

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

**PETROL YANGINLARINDA KULLANILAN
SÖNDÜRÜCÜ KATKILARIN, PERFORMANSA
ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yavuz TANRIVERDİ

Enstitü Anabilim Dalı : Makine Eğitim Bölümü

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat ARI

Temmuz 2010

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PETROL YANGINLARINDA KULLANILAN
SÖNDÜRÜCÜ KATKILARIN, PERFORMANSA
ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAVUZ TANRIVERDİ

Enstitü Anabilim Dalı : Makine Eğitim Bölümü

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat ARI

Bu tez 18/06/20010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr.
Vedat ARI
Jüri Başkanı



Yrd. Doç. Dr.
Ahmet KOLİP
Üye



Yrd. Doç. Dr.
Özkan ÖZDEMİR
Üye

TEŞEKKÜR

Bu konuya beni teŐvik eden tez danıŐmanım değerli hocam Sn. Yrd.Doç.Dr. Vedat ARI'ya, bana deney setinin kurulmasına yardımcı olan Gölçük Anadolu Denizcilik Meslek Lisesi, Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Metal Öğretmeni Zihni BIÇAKCI'ya, deney çalışmasında kullanılan kimyasal ürünlerin temininde bulunan Eti Maden İşletmeleri'ne, deneyin uygulanmasında bana yardımcı olan İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Eri Salih TANRIVERDİ'ye ve ayrıca çalışmalarım süresince manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM 2.

YANGIN KAVRAMI, ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI.....	3
2.1. Yangın Kavramı.....	3
2.2. Isı ve Yanma Tanımı.....	4
2.3. Yangının Yayılımı ve Evreleri.....	8
2.4. Yangının Sınıflandırılması.....	11
2.5. Yangın Söndürme Türleri.....	12
2.6. Isı Transferi Türleri.....	14
2.7. Yangın Şiddetini Etkileyen Faktörler.....	19
2.8. Yangın Güvenliği.....	20
2.9. Yangının İnsan Üzerindeki Etkileri.....	21
2.10. Yangının Fiziksel ve Kimyasal Etkileri.....	23
2.11. Yangın Hızını Belirleyen Faktörler.....	25

BÖLÜM 3.

AKARYAKIT İSTASYONLARINDA YANGIN EMNİYETİ.....	26
--	----

3.1. Akaryakıtın Genel Özellikleri.....	26
3.2. Akaryakıt İstasyonları Mekanizması.....	27
3.3. Akaryakıt İstasyonlarında Tehlikeli Bölgeler ve Sınırları.....	27
3.4. Akaryakıt Depolama Tankları.....	29
3.5. Akaryakıt Yangın Etkilerinin Tahmin Yöntemi.....	32
3.5.1. Yangının alev boyu.....	35
3.5.2. Yangının yanma hızı.....	36
3.5.3. Yangının eğimi.....	36
3.5.4. Yangının radyant ısı özellikleri.....	37
3.5.5. Yangının tutuşma sıcaklığının kontrolü.....	39
3.5.6. Yanma sonucu CO ₂ ve CO miktarının tahmini.....	40
3.5.7. CO ₂ ve CO gazlarının insan sağlığı üzerindeki etkisi.....	41
BÖLÜM 4.	
DENEYSEL ÇALIŞMA.....	43
4.1. Deney Düzenegi.....	43
4.2. Deney Programı.....	48
4.3. Deney Sonuçları.....	48
4.4. Basıncın Yangın Söndürme Üzerindeki Etkisi.....	49
4.5. Maliyet Analizi.....	56
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER.....	62
5.1. Tartışmalar.....	62
5.2. Öneriler.....	63
5.3. Basıncın Etkisi.....	63
5.4. Yangına Müdahale Süresi.....	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	73

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	:Saçılma yüzey alanı (m^2)
BP	:Boraks pentahidrat
BD	:Boraks dekahidrat
BYKHY	:Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik
CNG	:Sıkıştırılmış doğalgaz
c_p	:Özgül ısı ($J/g-K$)
D	:Yanma yüzey çapı (m)
DOT	:Disodyum oktaborat tetrahidrat
E_f	:Alev birim yüzeyinden yayılan radyant ısı güç (kW/m^2)
F	:Geometrik görüş faktörü
g	:Yerçekimi ivmesini (m/s^2)
H	:Alev yüksekliği (m)
k	:Tutuşması incelenen maddenin ısı iletim katsayısı ($W/m-K$)
k_m	:Absorbsiyon katsayısı (m^{-1})
LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gazı
M	:Maddenin mol ağırlığı ($g/mole$)
\dot{m}	:Birim yüzeyden birim zamanda yanma nedeniyle oluşan kütle kaybı (g/ m^2-s)
PK	:Potasyum klorür
Ppm	:Milyonda bir (parts per million)
Q	:Yakıtın ısı gücü (kW)
Q*	:Froude katsayısı
\dot{q}_1	:Yakıt yüzeyine ilettiği toplam ısı güç (kW/m^2)
\dot{q}_2	:Yakıt yüzeyden kaybedilen radyant ısı güç (kW/m^2)
\dot{q}''	:Birim yüzeyine nakledilen radyant ısı güç (kW/m^2)
SB	:Susuz boraks

SK	:Sodyum bikarbonat
u^*	:Boyutsuz rüzgâr hızı
u_w	:Rüzgâr hızı (m/s)
TS 7486	:Yangından korunma-terimler
T_a	:Oda sıcaklığı (K)
T_f	:Alev sıcaklığı (K)
T_{ig}	:Tutuşma sıcaklığı (s)
\dot{y}	:Yangına müdahale süresi (s)
\dot{y}_{max}	:Havuz yangını yanma hızı (m/s)
ΔH_g	:Kütlenin gaz fazına geçmesi için gerekli ısı enerjisi (kJ/g)
ΔT_{ig}	:Tutuşma sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark (K)
ρ	:Yoğunluk (kg/m^3)
ρ_a	:Havanın yoğunluğunu (kg/m^3)
ρ_v	:Yakıtın kaynama sıcaklığında buhar yoğunluğunu (kg/m^3)
θ	:Alev eğimi (0)
τ	:Atmosferik ortamdaki nem oranına bağlı iletim katsayısı
ε	:Emisyon katsayısı
σ	:Stefan-Boltzmann katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Yangın üçgeni.....	5
Şekil 2.2.	Yanma reaksiyonu.....	7
Şekil 2.3.	Yangının yayılımı.....	9
Şekil 2.4.	Yangın evreleri.....	9
Şekil 2.5.	Isı transferi türleri.....	14
Şekil 2.6.	Taşınım ile ısı transferi.....	15
Şekil 2.7.	Mekanda iletimle ısı transferi.....	16
Şekil 2.8.	Isının ışınım yolu ile transferi.....	17
Şekil 2.9.	Yangın şiddetini etkileyen faktörler.....	19
Şekil 2.10.	Yangın güvenlik prensipleri	20
Şekil 3.1.	Yerleşim birimlerine güvenli mesafenin belirlenmesinde önerilen yöntemin akış şeması.....	34
Şekil 4.1.	Depolama sisteminin görünümü.....	44
Şekil 4.2.	Akaryakıt deposu.....	44
Şekil 4.3.	Akaryakıt boşaltım deposu.....	45
Şekil 4.4.	Kompresör.....	45
Şekil 4.5.	Hava tankı.....	46
Şekil 4.6.	Deney setinin görünümü.....	46
Şekil 4.7.	Regülatör.....	47
Şekil 4.8.	Hassas Terazî.....	47
Şekil 4.9.	12 bar basınçta 15.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	50
Şekil 4.10.	12 bar basınçta 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	51
Şekil 4.11.	12 bar basınçta 15.saniye ve 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	52
Şekil 4.12.	16 bar basınçta 15.saniyede yangın söndürme süresinin	

	kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	53
Şekil 4.13.	16 bar basınçta 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	54
Şekil 4.14.	16 bar basınçta 15.saniye ve 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi.....	55
Şekil 4.15.	12 bar basınçta yangına müdahale sürelerinin 15.saniyedeki ve 25.saniyedeki kullanılan KKT ürünlerinin maliyet analizi.....	58
Şekil 4.16.	16 bar basınçta yangına müdahale sürelerinin 15.saniyedeki ve 25.saniyedeki kullanılan KKT ürünlerinin maliyet analizi.....	60

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Yanıcı madde örnekleri.....	6
Tablo 2.2.	Yanma sırasında oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları.....	6
Tablo 2.3.	Yangın Türlerine Göre Söndürme Maddelerinin Performansı.....	12
Tablo 2.4.	Bazı ürünlerin erime sıcaklıkları.....	23
Tablo 3.1.	Yanıcı sıvıların sınıflandırılması.....	28
Tablo 4.1.	KKT fiyat listesi.....	55

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Petrol Yangını, Kuru Kimyasal Ürün, Sıcaklık ve Basınç

Petrol yangınları, çevresel risk taşıyan sadece çıktığı mahalde kalmayarak bulunduğu ortamı hatta kontrol edilmezse gelişerek tüm bir bölgeyi etkileyebilecek bir felakettir. Petrol yangın söndürme sistemlerinde kullanılan kuru kimyasal söndürücüler büyük önem kazanmaktadır. Yangının başlamasında, anında müdahale edilmezse patlama meydana gelmektedir. Bu süreden sonra yangını kontrol altına alma çalışmaları zorlaşmaktadır. Petrol yangınlarında başlangıç aşamasında en etkili yöntem kuru kimyasal söndürücülerdir. Petrol yangınlarında günümüze kadar aynı kuru kimyasal ürünlerin kullanımı mevcuttur.

Bu deney çalışmasında kullanılan kuru kimyasal ürünlere alternatif olarak yeni ürün çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada günümüzde kullanılanlardan daha ekonomik, daha bulunabilir ve daha etkili ürün kullanımına gidilmiştir. Deney çalışmasında sıcaklık değiştirilerek ve sistemdeki basınç değiştirilerek yangın söndürme performansı incelenmiştir. Bu etkiler yangın söndürme sisteminde mutlaka dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada günümüzde ilk defa kullanılan disodyum oktaborat tetrahidrat, susuz boraks, boraks dekahidrat ve boraks pentahidrat kuru kimyasal toz ürünler incelenmiştir. En iyi performansı disodyum oktaborat tetrahidrat kuru kimyasal toz ürünü göstermiştir. İki farklı basınç değerleri kullanılarak yangının söndürmeye etkileri incelenmiştir. Bunun dışında iki farklı yangına müdahale süresi belirlenerek yangına müdahale süresinin yangını söndürme süresinin etkileri gözlemlenmiştir. Ayrıca bu kuru kimyasal toz ürünlerin sodyum bikarbonat ile konsantrasyonu incelenmiştir. %40 disodyum oktaborat tetrahidrat - %60 sodyum bikarbonat konsantrasyonu konsantrasyonlar arasında en kısa sürede söndürmüştür. Maliyeti de bu çalışmada incelenerek en ekonomik kuru kimyasal toz ürünü sodyum bikarbonat olduğu gözlemlenmiştir. Bu deney çalışmasında disodyum oktaborat tetrahidrat kuru kimyasal toz ürünü fayda maliyet açısından kullanılması uygunluğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte daha etkili sonuçlar alabilmek için çeşitli deney şartlarında ve kullanılacak kuru kimyasal ürün çeşitleriyle deney yapma çalışmaları yapılabilir.

EXTINGUISHER CONTRIBUTIONS OF USED IN PETROLEUM FIRES PERFORMANCE OF THE EFFECT EXPERIMENTAL INVESTIGATION

SUMMARY

Key Words: Oil fire, dry chemical product, temperature and pressure.

Oil fires, environmental risks are not only staying out on the scene to control the media are not even developed that can affect an entire region is a disaster. Oil fire extinguishing systems, dry chemical extinguishers are used is very important. Without immediate intervention of the fire started in the explosion occurs. After this time work is difficult to control the fire. Oil dry chemical fire extinguisher in the initial stages are the most effective method. Same rate as the oil fires today is the use of chemical products.

Used in these experiments as an alternative to dry chemical products have been investigated by the new product. Today, more economical than those used in this study, more can be found and was going to use more efficient products. In the experiment by changing the temperature and pressure in the system performance is investigated by changing the fire extinguisher. These effects must be taken into account in the fire extinguishing system.

This study used the first time today disodium oktoborat tetrahidrat, anhydrous borax, borax decahydrate and borax pentahydrate dry chemical powder products are examined. The best performance was shown disodium oktaborat tetrahidrat dry chemical powder. Using two different pressure values are investigated to extinguish the fire. Apart from these two different response time to fires in fire response times by determining the duration of the effect of extinguishing the fire were observed. Moreover, with this concentration of sodium bicarbonate dry chemical powder products are examined. Disodium oktoborat tetrahidrat 40% -60% concentration of sodium bicarbonate concentration in the shortest time between extinguish. The economic costs are examined in this study of sodium bicarbonate dry chemical powder products were observed. In this experimental study of disodium oktaborat tetrahidrat dry chemical powder used in cost benefit eligibility has been observed. However, you can get more effective results will be used for various experimental conditions and studies be done to experiment with dry chemical type of product.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İlk çağlardan günümüze insanlığın bugünkü uygarlık düzeyine ulaşmasında, ateşin insanlar tarafından kullanılmaya başlanması önemli bir gelişmedir. İnsanlar 4000 yıldır insanlığın hizmetinde olan ateşin, ısı ve ışık enerjisinden yararlanmışlar, ateşi kontrol altında tutabildikleri sürece, kendilerine fayda sağlamışlardır. Kaza veya kasti nedenlerle ateşin kontrol edilememesi, yangın çıkmasına neden olmuştur. Ateşin zararlı bir sonucu olan yangın, insanlar için hep bir tehdit unsuru olarak ortaya çıkmıştır. Yangın, şehirleri ve yapıları büyük hasarlara uğratmış veya yok etmiştir. Anadolu'nun en eski yerleşim birimlerinde, Neolitik devirde bile, yangının kontrol altında tutulmasının önemi kavranmış, ocaklar kapalı mekânların dışında inşa edilerek ilk yangın güvenlik önlemleri alınmıştır. Yanmaz olarak bilinen demirin yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmasıyla, daha ilk yangınlarda yangına karşı düşünüldüğü kadar dayanıklı bir malzeme olmadığı anlaşılmıştır. 1666 yılında meydana gelen Büyük Londra Yangını ile yangını yavaşlatıcı önlemlerin dışında, uyarı sistemleri ve kullanılan yapı malzemelerinde değişikliğe gidilmiştir. Yaşanan tecrübelerle hiçbir binanın tamamen "yanmaz" olamayacağı ancak belli bir süre yangına karşı dayanabileceği anlaşılmış ve bundan sonra bu dayanım süresinin daha uzun tutulabilmesi yönünde çalışmalar geliştirilmiştir. 20. yüzyılın başlarında "yanmazlık" kavramı yerine "yangına dayanım" kavramı benimsenmiştir.

Akaryakıt, içerisinde çevreye ve insan sağlığına önemli zararlar verebilecek ürünlerden oluşmaktadır. Ekonomik anlamda çok güçlü bir sektör olmasının yanında, ihmale uğradığında, ülke ekonomisinin yetemeyeceği çevresel zararlara neden olabilmektedir. Akaryakıt firmaları, bu çalışmanın ileri kısımlarında anlatılan nedenlerden ötürü, sorumluluğu alanındaki tüm faaliyetlerde çevrenin ve insan sağlığının korunması için alınması gerekli tedbirleri belirlemekte ve uygulamaya çalışmaktadır. Bunu, işbirliği içinde olduğu inşaat, ulaşım, hizmet firmalarıyla birlikte çalışarak sağlamayı amaçlamaktadır. Ancak toplum bilincinin gerekli ölçüde

sağlanamadığı bir ortamda bu çaba yetersiz kalabilmektedir. Akaryakıt istasyonu inşası ve tadilatında görev verdikleri müteahhit firmaların da akaryakıt firmaları kadar 'çevre' sorumluluğunu hissetmesi gerekmektedir. Aksi halde bir tankın çıkarılması sırasında, akaryakıt buharının kıvılcımla birleşmesi felakete yol açabilecek kötü durumlarla karşılaşmamız mümkündür.

BÖLÜM 2. YANGIN KAVRAMI, ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRMASI

Bu bölüm yangın kavramı, tanımı ve özellikleri, yangın malzeme ilişkisi, yangın yapı ilişkisi incelenmiştir.

2.1. Yangın Kavramı

Yangın, insanların arzuları dışında meydana gelen ve cisimlerin şekil durumlarını değiştiren ve onların artık faydalı işlerde kullanılmasına engel olan zararlı ve harap edici alevli bir ateştir [1].

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği'ne göre ise yangın; yanıcı özellik gösteren, katı, sıvı ve gaz maddelerinin kontrol dışı yanmasıdır [2].

TS 7486 yangını iki şekilde tanımlamaktadır;

1. Dumanın, alevin ya da her ikisinin beraberce ısı yayması ile karakterize edilen yanma olayıdır.
2. Yanmanın, zaman ve mekân olarak kontrol edilmemiş bir şekilde yayılmasıdır [3].

Yanıcı maddeyi, yeterli oksijenli ortamda, karakteristik tutuşma sıcaklığına kadar ısıtan bir ısı kaynağı, yanma reaksiyonunu başlatmaktadır. Bu reaksiyondan ayrıca ısı enerjisi açığa çıkmaktadır [4].

2.2. Isı, Sıcaklık ve Yanma Tanımı

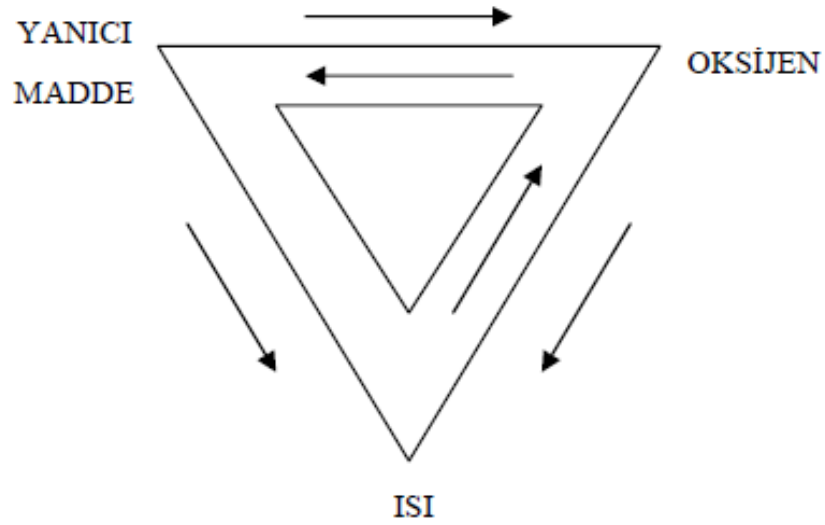
Yangının tanımının yapılabilmesi için ısı, sıcaklık ve yanma tanımlarının yapılması gerekmektedir.

Isı, bir maddenin bütün moleküllerinin sahip olduğu hareket enerjisinin toplamıdır. Kalorimetre (cal) ile ölçülmektedir. Titreşim malzemenin sıcak bölgesinde hızlı, soğuk bölgesinde yavaştır. Dolayısıyla hızlı titreşimlerle enerji sıcaktan soğuğa doğru iletilmiş olmaktadır.

Sıcaklık, bir maddenin ortalama hızda bulunan bir molekülünün sahip olduğu hareket enerjisidir. [5].

Yanma, yanabilir bir malzemenin bir oksitleyici ile birlikte, genellikle duman yayılması ve/veya kızıl parıltılar ve/veya alevlerle birlikte ortaya çıkmış ekzotermik bir tepkimedir. Bu tepkime yavaş, hızlı olabilir [6].

Yanmanın başlaması için yanıcı madde ile birlikte oksijenin (genelde hava) ve tutuşmayı sağlayacak bir enerji kaynağının varlığı gerekmektedir. Bu üç bileşen, yanıcı – oksijen – ısı “yanma üçgeni” olarak adlandırılmaktadır [7].



Şekil 2.1. Yangın üçgeni [7]

Bu üç şartı teker teker ele alırsak;

1. Yanıcı Madde: Yanıcı madde, oksijen ve yanıcı maddelerin tutuşma sıcaklığına ulaşmalarını sağlayan ısıl enerji yanma reaksiyonuna katılan elemanlardır. Yanmanın oluşabilmesi için yanıcı maddenin mutlaka gaz fazında bulunması gerekir. Katı ve sıvı fazlarda yanma meydana gelmez. Faz değişimi için gerekli olan ısıl enerjiye maruz kalan bir maddenin tutuşma sıcaklığına gelerek yanması için yakıt ve havanın uygun oranlarda bir arada olması gerekir [8].

Yanıcı madde; katı, sıvı ve gaz şeklinde üç durumda olabilmektedir. Katı yanıcı maddeler; biçim ve hacme sahiptir. Sıvı yanıcı maddeler; belirli bir biçime sahip değildir. Gaz halindeki yanıcı maddeler ise ne biçim ne de hacme sahip olmaktadır. Tablo 2.1’de bilinen bazı yanıcı maddelere örnek verilmektedir [9].

Tablo 2.1. Yanıcı madde örnekleri [9]

Yanıcı Madde Örnekleri		
Katı	Sıvı	Gaz
Kömür	Benzin	Propan
Ahşap	Mazot	Hidrojen
Kağıt	Alkol	Doğal gaz
Plastik	Gaz yağı	Bütan
Tekstil	Boya	Asetilen

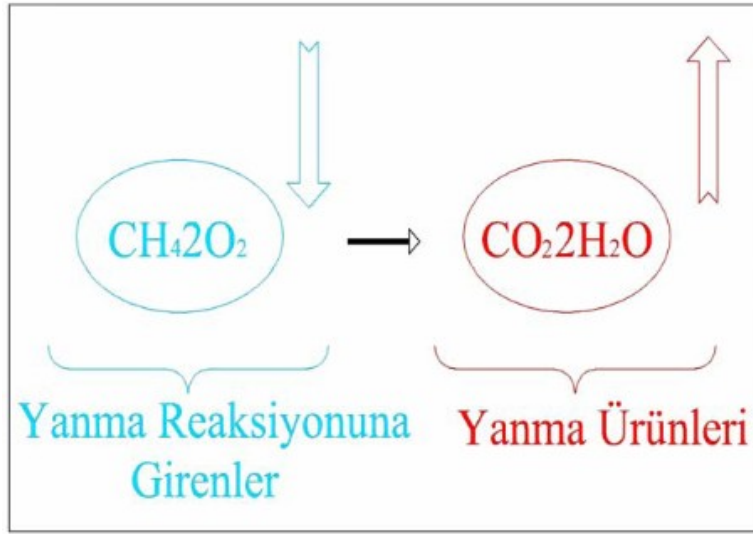
2. Oksijen: Yanmayı gerçekleştiren renksiz, kokusuz bir gazdır. Normal şartlarda havada %21 Oksijen, %78 Azot ve %1 diğer gazlar mevcuttur. Yanmanın oluşması için oksijenin mutlaka ortamda bulunması gerekir. Yanmanın meydana gelebilmesi için en düşük oksijen oranı %13, görünür bir alevin oluşması için oksijen oranı ise %15 değerinde olmalıdır. Oksijen miktarının azalıp artması yangının şiddetinin azalıp artması ile doğru orantılı olarak gerçekleşmektedir [9].

Tablo 2.2. Yanma sırasında oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları [10]

Yanma sırasında havadaki oksijenin yüzdeleri oranı	Yanma sırasındaki oksijen azalmasının zehirlilik belirtisi ve bulguları
20 ve üzeri	Normal
12-15	Kas hareketlerinin koordinasyonunu azalması
10-14	Bilinçlilik devam eder, fakat aşırı bitkinlik vardır
6-8	Baygınlık meydana gelebilir, fakat hızlı bir tedavi ile öldürücü sonuç önlenir
6 ve aşağısı	6 veya 8 dakika sonra ölüm gerçekleşir

3. Isı: Bir maddenin yanmaya başlaması için, çoğunlukla ısıya ihtiyaç vardır. Isı transferi bölümünde bu konu daha iyi açıklanacaktır.

Yanma sırasında, kimyasal reaksiyondan önce var olan maddelere ‘yanma reaksiyonuna giren maddeler’ ve yanma reaksiyonundan sonra oluşan maddelere ‘yanma reaksiyonundan çıkan maddeler’ denir.



Şekil 2.2. Yanma Reaksiyonu [8]

Yanma tepkimesinin şiddeti, yaydığı ısı ile ölçülmektedir. Yanmanın yayılma hızı 10 cm/s’yi geçerse bu yanma olayı “patlama” olarak nitelendirilmektedir. Bir ortamda sıcaklık yükselmesi hissediliyor ancak ışık yayılımı gerçekleşmiyorsa bu duruma “için için yanma” adı verilmektedir. Bir katı cisimden ışık yayılımının gerçekleşebilmesi için, sıcaklığın 500 °C civarında olması gerekmektedir. 350 - 400°C civarındaki sıcaklıklarda yanan katı cisimler “için için yanma” evresindedir. Sıcaklığın hissedilebilir şekilde yükselmediği ve maddenin yavaş bir biçimde, kısmen veya tamamen tepkimeye girdiği durumlara oksitlenme denmektedir.

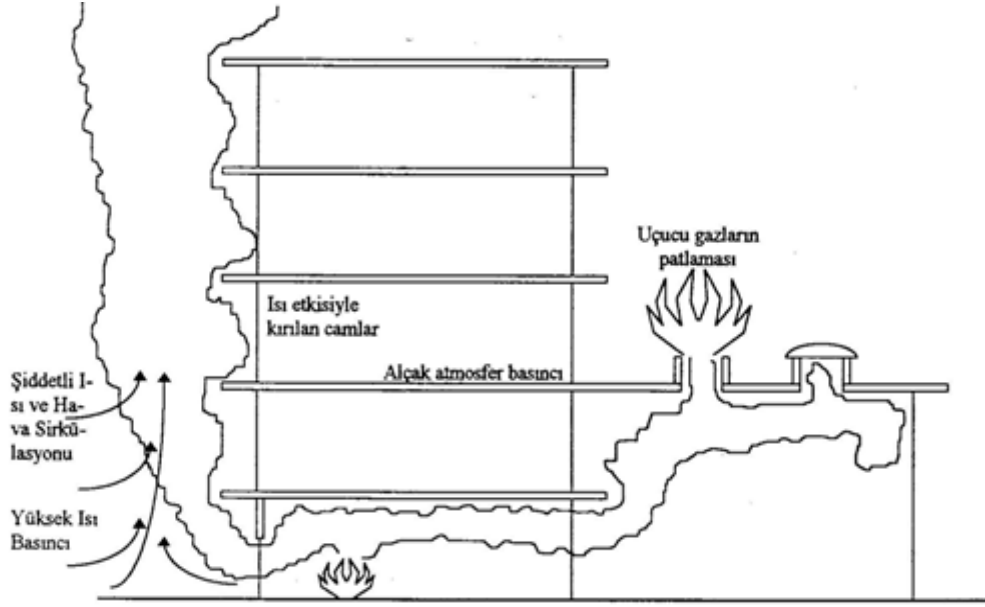
Alev, gaz durumunda bir oksitlenme tepkimesidir. Bir kibritin yâda mumun yanması esnasında gazlı alevin ısısının bir bölümü katı maddeye aktarılır ve katı maddenin buharlaşmasına neden olur. Bu buharlaşma süresince moleküller kimyasal ayrışmaya uğrayabilir, uğramayabilir. Yanma alevsiz olarak da gerçekleşebilir [7].

Yakacaklar için 1 kg yakacağın yanması ile meydana gelen kcal cinsinden ısı miktarına yanma ısı denmektedir. Birimi kcal/kg.dır. Ateş yanmanın görünür sonucudur. Bir maddenin ısısının kendi kendine tutuşacak ve yanacak dereceye yükselmesine tutuşma denmektedir. Genellikle yangının ilk safhasında ısı, gaz ve buhar tutuşması için yetersizdir. Yangında bir kıvılcım veya yanmış bir parça, tutuşma derecesine gelinceye kadar ısı iletkenlik tesiri ile malzemenin ısısını yükselmektedir ve sonra yüzeyde bir ateş parlaması meydana getirmektedir. Yanmanın bir malzemedan diğerine geçişi, ısı iletkenlik, yüzeyde meydana gelen sıcak gaz akımının teması ve uçan yanar haldeki parçalar ile olmaktadır. Yangında meydana gelen ısı, yapılan gerçek yangın tecrübelerinden 1200°C'ye kadar yükseldiği tespit edilmiştir [5].

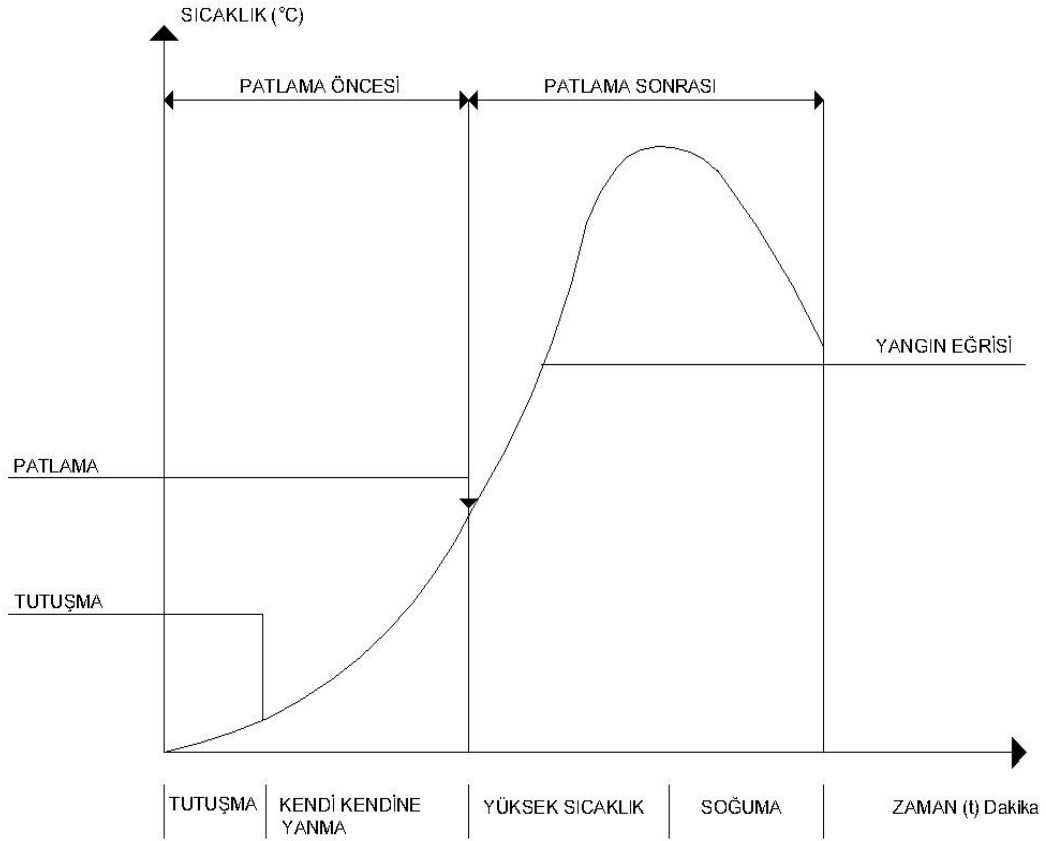
2.3. Yangının Yayılımı ve Evreleri

Her yangının çıkış noktası sınırları dar olan bir bölgedir. Yanma sırasında açığa çıkan enerji ve bu enerji sonucu ısının yükselmesi ile yanma sürati gittikçe artmaktadır. Yanan kısımdan etrafa dağılan ısı ve o noktadan çıkarak etrafa yayılan sıcak gazlar, yanan hacimdeki havayı ve bu hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin (döşeme, kolon, duvar ve kiriş) yüzeylerini ısıtmaktadırlar. Bu arada yanıcı malzemeler ısı etkisi altında kimyasal ayrışarak çevreye yanıcı gazlar vermektedirler [11].

Kapalı bir hacimde ısı 650⁰C'yi bulduğu zaman, yangın bir saniyeden daha az bir zamanda bütün hacmi kaplamaktadır. Bu yayılma anı yangın sıçrama anı olarak tanımlanır [12].



Şekil 2.3. Yangının yayılımı [7]



Şekil 2.4. Yangın evreleri [13]

1. Tutuşma evresi (başlangıç evresi): Tutuşma evresi yangının başlangıç kısmıdır. Bu aşamada yangın, can ve mal kaybı için çok fazla riskli değildir. Bu evrede yanma belli bir bölgede gelişmektedir ve büyüme hızı yavaştır. Tutuşma evresinde yapılacak bir müdahale yangının büyümesini engelleyecektir [13]. Başlangıç evresi hazırlık ve alev evresi olarak iki evrede incelenmektedir.

Hazırlık Evresi; Yanma başlamadan önce geçen süredir. Bazı katı cisimlerin için için yanması hazırlık evresi için örnek oluşturmaktadır. Hazırlık evresinin süresi yanıcı cisimlerin özelliğine veya ortam özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir [14].

Alev Evresi; Alevin ilk görüldüğü anda başlayan bir süreçtir. Alevlerin büyümesi için hava ile beslenmeleri gerekmektedir. Yanan cisimden çıkan ısı, önce iletimle diğer cisimlere yayılır. Daha sonraki aşamalarda yayılma ışınım ile gerçekleşmektedir. Alev evresinde cisimler arasındaki mesafe fazla ise veya mekânda bulunan hava miktarı yeterli değilse ateş kendiliğinden sönmektedir. Yarım yanmış gazlar sıcaklıklarından dolayı yükselip dolaşırlarken, uygun oksijen + sıcaklık oranını buldukları yerde kısa süreli olarak Alev Dili (Flame-over) şeklinde yanmaktadır. Bu sebepten bu evrede itfaiyeciler müdahale ederken eğilerek, hatta çömelerek çalışmaktadırlar [11].

2. Kendi kendine yanma evresi: Bu evrede mekân içindeki diğer maddeler ortam sıcaklığının artmasıyla oksitlenmekte ve ısının daha da artmasıyla kendi kendine yanmaya başlamaktadır. Bir anda tüm maddeler tutuşmaktadır. Genel olarak bu evre için “ani parlama” deyimini kullanılmaktadır. Ani parlama, “tutuşabilir malzemeli bir yangının bir bölümü çevreleyen tüm yüzeye ani geçişidir” şeklinde tanımlanabilir. Bu evreye gelişme evresi denilmektedir.

3. Yüksek sıcaklık evresi: Yangın sırasında yanan maddelerden tam yanmamış gazlar çıkar. Bu gazlar için oksijen ve sıcaklık açısından uygun ortam oluştuğunda patlama meydana gelir. Patlamayla birlikte yüksek sıcaklık açığa çıkar. Bu evrede yüksek sıcaklığın yanında, patlamayla oluşan basınçta büyük zararlara neden olur. Ayrıca bu evrede yapı elemanları zarar görmeye başlamaktadır. Bu süreç devam

ettiği takdirde taşıyıcı strüktürün zarar görmesi nedeniyle çatı ve döşemelerde çökmelerin baş göstermesi kaçınılmazdır. Sürekli yanma evresinde daha önce kırılmış olan camlardan dışarıya alevlerin yayılmaya başladığı görülebilmektedir [13].

4. Sönme evresi: Bu evrede yanıcı maddelerin azalmasına bağlı olarak sıcaklığın yavaş yavaş düşmeye başladığı görülmektedir. Alevlerin boyu kısalmakta ve giderek kaybolmaktadır. Ancak sıcaklığın düşmesi oldukça yavaş olduğundan yapı elemanları üzerindeki zarar bu evrede de devam etmektedir [14].

2.4. Yangının Sınıflandırılması

Akaryakıt tesislerinde yangın güvenlik önlemlerinin alınması, meydana gelebilecek bir yangın tehlikesinin türünün bilinmesi ile daha da etkili olacaktır. Yangınlar, yanma biçiminin dışında, yanıcı madde çeşitlerine göre sınıflandırılmaktadır. BYKHY' e göre sınıflandırmalar aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

A Sınıfı Yangınlar: Yanıcı katı madde yangınlarıdır. Odun, kömür, kâğıt, ot, dokümanlar, plastikler gibi madde yangınları bu sınıfa girer.

B Sınıfı Yangınlar: Yanıcı sıvı madde yangınlarıdır. Benzin, benzol, makine yağları, yağlı boyalar, katran, asfalt gibi madde yangınları bu sınıfa girer.

C Sınıfı Yangınlar: Yanıcı gaz madde yangınlarıdır. Metan, propan, bütan, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), asetilen, havagazı, hidrojen gibi madde yangınları bu sınıfa girer.

D Sınıfı Yangınlar: Lityum, Sodyum, Potasyum, Alüminyum, Magnezyum gibi yanabilen hafif ve aktif metallerle, radyoaktif maddelerin yangınlarıdır [15].

E Sınıfı Yangınlar: Bir yangın sınıfı sayılmamakla birlikte, günümüzde hemen hemen her yerde kullanılması ve önemli bir yangın nedeni olması nedeniyle, elektrik

ve elektrikli cihazların yol açtığı yangınlarda bazı standartlara ayrı bir sınıf olarak gösterilmektedir [16].

Yanma olayının şiddetini etkileyen en önemli faktör, yakıt cinsi ve miktarıdır. Bu, Yangının türü ve gücünün yanmakta olan malzemenin cinsine göre değişebileceğini kanıtlamaktadır. Yukarıdaki sınıflandırmaya göre, yangının türü bilindiğinde, alınacak güvenlik önlemleri daha da etkili olacaktır [15].

2.5. Yangın Söndürme Türleri

Yangın üçgenini oluşturan bileşenlerden birinin ortadan kaldırılmasıyla kimyasal reaksiyon sona erer ve yangın söner. Açık bir alandaki yangın tüm yanıcılar yanıp tükeninceye kadar sürebilir. Ancak bir yapıda tüm kullanıcılar yapıyı terk etseler bile yapısal hasarı azaltmak için yangının söndürülmesi zorunludur. En bilinen söndürücü maddeler su, köpük, karbon dioksit, kuru toz, halonlar ve halon alternatifi gazlardır.

Söndürücü maddeleri uygulamada üç temel yöntem vardır. Bunlardan birincisi, kullanıcıların söndürme aygıtlarını kendilerinin kullanmalarıdır. İkincisi, yapılara otomatik söndürme sistemlerinin kurulmasıdır. Üçüncü yöntem ise yangının itfaiyece söndürülmesidir.

Tablo 2.3. Yangın Türlerine Göre Söndürme Maddelerinin Performansı [17]

ÜRÜNLER	KATI MADDE YANGINLARI	ELEKTRİK YANGINLARI	SIVI YANGINLARI	GAZ YANGINLARI
SU	Çok İyi	Hayır	Hayır	Hayır
KÖPÜK	İyi	Hayır	Çok İyi	Hayır
CO ₂	Zayıf	İyi	İyi	İyi
KURU TOZ	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
HALON	Zayıf	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi

Sulu söndürme sistemleri; Sulu sistemler, sabit-boru hortum sistemleri ve sprinkler sistemleri olmak üzere İki gruba ayrılır.

Sprinkler Sistemler; Bu sistemler, yangın çıktığında kendiliğinden devreye giren ve alevlerin üzerine su sıkarak söndüren veya yayılmasını önleyen sistemlerdir. Sprinkler sistemi, yangın yayılıp tehlikeli hal almadan hızla yangına müdahale etmesi ve su ile alevi söndürerek havanın yangını büyütmesini engellemesi açısından oldukça avantajlı sistemlerdir.

Sabit Boru Hortum Sistemleri; Sabit boru hortum sistemleri, binalardaki yangınlarda el ile kullanılan sistemlerdir. Yangın anında katta bulunan personel veya olay yerine gelen itfaiyeciler tarafından kullanılır. Bu sistemler, otomatik söndürme sistemlerinin yerini tutmasalar da, bu tip sistemlerin olmadığı ve bina dışındaki hidrantlardan uzatılan hortumların yetersiz kaldığı binalarda etkili olurlar.

Köpüklü Söndürme Sistemleri; Otomatik köpüklü söndürme sistemleri petrol ürünleri, hangar, kimyasal tesisler vb. alanlarda kullanılır. Yakıt ile oksijen kaynağını ayırarak, sıvı yakıtlardan çıkan parlayıcı gazların buharlaşmasını önleyerek, ortamı soğutur. Yangın söndürme köpükleri, sıvı karışımlardan oluşmuş gaz dolu baloncuklar topluluğu olarak tanımlanabilir. Kullanılan gaz genelde havadır; ancak bazı durumlarda asal gazlar kullanılmaktadır [18].

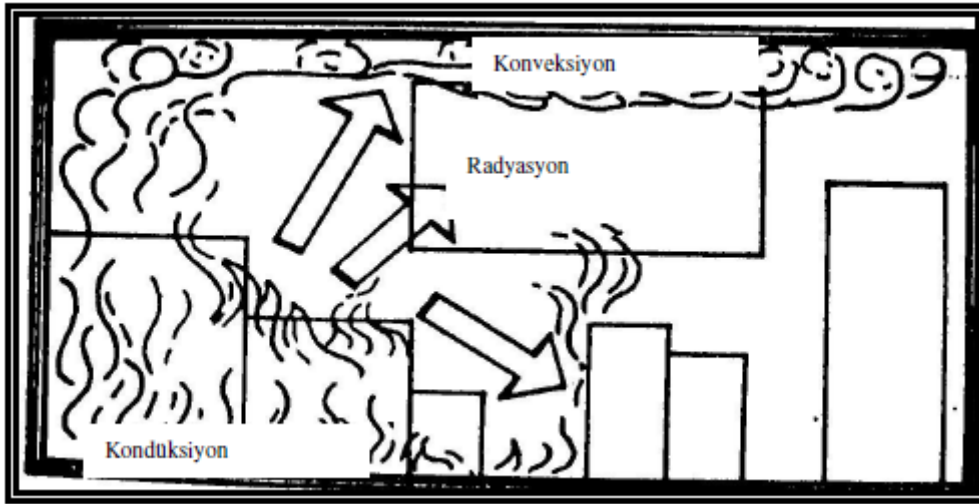
Kuru Kimyasal Tozlu Söndürme Sistemleri; Kuru kimyasal tozlu söndürme sistemleri, sıvı ve gaz yangınlarında hızlı bir söndürmenin gerekli olduğu durumlarda kullanılır. Tozun boşaltılmasından sonra, yeniden alevlenme olasılığına karşı, ısınmış yüzeyler su ya da köpükle soğutulmaktadır [19].

Gazlı Söndürme Sistemleri; Çok Önemli hacimlerin (bilgi işlem dairesi gibi) yangından korunmasında gazlı söndürme sistemlerinin uygulanması daha garantili olmaktadır. Bu sistemlerde uzun yıllar "Halon Gazı" kullanılmasına rağmen, bu gazın ozon tabakasını delici özellik taşıması nedeniyle tekrar "CO₂" gazına dönmüştür. CO₂ gazlı sistemler, boğma ve soğutma özelliğine sahiptirler. Artık

bırakmadıklarından adi yüzey yangınlarında özellikle pahalı özellikleri bozulabilen madde yangınlarında tercih edilebilir [14].

2.6. Isı Transfer Türleri

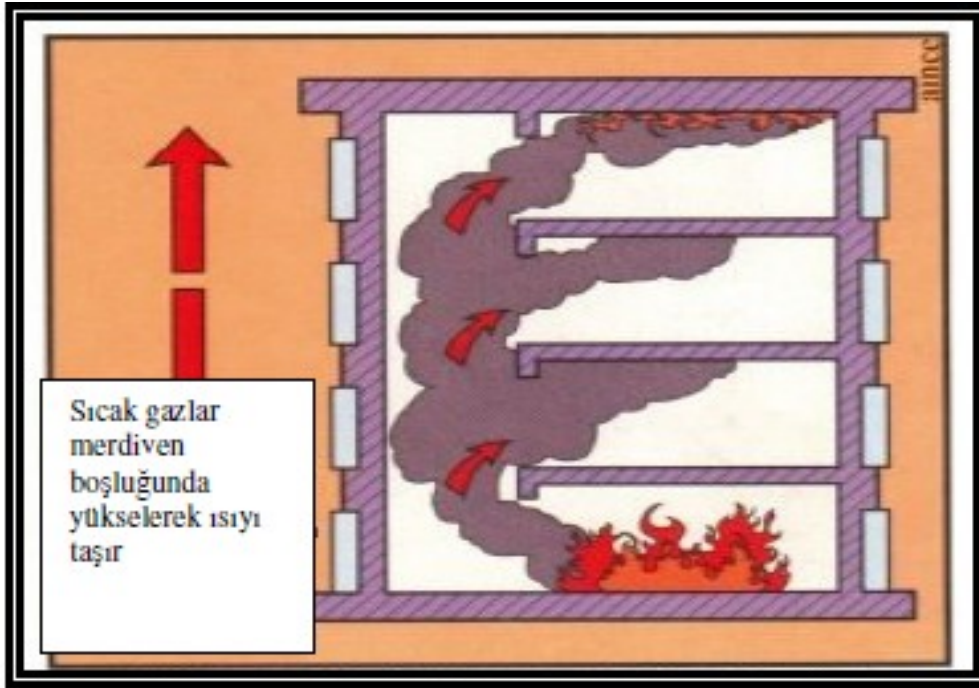
Ekzotermik bir tepkime olan yanma esnasında sürekli olarak ısı üretimi gerçekleşmektedir. Bir süre sonra zincirleme olarak bitişik veya çevrede bulunan maddeler tutuşma sıcaklığına ulaşmakta ve bu maddeler de yanmaya başlamaktadır. Bu olaylarda ısının yayılmasının üç değişik biçimde gerçekleştiği görülmektedir. Bunlar; taşınım, iletim ve ışınım 'dır [20].



Şekil 2.5. Isı transferi türleri [21]

2.4.1. Taşınım (Konveksiyon)

Akışkan hareketi ile enerji taşınımı işlemidir. Ortam bir sıvı veya gaz ise akışkan hareketi ile ısı enerjisi bir bölgeden diğer bir bölgeye sıcaklık farkından dolayı transfer edilmektedir. Akışkanlar, katı cisimler (yüzeyler) ile birbirlerinden ayrılmış olduklarından, konveksiyon, bir yüzey ile akışkan arasındaki enerji taşınımında en önemli ısı transferi mekanizmasıdır.



Şekil 2.6. Taşınım ile ısı transferi [20]

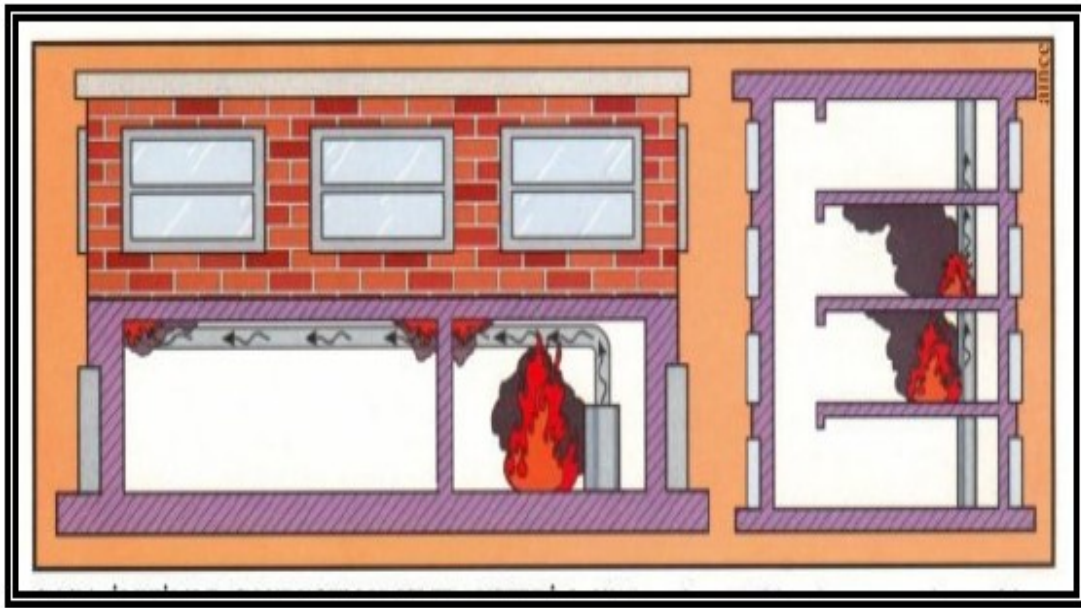
Taşınım ile ısı iletimi, yangının yayılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır ki yangının yaydığı enerjinin yaklaşık %76-80'i bu sürece gitmektedir. Basit bir bakışla bir ısı kaynağının bir akışkana uygulandığı durumda, sıcak yüzeye en yakın olan akışkan tabakası ısınmakta ve diğer tabakalara göre daha batmaz duruma gelmektedir. Bu akışkan tabakası bir kısım ısı enerjisini almakta ve yerini daha soğuk ve yoğun akışkan tabakasına bırakmaktadır. Bu olayın verimi aşağıdakilere bağlıdır.

- Akışkanın dinamik viskozitesi
- Akışkanın sıcaklığı
- Sıcak yüzeye temas eden akışkan tabakanın hareket hızı

Bir yangın durumunda tutuşma nedeniyle oluşan sıcak gazlar, batma kuvvetleri nedeniyle hareket edip daha soğuk gazlarla yer değiştirmektedir. Sıcak gazlar genellikle çevrili olduğu yerin tavanına yakın konumlanmakta ve çevrelediği yüzeylerin radyan kaynakları gibi davranmaktadır [20].

2.4.2. İletim (Kondüksiyon)

Isı iletimi, bir ortam (katı, sıvı ve gaz) içerisinde bulunan bölgeler arasında veya doğrudan doğruya fiziki temas durumunda bulunan farklı ortamlar arasında, atom ve moleküllerin fark edilebilir bir yer değiştirmesi olmaksızın bunların doğrudan teması sonucu meydana gelen ısı yayılımı işlemidir.



Şekil 2.7. Mekanda İletimle Isı Transferi

Bir bölgede moleküllerin ortalama kinetik enerjisi, sıcaklık farkından dolayı bitişik bölgedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinden fazla ise enerjileri fazla olan moleküller bu enerjilerini komşu olan moleküllere iletmektedirler. Katılarda enerji transferi, elektron yayılımına ilaveten maddenin yapısını meydana getiren kafes titreşimleri ile de komşu bölgelere iletilmektedir [20].

İletimle ısı transferi maddenin mikroskobik düzeydeki yapısı ile direkt olarak ilgilidir. Mikroskobik yapı bakımından büyük ayrıcalıklar gösteren katı cisimlerde ve akışkanlarda iletimle ısı transferinin farklı şekillerde oluşacağı beklenmektedir. Elektrik çok iyi ileten katı metalik cisimlerin, aynı zamanda çok iyi bir ısı iletken olmaları bu yüzden. Çünkü her ikisinde de enerji taşıyıcıları bu serbest elektronlardır [7].

2.4.3. Işınım (Radyasyon)

Bir cisim meydana getiren elementer taneciklerin ısı hareketi, elektromagnetik ışıma şeklinde enerji yaymalarına sebep olmaktadır [20]. Işıma ile sıcaklık elektromanyetik dalgalar ile taşınır. Yangın sırasında sıcak yüzeylerden ısının yayılabilmesinde, yangıncıların bu yüzeye uzaklığı önemli olmaktadır. Ayrıca ışımaya maruz madde, yüzeyinin beyaz, siyah, gri olmasına bağlı olarak bu yayılımdan etkilenir.

Birçok yangında ışıma; yangının yayılımında ve gelişimine güçlü bir etmendir. Yangını büyüttüğü gibi içerideki tüm yüzeyleri yavaş yavaş sararak ısıyı arttırmaktadır. Yangının olduğu bir mekanda duvar ve tavan yüzeylerin ısı enerjisi yaymaları ortamdaki ısı artışına önemli bir etkidir [22].



Şekil 2.8. Isının ışıma yolu ile transferi

Sıcaklığın artması, taneciklerin hareketini ve dolayısı ile ışıma şiddetini arttırmaktadır. Bu şekilde maddenin sıcaklığı neticesi yayımlanan ısı ışıma, aslında radyo dalgaları, ışık ve x - ışınları ile aynı tipte olup, yalnız dalga boyları farklıdır. Bazı cisimler bu yapılan ışıma enerjisini soğurmakta, bazıları yansıtmakta, bazıları da içlerinden daha serbestçe geçmelerine imkan vermektedir. Yapılan bu enerji dalgaları soğurgan başka bir ortama rastladıklarında enerjilerini bu ortama transfer etmekte, bu ortamın ısı hareketlerini arttırmaktadır. Böylece ısı enerjisi, yayılan

sistemden, ışımayı soğuran sisteme transfer edilmektedir. Sistemlerden birinin sıcaklığı azalırken diğerinin sıcaklığı artmaktadır. Bütün cisimler sürekli olarak ısı ışıma yaymaktadırlar. Enerji yayılım yoğunluğu, yüzey sıcaklığına ve yüzeyin özelliğine bağlıdır. Böylece yüksek sıcaklıktaki bir sistemden alçak sıcaklıktaki bir sisteme, bu iki sistem uzayda bir birleri ile temas durumunda olmaksızın meydana gelen ısı akımı işlemine ışıma ile ısı transferi denmektedir [20].

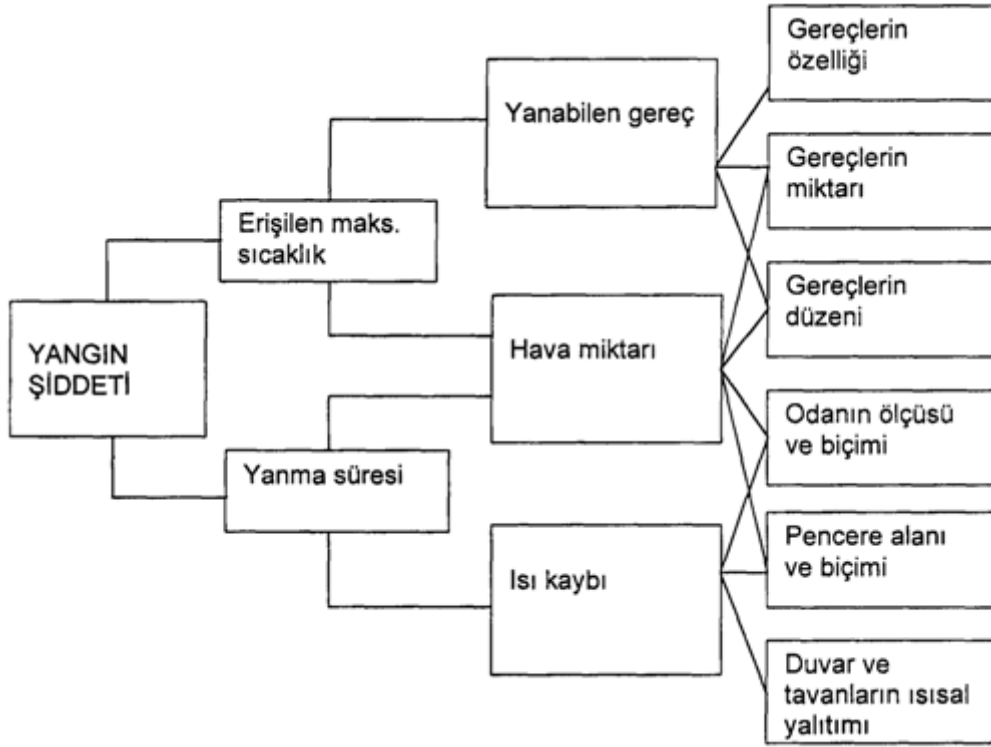
Yangın yayılımının ana etkeni radyasyondur. Yangının radyasyonla yayılabilmesi için gerekli ısı miktarı ısı radyasyon şiddeti olarak bilinmektedir. Isı radyasyon şiddeti aşağıdaki üç faktörün ürünüdür.

- Yangın şiddeti
- Radyasyon yayan yüzeyin boyutları
- Radyasyon alan yüzeye bağlı olarak yangının yeri ve uzaklığı [23]

2.7. Yangın Şiddetini Etkileyen Faktörler

Yangın genellikle sınırlı bir mekânda oluşur. Ancak uygun koşullar altında bu sınırları aşarak çevresindeki mekânlara ve tüm yapıya yayılabilir. Yangın;

- Düşey boşluklara (döşeme bacaları, shaft gibi) açılan korunumsuz duvar boşlukları
- Mekân kabuğunu delerek geçen hava kanallarının çevresindeki boşlukların sıkı bir biçimde kapatılmaması
- Taşıyıcı sistemlerin birleşme yerlerinde yangın durdurucuların bulunmaması ya da bunların yetersizliği
- Alev, sıcak gaz ve buharların içinden geçtiği kanallarda kapakların (damperlerin) bulunmaması
- Çarpmaya karşı önlemler alınmaması sonucu strüktürde yangın direniminin zayıflaması nedeniyle olduğu mekânın sınırları aşılabılır.



Şekil 2.9. Yangın şiddetini etkileyen faktörler [23]

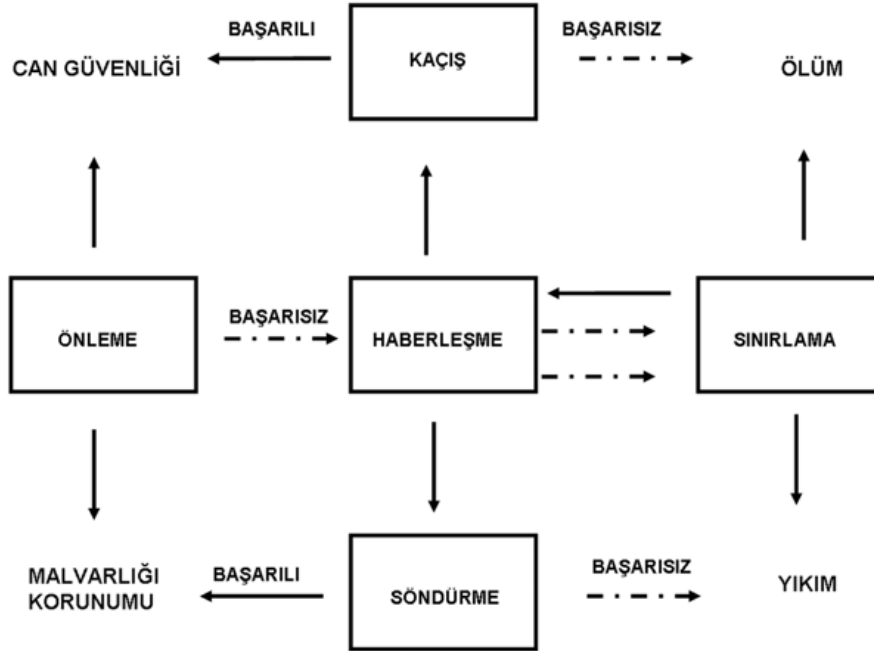
2.8. Yangın Güvenliği

Daha önce de tanımlandığı gibi yangın, kontrolümüz ve isteğimiz dışında meydana gelen yanma reaksiyonlarıdır. Malzemelerle ateş arasında aşağıda belirtilen ilişkilerden söz edilebilir:

- Isı iletimi,
- Isı tutma yeteneği,
- Isı geçirgenlik,
- Isı atalet,
- Genleşme.

Sıcaklık, maddenin içerisinde bulundurduğu ısı enerjisidir. Atomların hareketi ve titreşmesi ile ısı oluşur ve titreşim soğukta daha yavaş, sıcakta daha hızlı gelişir. Isı sıcaktan soğuğa doğru hareket eder. Yapı duvarları tabakalardan oluştuğundan ısı bu katmanlardan geçerek iletilir. Her malzemenin atom yapısı farklı olduğundan atom

titreşimleri de farklılık gösterir. Bu nedenle her maddenin ısı iletkenliği farklı özelliktedir [24].



Şekil 2.10 Yangın Güvenlik Prensipleri [26]

Önleme: Tutuşmaları ve yanıcı kaynakları denetim altında tutarak yangın oluşumundan sakınmak.

Haberleşme: Tutuşma oluşması durumunda kullanıcıların uyarılmasını ve herhangi bir aktif yangın korunum sisteminin devreye girmesini sağlamak.

Kaçış: Yapı içinde ve çevre alanlarda bulunan bireylerin ısı ve dumana yenik düşmeden güvenli yerlere gidebilmelerini sağlamak.

Sınırlama: Can kaybı ve yapısal hasar olasılığını en aza indirmek için yangının olabildiğince küçük bir alanda tutulmasını sağlamak.

Söndürme: Yangının ivedilikle söndürülmesini ve böylece sonuçtaki malvarlığı kayıplarının en düşük düzeyde tutulmasını sağlamak. Mantıksal bir sıra içinde

düşünüldüğünde beş taktikten ilkinin “önleme” olacağı açıktır ve eğer yalnızca bu taktik başarısız olursa öteki taktiklere başvurulur. Söz konusu beş taktik, mimarın içinde çalışacağı temel çerçeveyi belirlemektedir. Bunlara yeterince önem vererek tasarlanan bir yapı, uygun düzeyde bir yangın güvenliğine sahip demektir [17]

Yangın açısından emin bir ortam sağlanabilmesi için, insan olarak yangın ve tehditleriyle karşı karşıya gelince nasıl davranılması gerektiği çok iyi bilinmelidir. Bu bilgi yeterliliği, özellikle petrol yangınlarının kontrol altına alınamayan durumlarında can güvenliğinin sağlanması açısından çok önemlidir [24].

2.9. Yangının İnsan Üzerindeki Etkileri

Yangın esnasında ortamda bulunan canlıları etkileyebilecek çeşitli zararlı atıklar çevreye yayılmaktadır. Canlılar üzerindeki etki mekanizmaları sıcaklık, duman ve gazlar olmak üzere üçe ayrılır.

2.9.1. Sıcaklık

Ortam sıcaklığı ve ışınım ısı akısı, hem güvenli kaçış süresine hem de söndürme ekiplerinin rahat müdahale edebilmesine etki etmektedir. Sıcak havanın solunması durumunda solunum yollarını tahriş etmekte olup, kalıcı ödem oluşumuna sebep olmaktadır. Ayrıca yüksek seviyelere ulaşan ısıya maruz kalan canlılarda su kaybı ve buna bağlı olarak bitkinlik, bilinç kaybı ve ayrıca yanık vakaları görülmektedir [26].

İçinde bulunulan hacmin ısısı ne derece yüksek ise, hayatta kalma süresi de o ölçüde kısa ve imkânsız olmaktadır. Normal koşullar altında insan, 65°C (150°F)'nin üzerindeki bir yerde çok kısa bir sürede kalabilir. İnsan vücudu 120°C (250°F)'ye sadece on beş dakika dayanabilir. 143°C (290°F)'lik bir ısı ise beş dakikada dayanımı güç bir ortam yaratır. Eğer sıcaklık 177°C (350°F)'ye bir dakikadan daha az bir sürede ulaşırsa insan vücudunda onarılamaz yanıklara neden olur. Bu değerler havanın rutubet ve kuruluk derecesine, koruyucu elbiselere, fiziki güç ve dayanıklılık gibi parametrelere bağlı olarak da farklılık göstermektedir [27].

2.9.2. Dumanın etkisi

Bir malzemenin ayrışması ya da yanması sırasında, havada uçuşabilen katı, sıvı ve gaz tanecikler ortaya çıkmaktadır. Alev bölgesinde etrafa yayılan bu kütlenin bünyesinde dışarıdan taze hava katılımıyla oluşan karışım duman denilmektedir [28 s,28]. Duman, buhar ve zehirli gazlar yangın sırasında birlikte meydana çıkmaktadır. Bu durumda hangi ürünün zararlı olduğunu tespit etmek zordur. Dumanın en büyük tehlikesi görüşü azaltması ve buna bağlı olarak da zehirli gaz ve buharın yaşam fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkilerini arttırmasıdır. Bu ortamda belli bir miktarına maruz kalınırsa ölüm meydana gelmektedir [29].

2.9.3. Gazlar

Yangın esnasında ortama değişik şekillerde birçok gazlar yayılmaktadır.

Tahriş edici gazların başlıca etkileri; solunum yolları, gözler ve deri üzerinde görülür. Bu gazlar çoğu zaman geç fark edilir.

Amonyak; tehlike sınırı 25ppm olan amonyağın hafif zehirlenme etkisi vardır. 1700 ppm yoğunlukta yarım saat teneffüs edilirse ölüm tehlikesi vardır.

Kükürt dioksit (SO₂); tehlike sınırı 5 ppm olmaktadır. Ortam havasındaki konsantrasyon 500 ppm olduğunda bir saat ortamda bulunduğu ölüm tehlikesi vardır [30].

Karbon monoksit (CO); yangın durumunda tam yanmanın gerçekleşmemesi sonucu en yoğun olarak çıkan üründür. 50 ppm konsantrasyonda 6 saate maruz kaldığında etkisi görülmektedir. 12800 ppm konsantrasyonunda en fazla 3 dakika içinde ölüm tehlikesi vardır [31].

İnsanın yangın esnasında içinde kalmasının tehlikeli olduğu çevre koşulları şöyle sıralanabilir:

1. Havanın sıcaklığı
2. Isı yayılım şiddeti
3. Havanın bileşimi

Yangınlarda can kayıplarına neden olan ölümcül çevre ve hava koşullarının hala çok yetersiz ve eksik olmasına rağmen, bugün bu konuda önemli bilgiler elde edilmektedir. Bunlardan ilki, belirli sınırlı hava sıcaklık derecesinde insanların tehlikesizce kalabilecekleri zaman süresinin bilinmesidir. Bir diğeri de oksijen yönünden yetersiz olan havayı teneffüs etmenini ortaya koyduğu hayati durumlar ile belirli bir oksijen oranının altındaki havada kalabilme sınır süresidir [32].

2.10. Yangının Fiziksel ve Kimyasal Etkileri

2.10.1. Yangının fiziksel etkileri

Sıcaklığın artışı sonucu, malzeme içyapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak içyapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı halden sıvı hale geçmesi olayıdır [33].

Tablo 2.4. Bazı ürünlerin erime sıcaklıkları [33]

Ürünler	Ergime sıcaklığı
Metallerde	232-1800 ⁰ C
Camda	700-800 ⁰ C
Termoplastiklerde	90-327 ⁰ C
Seramik Malzemedede	1000-1400 ⁰ C

2.10.2. Yangının kimyasal etkileri

Yangın etkisiyle malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ise molekül yapısının bozulması ve karbonlaşma olayıdır. İnorganik grupta yer alan tas ve beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO₃, CaSO, Ca(OH)₂ ve organik bileşiklerden ahşap ve plastik gibi malzemelerin içinde bulunan C, H₂, N₂, S₂, gibi

element ve bileşikler, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açmaktadırlar. Bu arada birtakım zararlı gazlar (CO_2 , CO, SO_2 , SO) oluşmaktadır. Malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen ikinci bir olay da karbonlaşmadır. Daha çok organik malzemelerde karşımıza çıkan bu olayda oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakla ve bir yanma sıcaklığı meydana getirmektedir [33]. Birçok azotlu madde yüksek sıcaklıklarda karbonla birleşerek asit siyanitrik veya siyanojen meydana getirmektedirler. Bu bileşik maddelere ipek ve yüni deri gibi doğal maddelerin ve poliüretan, poliamid ve poliakrilonitril gibi plastik maddelerin dumanlarında rastlanmaktadır [34].

Duman bir yanma yatağından çıkan sıcak gaz ve buharların içinde bulunan katı ve sıvı haldeki küçücük, gözle görülebilir taneciklerin oluşturduğu bir buluttur. TS 7486'da dumanın tanımı şöyle yapılmıştır: “Duman, yanma ve pirolizden dolayı ortaya çıkan katı ve/veya sıvı parçacıkların havadaki gözle görülebilir süspansiyonudur”. Bazı malzemelerin alevsiz yandıkları halde çok yoğun duman çıkarmalarına karşılık, bazıları da bunu ancak alevle yandıkları sırada çıkarmaktadırlar. Bazı malzemeler kuvvetli hava akımı veya havalandırma nedeniyle çok duman çıkarmadan alev alev yanmaktadırlar. Fakat aynı malzemeler, eğer oksijen miktarı yeterli olmayan havalandırma ile karşı karşıya kalırlarsa, bol miktarda duman çıkarmaktadırlar. Bu ikinci durumda, bol dumanlı ve alevsiz bir yavaş yanma olayı söz konusudur [34].

2.11. Yanma Hızını (Kalorifik Debi) Belirleyen Faktörler

Yanabilen bir maddenin birim zamanda kütle biriminin ürettiği ısı miktarını göstermektedir. Birimleri Kcal/kg.dakika; W/kg'dır. Yanma hızını etkileyen faktörler aşağıda belirtilmiştir.

Yangın Yüğü Etkisi: Ortaya çıkan toplam ısı yayıcı maddenin ağırlığı ile yani yangın yüğü ile bağlantılıdır. Yangın yüğü ne denli fazla olursa yanma hızı ve yanmada meydana gelen sıcaklıkta o denli fazla olmaktadır.

Yerleştirmenin Etkisi: Yanan maddenin fiziki halinde sözü edilen konu bütün yanıcı maddelerin yerleştirilmesi ve sıralanmasında uygulanabilir. Bu konuda iki ilke örnek verilebilir: Benzer maddeler daha sınırlı alanda ama daha yüksek istiflendiğinde yanma hızı daha fazla olmaktadır. Boş alanlar yanmayı canlandıran taze hava gelişine sebep olduklarından yanma hızı daha fazla olmaktadır.

Hava ile Beslemenin Etkisi: Yanıcı maddenin yanması için yeterli miktarda havanın yangın yerinde bulunması gerekmektedir. Her maddenin yanması için gerekli hava miktarı değişiktir. Doğal olarak yanan maddenin fiziki hali de gerekli hava oranını etkilemektedir. Maddenin yanması için gerekli en uygun hava miktarı "gerekli hava" olarak tanımlanmaktadır. 100 m alanı ve 2.8 m yüksekliği olan kapalı bir mekanda bulunan hava miktarı (280 m³) sadece 50 kg odunun yanmasına yetmektedir. 50 kg odun 930 MJ enerjiye karşılık olduğundan, bu mekânda bulunan bir ahşap yatağın (1600 MJ) tamamen yanmasına yetecek hava yoktur.

Bir Maddenin Fiziki Halinin Etkisi: Yanan madde ne denli küçük bölünmüş ise kalorifik debisi o denli yüksektir. İnce ahşap yongalarının kalın odun kütüklerinden daha kolay yanmasının nedeni de budur. Diğer bir örnekte, 100 m² bir alanda 10 ton odun veya 90 m³ genleştirilmiş Polistren (stropor) yandığında, kuramsal olarak her ikisinin de kalorifik güçleri aynıdır, fakat Polistren köpüğü çok hızlı yanmakta ve mekândaki sıcaklık artışı da hızlı olmaktadır. Yoğun ve masif odun ise düşük kalorifik debiye sahip olduklarından mekândaki sıcaklık artışı yavaş olmaktadır [34].

BÖLÜM 3. AKARYAKIT İSTASYONLARINDA YANGIN EMNİYETİ

3.1. Akaryakıtların Genel Özellikleri

Günlük yaşantımızın türlü alanlarında kullandığımız benzin, mazot, gaz yağı vb. ürünler yeraltından çıkarılır ve ham petrolün dağıtımından elde edilir. Yanıcı ve akıcı olduklarından genel olarak akaryakıt adını alırlar. Ham petrol yer altından çıkarılan, koyu renkte, pekmez kıvamında bir sıvıdır. Milyonlarca yıl önce dünyanın coğrafi ve jeolojik yapısında meydana gelen değişmeler; yer sarsıntısı ile yüksek basınca maruz kalması sonucu ham petrol oluşmuştur. Ham petrolü ilk defa Amerikalılar 1859 yılında toprağı burgu ile delip yeryüzüne çıkarmışlardır.

Akaryakıtların genel özellikleri:

1. Akaryakıtlar suya göre daha hafiftirler.
2. Akaryakıtların yana bilmesi için önce buhar haline gelmesi ve sonrada hava ile karışması gerekmektedir.
3. Sıvı haldeki akaryakıtlar yanmazlar.
4. Akaryakıtlar yanıcı olabilmek için çıkardıkları buhar havadan ağırdır. Bu nedenle buldukları yerin alçak noktasına çökerler. Bil hassa rüzgârsız sakın havalarda çevredeki hendek ve çukurlarda, kuyularda biriken akaryakıt buharları tehlikeli durumlar oluştururlar.
5. Akaryakıt buharı teneffüs edilirse zararlıdır. Baş dönmesi baygınlık ve ölümlere neden olabilir.
6. Tam dolu olan akaryakıt tanklarının veya varillerin içlerinde ayrıca bir buhar ve hava hacmi bulunamayacağı için patlamalarına ve yanmalarına teorik olarak imkân yoktur.

7. Bunun yanında boş varil ve tanklar içlerinde buhar ve hava hamcı bulunabileceği için daima tehlike yaratabilirler. Bu sebeple boş sarnıçlı kamyonlara, boş tank ve varillere ateş ile yaklaşılması doğru değildir [35].

3.2. Akaryakıt İstasyonları

Akaryakıt istasyonları ile ilgili olarak iki önemli mevzuat bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, “Akaryakıt İstasyonları-Emniyet Kuralları” isimli TS 12820 Standardı olup, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı isteği üzerine 20 Mayıs 2007 tarih ve 26527 sayılı Resmi Gazete’de tebliğ olarak yayınlanarak mecburi standart kapsamına alınmıştır. İkincisi ise “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” olup Resmi Gazete’de 19.12.2007 tarih ve 26735 sayı ile yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin “Tehlikeli Maddelerin Depolanması ve Kullanılması” isimli sekizinci kısmında akaryakıt istasyonlarında alınacak yangın güvenlik önlemleri sıralanmaktadır.

Benzin, yakıt nafta, gaz yağı, jet yakıtı, motorin (dizel), fuel oil, biyodizel ve biyoyakıt (etanollü benzin) akaryakıt grubu altında toplanmaktadır. Akaryakıt istasyonları ise esas itibarıyla karayolunda seyreden araçların akaryakıt, yağ, basınçlı hava gibi ihtiyaçlarının sağlandığı ve taşıtlarla ilgili bazı basit teçhizat parçaları ile hizmetlerin verildiği yerlerdir. TS 12820’ye göre akaryakıt istasyonları; akaryakıtların depolandığı ve sabit olarak tesis edildiği, cihaz, donanım ve teçhizatla motorlu kara ve deniz taşıtlarının yakıt depolarına veya yakıt kaplarına doldurulduğu ve/veya isteğe bağlı olarak oto lastiği, akümülatör ve bazı diğer ihtiyaçlarla ilgili satış ve servis hizmetlerinin verildiği yer olarak tanımlanmaktadır. İçerisinde akaryakıtla birlikte LPG de satılan akaryakıt istasyonları ayrıca TS 11939’a, sıkıştırılmış doğalgaz (CNG) veya sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) satılan akaryakıt istasyonları ise ayrıca ilgili mevzuata uygun olmalıdır [36].

3.3. Akaryakıt İstasyonlarında Tehlikeli Bölgeler ve Sınırları

Emniyetli bölge, elektrik tesisatının projelendirilmesi, tesisi, işletilmesi ve bakım-onarımında ve gerekli cihazların seçilmesinde patlayıcı ortamların dikkate

alınmasına ihtiyaç olmayan bölgedir. Akaryakıt istasyonunda bulunan yanıcı sıvılar aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar.

Yanıcı sıvı; parlama noktası $37,8^{\circ}\text{C}$ ve daha yüksek olan sıvıdır.

Parlayıcı sıvı; parlama noktası $37,8^{\circ}\text{C}$ 'un altında ve $37,8^{\circ}\text{C}$ 'daki buhar basıncı 276 kPa'ı (2068 mm cıva) aşmayan sıvılar Sınıf I (parlayıcı sıvı) olarak kabul edilirler [37].

Tablo 3.1. Yanıcı sıvıların ve parlayıcı sıvıların sınıflandırılması [37]

PS (Parlama Sıcaklığı)			Sınıfı	
Yanıcı Sıvılar	$PS \geq 37,8^{\circ}\text{C}$	$37,8^{\circ}\text{C} \leq PS < 60^{\circ}\text{C}$	Sınıf II	
		$60^{\circ}\text{C} \leq PS < 93^{\circ}\text{C}$	Sınıf IIIA	
		$93^{\circ}\text{C} \leq PS$	Sınıf IIIB	
Parlayıcı Sıvılar	$PS < 37,8^{\circ}\text{C}$	Buhar Basıncı $P_b < 276 \text{ kPa}$	Parlama Noktası $< 22,8^{\circ}\text{C}$ Kaynama Sıcaklığı $< 37,8^{\circ}\text{C}$	Sınıf IA
			Parlama Noktası $< 22,8^{\circ}\text{C}$ Kaynama Sıcaklığı $\geq 37,8^{\circ}\text{C}$	Sınıf IB
			Parlama Noktası $\geq 22,8^{\circ}\text{C}$ Kaynama Sıcaklığı $< 37,8^{\circ}\text{C}$	Sınıf IC

Akaryakıt istasyonlarında yangın önlemleri tehlike bölgelerine göre belirlenir. Tehlikeli bölgeler, patlama ihtimallerine göre 3 gruba ayrılır.

- 0. Bölge; patlayıcı gaz-hava karışımının devamlı surette veya uzun süre mevcut olduğu boru ve kap içleri gibi bölgeler
- 1. Bölge; patlayıcı gaz-hava karışımının normal çalışma sırasında oluşma ihtimalinin olduğu dolun borusu civarı ve armatürler gibi bölgeler
- 2. Bölge; patlayıcı gaz-hava karışımının normal çalışma sırasında oluşma ihtimalinin olmadığı ve fakat olması halinde yalnız kısa bir süre için mevcut olduğu, tankların yakın çevresi gibi bölgeler [36].

Ayrıca, elektrik ve her türlü mekanik tesisatının projelendirilmesi, tesisi, işletilmesi, bakım/onarımı ve gerekli cihazların seçilmesinde patlayıcı ortamların dikkate alınmasına ihtiyaç duyulmayan bölgeye “Emniyetli Bölge” denilmektedir [37].

3.4. Akaryakıt Depolama Tankları

Akaryakıt tankları, TS 8993'e veya TS EN 976-1'e uygun olmalıdır. Tanklar, imalâtçının talimatlarına göre yer altına tesis edilmeli, sağlam bir zemin üzerine oturtulmalı ve her tarafından en az 15 cm kalınlığında, temiz, yıkanmış, tane büyüklüğü 0,3 cm'yi aşmayan ve korozyon yapma etkisi olmayan kum ile her 15 cm'lik kalınlık için sıkıştırma yapılarak, hava boşluğu bırakmayacak şekilde doldurulmalıdır. Tanklar, düşürüldüğü veya yuvarlandığı zaman kaynak yerinin veya herhangi bir kısmının zarar görmemesi, delinmemesi ve koruyucu tabakasının sıyrılmaması için dikkatli bir şekilde indirilmelidir [36].

Depolama tanklarında yangının önlenmesi ve yangının çıkması halinde de çevre tanklara sirayetini engelleyecek bir takım tasarım kuralları muhtelif standart ve yönetmeliklerce ortaya konulmaktadır. Genel olarak incelendiğinde, bu standart ve yönetmeliklerin beş ana başlık altında uyulması gerekli kuralları belirledikleri anlaşılmaktadır:

1. Tank yerleşim kuralları
2. Tank sahalarında yangın güvenlik önlemleri
3. Tankların, boru hatlarının, pompa ve kompresörlerin, basınç regülatörlerinin mühendislik tasarım kuralları
4. Elektrik ve elektrostatik tehlike önlemleri
5. Tank inşası ve tankların operasyonu esnasında uyulması gereken kurallar

İlk iki başlıkta alınan önlemler yangın çıktıktan sonra, çevreye ve insan sağlığına vereceği zararı minimize etmeyi amaçlamaktadır. Diğer üç başlıkta ise yangının ilk planda çıkmasını engelleyici yöndedir [38].

Yakıt tanklarının grup yerleşimi halinde, grup içindeki tank kapasitesini ve grubun toplam kapasitesini sınırlandırmaktadır. Bu suretle 6 ayrı kategori önerilmekte, yerleşim sınırlarına ve ateşleme kaynaklarına olması gereken minimum mesafeler yangın duvarlarının mevcut olup olmamasını da değerlendirerek belirlenmektedir. Hem yerleşim alanının depolama tesisine yaratacağı yangın riskini, hem de depolama tesisinin yerleşim alanında yaratacağı zararlı kararında sadece bölgenin yerleşim alanlarının ve ulaşım akslarının konumlarının değil, topoğrafik ve meteorolik verilerden, arazi eğiminin ve rüzgar koşullarının da değerlendirilmesi gerektiğinin altını çizmektedir. Gruplaştırılmış tanklar arasında minimum mesafe olarak 1,5 metre ya da en büyük küre tankın yarıçapı kadar, ya da tank silindirikse çapının $\frac{3}{4}$ 'ü kadar bir mesafenin en büyüğü alınarak yerleşim planı yapılmaktadır [39].

Türkiye'deki yönetmelikte yerüstü yanıcı sıvı depolama tanklarında söndürücü olarak hafif köpük, karbondioksit, kuru toz veya su kullanılması önerilmektedir. Komşu tanklarda ise radyasyon ve taşınım yolu ile ısınmayı engelleyecek yağmurlama sistemlerinin kurulması tavsiye edilmektedir [40].

Depolama tanklarında olası bir yangının yarattığı zararlı etmenlerin incelenmesi, coğrafik alanın, koşulların sabit kabul edildiği, 200x200 metre alanında hücrelere bölünmesiyle incelenmektedir. Tanklarda buhar genişmesi sonucu patlamanın ya da LPG tanklarında parlama yangınlarının yaratacağı yanma, patlama ve parça tesiri etkilerini göz önüne almakta, yanma ürünü sonucunda oluşan zehirli gaz tesiri değerlendirilmektedir. Ayrıca incelenen etkilerin değerlendirilmesi yönetmeliklerde belirtilen mesafe ve diğer tanımsal büyüklüklere dayandırıldığı, analiz girdilerinden anlaşılmaktadır [41].

Servis istasyonları kurulurken “Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik” ve bu yönetmelikte yer almayan hususlar hakkında TS 12820 Standardı hükümlerine uyulur. Yönetmelikte,

1. Tankların betonarme havuz içerisine yerleştirilmesi gerektiği, tank başına 45.000 litreyi geçmemek şartı ile bir istasyonda 250.000 litre akaryakıt depolanabileceği belirtilmektedir.

2. Akaryakıt servis istasyonunun tamamı, merkezi ve gelişmiş bir topraklama sistemine bağlanmalı, topraklama hattından bir seyyar uç, dolum ağzı muhafazası içine alınarak boşaltım yapan tankerlerin topraklanmasında kullanılmalıdır.

3. Tankerler dolum işlemine başlamadan önce statik yükten arındırılmalı, doldurma ve boşaltma esnasında tank ile tanker arasında statik elektrik yükü dengesini sağlayacak bağlantı yapılmalı ve tanker topraklanmalıdır.

4. Bütün elektrik tesisatı ve elektrikli cihazlar, tesis edildikleri yerler için uygun olmalı ve ana panolara kaçak akım koruma rölesi konulmalıdır.

5. Bir koruma bölgesi, dışarıyla irtibat noktası olmayan bir zemin, duvar, çatı veya diğer yapının ötesine geçmemelidir.

6. Yakıt hortumu ve tabancasının bir parçası olan bütün elektrik tesisatı ve elektrikli cihazlar Bölge 0'da kullanım için uygun olmalıdır.

7. İstasyonda, TS 862-EN 3'e uygun en az 1 adet 6 kg'lık kuru kimyevi tozlu, ilave olarak istasyon içerisinde farklı yerlerde ve doldurma ağzına 7 m'den yakın ve 25 m'den uzak olmayacak şekilde, asgari 89 B söndürme etkisi olan en az 2 adet 50 kg'lık kuru kimyevi tozlu tekerlekli yangın söndürme cihazı olması şarttır. [42]

Özellikle Türkiye'de plansız gelişme sonucu sanayi alanları ile yerleşim alanlarının birbirlerine yakın olmaları ve ya iç içe girmeleri, muhtemel bir yangında önemli güvenlik risklerini de beraberinde getirmektedir. Kocaeli ili Körfez ilçesi Akçagaz LPG dolum tesisinde 28 Temmuz 2002 tarihinde, dolum esnasında yaşanan bir kaza sonucunda 9 adet 100 tonluk LPG tankı, yangının sirayeti ile tamamen yanarak tahrip olmuştur. Tesis yetkililerinin açıkladığı 1,8 milyon dolarlık maddi hasarın yanı sıra, yangın civar yerleşim alanlarında da büyük maddi hasar ve paniğe yol açmıştır [40].

3.5. Akaryakıt Yangın Etkilerinin Tahmini Yöntemi

Deprem, kaza yâda sabotaj sonucu oluşacak yakıt tankı yangınlarının yarattığı tehdit iki kategoride ele alınabilir.

1. Isı transferi nedeniyle civar depolama tanklarına veya konut yerleşim birimlerine yangının sirayet etmesi
2. Yanma sonucunda ortaya çıkan bazı kimyasal bileşenlerin toksik özelliklerinin, insan sağlığı üzerindeki etkileri

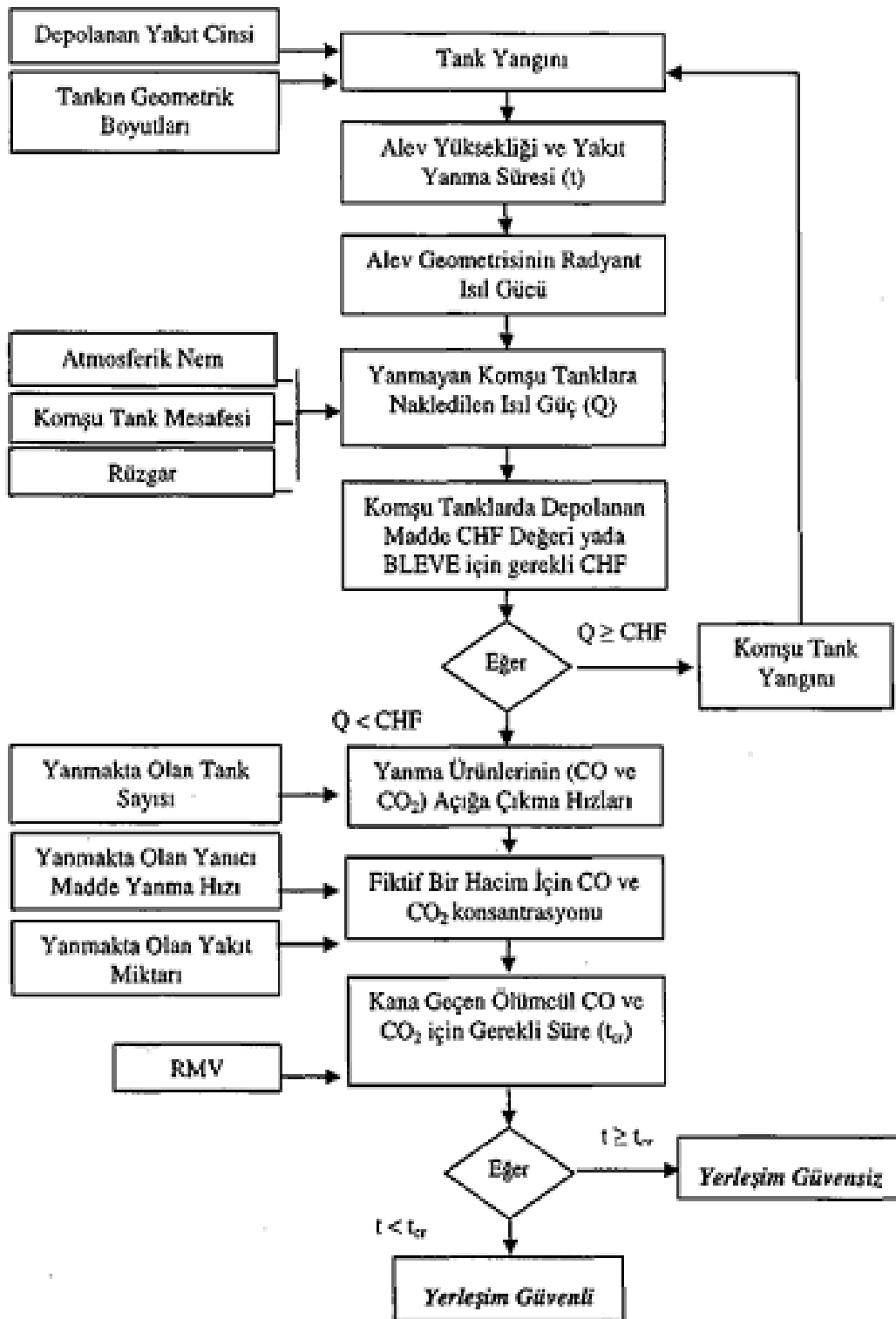
Açık alanda hidrokarbon bileşiklerinin yanma özellikleri ve yaydıkları ısı enerjisi oluşmaktadır. Açık alan yangınları;

- Havuz yangınları
- Jet alevleri
- Alev topları

Havuz yangınları sıvı yakıt depolama tanklarında ya da basınçlı küresel LPG gaz tanklarında rastlanabilen kaza ile saçılmış ya da belli bir yüzeye yayılmış yakıtın tutuşması ile oluşan yangınlardır. Havuz yangınlarında birim yüzeye radyasyon yolu ile iletilen ısı gücün belirlenmesi çok önemlidir. Bu tür yangınların yakın çevresinde yarattığı riskleri tahmin etmek için aşağıdaki yangın karakteristikleri belirlenmelidir.

1. Yangın alev boyu, eğimi ve yanma hızı
2. Alev yüzeyinin yaydığı radyant ısı, radyant ısı gücü ve atmosferik ortamın absorpsiyon özellikleri
3. Isıya maruz kalan elemanların alacağı radyant ısı gücü ve bu ısı gücünü yaratacağı sıcaklık
4. Isıya maruz kalan elemanlarında tutuşma sıcaklığının aşılıp aşılmadığının kontrolü, tutuşma sıcaklığı aşıyorsa tutuşma süresi
5. Yanma sonucu atmosferik ortamdaki zararlı gaz miktarı (CO₂ ve CO kütle dönüşüm miktarları)
6. CO₂ ve CO gazlarının insan sağlığı üzerindeki etkisi

Yukarıda verilen hususların petrol ürünleri depolama tesislerinde meydana gelecek bir yangında civar yerleşim birimlerinde insan hayatına oluşturacağı tehdidi ifade etmektedir [40].



Şekil 3.1. Yerleşim birimlerine güvenli mesafenin belirlenmesinde önerilen yöntemin akış şeması [43]

3.5.1. Yangının alev boyu

Alev yüksekliği H, yakıtın ısıl gücü Q ve yanma yüzey çapı D [43]

$$H/D = 3.7Q^{*2/5} - 1.02 \quad (3.1)$$

Burada Q^* parametresi denklem (3.2)'de verilen yakıtın ısıl gücüne bağlı Froude katsayısıdır.

$$Q^* = Q/D^{5/2}/1110 \quad (3.2)$$

Yakıtın ısıl gücü Q ise denklem (3.3)'ten hesaplanabilir. Burada " \dot{m} " birim yüzeyden birim zamanda yanma nedeniyle oluşan kütle kaybı, " ΔH " birim kütlenin yanmasıyla açığa çıkan net ısı enerjisi, 'A' ise havuz yangınında saçılma yüzey alanını ifade etmektedir.

$$Q = \dot{m} \cdot \Delta H \cdot A \quad (3.3)$$

Denklem (3.4) birim yüzeyden birim zamanda oluşan kütle kaybını " \dot{m} " vermektedir.

$$\dot{m} = \frac{\dot{q}_1 - \dot{q}_2}{\Delta H_g} \quad (3.4)$$

Burada " \dot{q}_1 ve \dot{q}_2 " sırasıyla alevinin birim yakıt yüzeyine iletildiği toplam ısıl güç ve yüzey yansımaları nedeniyle birim yakıt yüzeyden kaybedilen radyant ısıl güçtür. ΔH_g ise birim kütlenin gaz fazına geçmesi için gerekli ısı enerjisidir ve maddenin mol ağırlığı " M " cinsinden denklem (3.4a)'da verildiği şekliyle ifade edilebilir.

$$\Delta H_g = -3.72 \times 10^{-6} M^2 + 0.0042 M + 0.164 \quad (3.4a)$$

H/D oranı alternatif olarak denklem (3.5) kullanılarak da hesaplanabilir [44].

$$H/D = 55 \left(\dot{m} / \rho_a \sqrt{gD} \right)^{0.67} u^{*-0.21} \quad (3.5)$$

3.5.2. Yangının yanma hızı

Denklem (3.5)'de 'u*' boyutsuz hakim rüzgar hızı olup denklem (3.6)'dan elde edilebilir. Burada 'u_w, ρ_a, ρ_v ve g' sırasıyla hâkim rüzgar hızını, oda sıcaklığında havanın yoğunluğunu, yakıtın kaynama sıcaklığında buhar yoğunluğunu ve yerçekimi ivmesini ifade etmektedir.

$$u^* = u_w / \left(\frac{g \dot{m} D}{\rho_v} \right)^{1/3} \quad (3.6)$$

Denklem (3.7)'de verilen yanma hızı 'ȳ' yangına müdahale etme süresinin tahmini bakımından önemli bir parametredir.

$$\dot{y} = \dot{y}_{\max} \left(\frac{g \dot{m} D}{\rho_v} \right)^{1/3} \quad (3.7)$$

Denklem (3.8)'de \dot{y}_{\max} ve k_m değişkenleri sırasıyla sonsuz çaplı havuz yangını yanma hızı ve absorpsiyon katsayısı olarak tanımlanmaktadır [44].

$$\dot{y} = 1.27 \times 10^{-6} \frac{\Delta H}{\Delta H_g} \quad (3.8)$$

3.5.3. Yangının eğimi

Alev eğimi θ ise boyutsuz hakim rüzgar hızının u^* , bir fonksiyonu olarak, denklem (3.9) ve (3.10)'da hesaplanabilir [45].

$$u^* \leq 1 \text{ için; } \cos \theta = 1 \quad (3.9)$$

$$u^* \geq 1 \text{ için; } \cos \theta = 1/\sqrt{u^*} \quad (3.10)$$

3.5.4. Yangının radyant ısı özellikleri

Alev merkezinden 'x' mesafesindeki bir objenin birim yüzeyine nakledilen radyant ısı güç 'q''', alev birim yüzeyinden yayılan radyant ısı güç 'E_f', atmosferik ortamdaki nem oranına bağlı iletim katsayısı 'τ' ve geometrik görüş faktörüne, 'F' bağlı olarak denklem (3.11)'den hesap edilmektedir [44].

$$q'' = \tau E_f F \quad (3.11)$$

Alev birim yüzeyinden yayılan radyant ısı güç, E_f, siyah cisim ışıımından birim yüzeye nakledilen radyant güç olan denklem (3.12)'deki bağlantıdan belirlenmektedir.

$$E_f = \varepsilon [\sigma (T_f^4 - T_a^4)] \quad (3.12)$$

Burada emisyon katsayısı 'ε', Stefan-Boltzmann katsayısı 'σ', alev sıcaklığı 'T_f' ve oda sıcaklığı 'T_a' olarak tanımlanmaktadır. Yüksek verimli hidrokarbon yangınlarında emisyon katsayısı 'ε' birimken, düşük verimli hidrokarbon yangınlarında bu katsayı, duman partikülleri, karbondioksit ve su içeren yanma bileşikleri nedeniyle 0,5 düzeyinin altına düşmekte ve radyant ısı gücün azalmasına neden olmaktadır. Emisyon katsayısı denklem (3.13)'de verilen ve farklı yanma türleri için farklı olan absorpsiyon katsayısına 'k_m' ve 'x' mesafesine bağlı olarak belirlenmektedir [44].

$$\varepsilon = 1 - e^{-k_m x} \quad (3.13)$$

Geometrik görüş faktörü 'F', alev geometrisinin silindirik bir forma sahip olduğu varsayımından hareketle hesaplanmaktadır. Geometrik görüş faktörü denklem (3.14) kullanılarak, denklem (3.15) ve (3.16)'da verilen düşey ve yatay geometrik görüş faktörlerinin 'F_v' ve 'F_h' vektörel toplamından hesaplanmaktadır.

$$F = \sqrt{(F_v)^2 + (F_h)^2} \quad (3.14)$$

$$\pi F_v = \frac{a \cos \theta}{b - a \sin \theta} \times \frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2b(1 + \sin \theta)}{\sqrt{AB}} \times \tan^{-1} \sqrt{\frac{A}{B} \left(\frac{b - 1}{b + 1} \right)^{\frac{1}{2}}} + \frac{\cos \theta}{\sqrt{C}}$$

$$\times \left[\tan^{-1} \frac{ab - (b^2 - 1) \sin \theta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C}} + \tan^{-1} \frac{(b^2 - 1) \sin \theta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C}} \right]$$

$$- \frac{a \cos \theta}{b - a \sin \theta} \tan^{-1} \sqrt{\frac{b - 1}{b + 1}} \quad (3.15)$$

$$F_h = \tan^{-1} \sqrt{\frac{b - 1}{b + 1}} - \frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2(b + 1 + ab \sin \theta)}{\sqrt{AB}} \times \tan^{-1} \sqrt{\frac{A}{B} \left(\frac{b - 1}{b + 1} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$+ \frac{\sin \theta}{\sqrt{C}} \times \left[\tan^{-1} \frac{ab - (b^2 - 1) \sin \theta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C}} + \tan^{-1} \frac{(b^2 - 1)^{1/2} \sin \theta}{\sqrt{C}} \right] \quad (3.16)$$

Denklem (15) ve (16)'da verilen ' θ ', alevin yüzey normaliyle yaptığı açı; a, b, A, B ve C ise denklem (17-21)'den hesaplanan katsayılarıdır.

$$a = H/D \quad (3.17)$$

$$b = x/D \quad (3.18)$$

$$A = a^2 + (b + 1)^2 - 2(b + 1) \sin \theta \quad (3.19)$$

$$B = a^2 + (b - 1)^2 - 2(b - 1) \sin \theta \quad (3.20)$$

$$C = 1 + (b^2 - 1) \sin^2 \theta \quad (3.21)$$

Atmosferik ortamdaki su ve karbondioksit muhtevasına bağlı ' τ ' iletim katsayısı ortam bileşenlerinin belli dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyonu absorbe edebilme özelliklerine göre belirlenmektedir. Su buharı için kuvvetli absorpsiyon dalga boyu bantları 1.8 μ m, 2.7 μ m ve 6.27 μ m, karbondioksit için ise

2.7 μm ve 4.3 μm olduğu bilinmektedir. Teoride temel alınan siyah cisim ışınımının %81'inin 5.5 μm dalga boyundan küçük olduğu göz önüne alınırsa, su buharı için 1.8 μm ve 2.7 μm , karbondioksit için 4.3 μm dalga bandına uygun denklem (3.22) kullanılarak iletim katsayısı hesaplanabilir [44].

$$\tau = 1 - a_w - a_c \quad (3.22)$$

su buharı karbondioksitin absorpsiyon katsayıları ' a_w ' ve ' a_c ' denklem (3.23) ve denklem (3.24) bağlantılarından hesaplanabilir. Bu bağıntılarda ' ϵ_w ' ve ' ϵ_c ' sırasıyla su buharı ve karbondioksitin emisyon katsayısını ' T_f ' ve ' T_a ' ise sırasıyla alev ve ortam sıcaklığını (K) ifade etmektedir.

$$a_w = \epsilon_w (T_a - T_f)^{0.45} \quad (3.23)$$

$$a_c = \epsilon_c (T_a - T_f)^{0.65} \quad (3.24)$$

' ϵ_w ' ve ' ϵ_c ' katsayıları atmosferik nem oranına bağlı olarak literatürde verilmektedir [46].

3.5.5. Yangının tutuşma sıcaklığının kontrolü

Yangının civarındaki yanıcı maddelerin maruz kaldığı radyant ısı gücünün tutuşma için gerekli asgari ısı gücü aşıp aşılmadığının kontrolü yapılabilmektedir. CHF değerleri, muhtelif türleri için tutuşma sıcaklığı T_{ig} biliniyorsa [47,] denklem (3.25)'den hesaplanabilir [48].

$$\text{CHF} \approx \sigma (T_{ig}^4 - T_u^4) \quad (3.25)$$

CHF değeri aşıldığı takdirde, tutuşmanın gerçekleşeceği süre t_{ig} denklem (3.26)'de ve TRP parametresi denklem (3.27)'de hesaplanır.

$$\sqrt{\frac{1}{t_{ig}}} = \frac{\sqrt{4/\pi}(\dot{q}'' - \text{CHF})}{\text{TRP}} \quad (3.26)$$

$$TRP = \Delta T_{ig} \sqrt{k \rho c_p} \quad (3.27)$$

Denklem (3.27)'de 'k' tutuşması incelenen maddenin ısı iletim katsayısı, ' ρ ' yoğunluğu, ' c_p ' özgül ısısı, ' ΔT_{ig} ' ise maddenin tutuşma sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farktır.

3.5.6. Yanma sonucu CO₂ ve CO miktarının tahmini

Karbon partiküllerinin oksidasyonu, halinde zehirleyici olarak bilinen karbondioksit ve karbondioksit gazı açığa çıkar. Muhtelif maddeler için birim kütle yanması ile açığa çıkan ısı enerjisi ' ΔH ', ile yanma sonucunda birim kütle CO₂ ve CO açığa çıkması için gerekli ısı enerjileri, ' ΔH_{CO_2} ', ' ΔH_{CO} ', kalorimetre deneyleri sonucunda belirlenmektedir. Bu değerlerden birim kütle yakıtın yanmasıyla ortaya çıkacak CO₂ ve CO kütle oranı, ' Ψ_{CO_2} ', ' Ψ_{CO} ' denklem (3.28) ve (3.29) bağıntılarından elde edilmektedir [48].

$$\Delta H_{CO_2} = \frac{\Delta H}{\Psi_{CO_2}} \quad (3.28)$$

$$\Delta H_{CO} = \frac{\Delta H - \Delta H_{CO} \Psi_{CO}}{\Psi_{CO}} \quad (3.29)$$

Genellikle yangında ortaya çıkan zararlı yanma ürünlerinin kütlesi yanıcı madde özelliklerine ve yanma verimine bağlı olarak ' Ψ ' değerinin altında gerçekleşmektedir. Gerçek kütle oranı, ' y_j ', ürün kütle oranı ' η_j ' nispetinde azaltılmış ' Ψ ' değerinden belirlenmektedir.

$$y_j = \eta_j \Psi \quad (3.30)$$

Denklem (3.30)'da verilen gerçek yanma ürün kütlesi, ' y_j ', kalorimetre deneyleri kullanarak farklı yanıcı maddeler için verilmektedir. O halde birim yüzey yakıtın yanmasıyla birim zamanda oluşan yanma ürün kütlesi, ' \dot{G}_j ', gerçek yanma ürün

kütlesi, 'y_j', ile birim yüzeyden birim zamanda oluşan yakıt kütle kaybından 'm' denklem (3.31) kullanılarak hesaplanabilir [48].

$$G_j'' = y_j \dot{m} \quad (3.31)$$

3.5.6. CO₂ ve CO gazlarının insan sağlığı üzerindeki etkisi

Karbonmonoksit kanda hemoglobine bağlanarak karboksihemoglobini 'COHb' oluşturur. Karbonsihemoglobini kanda CO solumaya bağlı olarak birikir. Düşük dozlarda toksik bir narkotik etki yaratırken dozun artması ile dokuların oksijen ile beslenmesi engellenir ve güçsüzlük hissini takiben beyin ölümü yaşanır. Bu tür bir zehirlenmenin en olumsuz yönü, belli bir doza erişinceye kadar etkini fark edilmemesi ve sonrasında güçsüzlük nedeniyle ortamdaki konuma düşmesi için yeterlidir. Kanda oluşan COHb yüzdesi, %COHb, denklem (3.32)'de verilen bağlantı yardımı ile belirlenebilir [49].

$$\%COHb = 3.317 \times 10^{-5} (\text{ppm CO})^{1.036} \text{RMV} \cdot (t) \quad (3.32)$$

Burada, ppm CO, ppm cinsinden konsantrasyonu, (% [CO hacmi/hava hacmi] x 10⁴), RMV dakikada solunan hava hacmini (RMV – 25L/dak.) ve 't' teneffüs edilme süresini temsil etmektedir.

Karbondioksit zehirleyici gaz değildir ancak nefes alma hızını arttırıcı, dolayısı ile ortamdaki diğer toksik gazların bünyeye alınmasını hızlandırıcı bir etkisi vardır. Karbondioksit konsantrasyonu %3 seviyesini bulduğu zaman solunum güçlüğü, %5-6 seviyesini bulduğunda 30 ile 60 dakika içinde bilinç kaybı, %7 ve üzeri seviyelerde birkaç dakika içinde kendinden geçme gerçekleşmektedir [49]. %3 seviyesinde ciğerlerin RMV değeri iki katına, %5 seviyesinde ise üç katına çıkmaktadır. Ancak düşük konsantrasyonda bulunsa da zamana bağlı olarak solunması aynı etkilerin daha uzun bir zaman diliminde gerçekleşmesine yol açmaktadır. Denklem (3.33) %5-6 konsantrasyon düzeyinin altındaki karbondioksit konsantrasyonlarının, bilinç kaybı oluşturması için gerekli minimum teneffüs sürelerini 't' vermektedir.

$$t = e^{(6.1623 - 0.5189\%CO_2)} \quad (3.33)$$

Birim zamanda oluşacak zehirli gaz emisyonu denklem (3.31)'den belirlenebilir. Karbondioksit ve karbonmonoksitin özgül kütlelerin sırasıyla 1.79kg/m^3 ve 1.25kg/m^3 oldukları bilindiğine göre zararlı gaz hacimleri saptanabilir. Denklem (3.32) ve denklem (3.33)'de yer alan her iki ifade de zararlı gaz konsantrasyonlarının hesabı açık hava yangını olması ve bir mekân sınırlaması olmaması nedeniyle güçtür. Bu durumda sıcak dumanın soğuyarak tıkaç görevi göreceği, böylece alev yüksekliğinin üzerinde fiktif bir yükseklik ve yangın kaynağını çevreleyen fiktif bir dairesel alan tanımlayacağı varsayılabilir. Aranmış konsantrasyonlar ise bu fiktif hacme göre tahmin edilmektedir. Daha sonra bu konsantrasyonlar denklem (3.32) ve denklem (3.33)'de yerlerine yerleştirilmek suretiyle 't' kritik solunma süreleri hesaplanmaktadır [49].

BÖLÜM 4. DENEYSEL ÇALIŞMA

4.1. Deney Düzeneği

Akaryakıt istasyonunda yakıt boşaltma sistemin modellenmesi yapılarak olası bir akaryakıt yangınında kullanılan kuru kimyevi tozların yangın söndürme süresinin incelenmesi hedeflenmiştir. Deney düzeneği şekil 4.6'da verilmiştir.

Deney düzeneğinde bir adet 27 litre yakıt tankı ve 12 litre yanma odası haznesi bulunmaktadır. 27 litreden 12 litreye yakıt geçişi bir boru sayesinde sağlanmaktadır. Borunun çapı 3 cmdir. 27 litrelik yakıt tankının ucunda küresel vana bulunmaktadır. Bu sistemde bir adet kompresör ve hava tankı ayrıca kuru kimyevi tozun depolanması için depo bulunmaktadır. Bir adet regülatör ve hassas terazi mevcuttur.

Bu deney çalışmasında günümüzde kullanılmayan disodyum oktaborat tetrahidrat, susuz boraks, boraks dekahidrat ve boraks pentahidrat kuru kimyasal toz ürünlerin petrol yangınlarını söndürmeye etkisi incelenmiştir. Ayrıca konsantrasyon değişikliğinde performansı da gözlemlenmiştir. Disodyum oktaborat tetrahidrat kuru kimyasal ürünü %40 oranında alınmıştır (DOT KKT her bir deney için sabit kabul edilmiştir.) ve diğer kuru kimyasal toz ürünleri her bir deney için tek tek %60 oranında konsantrasyonları alınarak söndürme performansı incelenmiştir. Ayrıca iki farklı basınç değerleri varsayılarak basıncın da söndürmeye etkileri gözlemlenmiştir. Grafikler incelendiğinde kuru kimyasal ürünlerin optimum fayda maliyet analizi de çıkarılmıştır.



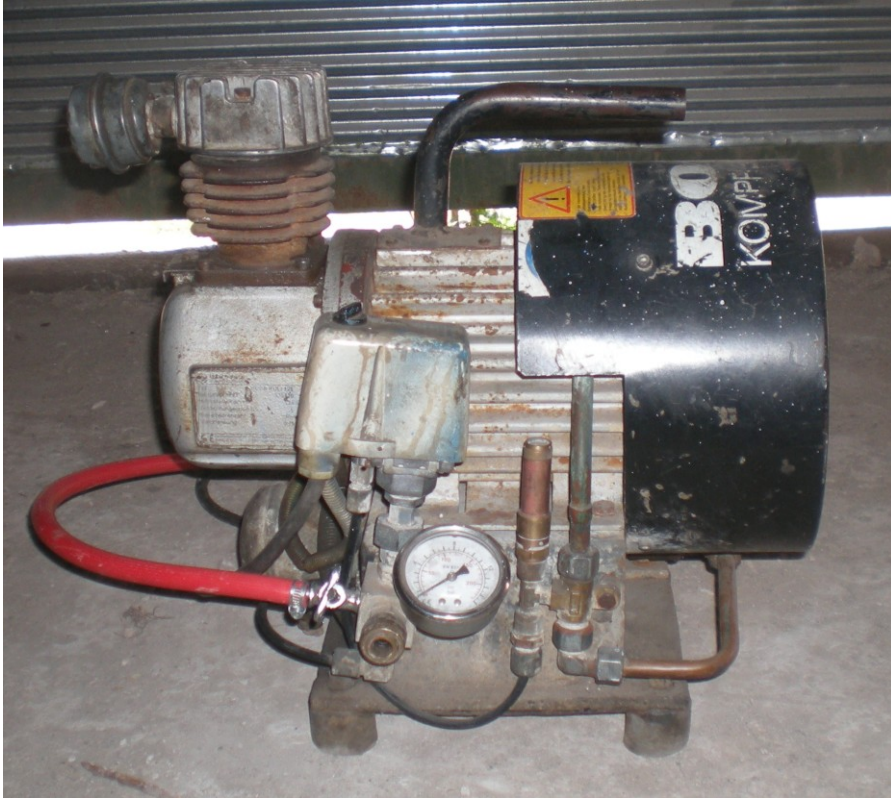
Şekil 4.1 Deney setinin görünümü



Şekil 4.2. Akaryakıt deposu



Şekil 4.3. Akaryakıt boşaltım deposu



Şekil 4.4. Kompresör



Şekil 4.5. Hava tankı



Şekil 4.6. Deney setinin görünümü



Şekil 4.7. Regülatör



Şekil 4.8. Hassas Terazi

4.2. DeneY Programı

Bu deneY çalışması dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak kompresör basıncı 12 bar oluncaya kadar beklenir. 12 barlık hava, hava deposunda bekletilir. Daha sonra Kuru kimyasal toz deposuna, deneyde kullanılacak ürün olan her deneY için disodyum okta boraks tetrahidrat, boraks dekahidrat, boraks pentahidrat ve susuz boraks eklenir. KKT deposuna kimyasal ürünü yerleştirilir ve dijital terazide kaç gram olduğu belirlenir. Akaryakıt deposuna 27 litre benzin koyulur ve yanma odasına 2 litre benzin oluncaya kadar benzin takviyesi yapılır. Yanma odası 2 litre benzin olunca, yanma odasında yangın başlatılır. Yangın başlamasından 15 saniye sonra yangına müdahale edilir. Ayrıca 15. saniyede küresel vana kapatılır. KKT hava girişi bölümdeki küresel vana açılarak yanma odasına KKT püskürtülür. Yanma olayı duruncaya kadar devam eder. Yangın söndüğünde küresel vana kapatılır ve KKT deposu tartılır. Sistemde ne kadar kimyasal toz kaldığı dijital terazide tartılır.

İkinci aşamada, yangın başladıktan 25 saniye sonra yangına müdahale ederek yangın söndürme süresi ve kullanılan kimyasal ürün karakteristikleri ölçülmüştür. Bu sistemde de hava basıncı 12 bar'dır.

nc aşamada, yangına müdahale zamanı 15 saniye ve kompresör basıncı 16 bar olarak varsayılmıştır.

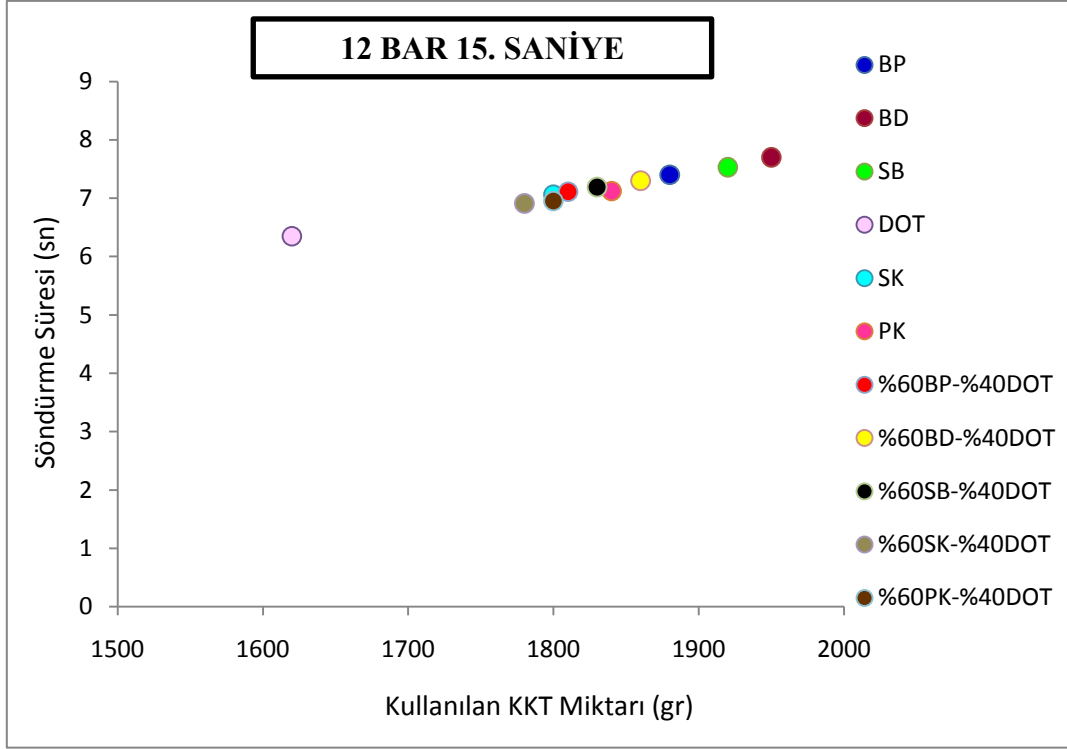
Dördüncü aşamada yangına müdahale zamanı 25 saniye olduğu durumda kompresör basıncı 16 bar olarak belirlenir.

4.3. DeneY Sonuçları

Deneyde kullanılan iki farklı sıcaklığa ait veriler; KKT kullanılan miktar, söndürme süresi ve sisteme gelen yakıt miktarı ve maliyeti gözlemlenmiştir. Yangına müdahale zamanı, 15 saniye ve 25 saniye olarak kabul edilmiştir.

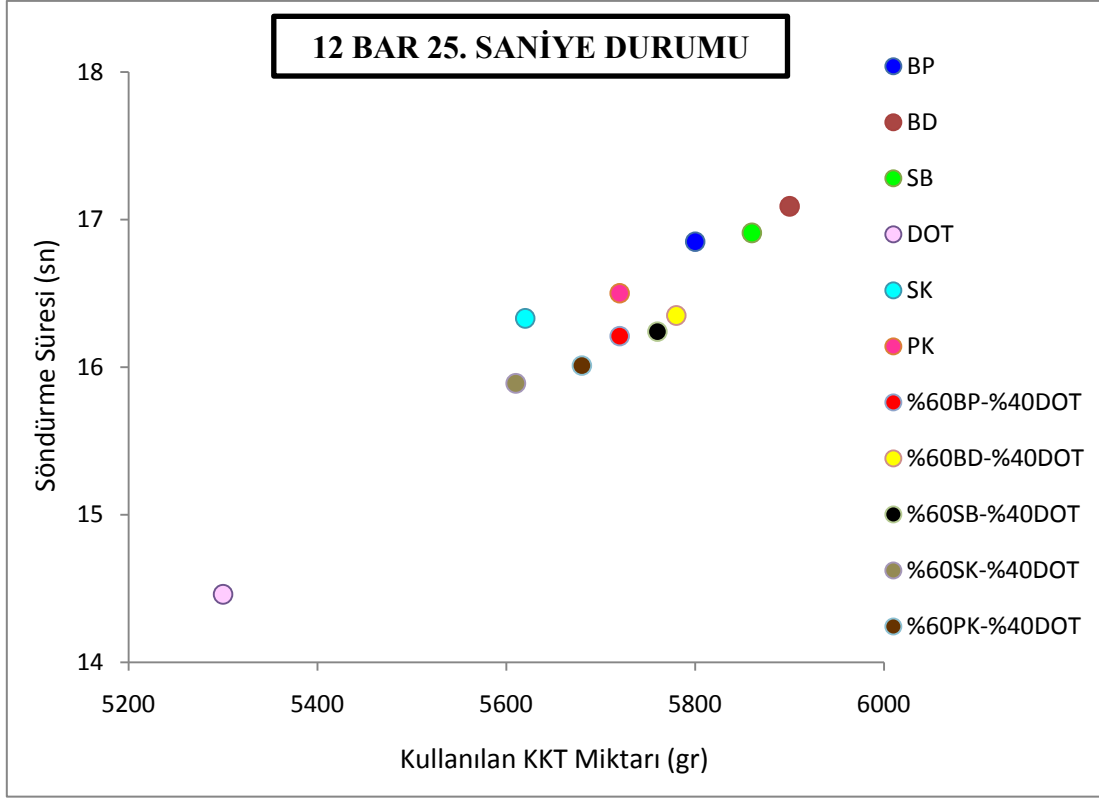
4.4. Basıncın Yangın Söndürme Üzerindeki Etkisi

Petrol yangınında hava basıncı 12 bar ve 16 bar olarak seçilmiştir. Bu basınç değerlerinde yangın söndürme süresi, kullanılan kimyasal toz miktarı ve maliyet analizi belirlenmiştir. Yangın söndürme süresi ve kullanılan kimyasal toz miktarı şekil 4.9. ve şekil 4.10.'da 12 bar basınçta 15.saniyede ve 25.saniyede yangına müdahale zamanları durumunda oluşan etkileri, ayrı ayrı grafikte gösterilmiştir. Ayrıca şekil 4.11.'de 12 bar basınçta 15.saniyede ve 25.saniyede yangına müdahale süreleri durumunda etkileri bir grafikte gösterilmiştir. Yangın söndürme süresi ve kullanılan kimyasal toz miktarı şekil 4.12. ve şekil 4.13.'de 16 bar basınçta 15.saniyede ve 25.saniyede yangına müdahale süreleri durumunda oluşan etkileri ayrı ayrı grafikte gösterilmiştir. Ayrıca şekil 4.14'de 16 bar basınçta 15.saniyede ve 25.saniyede yangına müdahale süreleri durumunda etkileri bir grafikte gösterilmiştir.



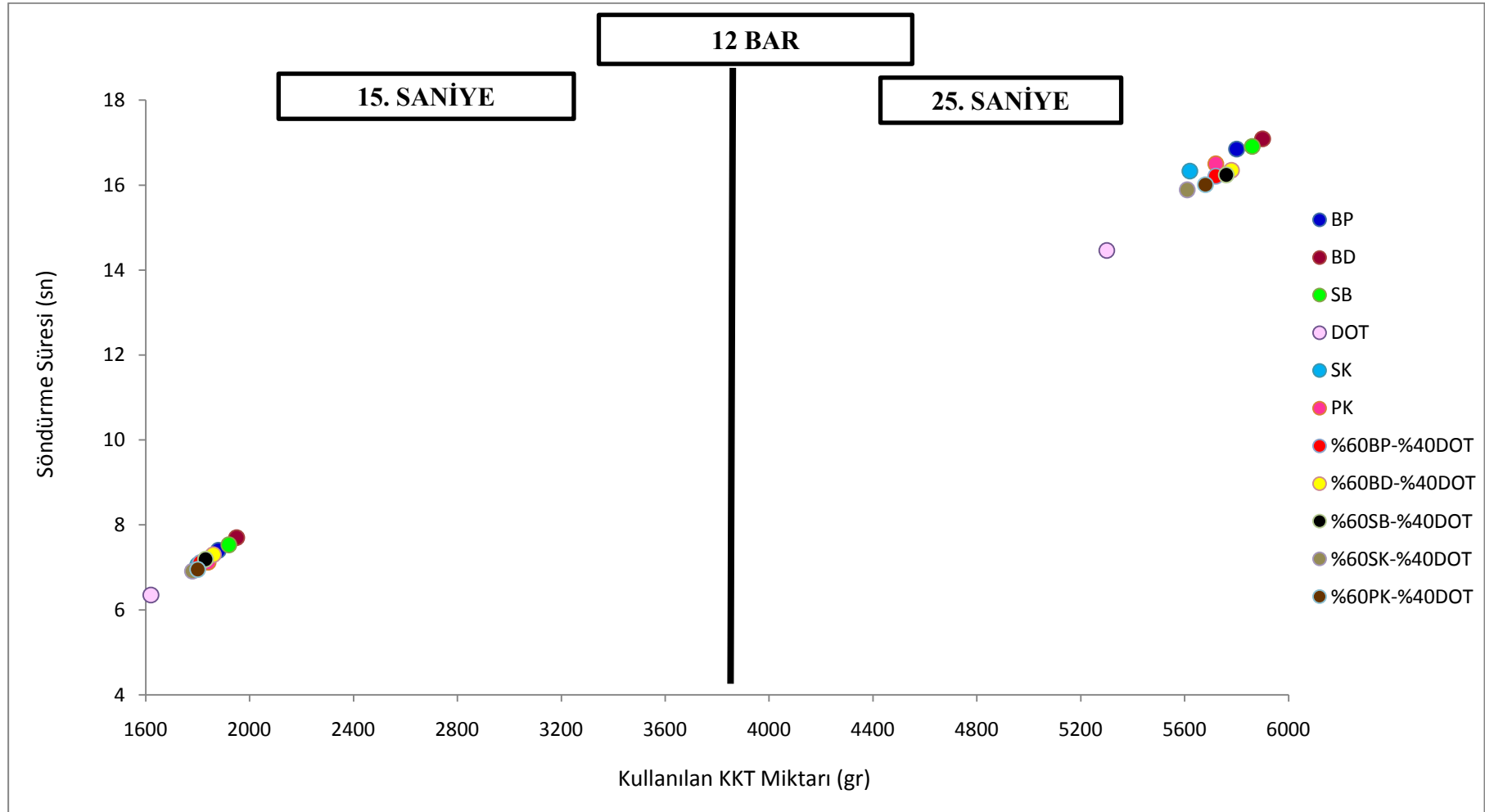
Şekil 4.9. 12 bar basınçta 15.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

Yangına 15.saniye sonucunda yangını en kısa sürede söndüren KKT ürünü DOT'tur. Konsantrasyonların yangını söndürmeye etkisi görülmüştür. İki farklı ürünün belirli konsantrasyonda karıştırılarak uygulama çalışması yapılmıştır. DOT %40 alınmıştır ve diğer KKT ürünlerinde %60 konsantrasyon oranı seçilmiştir. Bu konsantrasyon deneyinde %60SK-%40DOT konsantrasyonu daha iyi sonuç vermiştir. SK KKT - DOT KKT konsantrasyonunun olumlu etkisi görülmüştür. BD KKT ürünü en kötü performansı göstermiştir. Yangını söndürme süresi arttıkça alevi söndürmek zorlaşacağından mümkün mertebede en kısa sürede söndürülmesi gerekmektedir.



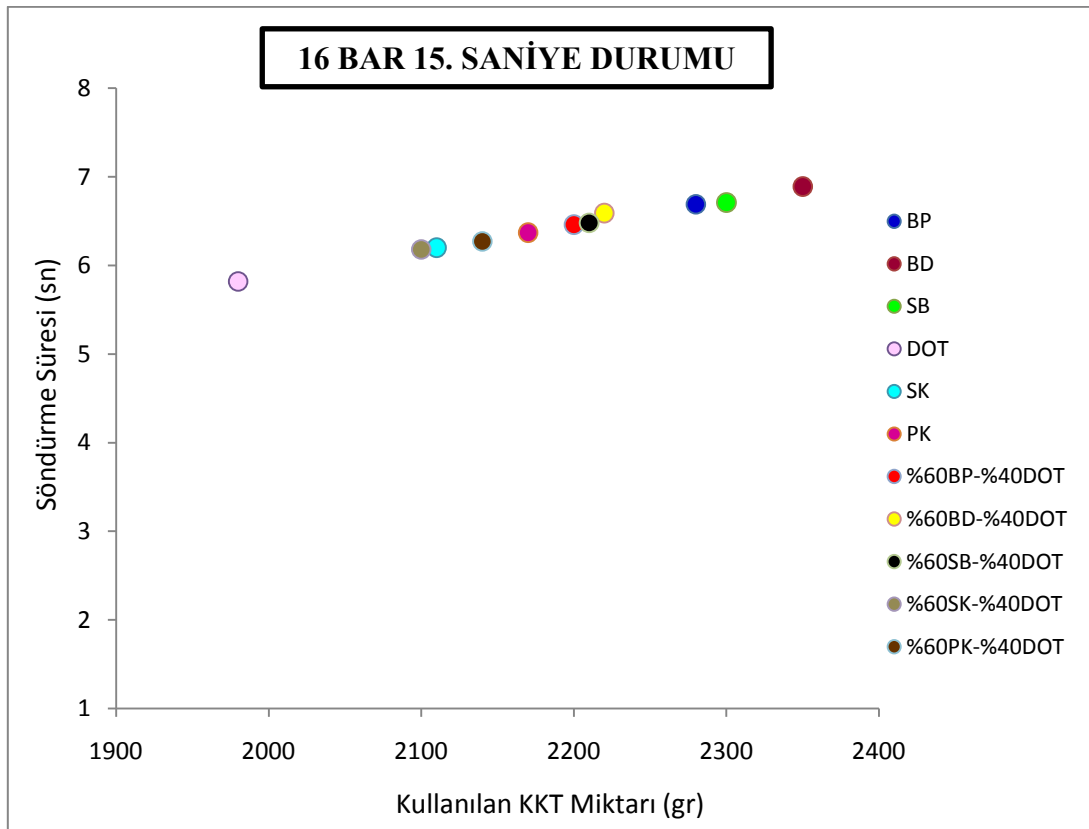
Şekil 4.10. 12 bar basınçta 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

Yangına 25.saniye sonucunda yangını en kısa sürede söndüren KKT ürünü DOT'tur. %60SK-%40DOT KKT konsantrasyon ürünü en iyi performansı göstermiştir. Yangını söndürme süresi arttıkça alevi söndürmek zorlaşacağından mümkün mertebede en kısa sürede söndürülmesi gerekmektedir.



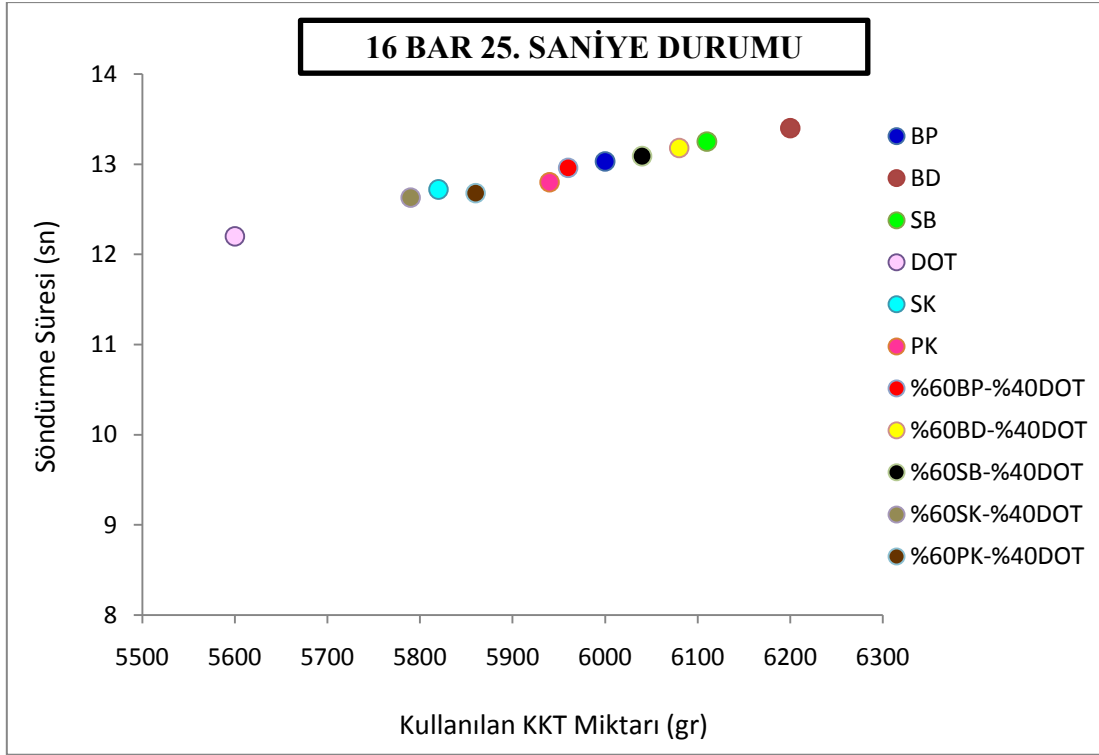
Şekil 4.11. 12 bar basınçta 15.saniye ve 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

12 bar basınçta yangına müdahale süresi arttıkça yangını söndürmek için kullanılan KKT benzer ürünlerinde artış gözlemlenmiştir. İki farklı yangına müdahalesinde en az artışı DOT KKT ürünüdür. Burada DOT alev ile oksijen bağlantısını daha kısa sürede keserek yangının daha çok şiddetlenmesini engellemiştir. Ortamda oksijen miktarı ne kadar fazla ise kullanacağımız ürün miktarı da o derece artacaktır. Yeterli sürede yangın söndürülemezse yangının büyümesi kaçınılmazdır ve bu daha fazla maddi hasar ve ölüm oluşmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yangını söndürme süresi önemlidir.



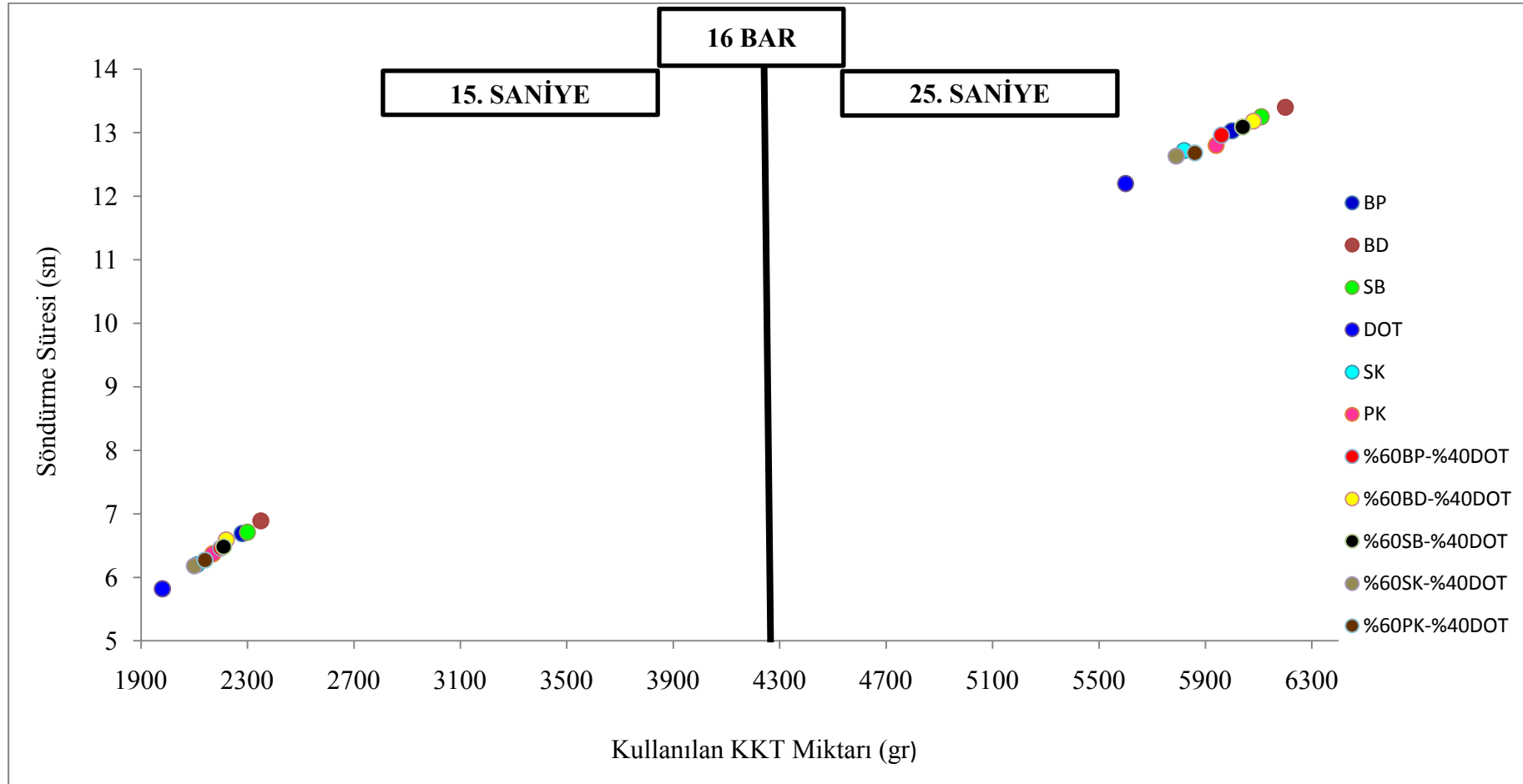
Şekil 4.12. 16 bar basınçta 15.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

15.saniye sonucunda yangını en kısa sürede söndüren DOT KKT ürünüdür. Konsantrasyonların yangını söndürmeye etkisi görülmüştür. %60SK-%40DOT KKT konsantrasyon ürünü en iyi performansı göstermiştir. SK KKT ürünü DOT KKT ürünü ile konsantrasyonu, olumlu etki görülmüştür. BD KKT ürünü en kötü performansı göstermiştir. Yangını söndürme süresi arttıkça alevi söndürmek zorlaşacağından mümkün mertebede en kısa sürede söndürülmesi gerekmektedir.



Şekil 4.13. 16 bar basınçta 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

25.saniye sonucunda yangını en kısa sürede söndüren DOT KKT ürünüdür. %60SK-%40DOT KKT konsantrasyon ürünü en iyi performansı göstermiştir. SK KKT ürünü DOT KKT ürünü ile konsantrasyonu, olumlu etki görülmüştür. BD KKT ürünü en kötü performansı göstermiştir. Yangını söndürme süresi arttıkça alevi söndürmek zorlaşacağından mümkün mertebede en kısa sürede söndürülmesi gerekmektedir.



Şekil 4.14. 16 bar basınçta 15.saniye ve 25.saniyede yangın söndürme süresinin kullanılan kuru kimyasal toz miktarına etkisi

16 bar basınçta yangına müdahale süresi arttıkça kullanılan ürün miktarı da artmaktadır. Kullanılan altı farklı ürün arasında en faydalı ürün disodyum okta borat tetrahidrat (DOT) olduğu gözlemlenmiştir. Altı farklı ürün arasında en düşük performansı boraks dekahidrat (BD) olduğu gözlemlenmiştir. 12 bar basınca göre en önemli etkisi tüm KKT ürünlerinde daha kısa sürede söndürmüştür. Yani basınç arttıkça söndürme süresi artacaktır fakat sistemdeki basınç değerinin belirli bir değerde olması gerekecektir. Burada önemli nokta şudur. Kısa sürede söndürmek için yüksek basınç değeri temel alınırsa KKT miktarı havada alevin içine karışacaktır ve bu durum yangını söndüreceği yerine alevlenmesini arttıracaktır. Yangını kısa sürede söndüreceğinden erken sönmeye oluşacağından alevin çoğalması engellenmiş olmaktadır. Konsantrasyon oranı incelendiğinde %40DOT-%60SK KKT en etkili sonuca ulaşmıştır. %40DOT-%60BP yangın söndürme süresi uzun sürdüğü durumda PK KKT miktarından daha iyi performans gösterebilmektedir. Yangına müdahale süresi arttıkça kullanılan ürün miktarlarında, en az artışı disodyum okta borat tetrahidrat, en fazla artışı boraks dekahidrat olduğu gözlemlenmiştir.

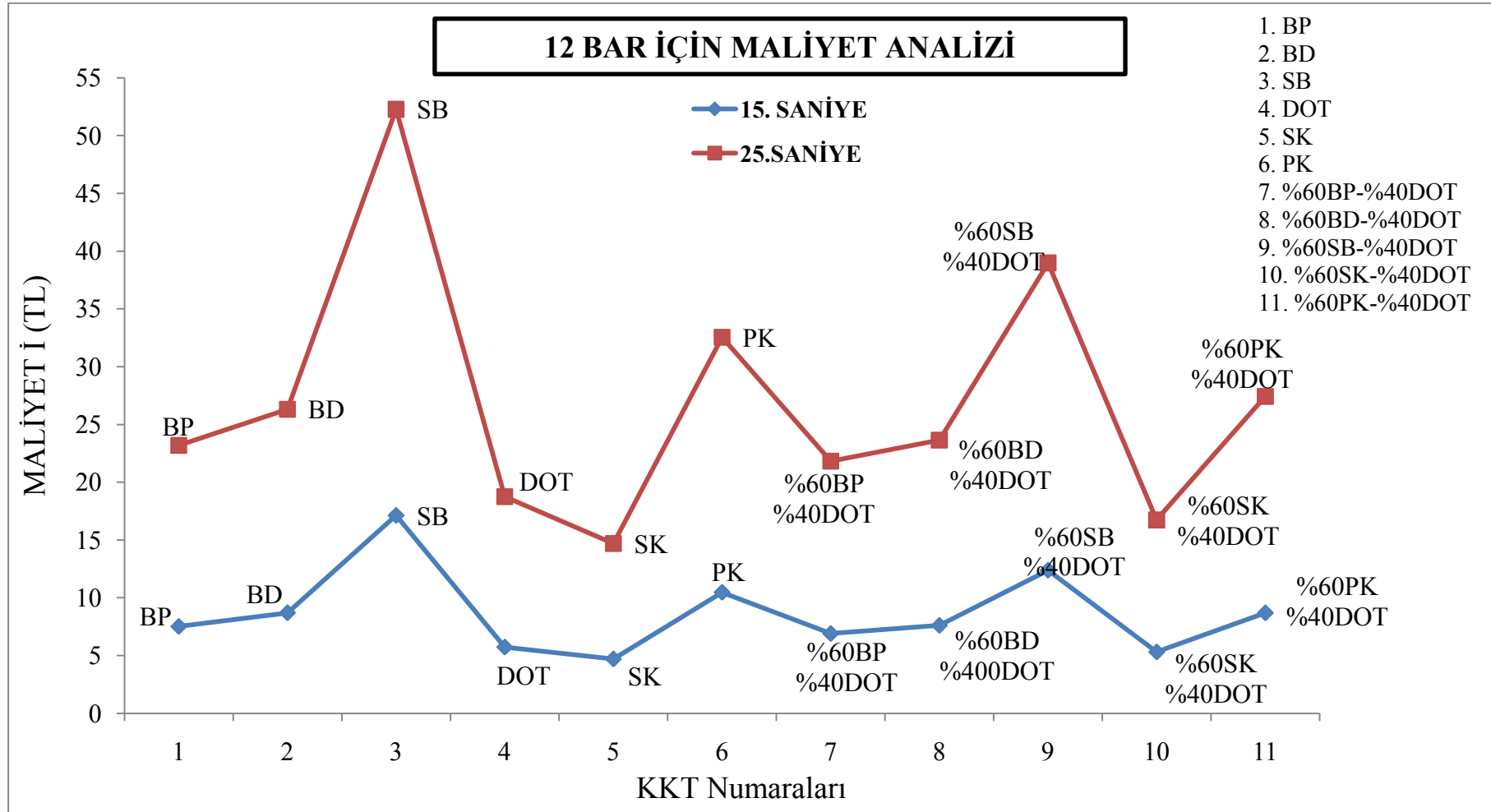
4.5. Maliyet Analizi

Deney çalışmasında kullanılan kuru kimyasal tozların bir ton ağırlığındaki fiyat listesi aşağıda verilmiştir. Bu kuru kimyasal ürünlerin fiyatlarına KDV ve kargo masrafları dahil edilmemiştir. Maliyet analizi hesaplamasında ton ağırlığındaki fiyatı gram cinsindeki fiyatına çevrilmiştir. Deney çalışmasında kullanılan kuru kimyasal ürünün ağırlığı gram cinsinden maliyet analizi hesaplanmıştır.

Tablo 4.1. KKT fiyat listesi [50]

Kuru Kimyasal Toz Adı	Fiyatı (\$/ton)
Disodyum oktaborat tetrahidrat[51]	2300
Boraks dekahidrat[51]	2900
Boraks pentahidrat[51]	2600
Susuz boraks[51]	5800
*Sodyum bikarbonat	1700
*Potasyum klorür	3700

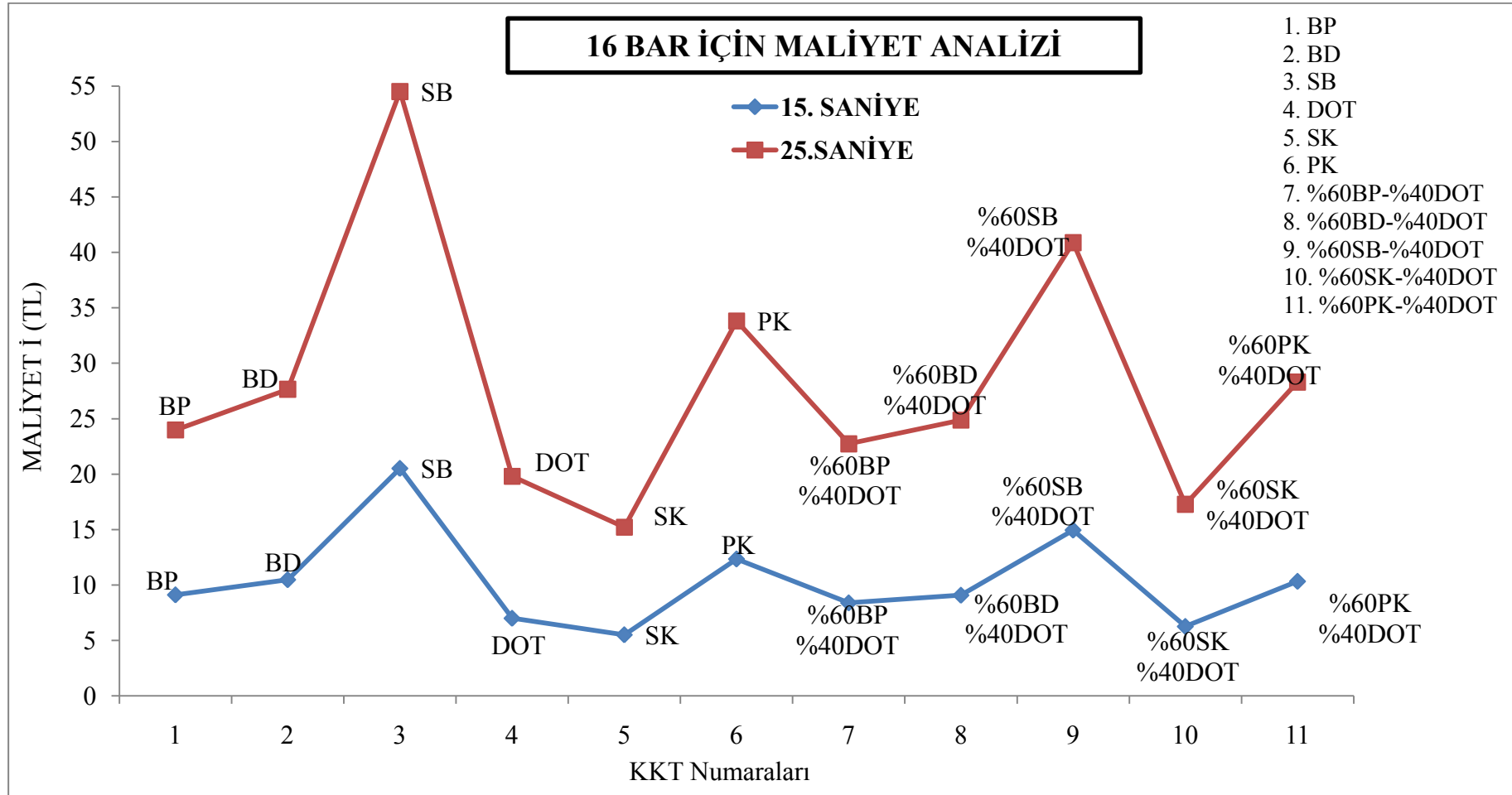
*Serbest piyasa değerleridir.



Şekil 4.15. 12 bar basınçta yangına müdahale sürelerinin 15. saniyedeki ve 25. saniyedeki kullanılan KKT ürünlerinin maliyet analizi

12 bar basınçta her iki farklı yangın söndürmeye müdahale süresinde en az maliyetli SK KKT ürünüdür. SK KKT yangını söndürmede en iyi üçüncü performansı göstermiştir. DOT KKT ürününün en kısa sürede yangını söndürdüğü gözlemlenmiştir ama SK KKT ürününe göre biraz maliyetli oluşmaktadır. DOT KKT ürünü SK ile konsantrasyonu incelendiğinde maliyet açısından olumlu etki yaptığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu konsantrasyonun yangını söndürmede olumlu katkı yaptığı diğer grafiklerde ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

15. saniye ve 25. Saniyede yangına müdahale süresi incelendiğinde maliyetin arttığı gözlemlenmiştir. Mümkün mertebe yangına en kısa sürede müdahale etmek gerekir. Bu süre arttığında, hemen söndürme işlemi zorlaşacak ve hem de oluşabilecek patlamalardan kaçınılamaz oluşur. Patlama sonucunda maliyetin daha fazla artacağı ve ölüm olayların olabileceği unutulmamalıdır.



Şekil 4.16. 16 bar basınçta yangına müdahale sürelerinin 15. saniyedeki ve 25. saniyedeki kullanılan KKT ürünlerinin maliyet analizi

16 bar basınçta her iki farklı yangın söndürmeye müdahale süresinde en az maliyetli SK KKT ürünüdür. SK KKT yangını söndürmede en iyi üçüncü performansı göstermiştir. DOT KKT ürününün en kısa sürede yangını söndürdüğü gözlemlenmiştir ama SK KKT ürününe göre biraz maliyetli olmaktadır. DOT KKT ürünü SK ile konsantrasyonu incelendiğinde maliyet açısından olumlu etki yaptığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu konsantrasyonun yangını söndürmede olumlu katkı yaptığı diğer grafiklerde ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

15. saniye ve 25. Saniyede yangına müdahale süresi incelendiğinde maliyetin arttığı gözlemlenmiştir. Mümkün mertebe yangına en kısa sürede müdahale etmek gerekir. Bu süre arttığında, hemen söndürme işlemi zorlaşacak ve hem de oluşabilecek patlamalardan kaçınılamaz oluşur. Patlama sonucunda maliyetin daha fazla artacağı ve ölüm olayların olabileceği unutulmamalıdır.

BÖLÜM 5. TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER

5.1. Tartışmalar

Bu çalışmada, petrol yangını söndürme sisteminde değişik basınçlarda ve farklı sürede yangın söndürme müdahalesi durumlarında kullanılan kuru kimyasal toz miktarı ve yangın söndürme süresi incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda;

1. Yangına müdahale süresi arttıkça kullanılan KKT benzer ürünlerinde artış gözlemlenmiştir.
2. Yangına müdahale süresi aynı olduğu durumda basınç artıkça kullanılan KKT miktarı da arttığı gözlemlenmiştir.
3. Basınç arttıkça yangını daha kısa sürede söndürüldüğü gözlemlenmiştir.
4. Konsantrasyonların yangın söndürmeye etkisi olduğu gözlemlenmiştir.
5. Basınç miktarları arttıkça kullanılan KKT ürünlerde artmıştır. Dolayısıyla maliyetleri de artacaktır.
6. 12 bar basınç ve 16 bar basınçta DOT KKT ürünü, SK KKT ürününe göre daha fazla maliyetlidir. Ancak DOT KKT ürünü yangını daha az kısa sürede söndürerek oluşabilecek maddi ve manevi değerlerinin azalmasını sağlayacaktır.

5.2. Öneriler

1. 12 bar basınç ve 16 bar basınçta en kısa sürede yangın söndürme ürünü SK KKT'dir. Bu ürünün BP ve DOT KKT ürünleri ile konsantrasyonları değiştirilerek optimum fayda-maliyet analizi incelenebilir.
2. 12 bar basınç ve 16 bar basınçta yangına müdahale süreleri incelendiğinde en az artış DOT KKT ürünüde gözlemlenmiştir. Bu KKT ürünü SK ve BP KKT ürünleri ile konsantrasyonları değiştirilerek daha iyi sonuçlar elde edilebilir.
3. Her iki basınç türünde de en az maliyetli olan KKT SK ürünüdür. Yangına müdahale süresi arttığında kullanılan SK ürünü ve yangını söndürme süresi de artacaktır. Bu yangını söndürme süresi arttığında oluşabilecek maddi ve manevi kayıpların artmasını sağlayacaktır. DOT KKT ürünü ile konsantrasyonu değiştirilerek daha etkili çözüm sonuçları incelenebilir.

5.3. Basıncın Etkisi

Sistemdeki hava basıncın iki farklı değerde seçilmiştir. Sistemdeki basıncı etkisi söndürme süresi ve kullanılan kuru kimyasal toz miktarı ele alınmıştır. Petrol ürünlerinde kullanılan basınç söndürme sistemi için çok önemlidir. Sistemde yeterli basınç olmadığına yangına gidecek kuru kimyasal toz miktarı yeterli olmayacağından petrol yangınına söndürmek neredeyse imkânsız hale gelecektir. Basınç arttıkça saniyedeki kullanılacak ürün miktarı artacağından kullanılacak ürün, alevi sönmlemede çok iyi olmalıdır.

5.4. Yangına Müdahale Süresi

Petrol yangınlarında yangına müdahale süresi çok önemlidir. İlk müdahalenin zamanında yapılamaması durumunda patlama etkisi yaratacağından erken müdahale yapılmalıdır. Patlama olması durumunda petrol yangınına kontrol altına almak güçleşmektedir. Bu deney çalışmasında iki farklı zamanda yangına müdahale edilmiştir. Bu iki farklı değerde, kullanılan kuru kimyasal toz miktarı ve yangını

söndürme süresi ele alınmıştır. Yangına ne kadar geç müdahale edilirse kullanılacak kuru kimyasal toz miktarı ve yangını söndürme süresi o kadar artacaktır. Bu yüzden petrol yangınını mümkün mertebede erken söndürmek için etkili ürün kullanılması gerekir.

KAYNAKLAR

- [1] GÜRDAL , E., “Strükür ve Malzemenin Yangın Karşısında Davranışı”, Bina Yangın Güvenliği, Seminer Bildirileri, Yem Yayını, Mart, 1996
- [2] TÜYAK, Türkiye Yangından Korunma ve İtfaiye Eğitim Vakfı, Yangından Korunma Yöntemleri, Kamu Binaların Yangından Korunma Yönetmeliği ve Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tüzüğü, Sayı:3, 1996
- [3] “TS 7486 Yangından Korunma – Terimler”, Türk Standartları Enstitüsü, sf. 1-7, Ankara, 1989
- [4] The Aqua Group, “Fire and Building - A Guide for the Design Team”, Collins, London, England, pp. 1-6, 1985
- [5] ERİÇ M., “Malzemede Yangın Etkisi, Alınması Gereken Tedbirler ve Onarımlar”, Yapı Endüstri Merkezi YAPI Dergisi, 19, sf. 49-57, 1976
- [6] Anonim, “Steel High-Rise Building Fire”, The Steel Committee teknik raporu, 1976
- [7] YAVUZ G., “Yangın Korunumu Kimyasına İlişkin Özet Bilgiler”, Yangın ve Güvenlik Dergisi, 31, sf. 87 – 91, İstanbul, 1997
- [8] <http://www.izoder.org.tr> (Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2009)
- [9] <http://web.jjay.cuny.edu/~tflan/documents/101docs/FIS101FireBehavior.pdf> (Ziyaret tarihi: 5 Ocak 2010)
- [10] EUGENE, M., “Chemistry of Hazardous Materials”, Lewis University, Isbn 0131127908, Prentice Hall, pp. 6-10, 100-103, New Jersey, Mart 2004
- [11] ARPACIOĞLU, Ü., “Yangın Olgusu ve Yüksek Yapılarda Yangın Güvenliği”, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, sf. 11-12, İstanbul, 2004
- [12] STOLLARD, P., “Fire Risk and Safety Appraisal”, vol 5, The Architect’s Journal, pp. 29, September, 1993
- [13] ÖZKAN, E., “Çelik Yapı Bileşenlerinde Alınması Gereken Yangın Güvenlik Önlemleri ve Bir Uygulama Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2002

- [14] CEYLAN, O., “Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlıklarında Edilgen Yangın Korunumu”, Yayınlanmamış Araştırma Raporu, MSÜ 2003
- [15] “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik”, T.C. İçişleri Bakanlığı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, Ankara, sf. 1-109, 2002
- [16] TÜYAK, N., Yangından Korunma Yönetmelikleri – İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği ve Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tüzüğü, Sayı 2, İstanbul, 1994
- [17] YAVUZ G., “Yapılarda Yangın Güvenliği”, Yayınlanmamış Ders Notu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003
- [18] TENKER S., “Yüksek Otelerde Yangın Korunum ve Kaçış Yollarının İrdelenmesi” YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1995
- [19] KAVAZ U., “Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürme Sistemleri ve HRD Uygulamaları” Yangın ve Güvenlik Dergisi, Teknik Yayıncılık, Eylül Sayı 6, İstanbul, 1994
- [20] KAKAÇ S., “Isı Transferine Giriş 1: Isı İletimi”, ODTÜ Mühendislik Fakültesi Yayını sayı 52, Ankara, 1982
- [21] LANGDON – THOMAS, G.J., “Fire Safety in Buildings Principles & Practice”, A. & C. BLACK Ltd., London, pp. 1-50, 1972
- [22] SHIELDS, T. J., SILCOCK, G. W. H., “Buildings and Fire”, Longman Scientific & Technical, England, pp. 64-110, 290-295, 1987
- [23] YAVUZ G., “Yapılarda Yangın Korunumu – Mimari Tasarım Etkileşimi” Bina Yangın Güvenliği, Seminer Bildirimleri, YEM Yayını, Mart 1996
- [24] Subay/Astsubay, “Yangın Kursu Öğrenci Rehberi”, Gölcük, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, 2003
- [25] STOLLARD P., ABRAHAMS J., “Fire From First Principles” Cornwall, London, 1991
- [26] CIBSE GUIDE, E., “Fire Engineering”, The Chartered Institution of Building Services Engineers, Isbn-10 1906846138, London, 2010
- [27] YENER C., “Yapılarda Yangın Üzerine”, Birinci Yangın Ulusal Kurultayı Bildirileri:1983 ODTÜ TÜBİTAK Mimarlık Fakültesi, sf. 375-379, Ankara 1983

- [28] "NFPA, 92 B Guide for Smoke Management Systems in Malls Atria and Large Areas", National Fire Protection Association, Denver, USA, pp. 64-85, 1999.
- [29] SUMİ, K., TSUCHIYA Y., "Toxic Gases and Vapours Produced at Fires", Technical Note, Canadian Buildig Digest-144, Canada, 1971
- [30] KÜÇÜK, S., "Yanma Sırasında Oluşan Yanma Ürünleri ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, sf.7-69, 2001.
- [31] NFPA-720 "Carbonmonoxide Risks at Home", National Fire Protection Association, Denver, USA, 1988.
- [32] SENER Ş., " Yangından Korunma ve Bina Yangın Güvenliği, İlkeler, Çelişkiler, Gerçekler", İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul, sf. 45-51, Şubat, 1981
- [33] ERİÇ M., "Yapı Fiziği ve Malzemesi", Literatür yayınları 2. basım, İstanbul, 2002,
- [34] BECAN A.S., "Konutlarda Bina Yangın Güvenliği Sorunlarını Gözeten Mimari Tasarım Kararları İçin Yaklaşım Modeli Araştırması", İTÜ Doktora Tezi, İstanbul, 1994
- [35] GÖK, Y.; Akaryakıt İstasyonlarında Yangın Tehlikeleri, Yangın Güvenlik sf. 84, 2005.
- [36] KILIÇ A., "Akaryakıt İstasyonlarında Yangın Emniyeti, Yangın ve Güvenlik Sayı 117, sf.8, 2008
- [37] "TS 12820 Akaryakıt istasyonları-Emniyet kuralları", 2003
- [38] LPG Code of Practice No.1 Part1: Bulk LPG Storage at Fixed Installations, Design, Installation and Operation of Vessels Located Above Ground, 1998
- [39] API Standart 2510, Design and Construction of LPG Installations, Eighth Edition, 2001
- [40] ÖVEN V., "Kocaeli-Körfez İlçesi Petrol Ürünleri Depolama Tesislerinin Yangın Güvenliği", İMO Teknik, 2005
- [41] PAPAZOĞLOU I.A., "BONANOS G.S., NİVOLİANTİTOU, Z.S., RASMUSSEN, B., Supporting Decision Makers in Land Use Planning Around Chemical Sites, Case Study: Expansion of an oil Refinery, Journal of Hazardous Materials, Vol. 71, pp.343-373, 2000
- [42] "Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, 2007

- [43] MCCAFFREY, B., SFPE, Handbook of Fire Protection Engineering-Flame Height, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 2/Chapter 1, pp.1-8, 1995
- [44] MUDAN, K.S. and CROCE, P.A., SFPE, Handbook of Fire Protection Engineering-Fire Hazard Calculations For Large Open Hydrocarbon Fires, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 3/Chapter 11, pp.197-240, 1995
- [45] British Standard BS476, Method for Determination of the Fire Resistance of Elements of Construction, Part, pp.20, 1987
- [46] DRYSDALE D. D., SFPE, Handbook of Fire Production Engineering-Thermochemistry, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 1/Chapter 5, pp.81-87, 1995
- [47] BEYLER C., SFPE, Handbook of Fire Production Engineering-Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 2/Chapter 9, pp.147-159, 1995
- [48] TEWARSON, A., SFPE, Handbook of Fire Protection Engineering-Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 3/Chapter 4, pp.53-124, 1995
- [49] DAVID, A.P., SFPE, Handbook of Fire Protection Engineering-Toxicity Assessment of Combustion Products, NFPA, Quincy-Massachusetts, Section 3/Chapter 8, pp.85-146, 1995
- [50] www.tubitak.gov.tr. (Ziyaret tarihi: 20 Mart 2010)

EKLER

YANGIN TERİMLERİ

Acil Durum: Afet olarak değerlendirilen olaylar ve dikkatsizlik, tedbirsizlik, ihmal, kasıt ve çeşitli amaçlarla meydana getirilen olayların tümünün yol açtığı hallerdir.

Acil Durum Ekibi: Yangın, deprem ve benzeri afetlerde binada bulunanların tahliyesini sağlayan, olaya ilk müdahaleyi yapan, arama, kurtarma ve söndürme olaylarına katılan ekiptir.

Acil Durum Planı: Acil durum gerektiren olaylarda yapılacak müdahale, koruma, arama – kurtarma ve ilkyardım konularının nasıl ve kimler tarafından yapılacağını gösteren ve acil durum öncesinde hazırlanması gereken planlardır.

Akkor: Yanma veya diğer kimyasal tepkimeler olmaksızın meydana gelen parlaklıktır.

Alev: Gaz fazında, ışık yayılması ile birlikte görünen yanma bölgesidir.

Alevsiz Yanma: Alev olmaksızın katı durumdaki bir malzemenin yanmasıdır.

Alevlenebilirlik: Bir alevle tutuşma kapasitesidir.

Alevlenebilirlik Sınırları;

1. Alt Alevlenebilirlik: Bir ateş kaynağının bulunduğu bir ortamda alev yayılmasının olmaması için bulunması gerekli en küçük buhar-hava karışımı konsantrasyonudur.
2. Üst Alevlenebilirlik Sınırı: Alev yayılmasının olmayacağı, en büyük buhar-hava konsantrasyon oranıdır.

Alevin Yüzeye Yayılımı: Bir malzemenin, kendi yüzeyi boyunca alev yayılımına destek verip vermeyeceğidir

Ani Parlama: Tutuşabilir malzemeli bir yangının bir bölümü çevreleyen bütün yüzeye ani geçişidir.

Aydınlanma: Alevin görüldüğü dönemdir.

Duman: Yanma veya pirolizden dolayı ortaya çıkan katı ve/veya sıvı parçacıkların havadaki gözle görülebilir süspansiyonudur.

Duman Haznesi: İçinde duman toplanması amacıyla tavanda tasarlanan hacimdir.

Düzenli Yangın İşlemleri: Bir yangın çıkması durumunda alınacak sıralanmış tedbirler.

Etkisizleştirme: Bir ortamın yanmaya karşı koyabilmesi için bu ortama ait özelliklerin etkisiz hale getirilmesi veya kontrol altına alınmasıdır.

Isı: Bir maddenin bütün moleküllerinin sahip olduğu hareket enerjisinin toplamıdır. Kalorimetre (cal) ile ölçülmektedir.

Isı iletkenlik: Alanı $1m^2$, kalınlığı 1m olan bir malzeme parçasından iki yüzü arasındaki sıcaklık farkı $1^{\circ}C$ iken bir saatte geçen ısı miktarıdır. Birimi $Kcal/m.h^{\circ}C$ dir.

Isı Genleşmesi: Malzemenin boyu ile bir ısı farkı karşısında boyunda meydana gelen deformasyon arasındaki bir orandır. Birimi $cm/cm^{\circ}C$ dir. Bu değer her malzemenin özelliğine göre değişiklik gösterir.

Kendiliğinden Tutuşma: Malzemenin kendi kendine ısınmasıyla ortaya çıkan tutuşmadır.

Kendiliğinden Tutuşma Sıcaklığı: Özel deney şartları altında bir malzemenin ani olarak tutuştuğu en düşük sıcaklıktır.

Kundaklama: Kasıtlı olarak yangın meydana getirme olayıdır.

Kuru Sprinkler Sistemi: Çalışma öncesi borularının çoğunluğu hava ile dolu durumda tutulan sprinkler sistemidir.

Oksitleyici: Diğer maddelerin oksitlenmesine veya yanmasına sebep olabilecek kimyasal element veya bileşiğe denir.

Parçalanma: Bir cismin bünyesindeki veya üzerindeki aşırı basınç ve/veya gerilmeye bağlı olarak şiddetle ayrılarak dağılmasıdır.

Parlak Yanma: Alevi olmayan ancak yanma bölgesinden ışık yayılmalı katı haldeki bir malzemenin yanmasıdır.

Parlama Noktası: Bir sıvının özel deney şartları altında tutuşturma kaynağının uygulanması ile parlama meydana gelmesine yetebilecek alevlenebilir gazı çıkarmaya başladığı en düşük sıcaklıktır.

Patlama: Ani sıcaklık veya basınç veya her ikisi birlikte ortaya çıkan ani oksidasyon veya ayrışma tepkimesidir.

Piroliz: Bir malzemenin oksidasyon olayı olmaksızın sıcaklığındaki artışa bağlı olarak tersinir olmayan kimyevi ayrışmasıdır.

Sıcaklık: Bir maddenin ortalama hızda bulunan bir molekülünün sahip olduğu hareket enerjisidir.

Sprinkler Sistem: Yangınları söndürmek ve gelişen yangınları itfaiye gelinceye kadar sınırlamak amacıyla kurulan ve su püskürtmesi yapan otomatik sistemlerdir.

Tutuşma: Yanmanın başlamasıdır.

Tutuşma Sıcaklığı: Özel deney şartları altında bir malzemenin devamlı olarak yanmasının başlatılabileceği en düşük sıcaklıktır.

Yalıtkanlık: Malzemelerin ısı iletkenlik düzeyi ile ilgilidir.

Yanabilirlik: Malzemenin yanabilme özelliğidir.

Yangın;

1. Dumanın veya alevin veya her ikisinin beraberce ısı yayması ile karakterize edilen yanma olayıdır.

2. Yanmanın zaman ve mekân olarak kontrol

Yangın Direnci: Standart bir yangın direnç deneyinde bina konstrüksiyonuna ait ana veya taşıyıcı bir elemanın belirli bir zaman diliminde gerekli kararlılığı, yangın geçirimsizliğini ve/veya ısı yalıtımını ve/veya yerine getirmesi beklenen diğer görevlerini yapabilme kabiliyetidir.

Yangını Durdurucu Malzemeler: Yangının bir bölümden diğer bir bölüme geçişini engelleyen malzemeler.

Yangın Riski: Bir yangının ortaya çıkma olasılığıdır.

Yangın Sınıflandırması / Türü: Yanıcının yapısına bağlı olarak ISO 3941'de belirtilen sınıflama sistemidir.

Yangın Söndürme: Yangının hava ile temasını veya alevde oluşan kimyasal tepkimeyi bir madde ile kesmek, soğutma veya yanan maddenin, oksijenin veya ısının azaltılmasına yönelik çalışmaların tümü.

Yangın Tehlikesi: Yangın kazası ve riskini kapsayan kavramdır.

Yangın Yüğü: Duvarların, bölmelerin, döşemelerin ve tavanların kaplamalarını içeren bir hacimde yer tutmuş elemanların tümünün kalorifik enerjisidir.

Yangın Yüğü Yoğunluğu: Döşeme alanlarına bölünmüş yangın yüküdür (MJ/m²).

Yanma: Yanabilir bir malzemenin bir oksitleyici ile birlikte genellikle duman yayılması ve / veya kızıl parıltılar ve / veya alevlerle birlikte ortaya çıkmış ekzotermik tepkimedir.

Yanma Isısı: Bir malzemenin tüm kütesinin tamamen yanması ile serbest kalabilen

kalorifik enerjisidir.

Yanma Özelliği: Bir malzeme, ürün ve / veya yapının yandığı veya yangına maruz kaldığı zaman ortaya çıkan tüm fiziki ve kimyevi değişikliklerdir.

Yanma Ürünleri: Bir yangın veya piroliz etkisi ile çıkan gazların, parçacıkların veya aerosollerin tümüdür.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Kocaeli Gölcük ilçesinde doğdu. İlköğretimi Piyale Paşa İlköğretim Okulu'nda, liseyi İhsaniye Lisesi'nde tamamladı.

2008 yılında Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Otomotiv Öğretmenliği Bölümü'nden mezun oldu.

2008 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitim Bölümü'nde yüksek lisansa başladı ve halen Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitim Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.