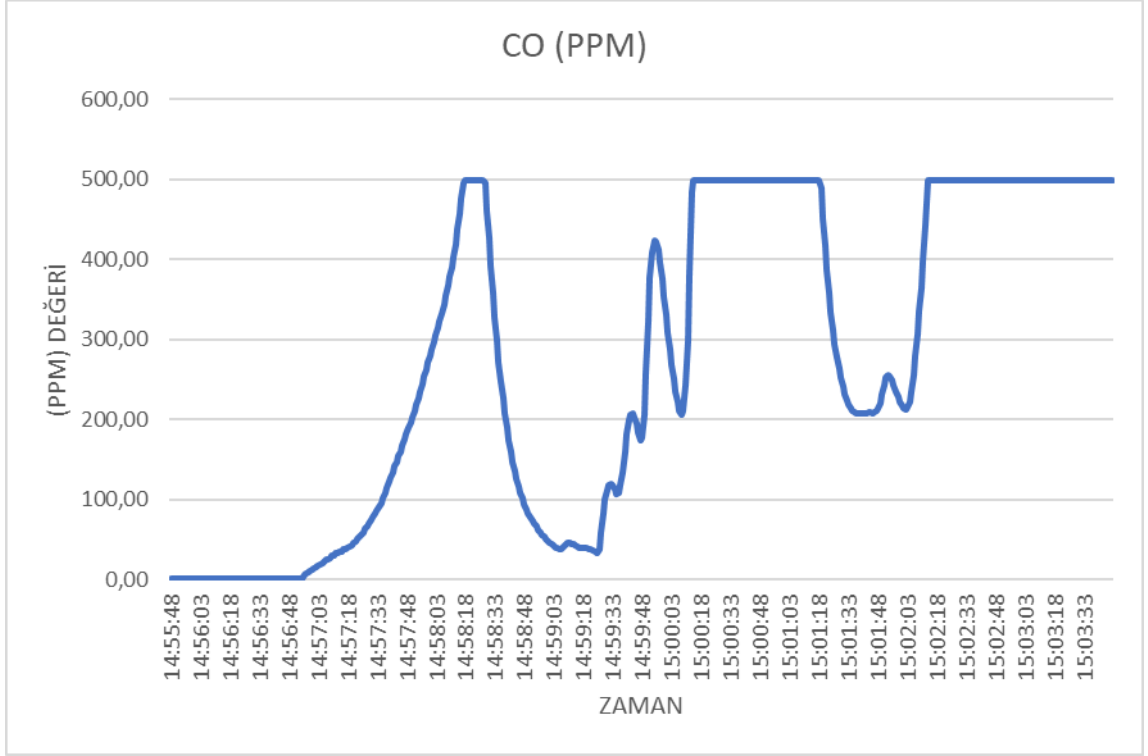
Şekil 4.13. Oturma odası LEL oranı değişim grafiği

4.9. Karbonmonoksit (CO) Gazı

Deneyde karbonmonoksit (CO) Gazı ölçümü yapılmıştır. Deneyde kullanılan ölçüm cihazı maksimum 500 ppm CO 'e kadar ölçüm yapmaktadır. Literatür bilgilerine göre 400 ppm üstüne 1-2 saat maruz kalındığı zaman ciddi düzeyde ve yoğun baş ağrısı, 3 saat ten sonra yaşamsal tehlikeye maruz kaldığı bilinmektedir. Ek-5 'de yangın süresince karbonmonoksit gazı değişim verileri verilmiştir ve verilen değerlerin grafiği şekil 4.15. 'de verilmiştir. Ek-6 'da yangın süresince karbonmonoksit gazı değişim verileri verilmiştir ve verilen değerlerin şekil 4.14. 'de grafiği verilmiştir. Yatak odasında CO seviyesi 1 kez 500 seviyesine ulaşmışken oturma odasında 3 kez 500 seviyesine ulaşmıştır. Oturma odasında CO seviyesi 3 kez 500 seviyesine ulaşıp geri düştüğü için bir türlü flashover aşamasına geçememiştir. Bu sonuçlara göre oturma odasındaki Yangın yükü yatak odasındaki yangın yükünden yüksek olmasına rağmen daha düşük sıcaklık seviyesinde kalmasının sebebinin bu durum olduğunu anlıyoruz.



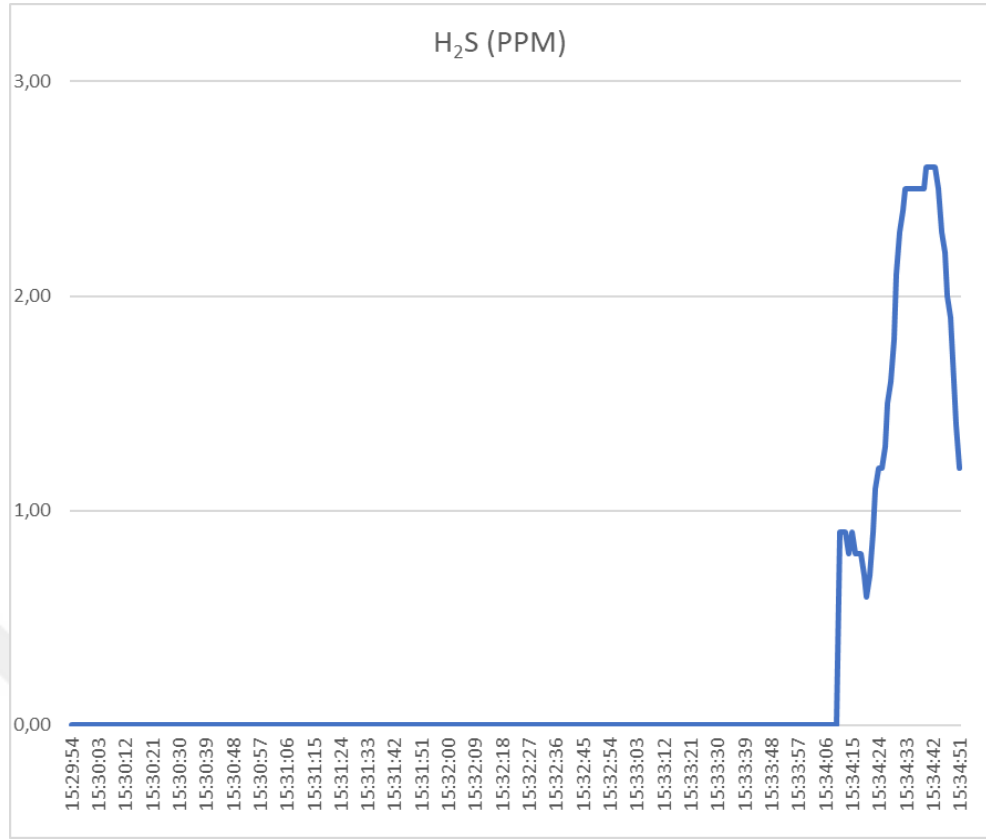
Şekil 4.14. Yatak odası CO oranı değişim grafiği



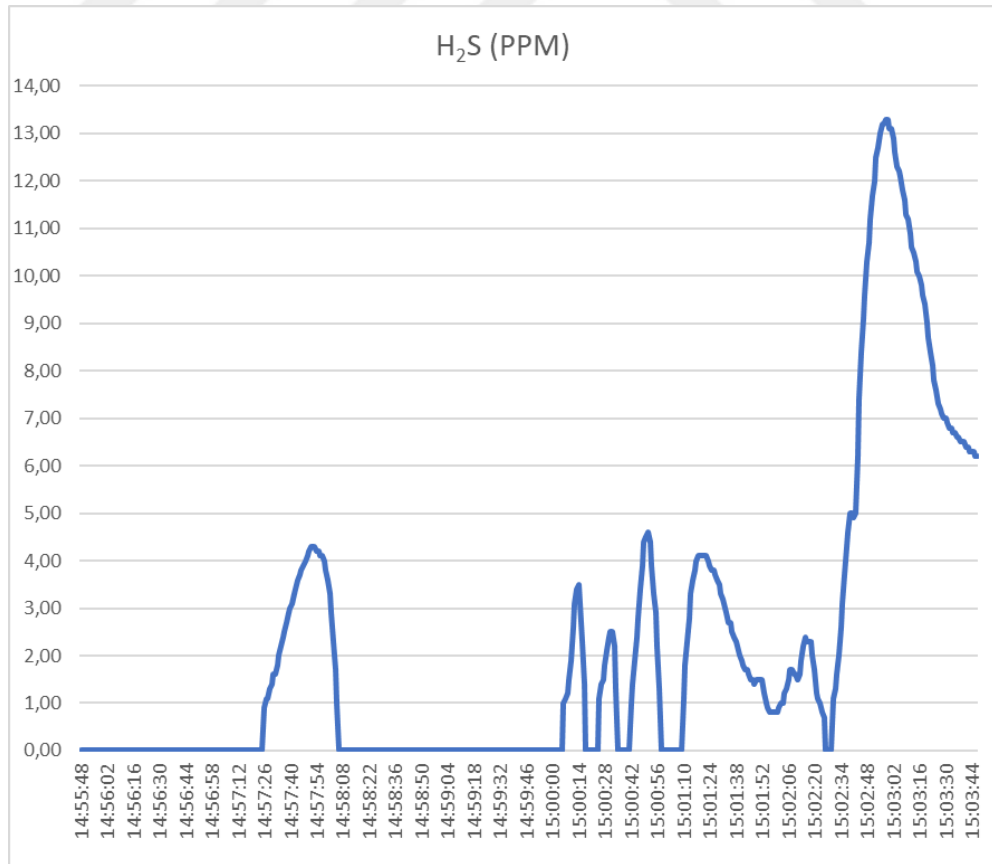
Şekil 4.15. Oturma odası CO oranı değişim grafiği

4.10. Hidrojen Sülfür (H₂S) Gazı

Deneyde hidrojen sülfür (H₂S) gazı ölçümü yapılmıştır. Ek-7 'de yatak odası yangını süresince zamana bağlı hidrojen sülfür değişim verileri verilmiştir. Yatak odası H₂S miktarı 2,6 ppm değerine ulaşmıştır. Ek-8 'de oturma odası yangını süresince zamana bağlı hidrojen sülfür değişim verileri verilmiştir. Oturma odasında 13,2ppm seviyelerine kadar ulaşmıştır. Şekil 4.16. 'da yatak odası H₂S oranı değişim grafiği verilmiştir. Şekil 4.17. 'de oturma odası H₂S oranı değişim grafiği verilmiştir. Hidrojen sülfür (H₂S) gazına 15ppm 15dk mesleki maruz kalma sınırı olarak bilinmektedir. Dolayısıyla 2 odada H₂S değeri tehlikeli seviyelere ulaşmamıştır. Bu sonuçlara göre oturma odasında bulunan eşyalarının yatak odası eşyalarına göre daha fazla zehirli gaz salınımı yaptığı görülmüştür.



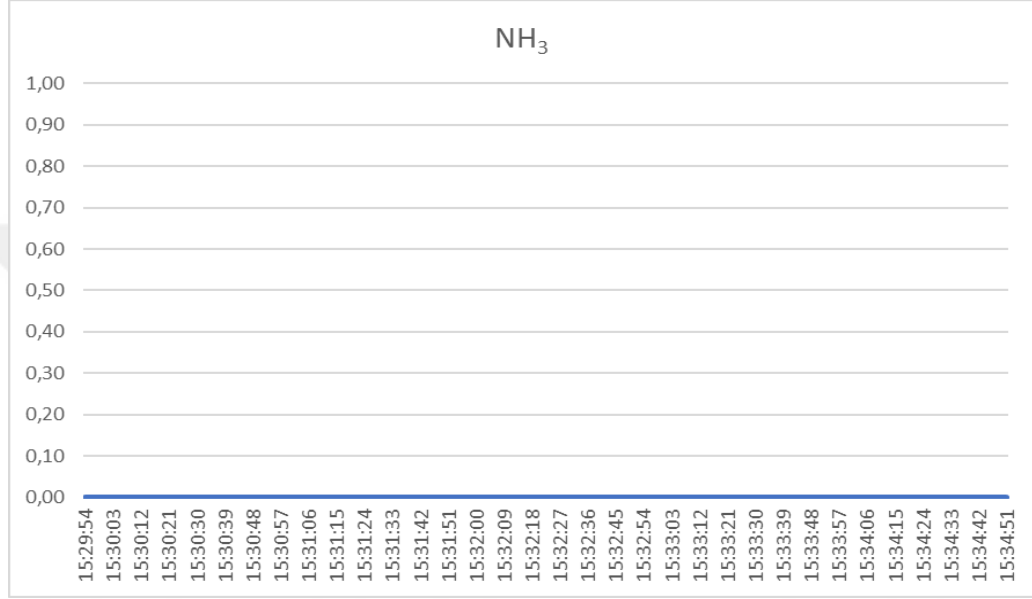
Şekil 4.16. Yatak odası H₂S oranı değişim grafiği



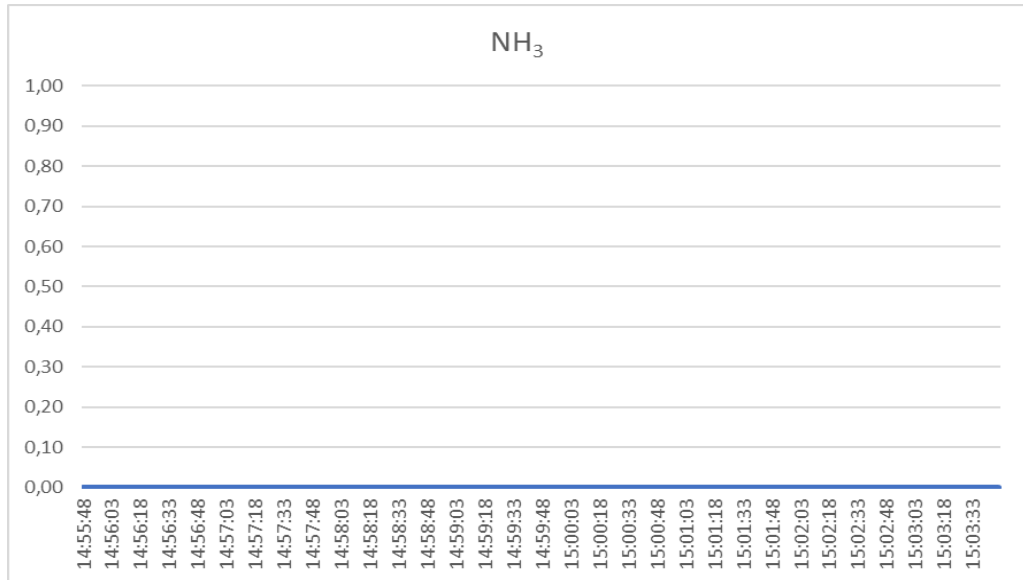
Şekil 4.17. Oturma odası H₂S oranı değişim grafiği

4.11. Amonyak (NH₃) Gazı

Deney esnasında amonyak gazı (NH₃) ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.18’ de yatak odası değişim grafiği ve Şekil 4.19’ de oturma odası NH₃ oranı değişim grafikleri verilmiştir ve görülmüştür ki deney boyunca her iki odada da amonyak gazı oluşmamıştır.



Şekil 4.18. Yatak odası NH₃ oranı değişim grafiği



Şekil 4.19. Oturma odası NH₃ oranı değişim grafiği

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Tez çalışmasında genel olarak yangın ve yanma konusunda literatür taraması yapılmıştır. Elde edilen bilgiler derlenerek ilgili bölümlerde özetlenmiştir. Literatür taramasından elde edilen bilgiler doğrultusunda daha derinlemesine bir araştırma yapıp konunun ana fikrinden çok uzaklaşmadan anlaşılır bir araştırmanın ortaya çıkması için malzeme ve tefriş ile ilgili sonuçlar izlenmiştir. Çalışmada iç mekânlarda başlayan bir yangının malzeme ve tasarım farklılıkları ile dış mekâna sıçraması aşamaları görsel ve veri kayıtları ile değerlendirilmiştir.

Tüm binada taş yünü yalıtım malzemesi ile kaplı iken odaların dış ortam sıcaklık değerleri birbirlerine yakındır.

Yapılan çalışma sonucunda tasarımcıların yapı tasarımında, ortaya çıkan olası yangın sonuçlarını değerlendirerek tasarım yapmalarının önemi vurgulanmıştır. Ürün seçiminde, seçilen ürünlerin konumlandırılmasında, sistem bakım ve çalışma aşamalarında doğru kararların alınması ve ne tür mekânlarda hangi yapı ürünlerini kullanmalarının sosyal, ekonomik, kültürel, psikolojik açısından daha doğru olacağı konusunda bilinçlendirilmesi ile problemin çözülebileceği varsayılmaktadır.

Gerçek hayattaki şartların laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel sonuçlara göre farklı olduğunu deney üzerinde izlenmiş oldu.

1/1 ölçekli bir binanın farklı malzemeler, farklı yerleşimler gibi yangını etkileyen faktörler kullanılarak ortamlardaki gelişmeler 1/1 ölçekte hazırlanmış bir yapı sisteminde izlenmiştir.

Ülkemizde bu ölçekte ve bu mantıkla yapılan ilk çalışma olduğu düşünülen 1/1 ölçekli bir yapının yangın dayanımı ile ilgili testleri gerçek ve doğal bir yangınla gerçekleştirilmiştir.

Yangınlar ülke ekonomisine yükü 50-60 milyon dolardan fazladır. Gerçek bir yangın test sonucunun etkileri kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmiş ve somut veriler üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapıları tasarlayan ve kullanan kişilerin ürün seçiminde daha doğru kararlar vermesi ve hangi tür mekânlarda hangi tür yapı ürünlerini kullanmalarının sağlık açısından daha doğru olacağı konusunda bilinçlendirilmesi gerekliliği ortaya konmuştur.

Binanın iyi bir yapısal performansa sahip olmasını, yangının neden olduğu toksit dumanın ortamdaki çıkmasını sağlayacak olan önlemleri irdelenmiştir.

Yangınlarda pasif yangın güvenlik önlemleri için alınacak tasarım kararlarının değerlendirilmesi, cephe ve iç mekân malzemeleri için seçim kriterleri oluşturulması ve bunların sonucunda ortaya çıkabilecek olan detaylar aracılığıyla yangının iç mekânda ve cephe yüzeyinde yayılmasını engelleyebilecek uygun çözüm yolları irdelenmiştir. Bu doğrultuda problemin çözümüne yönelik, oturma odası ve yatak odası plan tipine sahip bir binanın iç mekân tefrişleri yapılmış. Ve tefrişleri yapılan bu alternatifler üzerinde yangının iç mekânda ve cephede ilerleyişinin gözlenmesi, malzemenin yanma, tutuşma, büyüme, sönmesi ve benzeri parametrelerine göre zehirli gazların ve sıcaklık yayılımının incelenmesi ve elde edilen sonuçların gözlemlenerek ve veriler yardımıyla değerlendirilmesi yapılarak önemli veri ve gözlem kayıtları elde edilmiştir.

Yangın odası deneyi ile 1/1 ölçekli bir yangın çıkarılarak yangının başlama, oluşum, gelişim, sonuçları ve yangını etkileyen faktörler bilimsel olarak ele alınmıştır.

1/1 ölçekli gerçek bir deney düzeneği oluşturulmasının, ileride yapılacak olan benzer çalışmalara öncülük edebilecek nitelikte sonuçlar oluşmuştur. Ayrıca çalışma için inşası yapılan Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulunda bulunan yangın deney binası daha sonraki çalışmalar için çalışma alanı meydana getirmiştir.

İstanbul ve Konya ili yangın istatistikleri, tablolar halinde derlenmiş ve yangın sonuçları irdelenmiştir. Yangın sayıları, nedenleri ve sonuçları yıllara göre düzenlenmiştir. Yıllara göre hangi olayda azalma veya artış meydana geldiğinin verileri işlenmiştir. Elde edilen verilere göre yangın önlemlerinin tasarlanmasında, itfaiye merkezlerinin konuşlandırılmasında, toplumun bilinçlendirilmesi gereken davranışlarının tespitinde, ekiplerin ve donanımlarının belirlenmesinde önemli yol gösterici role sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca istatistiklere göre nerede daha çok yangın çıkmış, ölüm ve yaralanmalar nerede ve neden meydana gelmiş tablo haline getirilmiştir ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Böylece yangın etkilerini azaltmak veya bitirmek için hangi alanlara yoğunlaşmak gerektiği sonuçlarına erişilmiştir.

Yapılan yangın yükü hesaplamaları sonucunda yatak odasının yangın indeks değeri 1,18 olarak hesaplanmıştır. Oturma odasında ise 1.86'lık yangın indeks değeri elde edilmiştir. İndekste bu değerler her iki odada da yangının yayılma tehlikesi olduğunu hatta oturma odasında yangının büyük seviyelere ulaşması durumunda güçlü hava akımı nedeniyle yangın fırtınası ihtimalinin de olduğu öngörülerine ulaşılmıştır.

Yangın esnasında odalarda alt, orta ve üst bölgelerde anlık sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Yatak odasında üst bölgede 1200 °C, orta bölgede 800 °C ve alt bölgede 400 °C civarında maksimum sıcaklıklar ölçülmüştür. Oturma odasında ise üst bölgede 900 °C, orta bölgede 600 °C ve alt bölgede 300 °C civarında maksimum sıcaklıklar ölçülmüştür. Bu sonuçlarda açıkça görülmektedir ki yangın esnasında kot arttıkça ölçülen sıcaklık doğru bir orantıyla artmaktadır. Zehirli gaz ölçümleri de benzer oranla tavana doğru yükselmiştir. Deneyde yapılan sıcaklık ve zehirli gaz ölçümleri, yangın esnasında kaçış imkânı varsa yere yakın bir şekilde hatta sürünerek kaçmanın daha az zarar görmede ciddi faydası olabileceğini göstermiştir. Yangın odasından kaçış imkânı yok ise olabildiğince pencereye veya kapıya yakın konumda ve zemine yakın olarak yardım için çağrılarda bulunmanın mümkün olan en az zararın görülmesi yolu olarak tespit edilmiştir. Bu esnada zehirli gaz etkilerini azaltabilmek için varsa nemli bez yok ise kumaş ile solunum yolları maskelenmelidir.

Yatak odası (oda-1) iç sıcaklıkları 1200 °C civarında iken duvar dış sıcaklığı maksimum 25 ila 31 °C civarında sıcaklık değerleri vermiştir. Oturma odasında ise (oda-2) iç sıcaklık değeri 900 °C civarında iken duvar dış sıcaklığı 41 ila 46 °C civarında sıcaklık değerleri vermiştir. Yangın odası 1 için yangın öncesi dış duvar sıcaklığına bakılmış ve 21 °C civarında sıcaklık ölçülmüştür. Yangın sonrası iç duvar sıcaklığına bakıldığında 47 ila 126 °C sıcaklık aralıkları ölçülmüştür. Yangın sonrası dış duvar sıcaklık ölçümlerine bakıldığında ise 20,1 ila 20,6 °C sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Yangın odası 2 için ise yangın öncesi dış duvar sıcaklığına bakılmış ve 19 °C civarında sıcaklık ölçülmüştür. Yangın sonrası iç duvar sıcaklığına bakıldığında 130 °C civarında sıcaklık ölçülmüştür. Yangın sonrası dış duvar sıcaklık ölçümlerine bakıldığında ise 14 °C civarında sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Oda içerisinde çok geniş skalada sıcaklık değişimi oluşurken duvar dışında çok daha sınırlı skalada sıcaklıklar değişimi yaşanmıştır. Deney sonuç verileri de gösteriyor ki deney odalarında kullanılan ytong malzemesi ve taş yünü yalıtım malzemesi yangın iletimi konusunda son derece başarılı sonuçlar vermiştir. Ek olarak pencere ve kapılar patladıktan sonra yangının cephe üzerinden çatıya doğru ilerleyişini taş yünü çok net bir şekilde kesmiştir.

Yangın esnasında yatak odasının iç sıcaklıkları her bölgede oturma odasındaki yangın sıcaklığından yüksek olmasına rağmen duvar dış sıcaklık değerleri yatak odası dış duvar sıcaklığına göre oturma odası dış duvarı daha yüksek sıcaklık değeri vermiştir. Bu durumun nedeni oda içi tefrişlerinde oturma odasında duvara sıfır konumda kanepeler konumlandırılıp yatak odasında ölçüm yapılan duvara malzeme yaslanmamış ve mesafe

bırakılmış olmasıdır. Bu veriler de gösteriyor ki oda tefrişi yangın büyümesi yayılması gelişmesi üzerinde büyük öneme ve etkiye sahiptir.

Gaz ölçümlerinde yatak odasındaki oksijen miktarı sadece %19 seviyelerine inmişken oturma odasındaki oksijen miktarı ise %11 seviyelerine kadar inmiştir. Ortamdaki oksijen miktarı, %18'in altına düştükten sonra insan sağlığına zarar vermeye başlar. Literatür bilgilerine göre %11 olursa baş dönmesi ve istekli hareketlerde güçlük meydana gelmektedir. Buna göre görülmüştür ki yatak odasındaki oksijen miktarı yangın sıcaklık değeri daha yüksek olmasına rağmen oturma odasındaki oksijen miktarına göre tehlikeli boyutlara ulaşmamıştır. Bunun sebebinin yangın yükü miktarının daha düşük seviyelerde olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Yatak odasında LEL (alt patlama derecesi) seviyesi hiç gözlemlenmemişken oturma odasında LEL seviyesi %11'e kadar yükselmiştir. Bunun sebebi de yatak odasına göre daha fazla yangın yükü değerine sahip olması olabilir. Ortamdaki LEL seviyesinin %100 seviyesine ulaştıktan sonra patlama olayının başladığı bilinmektedir. Patlama olayının olabilmesi için LEL durumunun UEL (üst patlama sınırı derecesi) durumuna ulaşması için LEL'in %100 seviyesine ulaşması ve ortamda yeteri kadar oksijen miktarı olması gerekmektedir. Buna göre görülmüştür ki 2 odada da patlama riski oluşmamıştır, zaten deney sırasında patlama da gerçekleşmemiştir. Fakat oturma odasındaki %11'e ulaşan LEL değeri yangına müdahale edilmemesi durumunda bir patlama riskinin söz konusu olabileceğini göstermiştir.

AFAD yetkilerinin ölçüm yaptığı alet maksimum 500 ppm'e kadar CO ölçümü yapabilmektedir. Literatür bilgilerine 400 ppm üstüne 1-2 saat maruz kaldığı zaman ciddi yoğun baş ağrısı, 3 saatten fazla maruz kalınması durumunda ise yaşamsal tehlikeye maruz kaldığı bilinmektedir yatak odasındaki CO seviyesi 1 kez 500 ppm seviyesine ulaşmışken oturma odasında 3 kez 500 ppm seviyesine ulaşılmıştır. Oturma odasında CO seviyesi 3 kez 500 ppm seviyesine ulaşp geri düştüğü için yangın bir türlü flashover aşamasına geçememiştir. Oturma odasındaki yangın yükü yatak odasındaki yangın yükünden yüksek olmasına rağmen daha düşük sıcaklık seviyesinde kalmasının sebebinin bu duruma neden olmaktadır.

Yatak odasında H₂S miktarı 2,6 ppm değerine ulaşırken oturma odasında 13,2 ppm seviyelerine kadar ulaşmaktadır. 15 ppm 15 dakika mesleki maruz kalma sınırı olarak bilinmektedir. Dolayısıyla 2 odadaki H₂S değeri sıkıntılı seviyelere ulaşmamıştır. Sonuç olarak oturma odasında bulunan eşyalarının yatak odası eşyalarına göre daha fazla zehirli gaz salınımı yaptığı görülmüştür.

2 oda da NH_3 gazına rastlanmamıştır.

Yatak odasında VOC miktarı maksimum 76 ppm değerine ulaşırken oturma odasında 145 ppm değerine ulaşmıştır. Dolayısıyla görülmüştür ki yangın esnasında oturma odası eşyaları daha fazla uçucu organik gaz salınımı yapmıştır.

Sonuç olarak yatak odasında çıkacak bir yangında daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaşılırken oturma odasında daha fazla zehirli gaz salınımı ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Görülmüştür ki kapılar ve pencereler patlamadan yangın maksimum seviyesine ulaşamamıştır. Dolayısıyla yangının büyümesinin ve yayılmasının önüne geçecek en büyük çözüm içeriye giren oksijen miktarını yangın başladığı gibi kesmektir. Kapı ve pencerelerin patlamaması için yapılabilecek çalışmalar çok daha büyük önem taşımaktadır

5.2 Öneriler

Yangına bağlı yaralanmaların önlenmesine yönelik kapsamlı bir yaklaşımın olmaması, bina yapılarıyla ilgili zorlukları, sosyoekonomik faktörleri, insan faktörlerini ve ayrıca çabalarını birleştirmenin zorluklarını içeren çoğu faktörü etkileyen yangına bağlı yaralanmaların önlenmesinde en önemli engeldir. Bu nedenle, emniyet teşviki kapsamlı ve önleyici bir yaklaşım gerektirir ve ayrıca, inşaat, mevzuat, kültür ve bireysel davranışlar gibi çeşitli sektörlerde reformlar gerektirir.

Yaptığımız deneysel çalışmada zehirli gaz ölçüm değerlerini sabit bir noktadan gerçekleştirebildik ancak yangın esnasında farklı yükseklik seviyelerinden de ölçümler yapılarak sonuçlar irdelenebilir ve elde edilen sonuçlardaki farklar mevcut ve yapılacak olan binalar için değerlendirmelerde bulunarak risk analizleri yapılabilir.

Yangın yükünün daha yüksek olduğu odada sıcaklık diğer odaya göre düşük çıkmıştır. Bu konu daha detaylı irdelenerek sonuçlar açıklanabilir.

1/1 Tam ölçekli iki aynı oda tasarımı yapılarak bire bir aynı tefriş özelliklerine sahip yapı kurulabilir. Ve bu yapının bir odası yangın algılama ve söndürme sistemine sahip iken diğer odası herhangi bir yangın algılama ve söndürme sistemine sahip olmayacak şekilde tasarlanabilir. Tasarlanan odalarda aynı şekilde yangın çıkarılarak iki odadan elde edilen sonuçlar değerlendirilebilir. Böylece yapılması gereken önlemler

alındığında hangi maddi ve manevi kayıpların önüne geçilebileceği açık bir şekilde ortaya konmuş olacaktır.

Farklı yapı ve yalıtım malzemeleri kullanılarak sonuçlar tekrar irdelenebilir.

Tez çalışmamızda kullanılan deney odalarında iç mekanlara termal görüntü alabilen cihazlar yerleştirilerek deneyler gerçekleştirilebilir ve deneyler sonucunda iç mekandaki anlık malzeme sıcaklık değişimleri gözlenebilir.

Deneyde kullanılan CO ölçüm aleti 500 ppm değerine kadar ölçüm yapabilmektedir. Deney de üst sınır belirlenememiştir. 500 ppm değerinden daha yüksek ppm ölçümü yapabilen bir alet ile yangın deneyi yapılabilir çünkü insan 12800 ppm üstünde bir ortamda 1 ila 3 dakika arasında ölür. Dolayısıyla 500 ppm ile 12800 ppm arasında izlenilmesi gereken ciddi bir araştırma açığı mevcuttur.

Tez çalışmamızda kullanılan yangın deney binası bire bir aynı özelliklerde simülasyon programlarında modellenenebilir ve aynı yangınlar çıkarılabilir. Böylece programlar ile farklar gözlenebilir ve yaklaşım oranları oluşturulur. Bu yaklaşım oranlarına göre başka şekillerde yangınlar çıkarılarak sonuçlar arasındaki farklar irdelenebilir. Aynı yangınlar yangın algılama ve söndürme sistemi olması durumunda oluşturulup sonuçta ekonomik analiz yapılabilir. Yapılan ön yatırım karşılığı ne oldu gibi değerlendirilebilir. Aynı sonuç üzerinde insan canı ve ruh sağlığı üzerindeki etkiler yangın algılama ve söndürme sistemi olmaması durumu ile kıyas yöntemi ile ele alınabilir.

Tez çalışmasında başlangıçta hesaplanan yangın yükü hesap değeri aynı oda için yangına daha dayanıklı ve düşük enerji veren malzemeler kullanılarak minimum hangi indeks değerlerine getirilebilirdi. Değerlendirilip yapılan deney sonucu ile karşılaştırılabilir. Böylece yangın yük hesabının önemi ve ön görüşü açısından sonuçları değerlendirilebilir.

Artan nüfus ve gelişen ihtiyaçları karşılayabilmek için her geçen gün enerji ihtiyacı artmaktadır. Artan ihtiyaçları karşılamak için mevcut malzemelerden daha iyi performans sunabilen, düşük enerji harcayan ve yangın, deprem gibi olaylarda iyi tepki veren malzeme ihtiyaçları oluşmaktadır. Artan küresel iklim değişikliği, çevre kirliliği ve yüksek enerji ihtiyaçları sürdürülebilir ham madde arayışlarını artırmaktadır. Sürdürülebilir ve ergonomik hammadde konusunda araştırma ve geliştirme için daha fazla kaynak ayrılması gerekmektedir. Yapılan deneysel veriler ile elde edilen sonuçlar değerlendirilerek enerjiden tasarruf edilebilme imkânı vardır. Malzemenin yenilenebilir,

enerji tasarrufu sağlayan, işlenmesinin kolay olması ve dış etkenlere (yangın, deprem, yağmur, kar...) dayanıklı kullanım olanakları sunması için çalışmalar yapılmalıdır.

Yangına daha dayanımlı yeni malzeme arayışları sırasında mevcut malzemelerin negatif yanlarını görülmeli ve bu zayıf noktalar üzerine yoğunlaşarak bu eksik yanlar giderilmeye çalışılmalıdır. Hatta olabiliyor ise mevcut malzemeler kullanılarak zayıf yönlerinin giderilerek daha üst sınıf malzemeler haline getirilmeye çalışılmalıdır.

Bir ülkede meydana gelen yangınların sayısı ve yapısı ile ilgili istatistikler, ulusal düzeydeki yangın hizmetlerinin geleceği hakkındaki planlama ve uygulamasında önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. İstatistiksel verilerin bu denli önemli rolünün bilinmesi yanında az gelişmiş ülkelerde ve ülkemizde gereken önem verilmemektedir. Çoğu şehirde istatistiksel verilere ulaşamamaktadır. Yangın istatistiklerinin önemi anlatılarak sağlayacağı getiriler değerlendirilmelidir. Önce şehir şehir sonra tüm ülke sonra dünya istatistikleri düzenlenerek sonuçlar üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre yangın sayısının, nedenleri ve sonuçları; yangın önlemlerinin tasarlanması, itfaiye merkezlerinin konuşlandırılması, toplumun bilinçlendirilmesi gereken davranışlarının tespiti, ekiplerin ve donanımlarının belirlenmesine kaynak teşkil etmelidir. Tüm dünya üzerinde hangi bölgelerde daha çok yangın çıkmış, ölüm ve yaralanmalar nerede ve neden meydana gelmiş irdelenerek uygun çözüm yolları geliştirilmelidir.

Yapı ve malzeme tasarımcıları tasarladıkları mekanların veya malzemelerin ürün seçiminde doğru kararlar alması ve mekânlarda hangi yapı ürünlerini kullanmalarının daha sağlıklı olacağı konusunda bilinçlendirilmesi ile problemin başlangıç kısmında çözülebileceği varsayılmaktadır. Yapı elemanlarının yangın sınıflarını öğrenmek ve bunları yapıyı tasarlarken kullanmak canlı sağlığı için hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte her geçen gün gelişen ve farklılaşan teknoloji ile yeni yangın sınıfları oluşmakta ve bu durum beraberinde yeni test yöntemleri getirmektedir. Dolayısıyla şu an ki test laboratuvarlarının, ürün üretimlerinin ve yönetmeliklerin değiştirilmesini zorunluluk hale gelmektedir. Bu gelişmeler öncelikle bu ürünler ile ilgili standartlara uygun ve en doğru eleman seçimi, doğru montaj ya da uygulama, bilinçli ya da eğitilmiş bir kullanım süreci bu riskleri en aza indirebilmekte olduğundan bu durum kaçınılmaz olarak uygulanması gerekli en temel başlangıçlardandır.

Yapılan deney çalışmasında kapılar ve pencereler patlamadan yangın maksimum seviyesine ulaşamamıştır. Dolayısıyla yangının büyümesinin ve yayılmasının önüne

gececek en büyük çözüm oksijen bağlantısını kesmek olduğu bilinmektedir. Bu düşünceден hareketle deney yangına dayanıklı kapı ve pencereler kullanılarak tekrar değerlendirilebilir. Oluşan sonuçlar ile karşılaştırması yapılabilir.



6. KAYNAKLAR

- Altın, M. (2016). Determining Fire Door Resistance through Infrared Thermography. *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*(4(4)), 92-95.
- Altın, M., & Yildirim, G. (2022). Investigation of usability of boron doped sheep wool as insulation material and comparison with existing insulation materials. *Construction and Building Materials*, 127303.
- Anonim. (2005). İnternet: Fire Behavior: http://www.jjay.cuny.edu/course_documents/unit_1 [Erişim Tarihi: 3 Nisan 2021]
- Ballesteros, M., & Kresnow, M. (2007, march). Halk Sağlığı Raporları. *ABD'de konut dumanı alarmlarının ve yangın kaçış planlarının yaygınlığı: İkinci Yaralanma Kontrolü ve Risk Araştırmasından (ICARIS-2) elde edilen sonuçlar*(122 (2): 224-31). Google Akademik.
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik. (2007, Aralık Çarşamba). *Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik*. Türkiye: Resmî Gazete.
- Carter, H. (1998). Oklohoma State University. *Fire Fighting Strategy and Tastisc. Fire Protection Publications*. USA.
- Chandran, A., Hyder, A., & Peek-Asa, C. (2014, Nisan 1). Kasıtsız yaralanmaların küresel yükü ve ilerleme için bir gündem. *Epidemiyolojik İncelemeler*.
- Chitty, R., & Mitchell, J. F. (2003). Building Research Establishment. *Fire Safety Engineering A Reference Guide*(2-30, 44-54). London.
- Çakıcı, N. (2004). Yüksek Lisans Tezi. *Yüksek Binalarda Acil Boşaltım Süresinin Belirlenmesi*, 15-80. Gebze: Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çalışan, M., & Türkoğlu, İ. (2011). Termal kameralar ve uygulamaları. *Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu (FEEB 2011) Elazığ*, (s. s46-49). Elazığ.
- Çetiner, E. (2020). Yanma ve Yangın. *Yanma ve Yangın*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.
- Çoban, O. (2021, ocak). Cephe yangınlarında yangının yayılmasını önlemeye yönelik tedbirlerin örnek simülasyon üzerinden irdelenmesi. *Cephe yangınlarında yangının yayılmasını önlemeye yönelik tedbirlerin örnek simülasyon üzerinden irdelenmesi*. İstanbul, Türkiye.
- Debono, O., & et , a. (2011). Toluene photocatalytic oxidation at ppbv levels: Kinetic investigation and carbon balance determination. *Applied Catalysis B: Environmental*(106(3-4): p. 600-608.).
- Durukan, M. (2013, ekim cuma). Gazlarla İlgili Zararlı Ortamlar ve Gaz Güvenliği.

- Džolev, I., Laban, M., & Draganić, S. (2021). Survey based fire load assessment and impact analysis of fire load increment on fire development in contemporary dwellings. *Sciencedirect*.
- Ertl, L., & Mesih, F. (2007, Ağustos 1). Resüsitasyon. *Bir mobil multimedya cihazı ile bir uzman sistemi kullanarak, seyirci ilk yardımının kalitesinin önemli ölçüde iyileştirilmesi*(74 (2): 286–95). Google Akademik.
- Eugene, M. (1997). Chemistry of Hazardous Materials. (6-10, 100-103). Lewis University, New Jersey.
- Genç, R., & Pekey, H. (2014). Endüstriyel Tesislerde Ortaya Çıkabilecek Yangın Risklerinin Bir Değerlendirmesi: Kocaeli Örneği. *Elektronik Mesleki Gelişim Ve Araştırmalar Dergisi*, 55-66.
- Hall, R. (1998). Protection Publications. *Essentials of Fire Fighting*(Fourth Edition).
- Holborn, P., Nolan, P., & Golt, J. (2003, Şubat 1). Yangın Güvenliği Dergisi. 1996 ve 2000 yılları arasında Londra İtfaiye Teşkilatı tarafından soruşturulan ölümcül kasıtsız konut yangınlarının bir analizi(38 (1): 1-42). Google Akademik.
- Hsiung, K., Chien, S., & Wu, G. (2007). Yangın Güvenliği Bilimi. *Taipei'deki konut yangınlarında yangından korunmanın başlıca stratejileri*(7 : 9–16). Google Akademik.
- İnce, A. (2009, şubat 2). *Yangın Yerindeki Tehlikeler*. <http://abdurrahmanince.net/yyt.pdf> [Erişim Tarihi: 22 Nisan 2021]
- İplikçi, E. (2006, Mayıs). *Binalarda Yangın Güvenlik Önlemlerinin Analizi ve Yangın Güvenlikli Bina Tasarımına İlişkin Performans Kriterlerinin Ortaya Konulması*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- istanbulvizyonosg. (2020, ocak çarşamba). <https://istanbulvizyonosg.com/blog/yanigin-yuku-nasil-hesaplanir/> [Erişim Tarihi: 5 Temmuz 2021]
- Kapancı, H. F. (2006). Yüksek Lisans Tezi. *Binalarda Yangın Güvenliği Bağlamında Kaçış Yollarının Analizi ve Bir Örnek*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaplan, H., Grand, A., & Hartzell, G. (1982). A critical review of the state-of-the art of. San Antonio.
- Karf&Scoot. (2021, Nisan Çarşamba). *LEL ve UEL nedir? VOL ve PPM Dönüşümü Nasıl Yapılır?* <https://www.karfandscoot.com/lel-uel-nedir/>. [Erişim Tarihi: 5 Nisan 2022]
- Kasabası, E., & Koğuş, H. (1998, Aralık 4). Enjeksiyon Önleme. *Çocuklara ve gençlere yönelik yaralanmaların önlenmesi: İngiltere için bir adım önde*(4 (Ek 1): S17-S25). Google Akademik.

- Kaya, O. (2019). Yüksek Lisans Tezi. *yüksek binalarda yangın ve yangın güvenlik önlemlerinin modellenerek incelenmesi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıç, A. (2018). Gelişmiş Ülkelerde ve Türkiye'de Yangın İstatistikleri. *Yangın ve Güvenlik dergisi*, sayı 199,s.8-10.
- Kırtaş, H. A. (2017). *Engelli Bireylerin Yangın Tahliyesinin Araştırılması (Yüksek*. İzmir: Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kobes, M., Helsloot, I., De Vries, B., & Post, J. (2010, Jan 01). Yangın Güvenliği Dergisi. *Yangında güvenlik ve insan davranışını oluşturmak: Bir literatür taraması*. Google Akademik.
- Kubba, S. (2017). *Handbook of Green Building Design and Construction(Second Edition)*.
- Küçük, S. (2001). Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. *Yanma Sırasında Oluşan Yanma Ürünleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri*, 7-69. İstanbul: Marmara Üniversitesi.
- load,f.(2020,ocak).safeopedia:<https://www.safeopedia.com/definition/7821/fire-load> [Erişim Tarihi: 15 Haziran 2021]
- Mahıaldın, B. (2017). Measuring hydrogen sulphide gas in air of the refinery and around the refinery in Erbil-Iraq / Irak'ınErbil şehrindeki rafineri ve rafineri çevresindeki havada hidrojen sülfür gazının ölçümü. 117s. Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Mallonee , S., Istre, G., Rosenberg , M., & Kırmızımsı-Doug. (1996, Temmuz 4). New England tıp dergisi. *Konut yangını yaralanmalarının gözetimi ve önlenmesi(335 (1): 27–31)*. Google Akademik.
- Mammacıoğlu, O., Coşkun, G., & Soyhan, H. S. (2017). *Uluslar arası yangın, yanma ve yangın dergisi su ile karışmayan yağ (B, F, K SINIFI) yangınlarda yangın söndürme cihazlarının doğru kullanımı(5, 19-23)*. Uluslararası Yakıtlar, Yanma ve Yangın Dergisi.
- Miller, I., & Beever, P. (2005). Yapılı Çevrede WIT İşlemleri. *Mağdur davranışları, kasıtlılık ve konut yangınlarında ölüm riskleri*. Google Akademik.
- mno. (2003). Ankara: Makine Mühendisleri Odası.
- Mustafa, O. Y., & Altın, M. (2021). Bilgisayar Mühendisliği Bilimleri-Bilgisayar ve Kontrol. *Yangın algılama ve söndürme sistemlerinde nesnelerin interneti kullanımının deneysel araştırılması*. Konya, Türkiye: Selçuk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Teknolojileri Ana Bilim Dalı.
- Nystedt, F. (2003). Konut Yangınlarında Ölümler. *Uygun Yangın Güvenliği Önlemlerinin Analizi. Yangın Güvenliği Mühendislik ve Sistem Güvenliği*, 87. Google Akademik.

- Özcan, O. (2019, Aralık). Termal kamera sistemlerinin optik özellikleri, rüzgar türbinleri ve güneş enerji santrallerindeki uygulamaları. *Kırıkkale Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Fizik Ana Bilim Dalı*. Kırıkkale, Türkiye.
- Patterson, j. (1993). *Yangın güvenliği oluşturmak için basitleştirilmiş tasarım* John Wiley ve Oğulları. Google Akademik .
- Patterson, J. (1993). *Yangın güvenliği oluşturmak için basitleştirilmiş tasarım*. Google Akademik.
- Pun, K., Chin, K., & Gill, R. (2001, ocak). Toplam Kalite Yönetimi. *İmalat işletmelerinde çalışan katılım uygulamalarının belirleyicileri*(12 (1): 95-109). Google Akademik.
- Rezapur-Shahkolai, F., Naghavi, M., & Shokouhi, M. (2010). Sakatlanma önleme. *Kırsal İran'da bir yaralanma veri kayıt sisteminin yaralı gözetim sistemine katkısı: toplum sağlığı çalışanları ve sağlık yetkilileri görüş ve kaygıları*(16 (1): 261). Google Akademik.
- Safeopedia. (2020, ocak 8). <https://www.safeopedia.com/definition/7821/fire-load> [Erişim Tarihi: 16 Kasım 2021]
- Salon, J., & Harwood, B. (1989, Mayıs). Ulusal tahminler ABD yangın istatistiklerine yaklaşımı tahmin ediyor. *Yangın Teknolojisi*(25 (2): 99-113). Google Akademik.
- Savaş, E. (2015). *Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yazılımı (Fluent) Kullanılarak Bir İşyerinde Yangın Acil Durumunda Duman Tahliyesi Modellenmesi*. ANKARA: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi.
- Shields, T. J., & Silcock, G. W. (1987). Longman Scientific & Technical. *Buildings and Fire*(64-110, 290-295). England.
- Subramaniam, C. (2004, Nisan 1). Afet Önleme ve Yönetimi: Uluslararası Bir Dergi. *Yangın güvenliği önlemlerini etkileyen insan faktörleri*(13 (2): 110-16). Google Akademik.
- Taspınar, Y., Koklu, M., & Altın, M. (2021). Classification of flame extinction based on acoustic oscillations using artificial intelligence methods. *Case Studies in Thermal Engineering*.
- Taspınar, Y., Koklu, M., & Altın, M. (2021). Classification of flame extinction based on acoustic oscillations using artificial intelligence methods. *Case Studies in Thermal Engineering*.
- Taşpınar, Y. S. (2021, Kasım). Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı. *petrol türevli 4 farklı yakıt yangınının ses dalgalarıyla söndürülmesi ve yapay zeka yöntemleriyle analizi*. Türkiye: Selçuk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı / Mekatronik Mühendisliği Bilim Dalı.

- Terzi, E. (2008). Amonyum bileşikleri ile emprenye edilen ağaç malzemenin yanma. İstanbul: İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri, Yüksek Lisans Tezi.
- Topcu, M. A. (2019). *Yangın Eğitimi*. Astana Yayınları. [Erişim Tarihi: 15 Mart 2021]
- TS EN 13501-2 . (2016). *Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma*. Ankara. [Erişim Tarihi: 21 Aralık 2021]
- URL. e-olcum.com: <https://www.e-olcum.com/multirae-lite-pompali-coklu-gaz-olcum-cihazı> [Erişim Tarihi: 1 Ocak 2022]
- URL-1. (2020). İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı 2020 İstatistikleri: http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/_1003013102020_.pdf [Erişim Tarihi: 16 Ocak 2022]
- URL-2. Fire class Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Fire_class#cite_note-1 [Erişim Tarihi: 23 Kasım 2021]
- URL-3. (2019). Konya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı. [Erişim Tarihi: 12 Haziran 2021]
- URL-4. (2020). <https://ytong.com.tr/dosyalar/user/Blok%20G2-0,40%20%20DOP%20-Antalya.pdf>. [Erişim Tarihi: 06 Aralık 2021]
- URL-5. <https://ytong.com.tr/dosyalar/user/%C3%87at%C4%B1%20Elemanlar%20DOP%20-Antalya.pdf> [Erişim Tarihi: 06 Aralık 2021]
- URL-6. <https://www.ruyaaluminyum.com/aluminyum-kapi-ve-pencere/> [Erişim Tarihi: 09 Ocak 2022]
- URL-7. e-olcum.com [Erişim Tarihi: 18 Kasım 2021]
- URL-8.(2015).www.karbonmonoksitdedektörü:
<http://www.karbonmonoksitdedektörü.com/karbonmonoksit-nedir#>[Erişim Tarihi: 1 Aralık 2021]
- URL-9.(2022).<https://www.mouser.com.tr/ProductDetail/Teledyne-FLIR/FLIR-T200?qs=Oosz1LLk%2FofgcVceC5y0ow%3D%3D> [Erişim Tarihi: 2 Şubat 2022]
- URL-10. <https://www.fawori.com/Uploads/Document/370d143d-19a4-4a38-b68f-d76450b030ac.PDF> [Erişim Tarihi: 22 Şubat 2022]
- URL-11. (2005). Fire Behavior: http://www.jjay.cuny.edu/course_documents/unit_1 [Erişim Tarihi: 5 Nisan 2021]

- Wang, S., Ang , H., & Tade, M. (2007). Volatile organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: state of the art. 33(5): p. 694-705. Environ In.
- Warda, L., Tenenbein, M., & Moffatt, M. (1999, Jun). Enjeksiyon Önleme. *Evi yangın yaralanma önleme güncellemesi. Bölüm I. Ölümcül ve ölümcül olmayan evde yangın yaralanması için risk faktörlerinin gözden geçirilmesi*(5 (2): 145-150). Google Akademik.
- Xiong, L., Bruck, D., & Ball, M. (2015, Nisan). Kaza sonucu konut yangınlarında 'hayatta kalma' ve ölüm faktörlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. (73 : 37-47). Yangın Güvenliği Dergisi.
- Xiong, L., Bruck, D., & Ball, M. (2017). Yangın ve Malzemeler. *Kaza sonucu oluşan konut yangınlarını önleme: İnsanların katılımı ev dışı yangınlarda rolü*(41 (1): 3-16). Google Akademik.
- Zou, L., & et , a. (2006). Removal of VOCs by photocatalysis process using adsorption enhanced TiO₂-SiO₂ catalyst. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*(45(11): p. 959-964.).

7. EKLER

EK-1 Oturma odası yangın süresince zamana bağlı oksijen miktarı değişimi

SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)
14:55:48	20,90%	14:57:24	20,40%	14:59:00	20,70%	15:00:36	16,70%	15:02:12	19,30%
14:55:49	20,90%	14:57:25	20,30%	14:59:01	20,70%	15:00:37	17,40%	15:02:13	19,10%
14:55:50	20,90%	14:57:26	20,30%	14:59:02	20,70%	15:00:38	18,00%	15:02:14	18,70%
14:55:51	20,90%	14:57:27	20,20%	14:59:03	20,70%	15:00:39	18,60%	15:02:15	18,40%
14:55:52	20,90%	14:57:28	20,20%	14:59:04	20,70%	15:00:40	19,00%	15:02:16	18,10%
14:55:53	20,90%	14:57:29	20,10%	14:59:05	20,70%	15:00:41	19,40%	15:02:17	17,80%
14:55:54	20,90%	14:57:30	20,10%	14:59:06	20,70%	15:00:42	19,60%	15:02:18	17,50%
14:55:55	20,90%	14:57:31	20,10%	14:59:07	20,70%	15:00:43	19,90%	15:02:19	17,30%
14:55:56	20,90%	14:57:32	20,10%	14:59:08	20,60%	15:00:44	20,00%	15:02:20	17,10%
14:55:57	20,90%	14:57:33	20,00%	14:59:09	20,50%	15:00:45	20,10%	15:02:21	17,00%
14:55:58	20,90%	14:57:34	20,00%	14:59:10	20,50%	15:00:46	20,00%	15:02:22	16,90%
14:55:59	20,90%	14:57:35	19,90%	14:59:11	20,60%	15:00:47	19,80%	15:02:23	16,90%
14:56:00	20,90%	14:57:36	19,90%	14:59:12	20,60%	15:00:48	19,50%	15:02:24	16,90%
14:56:01	20,90%	14:57:37	19,80%	14:59:13	20,60%	15:00:49	18,90%	15:02:25	16,90%
14:56:02	20,90%	14:57:38	19,80%	14:59:14	20,70%	15:00:50	18,30%	15:02:26	16,90%
14:56:03	20,90%	14:57:39	19,70%	14:59:15	20,70%	15:00:51	17,60%	15:02:27	17,00%
14:56:04	20,90%	14:57:40	19,70%	14:59:16	20,70%	15:00:52	16,90%	15:02:28	17,10%
14:56:05	20,90%	14:57:41	19,60%	14:59:17	20,70%	15:00:53	16,40%	15:02:29	17,10%
14:56:06	20,90%	14:57:42	19,60%	14:59:18	20,60%	15:00:54	15,80%	15:02:30	17,20%
14:56:07	20,90%	14:57:43	19,50%	14:59:19	20,60%	15:00:55	15,20%	15:02:31	17,20%
14:56:08	20,90%	14:57:44	19,40%	14:59:20	20,70%	15:00:56	14,80%	15:02:32	17,20%
14:56:09	20,90%	14:57:45	19,40%	14:59:21	20,70%	15:00:57	14,60%	15:02:33	17,10%
14:56:10	20,90%	14:57:46	19,30%	14:59:22	20,70%	15:00:58	14,70%	15:02:34	16,80%
14:56:11	20,90%	14:57:47	19,20%	14:59:23	20,70%	15:00:59	15,00%	15:02:35	16,60%
14:56:12	20,90%	14:57:48	19,10%	14:59:24	20,70%	15:01:00	15,00%	15:02:36	16,20%
14:56:13	20,90%	14:57:49	19,10%	14:59:25	20,70%	15:01:01	15,10%	15:02:37	15,70%
14:56:14	20,90%	14:57:50	19,00%	14:59:26	20,70%	15:01:02	15,30%	15:02:38	15,20%
14:56:15	20,90%	14:57:51	18,90%	14:59:27	20,40%	15:01:03	15,80%	15:02:39	14,70%
14:56:16	20,90%	14:57:52	18,80%	14:59:28	20,00%	15:01:04	16,40%	15:02:40	14,10%
14:56:17	20,90%	14:57:53	18,70%	14:59:29	19,90%	15:01:05	17,20%	15:02:41	13,70%
14:56:18	20,90%	14:57:54	18,60%	14:59:30	19,90%	15:01:06	17,80%	15:02:42	13,30%
14:56:19	20,90%	14:57:55	18,60%	14:59:31	20,00%	15:01:07	18,40%	15:02:43	13,00%
14:56:20	20,90%	14:57:56	18,50%	14:59:32	20,20%	15:01:08	18,90%	15:02:44	12,70%
14:56:21	20,90%	14:57:57	18,40%	14:59:33	20,30%	15:01:09	19,30%	15:02:45	12,40%
14:56:22	20,90%	14:57:58	18,30%	14:59:34	20,40%	15:01:10	19,60%	15:02:46	12,40%
14:56:23	20,90%	14:57:59	18,20%	14:59:35	20,50%	15:01:11	19,80%	15:02:47	12,30%
14:56:24	20,90%	14:58:00	18,10%	14:59:36	20,50%	15:01:12	20,00%	15:02:48	12,20%
14:56:25	20,90%	14:58:01	18,00%	14:59:37	20,30%	15:01:13	20,10%	15:02:49	12,20%
14:56:26	20,90%	14:58:02	17,90%	14:59:38	20,10%	15:01:14	20,20%	15:02:50	12,10%
14:56:27	20,90%	14:58:03	17,80%	14:59:39	19,80%	15:01:15	20,30%	15:02:51	12,00%
14:56:28	20,90%	14:58:04	17,70%	14:59:40	19,60%	15:01:16	20,40%	15:02:52	11,90%
14:56:29	20,90%	14:58:05	17,60%	14:59:41	19,50%	15:01:17	20,40%	15:02:53	11,80%
14:56:30	20,90%	14:58:06	17,50%	14:59:42	19,60%	15:01:18	20,50%	15:02:54	11,70%
14:56:31	20,90%	14:58:07	17,40%	14:59:43	19,80%	15:01:19	20,50%	15:02:55	11,70%
14:56:32	20,90%	14:58:08	17,30%	14:59:44	20,00%	15:01:20	20,50%	15:02:56	11,60%
14:56:33	20,90%	14:58:09	17,10%	14:59:45	20,10%	15:01:21	20,60%	15:02:57	11,60%
14:56:34	20,90%	14:58:10	17,00%	14:59:46	20,30%	15:01:22	20,60%	15:02:58	11,60%
14:56:35	20,90%	14:58:11	16,80%	14:59:47	20,40%	15:01:23	20,60%	15:02:59	11,60%
14:56:36	20,90%	14:58:12	16,60%	14:59:48	20,30%	15:01:24	20,60%	15:03:00	11,60%
14:56:37	20,90%	14:58:13	16,50%	14:59:49	19,90%	15:01:25	20,60%	15:03:01	11,60%
14:56:38	20,90%	14:58:14	16,30%	14:59:50	19,30%	15:01:26	20,60%	15:03:02	11,70%
14:56:39	20,90%	14:58:15	16,10%	14:59:51	18,70%	15:01:27	20,60%	15:03:03	11,80%

14:56:40	20,90%	14:58:16	16,00%	14:59:52	18,40%	15:01:28	20,60%	15:03:04	11,90%
14:56:41	20,90%	14:58:17	15,80%	14:59:53	18,40%	15:01:29	20,60%	15:03:05	11,90%
14:56:42	20,90%	14:58:18	15,70%	14:59:54	18,70%	15:01:30	20,60%	15:03:06	11,90%
14:56:43	20,90%	14:58:19	15,50%	14:59:55	19,00%	15:01:31	20,60%	15:03:07	12,00%
14:56:44	20,90%	14:58:20	15,30%	14:59:56	19,30%	15:01:32	20,60%	15:03:08	12,00%
14:56:45	20,90%	14:58:21	15,20%	14:59:57	19,60%	15:01:33	20,60%	15:03:09	11,90%
14:56:46	20,90%	14:58:22	15,10%	14:59:58	19,80%	15:01:34	20,50%	15:03:10	11,90%
14:56:47	20,90%	14:58:23	15,00%	14:59:59	20,00%	15:01:35	20,50%	15:03:11	11,90%
14:56:48	20,90%	14:58:24	15,10%	15:00:00	20,10%	15:01:36	20,50%	15:03:12	11,80%
14:56:49	20,90%	14:58:25	15,60%	15:00:01	20,20%	15:01:37	20,50%	15:03:13	11,80%
14:56:50	20,90%	14:58:26	16,40%	15:00:02	20,20%	15:01:38	20,50%	15:03:14	11,80%
14:56:51	20,90%	14:58:27	17,20%	15:00:03	20,30%	15:01:39	20,50%	15:03:15	11,80%
14:56:52	20,90%	14:58:28	17,90%	15:00:04	20,30%	15:01:40	20,40%	15:03:16	11,80%
14:56:53	20,90%	14:58:29	18,50%	15:00:05	20,40%	15:01:41	20,40%	15:03:17	11,80%
14:56:54	20,90%	14:58:30	19,00%	15:00:06	20,40%	15:01:42	20,40%	15:03:18	11,80%
14:56:55	20,90%	14:58:31	19,30%	15:00:07	20,40%	15:01:43	20,40%	15:03:19	12,00%
14:56:56	20,90%	14:58:32	19,60%	15:00:08	20,40%	15:01:44	20,40%	15:03:20	12,20%
14:56:57	20,90%	14:58:33	19,80%	15:00:09	20,20%	15:01:45	20,40%	15:03:21	12,40%
14:56:58	20,90%	14:58:34	20,00%	15:00:10	19,80%	15:01:46	20,40%	15:03:22	12,60%
14:56:59	20,90%	14:58:35	20,10%	15:00:11	19,20%	15:01:47	20,40%	15:03:23	12,60%
14:57:00	20,90%	14:58:36	20,20%	15:00:12	18,50%	15:01:48	20,40%	15:03:24	12,70%
14:57:01	20,90%	14:58:37	20,30%	15:00:13	17,70%	15:01:49	20,30%	15:03:25	12,70%
14:57:02	20,90%	14:58:38	20,30%	15:00:14	16,90%	15:01:50	20,20%	15:03:26	12,80%
14:57:03	20,90%	14:58:39	20,40%	15:00:15	16,40%	15:01:51	20,10%	15:03:27	12,90%
14:57:04	20,90%	14:58:40	20,40%	15:00:16	16,20%	15:01:52	20,10%	15:03:28	12,90%
14:57:05	20,90%	14:58:41	20,50%	15:00:17	16,40%	15:01:53	20,10%	15:03:29	12,80%
14:57:06	20,90%	14:58:42	20,50%	15:00:18	16,80%	15:01:54	20,20%	15:03:30	12,70%
14:57:07	20,90%	14:58:43	20,60%	15:00:19	17,30%	15:01:55	20,30%	15:03:31	12,70%
14:57:08	20,90%	14:58:44	20,60%	15:00:20	17,80%	15:01:56	20,40%	15:03:32	12,60%
14:57:09	20,90%	14:58:45	20,60%	15:00:21	18,10%	15:01:57	20,40%	15:03:33	12,60%
14:57:10	20,90%	14:58:46	20,60%	15:00:22	18,40%	15:01:58	20,40%	15:03:34	12,60%
14:57:11	20,50%	14:58:47	20,60%	15:00:23	18,40%	15:01:59	20,50%	15:03:35	12,60%
14:57:12	20,50%	14:58:48	20,60%	15:00:24	18,30%	15:02:00	20,50%	15:03:36	12,60%
14:57:13	20,50%	14:58:49	20,70%	15:00:25	18,10%	15:02:01	20,40%	15:03:37	12,60%
14:57:14	20,50%	14:58:50	20,70%	15:00:26	17,90%	15:02:02	20,40%	15:03:38	12,60%
14:57:15	20,50%	14:58:51	20,70%	15:00:27	17,80%	15:02:03	20,40%	15:03:39	12,70%
14:57:16	20,50%	14:58:52	20,70%	15:00:28	17,50%	15:02:04	20,30%	15:03:40	12,70%
14:57:17	20,50%	14:58:53	20,70%	15:00:29	17,10%	15:02:05	20,20%	15:03:41	12,70%
14:57:18	20,50%	14:58:54	20,70%	15:00:30	16,60%	15:02:06	20,00%	15:03:42	12,70%
14:57:19	20,50%	14:58:55	20,70%	15:00:31	16,10%	15:02:07	19,90%	15:03:43	12,70%
14:57:20	20,50%	14:58:56	20,70%	15:00:32	15,50%	15:02:08	19,80%	15:03:44	12,70%
14:57:21	20,40%	14:58:57	20,70%	15:00:33	15,30%	15:02:09	19,70%	15:03:45	12,70%
14:57:22	20,40%	14:58:58	20,70%	15:00:34	15,50%	15:02:10	19,60%	15:03:46	12,70%
14:57:23	20,30%	14:58:59	20,70%	15:00:35	16,10%	15:02:11	19,50%	15:03:47	12,70%

EK-2 Yatak odası yangın süresince zamana bağlı oksijen miktarı değişimi

SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)	SAAT	OXY (%)
15:29:54	20,90%	15:30:44	20,90%	15:31:34	20,30%	15:32:24	20,90%	15:33:14	20,90%	15:34:04	20,50%
15:29:55	20,90%	15:30:45	20,90%	15:31:35	20,30%	15:32:25	20,90%	15:33:15	20,90%	15:34:05	20,50%
15:29:56	20,90%	15:30:46	20,90%	15:31:36	20,40%	15:32:26	20,90%	15:33:16	20,90%	15:34:06	20,50%
15:29:57	20,90%	15:30:47	20,90%	15:31:37	20,40%	15:32:27	20,90%	15:33:17	20,90%	15:34:07	20,40%
15:29:58	20,90%	15:30:48	20,90%	15:31:38	20,50%	15:32:28	20,90%	15:33:18	20,90%	15:34:08	20,40%
15:29:59	20,90%	15:30:49	20,90%	15:31:39	20,50%	15:32:29	20,90%	15:33:19	20,90%	15:34:09	20,30%
15:30:00	20,90%	15:30:50	20,90%	15:31:40	20,50%	15:32:30	20,90%	15:33:20	20,90%	15:34:10	20,10%
15:30:01	20,90%	15:30:51	20,90%	15:31:41	20,50%	15:32:31	20,90%	15:33:21	20,90%	15:34:11	20,00%
15:30:02	20,90%	15:30:52	20,90%	15:31:42	20,40%	15:32:32	20,90%	15:33:22	20,90%	15:34:12	19,90%
15:30:03	20,90%	15:30:53	20,90%	15:31:43	20,40%	15:32:33	20,90%	15:33:23	20,90%	15:34:13	19,80%
15:30:04	20,90%	15:30:54	20,90%	15:31:44	20,40%	15:32:34	20,90%	15:33:24	20,90%	15:34:14	19,80%
15:30:05	20,90%	15:30:55	20,90%	15:31:45	20,40%	15:32:35	20,90%	15:33:25	20,90%	15:34:15	19,70%
15:30:06	20,90%	15:30:56	20,90%	15:31:46	20,40%	15:32:36	20,90%	15:33:26	20,90%	15:34:16	19,70%
15:30:07	20,90%	15:30:57	20,90%	15:31:47	20,40%	15:32:37	20,90%	15:33:27	20,90%	15:34:17	19,70%
15:30:08	20,90%	15:30:58	20,90%	15:31:48	20,50%	15:32:38	20,90%	15:33:28	20,90%	15:34:18	19,80%
15:30:09	20,90%	15:30:59	20,90%	15:31:49	20,50%	15:32:39	20,90%	15:33:29	20,90%	15:34:19	19,80%
15:30:10	20,90%	15:31:00	20,90%	15:31:50	20,60%	15:32:40	20,90%	15:33:30	20,90%	15:34:20	20,00%
15:30:11	20,90%	15:31:01	20,90%	15:31:51	20,60%	15:32:41	20,90%	15:33:31	20,90%	15:34:21	20,00%
15:30:12	20,90%	15:31:02	20,90%	15:31:52	20,70%	15:32:42	20,90%	15:33:32	20,90%	15:34:22	20,00%
15:30:13	20,90%	15:31:03	20,90%	15:31:53	20,70%	15:32:43	20,90%	15:33:33	20,90%	15:34:23	20,00%
15:30:14	20,90%	15:31:04	20,90%	15:31:54	20,90%	15:32:44	20,90%	15:33:34	20,90%	15:34:24	20,00%
15:30:15	20,90%	15:31:05	20,90%	15:31:55	20,90%	15:32:45	20,90%	15:33:35	20,90%	15:34:25	20,10%
15:30:16	20,90%	15:31:06	20,90%	15:31:56	20,90%	15:32:46	20,90%	15:33:36	20,90%	15:34:26	20,10%
15:30:17	20,90%	15:31:07	20,90%	15:31:57	20,90%	15:32:47	20,90%	15:33:37	20,90%	15:34:27	20,10%
15:30:18	20,90%	15:31:08	20,90%	15:31:58	20,90%	15:32:48	20,90%	15:33:38	20,90%	15:34:28	20,10%
15:30:19	20,90%	15:31:09	20,90%	15:31:59	20,90%	15:32:49	20,90%	15:33:39	20,90%	15:34:29	20,10%
15:30:20	20,90%	15:31:10	20,50%	15:32:00	20,90%	15:32:50	20,90%	15:33:40	20,90%	15:34:30	20,00%
15:30:21	20,90%	15:31:11	20,50%	15:32:01	20,90%	15:32:51	20,90%	15:33:41	20,90%	15:34:31	19,90%
15:30:22	20,90%	15:31:12	20,50%	15:32:02	20,90%	15:32:52	20,90%	15:33:42	20,90%	15:34:32	19,70%
15:30:23	20,90%	15:31:13	20,40%	15:32:03	20,90%	15:32:53	20,90%	15:33:43	20,90%	15:34:33	19,60%
15:30:24	20,90%	15:31:14	20,40%	15:32:04	20,90%	15:32:54	20,90%	15:33:44	20,90%	15:34:34	19,50%
15:30:25	20,90%	15:31:15	20,40%	15:32:05	20,90%	15:32:55	20,90%	15:33:45	20,90%	15:34:35	19,50%
15:30:26	20,90%	15:31:16	20,40%	15:32:06	20,90%	15:32:56	20,90%	15:33:46	20,90%	15:34:36	19,50%
15:30:27	20,90%	15:31:17	20,40%	15:32:07	20,90%	15:32:57	20,90%	15:33:47	20,90%	15:34:37	19,40%
15:30:28	20,90%	15:31:18	20,40%	15:32:08	20,90%	15:32:58	20,90%	15:33:48	20,90%	15:34:38	19,40%
15:30:29	20,90%	15:31:19	20,40%	15:32:09	20,90%	15:32:59	20,90%	15:33:49	20,90%	15:34:39	19,40%
15:30:30	20,90%	15:31:20	20,40%	15:32:10	20,90%	15:33:00	20,90%	15:33:50	20,90%	15:34:40	19,40%
15:30:31	20,90%	15:31:21	20,50%	15:32:11	20,90%	15:33:01	20,90%	15:33:51	20,90%	15:34:41	19,30%
15:30:32	20,90%	15:31:22	20,50%	15:32:12	20,90%	15:33:02	20,90%	15:33:52	20,90%	15:34:42	19,30%
15:30:33	20,90%	15:31:23	20,50%	15:32:13	20,90%	15:33:03	20,90%	15:33:53	20,90%	15:34:43	19,20%
15:30:34	20,90%	15:31:24	20,50%	15:32:14	20,90%	15:33:04	20,90%	15:33:54	20,90%	15:34:44	19,20%
15:30:35	20,90%	15:31:25	20,60%	15:32:15	20,90%	15:33:05	20,90%	15:33:55	20,90%	15:34:45	19,20%
15:30:36	20,90%	15:31:26	20,60%	15:32:16	20,90%	15:33:06	20,90%	15:33:56	20,90%	15:34:46	19,20%
15:30:37	20,90%	15:31:27	20,50%	15:32:17	20,90%	15:33:07	20,90%	15:33:57	20,90%	15:34:47	19,20%
15:30:38	20,90%	15:31:28	20,40%	15:32:18	20,90%	15:33:08	20,90%	15:33:58	20,90%	15:34:48	19,20%
15:30:39	20,90%	15:31:29	20,40%	15:32:19	20,90%	15:33:09	20,90%	15:33:59	20,50%	15:34:49	19,20%
15:30:40	20,90%	15:31:30	20,30%	15:32:20	20,90%	15:33:10	20,90%	15:34:00	20,50%	15:34:50	19,10%
15:30:41	20,90%	15:31:31	20,30%	15:32:21	20,90%	15:33:11	20,90%	15:34:01	20,50%	15:34:51	19,10%

15:30:42	20,90%	15:31:32	20,30%	15:32:22	20,90%	15:33:12	20,90%	15:34:02	20,50%		
15:30:43	20,90%	15:31:33	20,30%	15:32:23	20,90%	15:33:13	20,90%	15:34:03	20,50%		

EK-3 Oturma odası yangın süresince zamana bağlı uçucu organik bileşik oran değişimi verileri

SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)
14:55:48	2,00	14:57:24	32,00	14:59:00	6,00	15:00:36	38,00	15:02:12	54,00
14:55:49	3,00	14:57:25	32,00	14:59:01	6,00	15:00:37	34,00	15:02:13	62,00
14:55:50	3,00	14:57:26	33,00	14:59:02	6,00	15:00:38	30,00	15:02:14	68,00
14:55:51	3,00	14:57:27	33,00	14:59:03	6,00	15:00:39	27,00	15:02:15	70,00
14:55:52	3,00	14:57:28	33,00	14:59:04	5,00	15:00:40	25,00	15:02:16	76,00
14:55:53	3,00	14:57:29	34,00	14:59:05	5,00	15:00:41	23,00	15:02:17	79,00
14:55:54	3,00	14:57:30	34,00	14:59:06	6,00	15:00:42	21,00	15:02:18	81,00
14:55:55	3,00	14:57:31	34,00	14:59:07	8,00	15:00:43	20,00	15:02:19	82,00
14:55:56	3,00	14:57:32	35,00	14:59:08	8,00	15:00:44	21,00	15:02:20	81,00
14:55:57	3,00	14:57:33	35,00	14:59:09	7,00	15:00:45	29,00	15:02:21	85,00
14:55:58	3,00	14:57:34	36,00	14:59:10	6,00	15:00:46	38,00	15:02:22	86,00
14:55:59	2,00	14:57:35	36,00	14:59:11	5,00	15:00:47	45,00	15:02:23	85,00
14:56:00	2,00	14:57:36	37,00	14:59:12	5,00	15:00:48	54,00	15:02:24	85,00
14:56:01	2,00	14:57:37	37,00	14:59:13	5,00	15:00:49	62,00	15:02:25	83,00
14:56:02	2,00	14:57:38	37,00	14:59:14	5,00	15:00:50	67,00	15:02:26	83,00
14:56:03	2,00	14:57:39	37,00	14:59:15	5,00	15:00:51	71,00	15:02:27	84,00
14:56:04	2,00	14:57:40	37,00	14:59:16	8,00	15:00:52	71,00	15:02:28	84,00
14:56:05	1,00	14:57:41	36,00	14:59:17	8,00	15:00:53	75,00	15:02:29	82,00
14:56:06	1,00	14:57:42	36,00	14:59:18	7,00	15:00:54	77,00	15:02:30	84,00
14:56:07	1,00	14:57:43	35,00	14:59:19	6,00	15:00:55	75,00	15:02:31	85,00
14:56:08	2,00	14:57:44	34,00	14:59:20	5,00	15:00:56	70,00	15:02:32	87,00
14:56:09	2,00	14:57:45	33,00	14:59:21	5,00	15:00:57	65,00	15:02:33	93,00
14:56:10	3,00	14:57:46	33,00	14:59:22	5,00	15:00:58	61,00	15:02:34	97,00
14:56:11	4,00	14:57:47	32,00	14:59:23	5,00	15:00:59	64,00	15:02:35	102,00
14:56:12	5,00	14:57:48	31,00	14:59:24	4,00	15:01:00	67,00	15:02:36	112,00
14:56:13	6,00	14:57:49	30,00	14:59:25	5,00	15:01:01	61,00	15:02:37	120,00
14:56:14	6,00	14:57:50	30,00	14:59:26	23,00	15:01:02	54,00	15:02:38	129,00
14:56:15	7,00	14:57:51	29,00	14:59:27	35,00	15:01:03	46,00	15:02:39	136,00
14:56:16	8,00	14:57:52	28,00	14:59:28	27,00	15:01:04	41,00	15:02:40	139,00
14:56:17	8,00	14:57:53	27,00	14:59:29	19,00	15:01:05	36,00	15:02:41	143,00
14:56:18	9,00	14:57:54	27,00	14:59:30	14,00	15:01:06	33,00	15:02:42	144,00
14:56:19	9,00	14:57:55	26,00	14:59:31	10,00	15:01:07	31,00	15:02:43	146,00
14:56:20	9,00	14:57:56	26,00	14:59:32	9,00	15:01:08	28,00	15:02:44	147,00
14:56:21	9,00	14:57:57	25,00	14:59:33	8,00	15:01:09	26,00	15:02:45	145,00
14:56:22	9,00	14:57:58	24,00	14:59:34	7,00	15:01:10	24,00	15:02:46	145,00
14:56:23	9,00	14:57:59	24,00	14:59:35	9,00	15:01:11	22,00	15:02:47	147,00
14:56:24	10,00	14:58:00	23,00	14:59:36	21,00	15:01:12	21,00	15:02:48	147,00
14:56:25	10,00	14:58:01	23,00	14:59:37	28,00	15:01:13	20,00	15:02:49	147,00
14:56:26	11,00	14:58:02	22,00	14:59:38	31,00	15:01:14	18,00	15:02:50	146,00
14:56:27	11,00	14:58:03	21,00	14:59:39	35,00	15:01:15	18,00	15:02:51	145,00
14:56:28	10,00	14:58:04	21,00	14:59:40	29,00	15:01:16	17,00	15:02:52	144,00
14:56:29	9,00	14:58:05	21,00	14:59:41	22,00	15:01:17	16,00	15:02:53	143,00
14:56:30	8,00	14:58:06	22,00	14:59:42	17,00	15:01:18	15,00	15:02:54	141,00
14:56:31	7,00	14:58:07	23,00	14:59:43	13,00	15:01:19	15,00	15:02:55	139,00

14:56:32	7,00	14:58:08	22,00	14:59:44	10,00	15:01:20	14,00	15:02:56	136,00
14:56:33	6,00	14:58:09	21,00	14:59:45	9,00	15:01:21	14,00	15:02:57	134,00
14:56:34	5,00	14:58:10	20,00	14:59:46	8,00	15:01:22	13,00	15:02:58	132,00
14:56:35	5,00	14:58:11	19,00	14:59:47	17,00	15:01:23	13,00	15:02:59	129,00
14:56:36	5,00	14:58:12	18,00	14:59:48	40,00	15:01:24	12,00	15:03:00	127,00
14:56:37	5,00	14:58:13	19,00	14:59:49	57,00	15:01:25	14,00	15:03:01	124,00
14:56:38	5,00	14:58:14	19,00	14:59:50	66,00	15:01:26	15,00	15:03:02	121,00
14:56:39	5,00	14:58:15	19,00	14:59:51	62,00	15:01:27	16,00	15:03:03	118,00
14:56:40	4,00	14:58:16	18,00	14:59:52	47,00	15:01:28	16,00	15:03:04	117,00
14:56:41	4,00	14:58:17	17,00	14:59:53	36,00	15:01:29	15,00	15:03:05	115,00
14:56:42	4,00	14:58:18	16,00	14:59:54	29,00	15:01:30	15,00	15:03:06	111,00
14:56:43	4,00	14:58:19	16,00	14:59:55	24,00	15:01:31	15,00	15:03:07	107,00
14:56:44	4,00	14:58:20	15,00	14:59:56	21,00	15:01:32	17,00	15:03:08	103,00
14:56:45	5,00	14:58:21	15,00	14:59:57	18,00	15:01:33	19,00	15:03:09	98,00
14:56:46	5,00	14:58:22	14,00	14:59:58	16,00	15:01:34	19,00	15:03:10	95,00
14:56:47	6,00	14:58:23	13,00	14:59:59	15,00	15:01:35	19,00	15:03:11	92,00
14:56:48	7,00	14:58:24	11,00	15:00:00	15,00	15:01:36	20,00	15:03:12	90,00
14:56:49	7,00	14:58:25	10,00	15:00:01	15,00	15:01:37	20,00	15:03:13	87,00
14:56:50	8,00	14:58:26	9,00	15:00:02	14,00	15:01:38	19,00	15:03:14	85,00
14:56:51	8,00	14:58:27	8,00	15:00:03	14,00	15:01:39	20,00	15:03:15	83,00
14:56:52	8,00	14:58:28	8,00	15:00:04	14,00	15:01:40	21,00	15:03:16	80,00
14:56:53	9,00	14:58:29	7,00	15:00:05	15,00	15:01:41	21,00	15:03:17	77,00
14:56:54	9,00	14:58:30	7,00	15:00:06	15,00	15:01:42	22,00	15:03:18	74,00
14:56:55	10,00	14:58:31	7,00	15:00:07	16,00	15:01:43	21,00	15:03:19	71,00
14:56:56	11,00	14:58:32	6,00	15:00:08	23,00	15:01:44	20,00	15:03:20	67,00
14:56:57	12,00	14:58:33	6,00	15:00:09	35,00	15:01:45	21,00	15:03:21	62,00
14:56:58	13,00	14:58:34	6,00	15:00:10	46,00	15:01:46	22,00	15:03:22	57,00
14:56:59	14,00	14:58:35	6,00	15:00:11	54,00	15:01:47	23,00	15:03:23	53,00
14:57:00	15,00	14:58:36	6,00	15:00:12	61,00	15:01:48	26,00	15:03:24	50,00
14:57:01	16,00	14:58:37	6,00	15:00:13	67,00	15:01:49	30,00	15:03:25	48,00
14:57:02	17,00	14:58:38	6,00	15:00:14	67,00	15:01:50	32,00	15:03:26	46,00
14:57:03	17,00	14:58:39	6,00	15:00:15	63,00	15:01:51	29,00	15:03:27	45,00
14:57:04	18,00	14:58:40	6,00	15:00:16	56,00	15:01:52	24,00	15:03:28	44,00
14:57:05	19,00	14:58:41	6,00	15:00:17	48,00	15:01:53	19,00	15:03:29	43,00
14:57:06	20,00	14:58:42	6,00	15:00:18	42,00	15:01:54	17,00	15:03:30	43,00
14:57:07	21,00	14:58:43	6,00	15:00:19	38,00	15:01:55	16,00	15:03:31	43,00
14:57:08	22,00	14:58:44	6,00	15:00:20	36,00	15:01:56	15,00	15:03:32	43,00
14:57:09	22,00	14:58:45	6,00	15:00:21	37,00	15:01:57	15,00	15:03:33	43,00
14:57:10	23,00	14:58:46	6,00	15:00:22	39,00	15:01:58	16,00	15:03:34	43,00
14:57:11	24,00	14:58:47	6,00	15:00:23	41,00	15:01:59	18,00	15:03:35	44,00
14:57:12	24,00	14:58:48	6,00	15:00:24	48,00	15:02:00	19,00	15:03:36	44,00
14:57:13	24,00	14:58:49	6,00	15:00:25	49,00	15:02:01	20,00	15:03:37	44,00
14:57:14	23,00	14:58:50	6,00	15:00:26	49,00	15:02:02	23,00	15:03:38	44,00
14:57:15	23,00	14:58:51	6,00	15:00:27	55,00	15:02:03	25,00	15:03:39	44,00
14:57:16	24,00	14:58:52	6,00	15:00:28	63,00	15:02:04	29,00	15:03:40	44,00
14:57:17	25,00	14:58:53	6,00	15:00:29	68,00	15:02:05	34,00	15:03:41	45,00
14:57:18	25,00	14:58:54	6,00	15:00:30	72,00	15:02:06	37,00	15:03:42	45,00
14:57:19	26,00	14:58:55	6,00	15:00:31	75,00	15:02:07	38,00	15:03:43	45,00
14:57:20	27,00	14:58:56	6,00	15:00:32	70,00	15:02:08	39,00	15:03:44	45,00
14:57:21	28,00	14:58:57	5,00	15:00:33	61,00	15:02:09	40,00	15:03:45	45,00
14:57:22	30,00	14:58:58	6,00	15:00:34	51,00	15:02:10	41,00	15:03:46	45,00
14:57:23	31,00	14:58:59	6,00	15:00:35	44,00	15:02:11	46,00	15:03:47	45,00

EK-4 Yatak odası yangın süresince zamana bağlı uçucu organik bileşik oran değişimi verileri

SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)	SAAT	VOC (ppm)
15:29:54	3,00	15:30:44	2,00	15:31:34	11,00	15:32:24	6,00	15:33:14	2,00	15:34:04	29,00
15:29:55	3,00	15:30:45	2,00	15:31:35	10,00	15:32:25	5,00	15:33:15	2,00	15:34:05	33,00
15:29:56	3,00	15:30:46	2,00	15:31:36	9,00	15:32:26	4,00	15:33:16	2,00	15:34:06	35,00
15:29:57	3,00	15:30:47	2,00	15:31:37	8,00	15:32:27	4,00	15:33:17	2,00	15:34:07	40,00
15:29:58	2,00	15:30:48	2,00	15:31:38	8,00	15:32:28	4,00	15:33:18	2,00	15:34:08	52,00
15:29:59	2,00	15:30:49	2,00	15:31:39	9,00	15:32:29	4,00	15:33:19	2,00	15:34:09	64,00
15:30:00	2,00	15:30:50	2,00	15:31:40	9,00	15:32:30	3,00	15:33:20	2,00	15:34:10	73,00
15:30:01	2,00	15:30:51	3,00	15:31:41	9,00	15:32:31	3,00	15:33:21	2,00	15:34:11	77,00
15:30:02	3,00	15:30:52	3,00	15:31:42	10,00	15:32:32	3,00	15:33:22	2,00	15:34:12	75,00
15:30:03	3,00	15:30:53	3,00	15:31:43	11,00	15:32:33	3,00	15:33:23	2,00	15:34:13	76,00
15:30:04	3,00	15:30:54	3,00	15:31:44	10,00	15:32:34	3,00	15:33:24	2,00	15:34:14	77,00
15:30:05	3,00	15:30:55	3,00	15:31:45	10,00	15:32:35	3,00	15:33:25	2,00	15:34:15	76,00
15:30:06	3,00	15:30:56	3,00	15:31:46	9,00	15:32:36	3,00	15:33:26	2,00	15:34:16	73,00
15:30:07	3,00	15:30:57	3,00	15:31:47	8,00	15:32:37	3,00	15:33:27	2,00	15:34:17	70,00
15:30:08	3,00	15:30:58	3,00	15:31:48	7,00	15:32:38	3,00	15:33:28	2,00	15:34:18	62,00
15:30:09	3,00	15:30:59	3,00	15:31:49	7,00	15:32:39	3,00	15:33:29	2,00	15:34:19	52,00
15:30:10	3,00	15:31:00	3,00	15:31:50	6,00	15:32:40	3,00	15:33:30	2,00	15:34:20	51,00
15:30:11	3,00	15:31:01	4,00	15:31:51	6,00	15:32:41	4,00	15:33:31	2,00	15:34:21	57,00
15:30:12	3,00	15:31:02	5,00	15:31:52	6,00	15:32:42	5,00	15:33:32	2,00	15:34:22	58,00
15:30:13	3,00	15:31:03	6,00	15:31:53	5,00	15:32:43	5,00	15:33:33	2,00	15:34:23	55,00
15:30:14	3,00	15:31:04	7,00	15:31:54	6,00	15:32:44	5,00	15:33:34	2,00	15:34:24	49,00
15:30:15	3,00	15:31:05	8,00	15:31:55	6,00	15:32:45	4,00	15:33:35	2,00	15:34:25	46,00
15:30:16	2,00	15:31:06	8,00	15:31:56	9,00	15:32:46	4,00	15:33:36	2,00	15:34:26	50,00
15:30:17	2,00	15:31:07	8,00	15:31:57	6,00	15:32:47	4,00	15:33:37	2,00	15:34:27	52,00
15:30:18	2,00	15:31:08	8,00	15:31:58	5,00	15:32:48	3,00	15:33:38	2,00	15:34:28	53,00
15:30:19	2,00	15:31:09	9,00	15:31:59	5,00	15:32:49	3,00	15:33:39	2,00	15:34:29	57,00
15:30:20	2,00	15:31:10	10,00	15:32:00	5,00	15:32:50	3,00	15:33:40	2,00	15:34:30	60,00
15:30:21	3,00	15:31:11	11,00	15:32:01	4,00	15:32:51	3,00	15:33:41	2,00	15:34:31	61,00
15:30:22	3,00	15:31:12	11,00	15:32:02	4,00	15:32:52	3,00	15:33:42	2,00	15:34:32	60,00
15:30:23	3,00	15:31:13	10,00	15:32:03	4,00	15:32:53	3,00	15:33:43	2,00	15:34:33	59,00
15:30:24	3,00	15:31:14	10,00	15:32:04	4,00	15:32:54	3,00	15:33:44	2,00	15:34:34	56,00
15:30:25	2,00	15:31:15	10,00	15:32:05	4,00	15:32:55	3,00	15:33:45	2,00	15:34:35	55,00
15:30:26	2,00	15:31:16	10,00	15:32:06	4,00	15:32:56	3,00	15:33:46	2,00	15:34:36	54,00
15:30:27	3,00	15:31:17	10,00	15:32:07	4,00	15:32:57	3,00	15:33:47	2,00	15:34:37	53,00
15:30:28	3,00	15:31:18	10,00	15:32:08	4,00	15:32:58	3,00	15:33:48	2,00	15:34:38	52,00
15:30:29	3,00	15:31:19	9,00	15:32:09	4,00	15:32:59	3,00	15:33:49	2,00	15:34:39	52,00
15:30:30	3,00	15:31:20	8,00	15:32:10	4,00	15:33:00	3,00	15:33:50	4,00	15:34:40	51,00
15:30:31	3,00	15:31:21	8,00	15:32:11	3,00	15:33:01	3,00	15:33:51	7,00	15:34:41	50,00
15:30:32	3,00	15:31:22	8,00	15:32:12	3,00	15:33:02	3,00	15:33:52	10,00	15:34:42	48,00
15:30:33	3,00	15:31:23	8,00	15:32:13	3,00	15:33:03	3,00	15:33:53	16,00	15:34:43	45,00
15:30:34	3,00	15:31:24	8,00	15:32:14	3,00	15:33:04	3,00	15:33:54	22,00	15:34:44	43,00
15:30:35	3,00	15:31:25	7,00	15:32:15	3,00	15:33:05	3,00	15:33:55	26,00	15:34:45	40,00
15:30:36	3,00	15:31:26	9,00	15:32:16	3,00	15:33:06	2,00	15:33:56	27,00	15:34:46	37,00
15:30:37	3,00	15:31:27	12,00	15:32:17	3,00	15:33:07	2,00	15:33:57	27,00	15:34:47	35,00
15:30:38	3,00	15:31:28	13,00	15:32:18	3,00	15:33:08	2,00	15:33:58	28,00	15:34:48	33,00
15:30:39	3,00	15:31:29	13,00	15:32:19	3,00	15:33:09	2,00	15:33:59	32,00	15:34:49	31,00
15:30:40	3,00	15:31:30	12,00	15:32:20	5,00	15:33:10	2,00	15:34:00	32,00	15:34:50	29,00
15:30:41	2,00	15:31:31	10,00	15:32:21	6,00	15:33:11	2,00	15:34:01	29,00	15:34:51	27,00
15:30:42	2,00	15:31:32	10,00	15:32:22	7,00	15:33:12	2,00	15:34:02	29,00		
15:30:43	2,00	15:31:33	12,00	15:32:23	6,00	15:33:13	2,00	15:34:03	29,00		

EK-5 Oturma odası yangın süresince zamana bağlı karbonmonoksit gaz miktarı değişim verileri

SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)
14:55:48	0,00	14:57:24	53,00	14:59:00	48,00	15:00:36	499,00	15:02:12	442,00
14:55:49	0,00	14:57:25	56,00	14:59:01	46,00	15:00:37	499,00	15:02:13	499,00
14:55:50	0,00	14:57:26	59,00	14:59:02	44,00	15:00:38	499,00	15:02:14	499,00
14:55:51	0,00	14:57:27	63,00	14:59:03	42,00	15:00:39	499,00	15:02:15	499,00
14:55:52	0,00	14:57:28	67,00	14:59:04	40,00	15:00:40	499,00	15:02:16	499,00
14:55:53	0,00	14:57:29	70,00	14:59:05	39,00	15:00:41	499,00	15:02:17	499,00
14:55:54	0,00	14:57:30	74,00	14:59:06	37,00	15:00:42	499,00	15:02:18	499,00
14:55:55	0,00	14:57:31	77,00	14:59:07	38,00	15:00:43	499,00	15:02:19	499,00
14:55:56	0,00	14:57:32	82,00	14:59:08	41,00	15:00:44	499,00	15:02:20	499,00
14:55:57	0,00	14:57:33	86,00	14:59:09	44,00	15:00:45	499,00	15:02:21	499,00
14:55:58	0,00	14:57:34	91,00	14:59:10	45,00	15:00:46	499,00	15:02:22	499,00
14:55:59	0,00	14:57:35	96,00	14:59:11	45,00	15:00:47	499,00	15:02:23	499,00
14:56:00	0,00	14:57:36	102,00	14:59:12	44,00	15:00:48	499,00	15:02:24	499,00
14:56:01	0,00	14:57:37	108,00	14:59:13	44,00	15:00:49	499,00	15:02:25	499,00
14:56:02	0,00	14:57:38	115,00	14:59:14	42,00	15:00:50	499,00	15:02:26	499,00
14:56:03	0,00	14:57:39	122,00	14:59:15	41,00	15:00:51	499,00	15:02:27	499,00
14:56:04	0,00	14:57:40	128,00	14:59:16	40,00	15:00:52	499,00	15:02:28	499,00
14:56:05	0,00	14:57:41	134,00	14:59:17	40,00	15:00:53	499,00	15:02:29	499,00
14:56:06	0,00	14:57:42	141,00	14:59:18	40,00	15:00:54	499,00	15:02:30	499,00
14:56:07	0,00	14:57:43	147,00	14:59:19	40,00	15:00:55	499,00	15:02:31	499,00
14:56:08	0,00	14:57:44	154,00	14:59:20	40,00	15:00:56	499,00	15:02:32	499,00
14:56:09	0,00	14:57:45	160,00	14:59:21	38,00	15:00:57	499,00	15:02:33	499,00
14:56:10	0,00	14:57:46	168,00	14:59:22	37,00	15:00:58	499,00	15:02:34	499,00
14:56:11	0,00	14:57:47	175,00	14:59:23	36,00	15:00:59	499,00	15:02:35	499,00
14:56:12	0,00	14:57:48	181,00	14:59:24	34,00	15:01:00	499,00	15:02:36	499,00
14:56:13	0,00	14:57:49	189,00	14:59:25	32,00	15:01:01	499,00	15:02:37	499,00
14:56:14	0,00	14:57:50	196,00	14:59:26	37,00	15:01:02	499,00	15:02:38	499,00
14:56:15	0,00	14:57:51	203,00	14:59:27	58,00	15:01:03	499,00	15:02:39	499,00
14:56:16	0,00	14:57:52	211,00	14:59:28	82,00	15:01:04	499,00	15:02:40	499,00
14:56:17	0,00	14:57:53	219,00	14:59:29	100,00	15:01:05	499,00	15:02:41	499,00
14:56:18	0,00	14:57:54	227,00	14:59:30	112,00	15:01:06	499,00	15:02:42	499,00
14:56:19	0,00	14:57:55	235,00	14:59:31	118,00	15:01:07	499,00	15:02:43	499,00
14:56:20	0,00	14:57:56	244,00	14:59:32	119,00	15:01:08	499,00	15:02:44	499,00
14:56:21	0,00	14:57:57	254,00	14:59:33	117,00	15:01:09	499,00	15:02:45	499,00
14:56:22	0,00	14:57:58	262,00	14:59:34	113,00	15:01:10	499,00	15:02:46	499,00
14:56:23	0,00	14:57:59	271,00	14:59:35	107,00	15:01:11	499,00	15:02:47	499,00
14:56:24	0,00	14:58:00	279,00	14:59:36	108,00	15:01:12	499,00	15:02:48	499,00
14:56:25	0,00	14:58:01	288,00	14:59:37	118,00	15:01:13	499,00	15:02:49	499,00
14:56:26	0,00	14:58:02	297,00	14:59:38	134,00	15:01:14	499,00	15:02:50	499,00
14:56:27	0,00	14:58:03	305,00	14:59:39	159,00	15:01:15	499,00	15:02:51	499,00
14:56:28	0,00	14:58:04	315,00	14:59:40	182,00	15:01:16	499,00	15:02:52	499,00
14:56:29	0,00	14:58:05	323,00	14:59:41	199,00	15:01:17	499,00	15:02:53	499,00
14:56:30	0,00	14:58:06	333,00	14:59:42	206,00	15:01:18	499,00	15:02:54	499,00
14:56:31	0,00	14:58:07	343,00	14:59:43	207,00	15:01:19	489,00	15:02:55	499,00
14:56:32	0,00	14:58:08	355,00	14:59:44	202,00	15:01:20	451,00	15:02:56	499,00
14:56:33	0,00	14:58:09	367,00	14:59:45	194,00	15:01:21	417,00	15:02:57	499,00

14:56:34	0,00	14:58:10	378,00	14:59:46	183,00	15:01:22	387,00	15:02:58	499,00
14:56:35	0,00	14:58:11	390,00	14:59:47	173,00	15:01:23	358,00	15:02:59	499,00
14:56:36	0,00	14:58:12	403,00	14:59:48	177,00	15:01:24	334,00	15:03:00	499,00
14:56:37	0,00	14:58:13	419,00	14:59:49	205,00	15:01:25	312,00	15:03:01	499,00
14:56:38	0,00	14:58:14	438,00	14:59:50	257,00	15:01:26	293,00	15:03:02	499,00
14:56:39	0,00	14:58:15	457,00	14:59:51	323,00	15:01:27	277,00	15:03:03	499,00
14:56:40	0,00	14:58:16	476,00	14:59:52	377,00	15:01:28	263,00	15:03:04	499,00
14:56:41	0,00	14:58:17	495,00	14:59:53	409,00	15:01:29	252,00	15:03:05	499,00
14:56:42	0,00	14:58:18	499,00	14:59:54	423,00	15:01:30	241,00	15:03:06	499,00
14:56:43	0,00	14:58:19	499,00	14:59:55	422,00	15:01:31	232,00	15:03:07	499,00
14:56:44	0,00	14:58:20	499,00	14:59:56	413,00	15:01:32	224,00	15:03:08	499,00
14:56:45	0,00	14:58:21	499,00	14:59:57	396,00	15:01:33	218,00	15:03:09	499,00
14:56:46	0,00	14:58:22	499,00	14:59:58	375,00	15:01:34	214,00	15:03:10	499,00
14:56:47	0,00	14:58:23	499,00	14:59:59	353,00	15:01:35	211,00	15:03:11	499,00
14:56:48	0,00	14:58:24	499,00	15:00:00	331,00	15:01:36	209,00	15:03:12	499,00
14:56:49	0,00	14:58:25	499,00	15:00:01	308,00	15:01:37	208,00	15:03:13	499,00
14:56:50	0,00	14:58:26	499,00	15:00:02	287,00	15:01:38	208,00	15:03:14	499,00
14:56:51	0,00	14:58:27	499,00	15:00:03	268,00	15:01:39	207,00	15:03:15	499,00
14:56:52	0,00	14:58:28	496,00	15:00:04	251,00	15:01:40	207,00	15:03:16	499,00
14:56:53	0,00	14:58:29	461,00	15:00:05	235,00	15:01:41	208,00	15:03:17	499,00
14:56:54	0,00	14:58:30	426,00	15:00:06	221,00	15:01:42	208,00	15:03:18	499,00
14:56:55	0,00	14:58:31	391,00	15:00:07	210,00	15:01:43	209,00	15:03:19	499,00
14:56:56	6,00	14:58:32	358,00	15:00:08	205,00	15:01:44	209,00	15:03:20	499,00
14:56:57	7,00	14:58:33	327,00	15:00:09	211,00	15:01:45	208,00	15:03:21	499,00
14:56:58	9,00	14:58:34	298,00	15:00:10	242,00	15:01:46	209,00	15:03:22	499,00
14:56:59	10,00	14:58:35	272,00	15:00:11	299,00	15:01:47	210,00	15:03:23	499,00
14:57:00	12,00	14:58:36	248,00	15:00:12	381,00	15:01:48	213,00	15:03:24	499,00
14:57:01	14,00	14:58:37	226,00	15:00:13	485,00	15:01:49	220,00	15:03:25	499,00
14:57:02	15,00	14:58:38	207,00	15:00:14	499,00	15:01:50	232,00	15:03:26	499,00
14:57:03	17,00	14:58:39	189,00	15:00:15	499,00	15:01:51	243,00	15:03:27	499,00
14:57:04	19,00	14:58:40	173,00	15:00:16	499,00	15:01:52	252,00	15:03:28	499,00
14:57:05	20,00	14:58:41	159,00	15:00:17	499,00	15:01:53	255,00	15:03:29	499,00
14:57:06	22,00	14:58:42	146,00	15:00:18	499,00	15:01:54	254,00	15:03:30	499,00
14:57:07	24,00	14:58:43	135,00	15:00:19	499,00	15:01:55	249,00	15:03:31	499,00
14:57:08	25,00	14:58:44	126,00	15:00:20	499,00	15:01:56	243,00	15:03:32	499,00
14:57:09	27,00	14:58:45	116,00	15:00:21	499,00	15:01:57	235,00	15:03:33	499,00
14:57:10	29,00	14:58:46	108,00	15:00:22	499,00	15:01:58	228,00	15:03:34	499,00
14:57:11	30,00	14:58:47	101,00	15:00:23	499,00	15:01:59	222,00	15:03:35	499,00
14:57:12	32,00	14:58:48	94,00	15:00:24	499,00	15:02:00	217,00	15:03:36	499,00
14:57:13	33,00	14:58:49	88,00	15:00:25	499,00	15:02:01	214,00	15:03:37	499,00
14:57:14	34,00	14:58:50	83,00	15:00:26	499,00	15:02:02	212,00	15:03:38	499,00
14:57:15	35,00	14:58:51	78,00	15:00:27	499,00	15:02:03	215,00	15:03:39	499,00
14:57:16	37,00	14:58:52	73,00	15:00:28	499,00	15:02:04	221,00	15:03:40	499,00
14:57:17	38,00	14:58:53	69,00	15:00:29	499,00	15:02:05	235,00	15:03:41	499,00
14:57:18	39,00	14:58:54	66,00	15:00:30	499,00	15:02:06	255,00	15:03:42	499,00
14:57:19	41,00	14:58:55	62,00	15:00:31	499,00	15:02:07	280,00	15:03:43	499,00
14:57:20	43,00	14:58:56	59,00	15:00:32	499,00	15:02:08	307,00	15:03:44	499,00
14:57:21	45,00	14:58:57	56,00	15:00:33	499,00	15:02:09	336,00	15:03:45	499,00
14:57:22	48,00	14:58:58	53,00	15:00:34	499,00	15:02:10	365,00	15:03:46	499,00
14:57:23	50,00	14:58:59	51,00	15:00:35	499,00	15:02:11	398,00	15:03:47	499,00

EK-6 Yatak odası yangın süresince zamana bağlı karbonmonoksit gaz miktarı değişim verileri

SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)	SAAT	CO (ppm)
15:29:54	9,00	15:30:44	17,00	15:31:34	126,00	15:32:24	47,00	15:33:14	14,00	15:34:04	210,00
15:29:55	9,00	15:30:45	17,00	15:31:35	127,00	15:32:25	52,00	15:33:15	13,00	15:34:05	220,00
15:29:56	9,00	15:30:46	16,00	15:31:36	127,00	15:32:26	53,00	15:33:16	13,00	15:34:06	232,00
15:29:57	9,00	15:30:47	16,00	15:31:37	124,00	15:32:27	53,00	15:33:17	13,00	15:34:07	245,00
15:29:58	9,00	15:30:48	16,00	15:31:38	120,00	15:32:28	52,00	15:33:18	12,00	15:34:08	266,00
15:29:59	9,00	15:30:49	16,00	15:31:39	119,00	15:32:29	50,00	15:33:19	11,00	15:34:09	297,00
15:30:00	9,00	15:30:50	16,00	15:31:40	118,00	15:32:30	47,00	15:33:20	11,00	15:34:10	337,00
15:30:01	9,00	15:30:51	17,00	15:31:41	117,00	15:32:31	45,00	15:33:21	11,00	15:34:11	382,00
15:30:02	9,00	15:30:52	18,00	15:31:42	117,00	15:32:32	42,00	15:33:22	11,00	15:34:12	428,00
15:30:03	9,00	15:30:53	19,00	15:31:43	119,00	15:32:33	39,00	15:33:23	10,00	15:34:13	468,00
15:30:04	9,00	15:30:54	20,00	15:31:44	121,00	15:32:34	36,00	15:33:24	10,00	15:34:14	499,00
15:30:05	9,00	15:30:55	20,00	15:31:45	121,00	15:32:35	34,00	15:33:25	10,00	15:34:15	499,00
15:30:06	10,00	15:30:56	20,00	15:31:46	121,00	15:32:36	32,00	15:33:26	10,00	15:34:16	499,00
15:30:07	10,00	15:30:57	20,00	15:31:47	119,00	15:32:37	29,00	15:33:27	10,00	15:34:17	499,00
15:30:08	10,00	15:30:58	20,00	15:31:48	115,00	15:32:38	28,00	15:33:28	9,00	15:34:18	499,00
15:30:09	10,00	15:30:59	21,00	15:31:49	109,00	15:32:39	27,00	15:33:29	9,00	15:34:19	499,00
15:30:10	10,00	15:31:00	22,00	15:31:50	104,00	15:32:40	27,00	15:33:30	9,00	15:34:20	499,00
15:30:11	10,00	15:31:01	23,00	15:31:51	98,00	15:32:41	27,00	15:33:31	8,00	15:34:21	499,00
15:30:12	10,00	15:31:02	26,00	15:31:52	91,00	15:32:42	31,00	15:33:32	8,00	15:34:22	499,00
15:30:13	11,00	15:31:03	30,00	15:31:53	85,00	15:32:43	35,00	15:33:33	8,00	15:34:23	499,00
15:30:14	11,00	15:31:04	34,00	15:31:54	79,00	15:32:44	40,00	15:33:34	8,00	15:34:24	499,00
15:30:15	11,00	15:31:05	40,00	15:31:55	73,00	15:32:45	44,00	15:33:35	8,00	15:34:25	499,00
15:30:16	11,00	15:31:06	46,00	15:31:56	69,00	15:32:46	46,00	15:33:36	7,00	15:34:26	499,00
15:30:17	12,00	15:31:07	51,00	15:31:57	65,00	15:32:47	47,00	15:33:37	8,00	15:34:27	499,00
15:30:18	11,00	15:31:08	56,00	15:31:58	61,00	15:32:48	47,00	15:33:38	7,00	15:34:28	499,00
15:30:19	12,00	15:31:09	62,00	15:31:59	58,00	15:32:49	47,00	15:33:39	8,00	15:34:29	499,00
15:30:20	11,00	15:31:10	69,00	15:32:00	54,00	15:32:50	46,00	15:33:40	7,00	15:34:30	499,00
15:30:21	12,00	15:31:11	77,00	15:32:01	51,00	15:32:51	44,00	15:33:41	8,00	15:34:31	499,00
15:30:22	13,00	15:31:12	83,00	15:32:02	47,00	15:32:52	43,00	15:33:42	7,00	15:34:32	499,00
15:30:23	12,00	15:31:13	89,00	15:32:03	43,00	15:32:53	41,00	15:33:43	7,00	15:34:33	499,00
15:30:24	12,00	15:31:14	94,00	15:32:04	40,00	15:32:54	39,00	15:33:44	7,00	15:34:34	499,00
15:30:25	13,00	15:31:15	101,00	15:32:05	37,00	15:32:55	37,00	15:33:45	7,00	15:34:35	499,00
15:30:26	14,00	15:31:16	104,00	15:32:06	35,00	15:32:56	36,00	15:33:46	7,00	15:34:36	499,00
15:30:27	14,00	15:31:17	106,00	15:32:07	33,00	15:32:57	33,00	15:33:47	7,00	15:34:37	499,00
15:30:28	14,00	15:31:18	108,00	15:32:08	31,00	15:32:58	31,00	15:33:48	7,00	15:34:38	499,00
15:30:29	15,00	15:31:19	109,00	15:32:09	28,00	15:32:59	29,00	15:33:49	6,00	15:34:39	499,00
15:30:30	15,00	15:31:20	109,00	15:32:10	27,00	15:33:00	28,00	15:33:50	7,00	15:34:40	499,00
15:30:31	16,00	15:31:21	107,00	15:32:11	26,00	15:33:01	26,00	15:33:51	12,00	15:34:41	499,00
15:30:32	17,00	15:31:22	107,00	15:32:12	24,00	15:33:02	25,00	15:33:52	19,00	15:34:42	499,00
15:30:33	17,00	15:31:23	105,00	15:32:13	24,00	15:33:03	24,00	15:33:53	31,00	15:34:43	499,00
15:30:34	17,00	15:31:24	102,00	15:32:14	23,00	15:33:04	22,00	15:33:54	47,00	15:34:44	499,00
15:30:35	17,00	15:31:25	100,00	15:32:15	21,00	15:33:05	22,00	15:33:55	65,00	15:34:45	499,00
15:30:36	17,00	15:31:26	99,00	15:32:16	20,00	15:33:06	21,00	15:33:56	85,00	15:34:46	499,00
15:30:37	17,00	15:31:27	101,00	15:32:17	20,00	15:33:07	20,00	15:33:57	103,00	15:34:47	499,00
15:30:38	17,00	15:31:28	106,00	15:32:18	19,00	15:33:08	18,00	15:33:58	120,00	15:34:48	499,00
15:30:39	17,00	15:31:29	111,00	15:32:19	18,00	15:33:09	18,00	15:33:59	139,00	15:34:49	499,00

15:30:40	17,00	15:31:30	116,00	15:32:20	20,00	15:33:10	17,00	15:34:00	157,00	15:34:50	499,00
15:30:41	17,00	15:31:31	120,00	15:32:21	26,00	15:33:11	16,00	15:34:01	174,00	15:34:51	499,00
15:30:42	17,00	15:31:32	122,00	15:32:22	33,00	15:33:12	16,00	15:34:02	188,00		
15:30:43	17,00	15:31:33	124,00	15:32:23	41,00	15:33:13	15,00	15:34:03	199,00		

EK-7 Yatak odası yangın süresince zamana bağlı hidrojen sülfür gaz miktarı değişim verileri

SAAT	H2S (ppm)	SAAT	H2S (ppm)	SAAT	H2S (ppm)	SAAT	H2S (ppm)	SAAT	H2S (ppm)	SAAT	H2S (ppm)
15:29:54	0,00	15:30:45	0,00	15:31:36	0,00	15:32:27	0,00	15:33:18	0,00	15:34:09	0,00
15:29:55	0,00	15:30:46	0,00	15:31:37	0,00	15:32:28	0,00	15:33:19	0,00	15:34:10	0,00
15:29:56	0,00	15:30:47	0,00	15:31:38	0,00	15:32:29	0,00	15:33:20	0,00	15:34:11	0,90
15:29:57	0,00	15:30:48	0,00	15:31:39	0,00	15:32:30	0,00	15:33:21	0,00	15:34:12	0,90
15:29:58	0,00	15:30:49	0,00	15:31:40	0,00	15:32:31	0,00	15:33:22	0,00	15:34:13	0,90
15:29:59	0,00	15:30:50	0,00	15:31:41	0,00	15:32:32	0,00	15:33:23	0,00	15:34:14	0,80
15:30:00	0,00	15:30:51	0,00	15:31:42	0,00	15:32:33	0,00	15:33:24	0,00	15:34:15	0,90
15:30:01	0,00	15:30:52	0,00	15:31:43	0,00	15:32:34	0,00	15:33:25	0,00	15:34:16	0,80
15:30:02	0,00	15:30:53	0,00	15:31:44	0,00	15:32:35	0,00	15:33:26	0,00	15:34:17	0,80
15:30:03	0,00	15:30:54	0,00	15:31:45	0,00	15:32:36	0,00	15:33:27	0,00	15:34:18	0,80
15:30:04	0,00	15:30:55	0,00	15:31:46	0,00	15:32:37	0,00	15:33:28	0,00	15:34:19	0,70
15:30:05	0,00	15:30:56	0,00	15:31:47	0,00	15:32:38	0,00	15:33:29	0,00	15:34:20	0,60
15:30:06	0,00	15:30:57	0,00	15:31:48	0,00	15:32:39	0,00	15:33:30	0,00	15:34:21	0,70
15:30:07	0,00	15:30:58	0,00	15:31:49	0,00	15:32:40	0,00	15:33:31	0,00	15:34:22	0,90
15:30:08	0,00	15:30:59	0,00	15:31:50	0,00	15:32:41	0,00	15:33:32	0,00	15:34:23	1,10
15:30:09	0,00	15:31:00	0,00	15:31:51	0,00	15:32:42	0,00	15:33:33	0,00	15:34:24	1,20
15:30:10	0,00	15:31:01	0,00	15:31:52	0,00	15:32:43	0,00	15:33:34	0,00	15:34:25	1,20
15:30:11	0,00	15:31:02	0,00	15:31:53	0,00	15:32:44	0,00	15:33:35	0,00	15:34:26	1,30
15:30:12	0,00	15:31:03	0,00	15:31:54	0,00	15:32:45	0,00	15:33:36	0,00	15:34:27	1,50
15:30:13	0,00	15:31:04	0,00	15:31:55	0,00	15:32:46	0,00	15:33:37	0,00	15:34:28	1,60
15:30:14	0,00	15:31:05	0,00	15:31:56	0,00	15:32:47	0,00	15:33:38	0,00	15:34:29	1,80
15:30:15	0,00	15:31:06	0,00	15:31:57	0,00	15:32:48	0,00	15:33:39	0,00	15:34:30	2,10
15:30:16	0,00	15:31:07	0,00	15:31:58	0,00	15:32:49	0,00	15:33:40	0,00	15:34:31	2,30
15:30:17	0,00	15:31:08	0,00	15:31:59	0,00	15:32:50	0,00	15:33:41	0,00	15:34:32	2,40
15:30:18	0,00	15:31:09	0,00	15:32:00	0,00	15:32:51	0,00	15:33:42	0,00	15:34:33	2,50
15:30:19	0,00	15:31:10	0,00	15:32:01	0,00	15:32:52	0,00	15:33:43	0,00	15:34:34	2,50
15:30:20	0,00	15:31:11	0,00	15:32:02	0,00	15:32:53	0,00	15:33:44	0,00	15:34:35	2,50
15:30:21	0,00	15:31:12	0,00	15:32:03	0,00	15:32:54	0,00	15:33:45	0,00	15:34:36	2,50
15:30:22	0,00	15:31:13	0,00	15:32:04	0,00	15:32:55	0,00	15:33:46	0,00	15:34:37	2,50
15:30:23	0,00	15:31:14	0,00	15:32:05	0,00	15:32:56	0,00	15:33:47	0,00	15:34:38	2,50
15:30:24	0,00	15:31:15	0,00	15:32:06	0,00	15:32:57	0,00	15:33:48	0,00	15:34:39	2,50
15:30:25	0,00	15:31:16	0,00	15:32:07	0,00	15:32:58	0,00	15:33:49	0,00	15:34:40	2,60
15:30:26	0,00	15:31:17	0,00	15:32:08	0,00	15:32:59	0,00	15:33:50	0,00	15:34:41	2,60
15:30:27	0,00	15:31:18	0,00	15:32:09	0,00	15:33:00	0,00	15:33:51	0,00	15:34:42	2,60
15:30:28	0,00	15:31:19	0,00	15:32:10	0,00	15:33:01	0,00	15:33:52	0,00	15:34:43	2,60
15:30:29	0,00	15:31:20	0,00	15:32:11	0,00	15:33:02	0,00	15:33:53	0,00	15:34:44	2,50

15:30:30	0,00	15:31:21	0,00	15:32:12	0,00	15:33:03	0,00	15:33:54	0,00	15:34:45	2,30
15:30:31	0,00	15:31:22	0,00	15:32:13	0,00	15:33:04	0,00	15:33:55	0,00	15:34:46	2,20
15:30:32	0,00	15:31:23	0,00	15:32:14	0,00	15:33:05	0,00	15:33:56	0,00	15:34:47	2,00
15:30:33	0,00	15:31:24	0,00	15:32:15	0,00	15:33:06	0,00	15:33:57	0,00	15:34:48	1,90
15:30:34	0,00	15:31:25	0,00	15:32:16	0,00	15:33:07	0,00	15:33:58	0,00	15:34:49	1,60
15:30:35	0,00	15:31:26	0,00	15:32:17	0,00	15:33:08	0,00	15:33:59	0,00	15:34:50	1,40
15:30:36	0,00	15:31:27	0,00	15:32:18	0,00	15:33:09	0,00	15:34:00	0,00	15:34:51	1,20
15:30:37	0,00	15:31:28	0,00	15:32:19	0,00	15:33:10	0,00	15:34:01	0,00		
15:30:38	0,00	15:31:29	0,00	15:32:20	0,00	15:33:11	0,00	15:34:02	0,00		
15:30:39	0,00	15:31:30	0,00	15:32:21	0,00	15:33:12	0,00	15:34:03	0,00		
15:30:40	0,00	15:31:31	0,00	15:32:22	0,00	15:33:13	0,00	15:34:04	0,00		
15:30:41	0,00	15:31:32	0,00	15:32:23	0,00	15:33:14	0,00	15:34:05	0,00		
15:30:42	0,00	15:31:33	0,00	15:32:24	0,00	15:33:15	0,00	15:34:06	0,00		
15:30:43	0,00	15:31:34	0,00	15:32:25	0,00	15:33:16	0,00	15:34:07	0,00		
15:30:44	0,00	15:31:35	0,00	15:32:26	0,00	15:33:17	0,00	15:34:08	0,00		

EK-8 Oturma odası yangın süresince zamana bağlı hidrojen sülfür gaz miktarı değişim verileri

SAAT	H ₂ S (ppm)	SAAT	H ₂ S (ppm)	SAAT	H ₂ S (ppm)	SAAT	H ₂ S (ppm)	SAAT	H ₂ S (ppm)	SAAT	H ₂ S (ppm)
14:55:48	0,00	14:57:09	0,00	14:58:30	0,00	14:59:51	0,00	15:01:12	2,30	15:02:33	2,00
14:55:49	0,00	14:57:10	0,00	14:58:31	0,00	14:59:52	0,00	15:01:13	2,80	15:02:34	2,60
14:55:50	0,00	14:57:11	0,00	14:58:32	0,00	14:59:53	0,00	15:01:14	3,30	15:02:35	3,10
14:55:51	0,00	14:57:12	0,00	14:58:33	0,00	14:59:54	0,00	15:01:15	3,60	15:02:36	3,70
14:55:52	0,00	14:57:13	0,00	14:58:34	0,00	14:59:55	0,00	15:01:16	3,80	15:02:37	4,30
14:55:53	0,00	14:57:14	0,00	14:58:35	0,00	14:59:56	0,00	15:01:17	4,00	15:02:38	4,60
14:55:54	0,00	14:57:15	0,00	14:58:36	0,00	14:59:57	0,00	15:01:18	4,10	15:02:39	5,00
14:55:55	0,00	14:57:16	0,00	14:58:37	0,00	14:59:58	0,00	15:01:19	4,10	15:02:40	5,00
14:55:56	0,00	14:57:17	0,00	14:58:38	0,00	14:59:59	0,00	15:01:20	4,10	15:02:41	4,90
14:55:57	0,00	14:57:18	0,00	14:58:39	0,00	15:00:00	0,00	15:01:21	4,10	15:02:42	5,00
14:55:58	0,00	14:57:19	0,00	14:58:40	0,00	15:00:01	0,00	15:01:22	4,10	15:02:43	6,20
14:55:59	0,00	14:57:20	0,00	14:58:41	0,00	15:00:02	0,00	15:01:23	4,00	15:02:44	7,40
14:56:00	0,00	14:57:21	0,00	14:58:42	0,00	15:00:03	0,00	15:01:24	3,90	15:02:45	8,40
14:56:01	0,00	14:57:22	0,00	14:58:43	0,00	15:00:04	0,00	15:01:25	3,80	15:02:46	9,10
14:56:02	0,00	14:57:23	0,00	14:58:44	0,00	15:00:05	0,00	15:01:26	3,80	15:02:47	9,60
14:56:03	0,00	14:57:24	0,00	14:58:45	0,00	15:00:06	1,00	15:01:27	3,70	15:02:48	10,30
14:56:04	0,00	14:57:25	0,00	14:58:46	0,00	15:00:07	1,10	15:01:28	3,60	15:02:49	10,70
14:56:05	0,00	14:57:26	0,90	14:58:47	0,00	15:00:08	1,20	15:01:29	3,50	15:02:50	11,20
14:56:06	0,00	14:57:27	1,10	14:58:48	0,00	15:00:09	1,50	15:01:30	3,30	15:02:51	11,70
14:56:07	0,00	14:57:28	1,10	14:58:49	0,00	15:00:10	1,90	15:01:31	3,20	15:02:52	12,00
14:56:08	0,00	14:57:29	1,30	14:58:50	0,00	15:00:11	2,60	15:01:32	3,00	15:02:53	12,50
14:56:09	0,00	14:57:30	1,40	14:58:51	0,00	15:00:12	3,10	15:01:33	2,90	15:02:54	12,70
14:56:10	0,00	14:57:31	1,60	14:58:52	0,00	15:00:13	3,40	15:01:34	2,70	15:02:55	13,00
14:56:11	0,00	14:57:32	1,60	14:58:53	0,00	15:00:14	3,50	15:01:35	2,70	15:02:56	13,20
14:56:12	0,00	14:57:33	1,80	14:58:54	0,00	15:00:15	3,10	15:01:36	2,50	15:02:57	13,20

14:56:13	0,00	14:57:34	2,00	14:58:55	0,00	15:00:16	2,30	15:01:37	2,40	15:02:58	13,30
14:56:14	0,00	14:57:35	2,20	14:58:56	0,00	15:00:17	1,40	15:01:38	2,30	15:02:59	13,30
14:56:15	0,00	14:57:36	2,40	14:58:57	0,00	15:00:18	0,00	15:01:39	2,20	15:03:00	13,10
14:56:16	0,00	14:57:37	2,50	14:58:58	0,00	15:00:19	0,00	15:01:40	2,00	15:03:01	13,10
14:56:17	0,00	14:57:38	2,70	14:58:59	0,00	15:00:20	0,00	15:01:41	1,90	15:03:02	12,90
14:56:18	0,00	14:57:39	2,90	14:59:00	0,00	15:00:21	0,00	15:01:42	1,80	15:03:03	12,60
14:56:19	0,00	14:57:40	3,00	14:59:01	0,00	15:00:22	0,00	15:01:43	1,70	15:03:04	12,30
14:56:20	0,00	14:57:41	3,10	14:59:02	0,00	15:00:23	0,00	15:01:44	1,70	15:03:05	12,20
14:56:21	0,00	14:57:42	3,30	14:59:03	0,00	15:00:24	0,00	15:01:45	1,60	15:03:06	12,10
14:56:22	0,00	14:57:43	3,40	14:59:04	0,00	15:00:25	1,10	15:01:46	1,50	15:03:07	11,80
14:56:23	0,00	14:57:44	3,60	14:59:05	0,00	15:00:26	1,40	15:01:47	1,50	15:03:08	11,60
14:56:24	0,00	14:57:45	3,70	14:59:06	0,00	15:00:27	1,50	15:01:48	1,40	15:03:09	11,30
14:56:25	0,00	14:57:46	3,80	14:59:07	0,00	15:00:28	1,80	15:01:49	1,50	15:03:10	11,20
14:56:26	0,00	14:57:47	3,90	14:59:08	0,00	15:00:29	2,10	15:01:50	1,50	15:03:11	10,90
14:56:27	0,00	14:57:48	4,00	14:59:09	0,00	15:00:30	2,40	15:01:51	1,50	15:03:12	10,60
14:56:28	0,00	14:57:49	4,10	14:59:10	0,00	15:00:31	2,50	15:01:52	1,50	15:03:13	10,50
14:56:29	0,00	14:57:50	4,20	14:59:11	0,00	15:00:32	2,50	15:01:53	1,20	15:03:14	10,30
14:56:30	0,00	14:57:51	4,30	14:59:12	0,00	15:00:33	2,20	15:01:54	1,00	15:03:15	10,10
14:56:31	0,00	14:57:52	4,30	14:59:13	0,00	15:00:34	1,30	15:01:55	0,90	15:03:16	10,00
14:56:32	0,00	14:57:53	4,30	14:59:14	0,00	15:00:35	0,00	15:01:56	0,80	15:03:17	9,80
14:56:33	0,00	14:57:54	4,20	14:59:15	0,00	15:00:36	0,00	15:01:57	0,80	15:03:18	9,60
14:56:34	0,00	14:57:55	4,20	14:59:16	0,00	15:00:37	0,00	15:01:58	0,80	15:03:19	9,40
14:56:35	0,00	14:57:56	4,10	14:59:17	0,00	15:00:38	0,00	15:01:59	0,80	15:03:20	9,00
14:56:36	0,00	14:57:57	4,10	14:59:18	0,00	15:00:39	0,00	15:02:00	0,80	15:03:21	8,70
14:56:37	0,00	14:57:58	4,00	14:59:19	0,00	15:00:40	0,00	15:02:01	0,90	15:03:22	8,40
14:56:38	0,00	14:57:59	3,80	14:59:20	0,00	15:00:41	0,00	15:02:02	1,00	15:03:23	8,10
14:56:39	0,00	14:58:00	3,60	14:59:21	0,00	15:00:42	1,00	15:02:03	1,00	15:03:24	7,80
14:56:40	0,00	14:58:01	3,30	14:59:22	0,00	15:00:43	1,40	15:02:04	1,20	15:03:25	7,60
14:56:41	0,00	14:58:02	2,90	14:59:23	0,00	15:00:44	1,90	15:02:05	1,30	15:03:26	7,30
14:56:42	0,00	14:58:03	2,30	14:59:24	0,00	15:00:45	2,40	15:02:06	1,50	15:03:27	7,20
14:56:43	0,00	14:58:04	1,70	14:59:25	0,00	15:00:46	2,80	15:02:07	1,70	15:03:28	7,10
14:56:44	0,00	14:58:05	1,00	14:59:26	0,00	15:00:47	3,40	15:02:08	1,70	15:03:29	7,00
14:56:45	0,00	14:58:06	0,00	14:59:27	0,00	15:00:48	3,90	15:02:09	1,60	15:03:30	7,00
14:56:46	0,00	14:58:07	0,00	14:59:28	0,00	15:00:49	4,40	15:02:10	1,60	15:03:31	6,90
14:56:47	0,00	14:58:08	0,00	14:59:29	0,00	15:00:50	4,50	15:02:11	1,50	15:03:32	6,80
14:56:48	0,00	14:58:09	0,00	14:59:30	0,00	15:00:51	4,60	15:02:12	1,60	15:03:33	6,80
14:56:49	0,00	14:58:10	0,00	14:59:31	0,00	15:00:52	4,40	15:02:13	1,90	15:03:34	6,70
14:56:50	0,00	14:58:11	0,00	14:59:32	0,00	15:00:53	3,90	15:02:14	2,20	15:03:35	6,70
14:56:51	0,00	14:58:12	0,00	14:59:33	0,00	15:00:54	3,30	15:02:15	2,40	15:03:36	6,60
14:56:52	0,00	14:58:13	0,00	14:59:34	0,00	15:00:55	2,90	15:02:16	2,30	15:03:37	6,60
14:56:53	0,00	14:58:14	0,00	14:59:35	0,00	15:00:56	2,20	15:02:17	2,30	15:03:38	6,50
14:56:54	0,00	14:58:15	0,00	14:59:36	0,00	15:00:57	1,30	15:02:18	2,30	15:03:39	6,50
14:56:55	0,00	14:58:16	0,00	14:59:37	0,00	15:00:58	0,00	15:02:19	2,00	15:03:40	6,50
14:56:56	0,00	14:58:17	0,00	14:59:38	0,00	15:00:59	0,00	15:02:20	1,70	15:03:41	6,40
14:56:57	0,00	14:58:18	0,00	14:59:39	0,00	15:01:00	0,00	15:02:21	1,20	15:03:42	6,40

14:56:58	0,00	14:58:19	0,00	14:59:40	0,00	15:01:01	0,00	15:02:22	1,1	15:03:43	6,30
14:56:59	0,00	14:58:20	0,00	14:59:41	0,00	15:01:02	0,00	15:02:23	1,00	15:03:44	6,30
14:57:00	0,00	14:58:21	0,00	14:59:42	0,00	15:01:03	0,00	15:02:24	0,80	15:03:45	6,30
14:57:01	0,00	14:58:22	0,00	14:59:43	0,00	15:01:04	0,00	15:02:25	0,70	15:03:46	6,20
14:57:02	0,00	14:58:23	0,00	14:59:44	0,00	15:01:05	0,00	15:02:26	0,00	15:03:47	6,20
14:57:03	0,00	14:58:24	0,00	14:59:45	0,00	15:01:06	0,00	15:02:27	0,00		
14:57:04	0,00	14:58:25	0,00	14:59:46	0,00	15:01:07	0,00	15:02:28	0,00		
14:57:05	0,00	14:58:26	0,00	14:59:47	0,00	15:01:08	0,00	15:02:29	0,00		
14:57:06	0,00	14:58:27	0,00	14:59:48	0,00	15:01:09	0,00	15:02:30	1,10		
14:57:07	0,00	14:58:28	0,00	14:59:49	0,00	15:01:10	1,10	15:02:31	1,30		
14:57:08	0,00	14:58:29	0,00	14:59:50	0,00	15:01:11	1,80	15:02:32	1,60		