

LPG DÖKMEGAZ TANK SAHASININ YANGIN
GÜVENLİĞİ

Makina Müh. Güler ÇOBAN

F.B.E Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı-Proses Programında
Hazırlanan

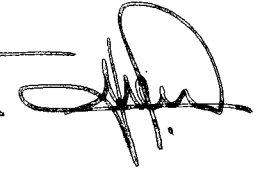
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ

Doç. Dr. Galip TEMİR



Prof. Dr. Mesut ÖZGÜRLER



İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. TANIMLAR	2
2.1 LPG	2
2.2 Dökmegaz	2
2.3 LPG Depolama Tankı	2
2.3.1 LPG depolama tankı ekipmanları	2
2.4 Yanma ve Yangın	4
2.4.1 Yanma	4
2.4.2 Yangın sınıfları	5
3. LPG TEKNOLOJİSİ VE FAYDALARI	6
3.1 LPG Özellikleri.....	6
3.1.1 LPG' nin temel yayılma özelliği.....	8
3.2 LPG' nin Temini	8
3.3 Dökmegaz Kullanım Alanı	9
3.4 LPG Teknolojisi ve Faydaları.....	10
4. DÖKMEGAZ TANK SAHASI TESİSAT GÜVENLİĞİ ve LPG TESİSLERİNDE YANGIN NEDENLERİ.....	11
4.1 Dökmegaz Tank Sahasının Emniyeti.....	11
4.2 Tank Sahasının Emniyeti	11
4.2.1 Yer üstü LPG tanklarının korunması	13
4.2.2 LPG dökmegaz yerüstü tankları.....	15
4.2.3 LPG dökmegaz yeraltı tankları	15
4.3 LPG' nin Potansiyel Tehlikeleri	15
4.3.1 LPG tesislerinde yangın nedenleri.....	16
4.4 LPG Dökmegaz Tankının Yangın Güvenliği İçin Kullanılan Sistem ve Dizayn Kriterleri.....	17

4.4.1	LPG tehlikelerine karşı stratejiler ve taktikler	17
4.4.1.1	Küçük çaptaki LPG tehlikeleri.....	17
4.4.1.2	Büyük çaptaki LPG tehlikeleri.....	18
4.4.2	Sprinkler (sulu) sistemi	19
4.4.2.1	LPG yangınlarında su kullanımı	19
4.4.3	Yangın söndürme sistemi projelendirme esasları	20
4.4.3.1	Sprinkler sistemi	20
4.4.3.2	Sprinkler sisteminin projesi	20
5.	ÖRNEK LPG DÖKMEGAZ TANK SAHASININ YANGIN GÜVENLİK SİSTEMİ PROJESİ.....	22
5.1	LPG Yangının İncelenmesi.....	22
5.1.1	LPG yanma denklemi	22
5.1.1.1	Hava yakıt oranı	23
5.2	Dökmegaz Tank Boyutları	23
5.2.1	Hacim.....	24
5.2.2	Alanlar.....	24
5.3	Tanklara sprinkler sisteminin uygulanması	24
5.4	Gerekli Su Miktarı	24
5.4.1	TSE' e göre	24
5.4.2	NFPA' e göre	25
5.5	Sistemin Projelendirilmesi	26
5.5.1	Yangın güvenlik sistemi projelendirilmesi	27
5.5.1.1	Boru çaplandırılması.....	28
5.5.2	Sistem basınç kayıpları	29
5.5.2.1	Pompa çıkışından kritik nozula kadar ki basınç kaybı.....	29
5.5.2.2	Pompa çıkışından kritik yangın hidrantı, yangın dolabına kadar ki basınç kaybı .	31
5.5.2.3	Pompa seçimleri.....	32
5.5.2.4	Su deposu hacmi	32
5.6	Tank Sahasının Diğer Yangın Güvenlik Önlemleri.....	33
5.6.1	Tank sahası emniyet uzaklıkları.....	33
5.6.2	Yazılı uyarılar	33
5.6.3	Algılama ve elektrik tesisatı.....	33
5.6.4	Hidrant/Yangın dolabı adedi.....	33
5.6.5	Kuru kimyevi toz söndürücüler.....	34
	SONUÇLAR.....	35
	KAYNAKLAR	36
	EKLER.....	37
	Ek 1 Tank boyutlandırılması ve nozul yerleşimi	38
	Ek 2a Yangın güvenliği projelendirilmesi (sprinkler sistemi).....	39
	Ek 2b Yangın güvenliği projelendirilmesi (nozul hattı)	40
	Ek 3a Kritik nozula göre basınç kaybı hesabı (TSE 1446).....	42
	Ek 3b Kritik nozula göre basınç kaybı hesabı (NFPA 58)	43
	Ek 4a Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı (TSE 1446)	44
	Ek 4b Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı.....	45
	Ek 5 Nozul seçim kataloğu (Bete Nozzle).....	46
	Ek 6 Pompa seçim eğrileri (TSE 1446)	47

Ek 7 Pompa seçim eğrileri (NFPA 58).....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49



SİMGE LİSTESİ

A_b	Dökmegaz tankı bombe alanı (m^2)
A_t	Dökmegaz tankı toplam alanı (m^2)
A_y	Dökmegaz tankı yanal alanı (m^2)
BV	Baskın vana
c	Sürtünme kaybı katsayısı
ÇV	Çek valf
d_m	Boru iç çapı (mm)
D	Dirsek
DB	Düz boru
HY	Hava yakıt oranı
KV	Kelebek vana
l	Dökmegaz tankının uzunluğu (m)
L	Yangın tesisatı boru hattı uzunluğu (m)
m_{hava}	Hava debisi
$m_{yakıt}$	Yakıt debisi
m_{su}	Gerekli olan su miktarı
$m_{nozül}$	Nozul başına akması gereken su debisi
P_m	Borudaki sürtünme direnci
r	Dökmegaz tankının yarıçapı (m)
Q_m	Akış (l/dak)
V	Dökmegaz tank hacmi (m^3)
V_D	Yangın suyu deposu hacmi (m^3)
Π	Pi sayısı (3,14)

KISALTMA LİSTESİ

LPG	Likit (Sıvılaştırılmış) Petrol Gazı (Liquefied Petroleum Gas)
NFPA	National Fire Protection Association
TS	Türk Standartları



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 LPG depolama tankı ekipman bağlantısı.....	2
Şekil 2.2 Emniyet valfi örneği	3
Şekil 2.3 Seviye göstergesi	3
Şekil 2.4 Sıvı LPG transfer valfi.....	3
Şekil 2.5 Boşaltma çek valfi	4
Şekil 2.6 Yanma üçgeni	5
Şekil 3.1 LPG'nin basınç sıcaklık grafiği.....	6
Şekil 3.2 LPG sızıntısı sonucu çevrede oluşan parlama bölgesi.....	8
Şekil 4.1 Dökmegaz tank sahası örneği	11
Şekil 4.2 Tank sahası yerleşimi	13
Şekil 4.3 Yerüstü LPG stok tankı topraklama tesisatı	14
Şekil 5.1 LPG yanma mekanizması	22
Şekil 5.2 Örnek sistem LPG tank boyutu	23
Şekil 5.3 Yangın güvenlik sistemi örnek tesisat dağılımı.....	26
Şekil 5.4 Sprinkler tesisatı boru çaplandırılması	28



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 LPG'nin yaklaşık özellikleri (TS 2178 ve NFPA 58)	7
Çizelge 4.1 LPG stok tankının diğer yerleşimlere olan uzaklıkları (TS 1446).....	12
Çizelge 5.1 Yangın güvenlik sistemi tesisat materyal listesi.....	27
Çizelge 5.2 Çelik borularda sprinkler sayısına göre çaplandırma	28
Çizelge 5.3 Yangın güvenlik sistemi tesisat boru çapları.....	29



ÖNSÖZ

LPG kullanımının her sektörde yaygınlaşması ile birlikte güvenli depolanma sorunu ortaya çıkmıştır. Kullanılması düşünülen alanda ihtiyaç duyulan LPG debisine göre tüplerden ya da tanklardan beslenmesi şekilleri seçilerek LPG tankı ve tesisatı standartlara uygun projelendirme ile devreye alınmalıdır. LPG' nin tüp olarak kullanımı LPG tüketimi az olan yerler için uygun olmasına rağmen büyük tüketim miktarları için daha karlı ve kullanım kolaylığı olan ve mevcut çevre koşullarına göre yeraltı ya da yerüstü depolama tankları olarak dizayn edilerek, bu tanklardan beslenmesi seçilmelidir. LPG depolama tankının projelendirilmesi yapılırken uygulamadaki en küçük bir dikkatsizliğin bile başta insan hayatı açısından olmak üzere büyük maddi ve manevi kayıplara yol açabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle standartlar baz alınarak gerekli yangın güvenlik önlemleri tesisle birlikte işletmeye alınmalı, belirli periyotlarla bakımları ilgili kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada LPG dökme gaz tank sahasının yangın güvenliği açısından NFPA 58 ve TSE 1446 standartlarına göre yerüstü depolama tank alanının gerekli projelendirilmesinin esasları ve örnek bir LPG dökme gaz tank alanının tüm yangın güvenlik sisteminin dizaynının yapılması amaçlanmıştır.

Bu tezin hazırlanmasında değerli yardımlarından ötürü başta danışmanım Doç.Dr. Eyüp Akaryıldız olmak üzere, Onur Çiçek ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.



ÖZET

Ülkemizde kullanımı giderek artan LPG' nin dökme gaz yerüstü tankında güvenilir olarak depolanması için baz alınması gereken TSE 1446 ve NFPA 58 standartları incelenmiştir.

Hazırlanan bu çalışmada ilk olarak LPG, dökme gaz, yanma ve yangın ile Avrupa ve Amerika'da farklı olan yangın sınıflandırılmalarının genel tanımları yapılmıştır. Daha sonra ki bölümlerde LPG teknolojisinin faydaları ve kullanım alanları hakkında bilgilendirme yapılmış olup, dökme gaz tank sahası tesisat güvenliği ve LPG tesislerinde önlem alınması gereken başlıca yangın nedenleri belirtilmiştir. Bunlara ek olarak LPG dökme gaz tank sahasının yangın güvenliğinin sağlanmasına örnek teşkil edebilecek sprinkler sistemi, yangın hidrantları ve yangın dolapları kullanılarak bir uygulama yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: LPG, LPG dökme gaz, yangın güvenliği, sprinkler sistemi

ABSTRACT

In our country LPG consumption is increasing. Due to that LPG storage tanks safety usage and stored, it has to be based on TSE 1446 and NFPA 58 standarts.

In this thesis at first chapter LPG and fire descriptions are given with European and USA fire classification descriptions. In other chapters the benefits of LPG technology, the areas where LPG is used, the precautions of main LPG fire reasons in stored areas and tank areas installation safety are mentioned. Adding to that a model for overground LPG stored tank areas fire protection systems design project is done by using sprinkler systems, fire hidrants and fire boards.

Key words : LPG, LPG stored, fire safety, sprinkler system



1. GİRİŞ

LPG dökme gaz olarak gerek endüstride gerekse konut ve turistik tesislerde giderek yaygınlaşan bir kullanım alanına sahiptir. Dökme LPG tesisinin projelendirilmesine yönelik gerekli özenin gösterilmesi ve ilgili standartlara (ülkemizde TS 1446, tüm dünyada en yaygın kullanılan ABD standardı NFPA 58 ile diğer bölgesel yönetmeliklere ve standartlara) uyulması ile, olası bir yangın tehlikesinin oluşması engellenerek, herhangi bir tehlike anında zamanında müdahale edilmesi imkanı sağlanarak kazanın boyutlarının büyümesi engellenebilir ve işletme esnasında arıza ve bakımlardan dolayı zaman ve iş gücü kaybı azaltılabilir.

Tank sahasının yangın güvenliği açısından en büyük özen sprinkler sistemine verilmelidir. Sprinkler sistemi, suyun uygun dağıtımı ile ısı yayılım hızının azaltılmasını ve ısılatma yöntemi ile sıcaklığın denetlenerek yangının denetim altına alınmasını sağlar. Ama unutulmamalıdır ki sprinkler sistemi dökme gaz tank sahasında çıkabilecek bir yangında söndürme amaçlı olmasa bile soğutma amaçlı kullanılarak yangının yayılması, tankın patlaması ve zararın büyümesini engelleyebilmesi açısından önemlidir. LPG yerüstü dökme gaz tank sahasının güvenliği için sprinkler sisteminin düzgün çalışması kadar tank sahasının yerleşiminin ve çevre koşullarının da standartlarda belirtilen özellikleri sağlanması gereklidir.

Bu tezin konusu içinde yerüstü bir dökme gaz tank sahasının yangın güvenliği incelenmiş olup, örnek bir yangın güvenliği projesi hazırlanmıştır.

2. TANIMLAR

2.1 LPG

- İngilizce de sıvılaştırılmış petrol gazı anlamına gelen ‘Liquefied Petroleum Gas’ ın baş harflerinin birleşmesinden LPG meydana gelir.
- TSE 1446’ a göre sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG), petrolün damıtılması ve parçalanması sırasında elde edilen ve sonradan basınç altında sıvılaştırılan, başlıca propan, bütan ve izomerleri gibi hidrokarbonlar veya bunların karışımıdır
- LPG çoğunlukla 3 ve 4 karbonlu (C_3 ve C_4) hidrokarbonları içeren ve düşük basınçlarda sıvılaşabilen gazları tanımlamakta kullanılan bir terimdir.

2.2 Dökmegaz

LPG’nin ambalajsız olarak kamyon veya tır tankerler ile nihai müşteride bulunan sabit stok tankına dolum yapılarak satılmasına ‘dökmegaz’ denilmektedir.

2.3 LPG Depolama Tankı

LPG’nin basınç altında depolanabileceği, su kapasitesi 108,5 l ’den büyük olan, çelikten yapılmış atmosfere kapalı kaptır¹. LPG stok tanklarının seçimi yapılırken;

- Stoklama hacmi,
- Arazi büyüklüğü,
- Kullanılış amacı,
- İmalat teknolojisi,
- Maliyet vb. faktörler göz önüne alınarak silindirik yada küresel tank seçilir.

2.3.1 LPG depolama tankı ekipmanları



Şekil 2.1 LPG depolama tankı ekipman bağlantısı (Aygaz seminer notları)

¹ TS 1446 Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Depolama Kuralları, Mayıs 1998, s:1

- Emniyet valfi: Tank içerisindeki basınç, maksimum çalışma basıncının üzerine çıktığında otomatik olarak açılarak, bir miktar gazın atmosfere atılmasını ve basıncın düşmesini sağlar.



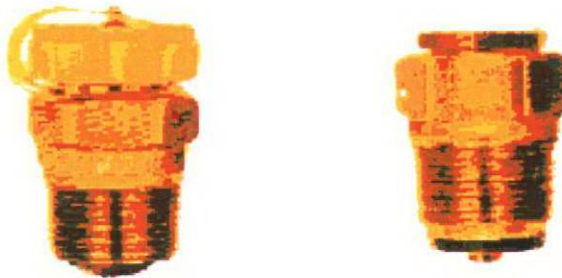
Şekil 2.2 Emniyet valfi örneği (Aygaz seminer notları)

- Seviye göstergesi: Tankın içerisindeki LPG miktarının tank hacmine oranını yüzde olarak gösteren ekipmandır.



Şekil 2.3 Seviye göstergesi (Aygaz seminer notları)

- Sıvı LPG transfer valfi: Tanktan LPG'nin sıvı olarak alınmasını sağlayan valftir, özel durumlarda veya buharlaştırıcının sıvı LPG ile beslenmesi gerektiği durumlarda kullanılır.



Şekil 2.4 Sıvı LPG transfer valfi (Aygaz seminer notları)

- Boşaltma çek valfi: Tankın test ve bakımı sırasında boşaltılmasını sağlayan bağlantıdır.



Şekil 2.5 Boşaltma çek valfi (Aygaz seminer notları)

2.4 Yanma ve Yangın

2.4.1 Yanma

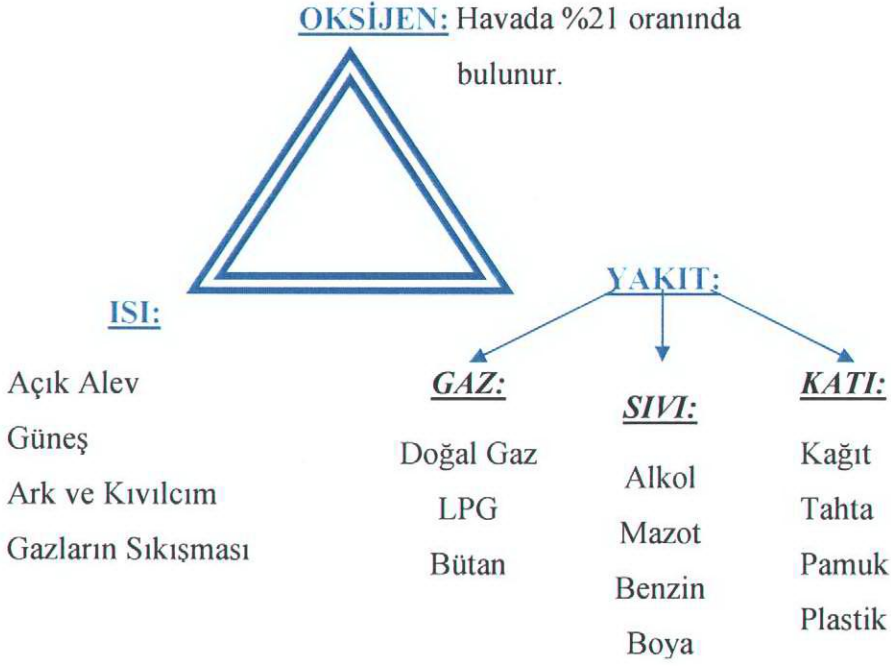
Maddenin ısı ve oksijenle birleşmesi sonucu ortaya çıkan kimyasal bir olaydır.

Yanma olayının gerçekleşmesi için üç maddeye ihtiyaç vardır.

- Oksijen
- Yakıt
- Ateş kaynağı

LPG ile hava doğru oranda karıştırılarak yakılırsa, ‘tam yanma’ olayı gerçekleşir ve sonucunda su buharı, karbondioksit ve nitrojen (havadan) ortaya çıkar.

Yanma olayı yeterince hava ile gerçekleştirilemezse ‘eksik yanma’ olayı oluşur ve sonucunda karbon monoksit, aşırı su buharı, sülfirik asit, aldehit, kurum ortaya çıkar.



Şekil 2.6 Yanma üçgeni [1]

2.4.2 Yangın sınıfları

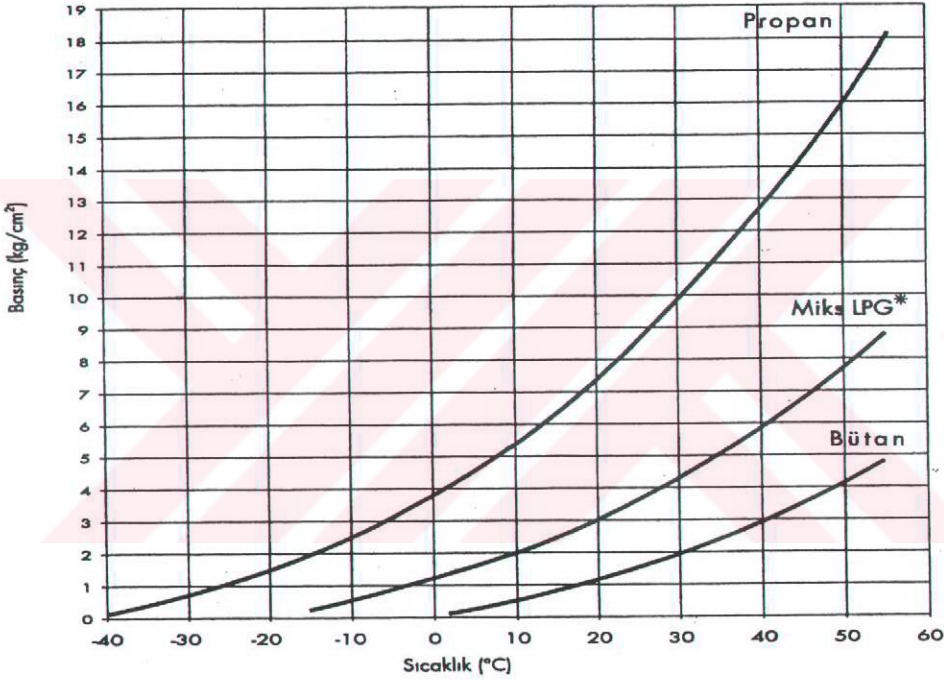
Yangın sınıflandırılmasında bulunurken hangi standarda göre sınıflama yapılacağına dikkat edilmelidir.

- Avrupa standartlarına göre yangın sınıflamaları;
 - A sınıfı yangınlar: Katı madde yangınları (Odun, kağıt, çalı vb. yangınlar)
 - B sınıfı yangınları: Yanabilen sıvıların meydana getirdiği yangınlar (Alkol, mazot, boya vb. yangınlar)
 - C sınıfı yangınlar: Yanıcı gazların meydana getirdiği yangınlar (LPG, doğalgaz vb. yangınlar)
 - D sınıfı yangınlar: Elektriğin meydana getirdiği yangınlar
- Amerikan standartlarına göre yangın sınıflandırılması;
 - A sınıfı yangınlar: Katı madde yangınları
 - B sınıfı yangınları: Yanabilen sıvıların ve gazların meydana getirdiği yangınlar
 - C sınıfı yangınlar: Elektrik yangınları
 - D sınıfı yangınlar: Metal yangınları (Al gibi hafif metaller ile Na gibi alkali metallerin yangınları)

3. LPG TEKNOLOJİSİ VE FAYDALARI

3.1 LPG Özellikleri

- Doğal haliyle LPG renksiz, kokusuz, toksik özelliği bulunmayan bir maddedir.
- Havadan daha yoğundur. Normal şartlar altında gaz halinde bulunan LPG, basınç uygulandığında sıvı fazına geçer. Sıvı halinde taşınan, depolanan ve ölçülen LPG, basınç kaldırıldığında tekrar gaz fazına geçer ve gaz fazında tüketilir².
- Yanıcı ve parlayıcı bir gazdır. Alt ısı değeri 11.200 kcal/kg' dır ve % 90-92 verimle yakılabilen bir yakıt türüdür³.
- Kaçak oluşması durumunda kolayca farkedilmesi için içerisine kokulandırıcılar (merkaptan) eklenerek kullanıma sunulur⁴.
- Ülkemizde kullanıma sunulduğu şekliyle genelde LPG hacimce % 30 propan ve % 70 bütan (Miks LPG) içerir.



Şekil 3.1 LPG'nin basınç sıcaklık grafiği (Yangın Güvenlik ve Koruma, 2002)

² Aygaz Seminer Notları 'LPG teknolojisi ve uygulamaları semineri'

³ www.estaltd.com/musteri.htm

⁴ www.itu.edu.tr

Çizelge 3.1 LPG'nin yaklaşık özellikleri (TS 2178 ve NFPA 58)

Genel Özellikler	Birim	Ticari propan	Ticari Bütan	Ticari Bütan-Propan Karışımı
Bileşimi		Başlıca propan (C ₃ H ₈), propilen (C ₃ H ₆), etan, etilen, bütan ve bütandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Başlıca bütan (C ₄ H ₁₀), bütilen (C ₄ H ₈) ve propandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Ticari propan (C ₃ H ₈) ve ticari bütandan (C ₄ H ₁₀) meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.
Kokusu		Orjinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır	Orjinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.	Orjinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır
Buhar Basınçları				
20 °C	bar	9,2	1,0	3,5
40 °C	bar	15,3	2,8	6,6
45 °C	bar	17,0	3,4	7,5
55 °C	bar	20,4	4,6	9,3
İlk kaynama noktası(1)	°C	-42	-9	-18
1 m ³ sıvının ağırlığı	Kg	509	582	547-573
Sıvı halinde suya göre nisbi yoğunluğu		0.509	0.582	0.560
Gaz halinde havaya göre nisbi yoğunluğu		1.5	2.01	1.84
Molekül ağırlığı	G/mol	44.1	58.1	53.5
Gaz hacmi/sıvı hacmi (2)		272	238	248
Alt ısı değer(3)	Kcal/kg	11100	10900	10960
Tutuşma sıcaklığı(havada)	°C	493-549	482-538	482-549
Buharlaşmadan sonra toplam ısıtma değeri	Kcal/kg	11950	11740	11800
Maksimum alev sıcaklığı	°C	1980	2008	2000
% 95'inin buharlaşma sıcaklığı	°C	-38.3	2.2	2.2
Yanma ürünleri				
CO ₂	%	11.6	12.0	11.9
N ₂	%	72.9	73.1	73.0
H ₂ O	%	15.5	15.0	15.1
Maksimum kükürt miktarı	Mg/kg	185	140	140
Bütan veya daha ağır molekülü ürün en çok	% hacim	2.5	-	-
Pentan veya daha ağır molekülü ürün en çok	% hacim	-	2	2
Propilen miktarı en çok	% hacim	-	-	-
100 ml.'nin buharlaşması ile kalan artık miktarı	En çok	0.05	0.05	0.05
Hava gaz karışımında patlama				
Alt	%	2.15	1.55	1.55
Üst	%	9.6	9.6	9.6

NOT:

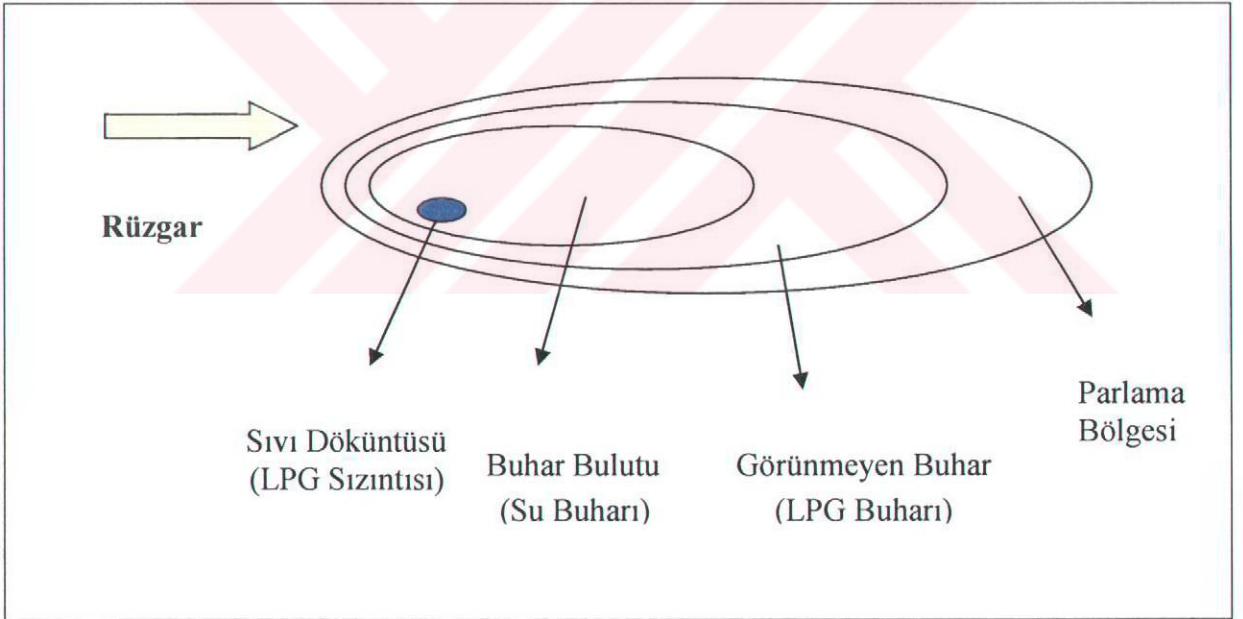
- (1)1 bar basınçta sıvı LPG'nin gaz fazına geçmeye başladığı sıcaklık değeridir.
- (2)Birim hacmindeki sıvı LPG gaz fazına geçtiğinde, hacmindeki büyümenin oranıdır.
- (3)1 kg LPG'nin yanması ile elde edilen ve yanma ürünlerinden suyun sıvı fazda olduğu durumdaki ısı miktarıdır.

3.1.1 LPG' nin temel yayılma özelliği

LPG hareketini anlamak oluşabilecek LPG yangınları ile etkili mücadele yöntemleri için gereklidir.

Propan – 42 °C'de, ticari LPG (%30 propan-%70 bütan) ise – 18 °C'de kaynar. Bu kadar düşük sıcaklıklarda buharlaşabilen LPG herhangi bir sızıntı kaynağından açık havaya serbest bırakıldığında, çevresindeki havadan ve yerden kaynamasına ve buharlaşmasına yetecek kadar ısı emer.

Şekil 3.2' de görüldüğü üzere soğuk gaz çevresindeki havayı da soğutur ve havadaki nemin yoğunlaşmasına, dolayısı ile su buharının bir bulut şeklinde sisleşmesine neden olur. LPG kaçağında görülen beyaz sis bulutu su buharıdır. Bu sis bulutunun çevresinde gözle görülmeyen bir LPG buharı oluşur. Görünmeyen LPG buharının dışında ise hava ile %2-9 oranında karışmış olan LPG buharı bulunur ki bu karışım '**Parlama ve Yangın Bölgesi**' olarak adlandırılmaktadır.

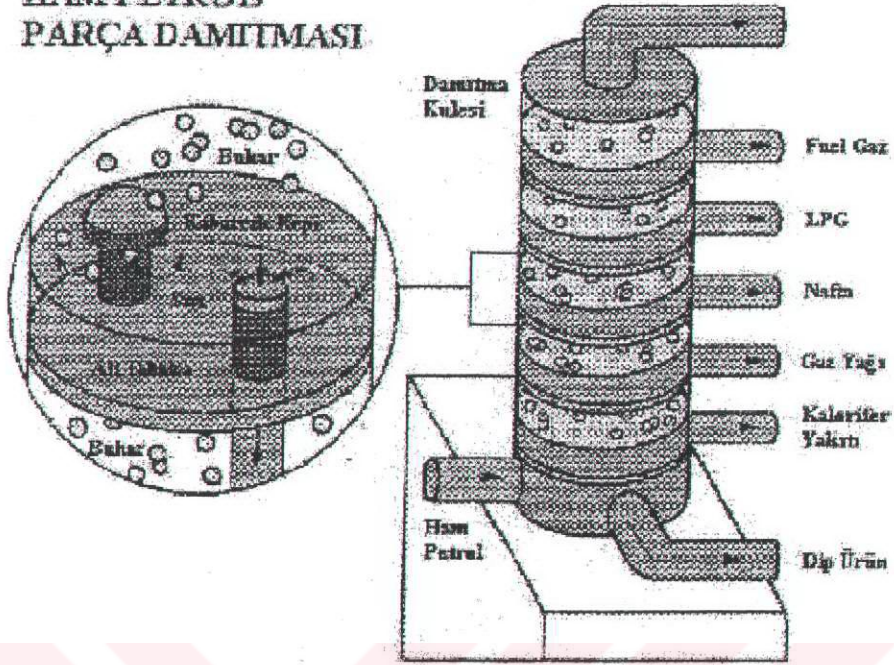


Şekil 3.2 LPG sızıntısı sonucu çevrede oluşan parlama bölgesi (Aygaz seminer notları)

3.2 LPG' nin Temini

- Tabii gazdan elde edilişi : Çok hafif olan metan ve etan gazlarının, daha ağır propan, bütan gazlarından kompresyon yöntemiyle ayrılmasıyla LPG elde edilir.
- Rafinerilerde elde edilişi : Ham petrolün rafinasyonu esnasında elde edilir. Propan, bütan, izobütan gazlarının karışımından oluşur.

HAM PETROL PARÇA DAMITMASI



Şekil 3.3 LPG'nin rafine edilmesi (Aygaz seminer notları)

3.3 Dökme Gaz Kullanım Alanı

LPG, dökme olarak da gerek endüstride, gerekse konut ve turistik tesislerde yaygın bir kullanım alanına sahip.

Endüstri de sıcak su ve buhar üretiminde, ısıtma işlemlerinde, kurutma, lehimleme, kesme gibi işlemlerde kullanılır. Cam endüstrisinde; şekil verme ve tavlama, seramikçilikte; pişirme işleminde, tekstil sanayinde; kurutma ve ütülemede, metal endüstrisinde; ön ısıtmada, metalin ergitilmesinde, tarım ve hayvancılıkta; ısıtmada kullanılabilir⁵.

Kullanıldığı en önemli sanayi sektörleri şu şekilde maddelenebilir⁶:

- Kimya sanayi,
- Seramik sanayi,
- Çimento sanayi,

⁵ www.aygaz.com.tr

⁶ www.mogaz.com.tr

- Tekstil ve deri sanayi,
- Cam sanayi,
- Fırınlr,
- Metal sanayi,
- Otomotiv sanayi,
- Tuęla fabrikaları,
- Kağıt ve basım sanayi,
- Kojenerasyon üniteleri,
- Toplu konutlar vb.

3.4 LPG Teknolojisi ve Faydaları

- Zamandan, enerjiden ve maliyetten tasarruf sağlar.
- Ülkemizde ısınma ve aydınlatmada kullanılan vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır.
- Kullanımı kolay ve çevre dostudur.
- Hangi boyutta tankın kullanılacağı, kullanım alanına ve ihtiyaç duyulan enerjiye göre belirlenir.
- Isıl kapasitesi ve yanma verimi yüksek olması nedeniyle daha ekonomiktir.
- Kaynama noktası 0 derecenin altındadır. Basınçla kolay sıvılaştırılabildiğinden, çelik tüplerde rahatça depolanıp taşınabilir. Normal sıcaklıkta kolayca buharlaşabilmesi, onu diğer yakıtlara göre üstün kılan bir özelliktir. Bu nedenle büyük şehirlerden köylere kadar her bölgede yaygın olarak kullanılır.
- Temiz ve çevre dostu bir yakıt olan LPG, yandığında egzoz gazı, karbonmonoksit gibi çevreyi kirletici gazlar çıkarmaz, kül bırakmaz.
- Kullanım ve depolama kolaylığı nedeniyle tercih edilen bir enerji türüdür. İlk yatırım maliyetinin çok düşük oluşu, her yere taşınabilmesi, kesintisiz ve güvenli bir şekilde temin edilmesi nedeniyle tercih edilmektedir. Zehirleyici değildir.Fakat oksijenden ağır olduğu için, zemin ve çukur yerlerde birikerek boğucu olabilir⁷.

⁷ www.estaltd.com/musteri.htm, 9.11.2002

4. DÖKMEGAZ TANK SAHASI TESİSAT GÜVENLİĞİ ve LPG TESİSLERİNDE YANGIN NEDENLERİ

4.1 Dökmegaz Tank Sahasının Emniyeti

Dökme gaz tankları yeraltı ve yerüstü olmak üzere çevresel koşullara bağlı olarak dizayn edilebilirler. Her iki tankın da birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları mevcut olup, önemli olan tesisat güvenliğinin sağlanması açısından gerekli şartlara uyulmasıdır.



Şekil 4.1 Dökmegaz tank sahası örneği [6]

Ülkemizde tank sahasının güvenliği açısından uyulması gerekli olan ve geçerliliği olan TS 1446 nolu standart olup, firmalar gerek tüm dünyada kullanılan NFPA 58 ve gerekse bölgesel yönetmelikleri birleştirerek verimli bir yakıt olan LPG' nin en güvenli şekilde depolanması, taşınması ve tesiste kullanımının sağlanması açısından gerekli önlemleri projelerine dahil etmektedirler.

4.2 Tank Sahasının Emniyeti

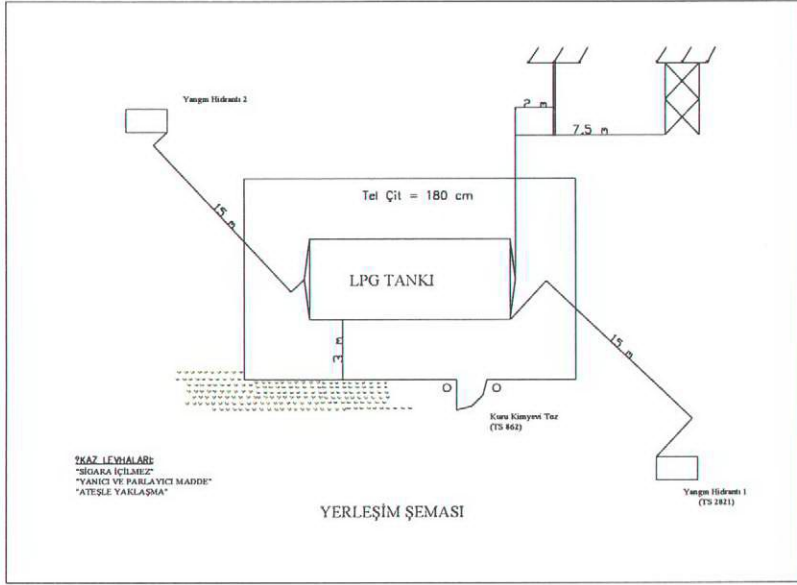
- LPG stok tankları yerleştirilmeden önce tank sahasının yerini belirlemek üzere tesiste keşif yapılmalı, en yakın binaya, komşu arsa sınırına, ana trafik yoluna veya demir yoluna uzaklığı ve tankların birbirlerine olan uzaklıkları gerekli emniyet mesafelerini sağlamalıdır. (Yeraltı ve yerüstü tanklarının binalardan ve tankların birbirinden uzaklıkları 7/7751 sayılı "Parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı maddelerle çalışan işyerlerinde ve işlerde alınacak tedbirler hakkında tüzüğün" 130. maddesine uygun olarak aşağıdaki Çizelge 4.1'e göre seçilir.)

Çizelge 4.1 LPG stok tankının diğer yerleşimlere olan uzaklıkları (TS 1446)

Çizelge 4.1 LPG stok tankının diğer yerleşimlere olan uzaklıkları (TS 1446)

Tank Su Kapasitesi (m ³)	Tankın en yakın tanka, binalara veya bina gruplarına, komşu arsa sınırına, ana trafik yollarına veya demir yollarına olan uzaklıkları en az (m)		Tanklar Arasındaki Mesafe En Az (m)
	Örtülü Tanklar veya Yeraltı Tankları	Yerüstü Tankları	
0,5'den küçük	3	3	0
0,5-3,0	3	3	1
3,1-10,0	5	7,5	1
10,1-50,0	7,5	10	1
50,1-120,0	10	15	1,5
120,1-250,0	15	25	Birbirine komşu tankların çapları toplamının ¼'ü kadar
250,1-600,0	15	35	
600,1-1200,0	15	40	
1200,1-5000,0	15	50	
5000'den büyük	15	80	

- İlgisiz kişilerden uzak tutmak için dökmegaz sistemlerinin tel örgü ile çevrilmesi gerekli olup bu işlem ülkemizde müşterinin sorumluluğuna bırakılmaktadır.
- Tankın emniyet sahası içinde yanıcı madde bulundurulmamalı, tel örgü içinde kalan alan kuru ot ve benzeri kolay tutuşabilen maddelerden arındırılarak mıcırla kaplanmalıdır.
- Yerüstü LPG tanklarının bulunduğu mahale, yangın sistemine ilave olarak, su kapasitesi 50-120 m³ depolama tanklarında en az 3 adet, 120 m³'ten büyük depolama tanklarında en az 4 adet yangın hidrantı tesis edilmelidir. Bu hidrantlar TS 2821'e uygun olmalı ve hidrant seçiminde mahalli itfaiye teşkilatı ve/veya varsa rafinerilerin görüşü alınmalıdır. Yerüstü yangın hidrantları tanklara en az 15 m, en çok 75 m mesafelerde bulunmalıdır.
- Tankın dış yüzeyinin her m²' si için TS 1446'a göre en az 3 l/dak, NFPA 58' e göre en az 10,2 l/dak suyu tank yüzeyine yönelecek kapasitede sprink yada lüle nozul gibi su püskürtme elemanları bulunmalı ve uygun yerlere yerleştirilmelidir.(Sprink hatlarının kesici vanası tank sahasının dışına yerleştirilmelidir.)
- Küçük tanklı sistemlerde; en az 2 adet, büyük tanklı sistemlerde; en az 4 adet 6 kg' lık karbondioksit veya kuru tozlu yangın söndürme tüpü bulundurulmalıdır.



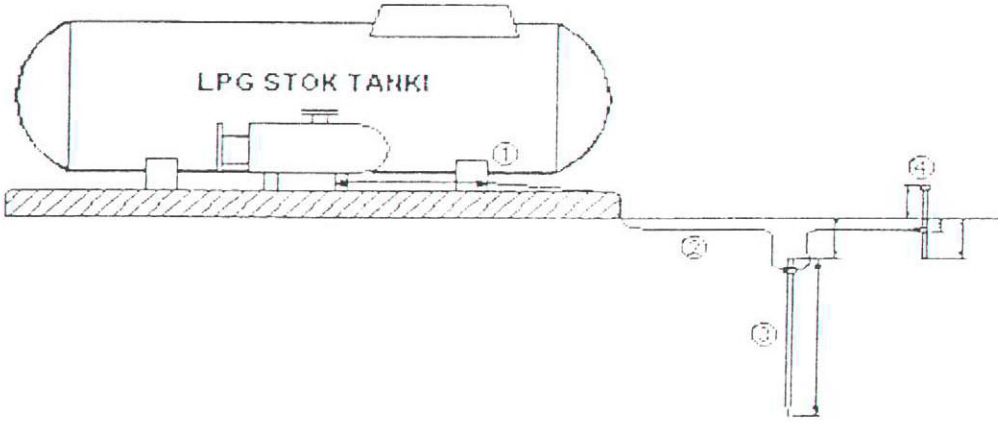
Şekil 4.2 Tank sahası yerleşimi

4.2.1 Yer üstü LPG tanklarının korunması

- Duşlama (sprinkler): Büyük tanklı dökme gaz sistemlerinde tankın aşırı ısınarak tank basıncının artmasını engellemek için bir sprinkler (duşlama) sisteminin bulunması zorunludur. Sprinkler sistemi için yangın şebeke hattından 1 ½ " çapında boru hattı çekilerek, tank ana eksenine paralel olarak tankın üzerine boydan boya yerleştirilmektedir. Sprinkler hattı üzerine belirli aralıklarla suyun tank üzerine püskürmesini sağlayacak nozullar yerleştirilerek, istendiğinde duşlama vanası açılarak tankın soğutulması sağlanmaktadır.
- Topraklama: Tüm yer üstü tanklar, statik elektrik yükünün verebileceği hasarlardan korunabilmeleri amacıyla topraklanırlar. Tanka yıldırım düşmesi halinde, topraklamanın yıldırımın etkisini %80 oranında azalttığı bilinmektedir. Tank ve tesisat topraklamasında, toprağın yapısına göre uygulanan iki ayrı yöntem mevcuttur.

Tankların büyüklüğüne bağlı olarak topraklama malzeme adedi değişmekte olup,

- 35 mm² kesitli bakır kablo ile tankın ayağına sabitlenmektedir. Küçük tanklar için; elektrolitik bakır çubuk (20 mm çapında, 1 m boyunda), büyük tanklar için ; galvaniz boru kullanılmaktadır.
- Toprağın kumlu yada killi olması durumunda levha tipi topraklama malzemesi kullanılmaktadır.



Şekil 4.3 Yerüstü LPG stok tankı topraklama tesisatı (Aygaz seminer notları)

Likit Petrol Gazı ve propan'ın dökme olarak tanklarda kullanılması ve depolanması özel kurallara bağlıdır⁸.

- LPG tanklarının emniyet mesafeleri standartlara uygun olmalıdır. Tank ile tankı çevreleyen güvenlik tel örgüsü arasındaki mesafe en az 1m. olacak şekilde ve 180cm. yüksekliğinde olmalıdır.
- "Sigara içilmez", "Yanıcı ve Parlayıcı Madde", "Ateşle Yaklaşma" ikaz levhalarını tankın çevresindeki güvenlik tel örgüsü üzerinde ve LPG'nin kullandığı yerde bulundurulmalıdır.
- Acil ve önemli yerlerin telefonunu el altında bulundurulmalıdır.
- Tel örgü içinde kalan tank sahasında başka bir malzeme bulundurulmamasına dikkat edilmelidir.
- LPG tank sahasında ve LPG tesisatının, cihazların bulunduğu yerlerde sigara, cep telefonu, çağrı cihazı ve kıvılcım kaynağı olmamasına dikkat edilmelidir.
- LPG tankının emniyet mesafeleri dahilinde, güvenlik tel örgüsü içinde veya çevresinde asla çukur bölge [Kuyu, kanal, çukur vs.] yaratılmamalıdır.
- Acil durumlarda müdahale etmek için, güvenlik tel örgüsü giriş kapısı anahtarının ilgili kişilerin bildiği ve kolayca ulaşabileceği bir yerde olmasına dikkat edilmelidir.
- Acil durumlarda itfaiyenin LPG tankına ulaşması ve müdahale etmesi için LPG tankına giden yolun açık ve kullanılabilir olmasına dikkat edilmelidir.
- Yerüstü LPG tanklarının (beyaz) ve toprak üstü LPG boru tesisatının (gaz hattı sarı, sıvı hattı beyaz) boyalı olmasına dikkat edilmelidir. Çevre şartları nedeniyle boyanın kötüleştiği durumlarda yağlı boya ile boyanmalıdır.
- LPG tankının ve emniyet valfinin üstü kapatılmamalıdır.
- Emniyet mesafeleri dahilinde kıvılcım oluşturabilecek çalışmalar yapılmamalı, elektrikli cihaz çalıştırmamalı ve araç parkedilmemelidir.
- LPG tank ekipmanları ve tesisatlarda habersiz ve onay olmaksızın değişiklik, bakım, onarım yapılmamalıdır.
- LPG tank aksesuarları ve LPG tesisatları üzerinde gaz kaçak kontrolü yapmak için sabunlu

⁸ www.ipragaz.com.tr

su kullanılmalıdır. Açık ateş ile kesinlikle yaklaşılmamalıdır

- Tüm LPG tesisatlarının LPG standartlarına uygun olmasına, bağlantıların kaynaklı olmasına, vidalı bağlantı olmamasına, toprak altı tesisatların korozif izolasyonlu olmasına ve bunların yetkililerin onayıyla yaptırılmasına dikkat ediniz.

4.2.2 LPG dökme gaz yerüstü tankları

LPG yerüstü dökme gaz tanklarının depolanması esnasında aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır.

- Depolama tankları üst üste konularak tesis edilmeyecektir.
- Tankların bulunduğu yerin en az 3 metre yakın çevresinde ot ve benzeri kolay yanabilir maddeler bulundurulmayacaktır.
- Dökme sıvılaştırılmış petrol gazı depolama tankları taş veya beton bir zemin üzerine oturtulmuş, yanmaz yapıda ayaklar üzerine tesis edilecektir.
- Dökme sıvılaştırılmış petrol gazı depolama tankları fuel-oil, benzin, motorin gibi diğer bir yanıcı sıvı depolanan tanklarla aynı havuzlama duvarı ile çevrilmemiş bir mahalde tesis edilmeyecektir ve bu duvarlardan en az 3 metre mesafede kurulacaktır.
- Endüstri tesislerinin yanına kurulacak dökme sıvılaştırılmış petrol gazı depolama tanklarının toplam kapasiteleri 680 m²'den fazla olduğunda depolama tankları ayrıca özel yangın duvarlarıyla çevrilecektir.
- Dökme sıvılaştırılmış petrol gazı depolanacak yatay tanklar, genleşme ve daralmaya imkan verecek destekler üzerine yerleştirilecektir. Tankların temel veya ayaklara değen kısımları korozyona karşı korunmuş olacaktır.
- Kapasiteleri 8 m³ veya daha az olan tankların en alt noktası beton veya taş zemin üzerine, yüksekliği 1 m' den az olduğu takdirde çelik, beton veya benzeri ayaklar üzerine kurulabilir.

4.2.3 LPG dökme gaz yeraltı tankları

LPG yeraltı dökme gaz tanklarının depolanması esnasında aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır.

- Yeraltı depolama tanklarının en üst noktası toprak seviyesinden en az 0,50 m aşağıda kalacak durumda olacaktır.
- Motorlu araçların trafik etkisi ve aşındırıcı fiziksel etkilerin söz konusu olduğu yerlerde depolama tankları fiziksel etkilere karşı korunmuş olacaktır.
- Yeraltı depolama tanklarına giden bütün boru sistemi korunmuş olarak tesis edilecektir.

4.3 LPG' nin Potansiyel Tehlikeleri

LPG kapalı kaplarda ve boruların içinde olduğu müddetçe tehlike arz etmez. Ancak kullanma hatalarından dolayı bazı hallerde tehlikeli durumlar yaratabilir.

- LPG yüksek derecede yanıcı bir maddedir ve atmosferik koşullara maruz kaldığında hızla patlayıcı hava - hidrokarbon karışımı oluşturur.
- LPG sistemlerinde oluşabilecek sıvı sızıntıları büyük hacimlerde yanıcı ve patlayıcı gaz karışımları oluşturabilir (yaklaşık olarak 1 birim hacim LPG (sıvı) 250 birim hacim gaz oluşturur).

- Boş olduğu düşünölen bir stok tankı bile, içinde gaz fazında LPG bulundurması nedeniyle tehlike yaratabilir⁹.
- LPG sıvısı deri veya göz ile temas ettiğinde soğuk yanıklarının oluşumuna neden olur. Bu nedenle LPG'nin cilde deyme ihtimalinin olduğu işlemlerde koruyucu gözlük ve eldiven kullanılmalıdır.
- Yüksek konsantrasyonda LPG buharını kısa süreli dahi olsa solumak baygınlığa ve/veya ölüme sebep olabilir.
- LPG buharının solunması burun ve boğazda tahrişe, başağrısı ve mide bulantısına, kusmaya, baş dönmesine ve bilincin bulanmasına sebep olabilir.
- Basıncılı kaplarda BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) olayı meydana gelebilir¹⁰.
- Tüpler ve depolama tankları LPG ile doldurulurken gazın buharlaşmasına ve buharla sıvının dengede olmasına imkan vermek için kap hacminin %85'i sıvı ile doldurulur, %15'i buhar payı olarak bırakılır. Tamamen sıvı ile doldurulması mutlaka infilak ve yangına yol açar¹¹.

4.3.1 LPG tesislerinde yangın nedenleri

LPG tankları için, TS 1446, TS 1449 standardlarında belirtilen kurallara uyulmalıdır.

LPG tanklarının bulunduğu her yerde, mutlaka yangın önlemlerinin alınması gerekir. Gerekli koruma, depo arazisi, diğer binalara olan mesafeler, mevcut su kaynakları, komşu kuruluşlar, itfaiye teşkilatının hareket kabiliyeti ile etkinliği göz önüne alınarak yapılacak bir yangın güvenliği analiziyle belirlenmektedir.

Yanma veya patlama olayının meydana gelmesi için daha önceden de bahsettiğim gibi üç etken maddenin bir arada bulunması şarttır. LPG gaz kaçağı olduğunda, buharlaşmış yakıt var demektir, hava da etrafımız da daima var olduğuna göre yanma üçgeninin iki elemanı mevcuttur. Bu nedenle yangın veya patlamayı önlemek için ısıyı uzak tutmak gereklidir.

İstenmeyen tehlikeli durumlara mani olabilmek için kaçınılması gereken bazı hususlar şu şekildedir:

- LPG buharı havadan daha ağırdır bu nedenle LPG kaçaqları iki şekilde tehlikeli boyuta gelir;
 - Bir yere toplanmış olan LPG (Çukur ve derin yerler)
 - Yer altı kanallarında LPG birikimi.
- LPG gaz kaçaqlarına müdahale usülleri ¹² :
- LPG yangınlarının en önemli nedeni LPG kaçaqları olup, bu durumla karşılaşıldığında çok

⁹ www.mogaz.com.tr

¹⁰ Aygaz Semineri, 'LPG Emniyeti'

¹¹ SP Gaz Mühendislik Ltd. Şti. Eğitim Notları

¹² www.estaltd.com/musteri.htm

kısa bir sürede ve çok dikkatli olarak müdahale edilmelidir. Bunun için:

- LPG kaçağının yapılması gereken ilk ve en etkili müdahale gaz akışını kesmektir.(Vanayı kapatmaktır)
- LPG kaçağı tespit edildiğinde, LPG'nin yayıldığı sahadaki ateşleme kaynağı olabilecek her cihaz derhal kaldırılmalı ve bu bölgeye insanların girmesine müsaade edilmemelidir.Böylece bu bölge koruma altına alınmış olacaktır.
- Eğer LPG kaçağının buhar bulutu tehlikeli boyutta ise güvenlik bölgesi dışından çekilecek hortumlarla gaz bulutu dağıtılmaya çalışılmalıdır.
- Varsa ilk önce bu bölgedeki sprinkler sistemi çalıştırılmalıdır.
- Alarm verilerek personelin hazırlıklı olarak toplanması sağlanmalı ve her an yangın çıkacakmış gibi hazır beklenmelidir.
- Hatalı ve ex-proof olmayan elektrik tesisatı;
- Çevrede mevcut kurumuş bitki örtüsü;
- Yıldırım;
- Sıcak yüzeyler veya egzost boruları;
- Araçlarda kıvılcım çıkarabilen aksesuarların ve radyonun kullanılması;
- Ateşli çalışma izni gerektiren işlerin izin alınmadan yapılması;
- Ortamda statik elektrik olması ve topraklama ölçümlerinin yapılmamış olması;
- Saha içinde ex-proof olmayan aydınlatma cihazlarının kullanılması;
- Tesise giren personelin üzerinde, sigara, kibrit, cep telefonu, çağrı cihazı, el telsizi ve her türlü ateş kaynağı olabilecek eşyaların bulunması;
- Tankerlerin girişte ve dolum esnasında statik topraklamalarının yapılmaması;
- Ehliyetsiz ve sorumluluğu olmayan personelin makine ve teçizatı tamir etmek istemesi, tamir esnasında ikaz ve uyarıların çevreye yapılmaması.

4.4 LPG Dökmegaz Tankının Yangın Güvenliği İçin Kullanılan Sistem ve Dizayn Kriterleri

4.4.1 LPG tehlikelerine karşı stratejiler ve taktikler

LPG yangınları ile ilgili olan stratejiler olayların incelenmesi ile başlar. LPG' nin oluşturduğu tehlikenin boyutuna göre sistemin güvenliğine yönelik stratejiler uygulanır.

4.4.1.1 Küçük çaptaki LPG tehlikeleri

- Herhangi bir vana grubunda, boru donanımında veya LPG tüplerinde yangın söz konusu ise, yapılacak ilk iş, akışı kesmek/vanayı kapatmak olmalıdır.
- Domino olayı söz konusu ise, portatif malzemenin (LPG tüpü gibi) kanca kullanarak diğerlerinden uzaklaştırılması; sabit donanımda ise, önce sirayetin önlenmesi sonra söndürme çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekir.
- Yanma olayı başlamış ise, su ile müdahale şöyle olmalıdır: iki ayrı hidranttandan çekeceğimiz iki adet pulverize başlıklı hortumla rüzgarı arkamıza alarak sıvı fazının gaz fazına dönüştüğü yerden müdahaleyi başlatıp konsantrasyonu bozup alevlenmeyi yok ederek vana kapatılmalıdır. Bu işlemler gerçekleştirirken, soğutma işlemi kesintisiz devam etmelidir. Söndürme işlemi tamamlandıktan sonra, söndürme ile ilgili personel güvenli bir bölgeye çekilerek yangın mahallinin gaz kontrol neticesine göre hareket edilmelidir.

4.4.1.2 Büyük çaptaki LPG tehlikeleri

Gaz fazı kaçağı olduğunda; ilk amaç ateşlemeyi önlemektir. Gazı dağıtmak için pulverize su kullanılabilir. Pulverize su aynı zamanda gaz kaçağını önleyecek olan kişiyi de koruyacaktır. **Eğer gaz ateşlenirse;** tüpleri ve tankları soğutmak gereklidir. Böyle bir durumda çevrede bulunan tüp ve tankları da su perdesi ile kontrol altında bulundurmak gereklidir. Özel durumlarda eğer akışı kesip vanayı kapatamıyorsanız ateşi söndürmeyin, ateşi kontrol altına alın.

LPG yangınları, gaz akışı kesilip vana kapatılamıyorsa söndürülmüş kabul edilemez.

Eğer ateşi söndürüp gaz çıkışına mani olunamıyorsa önce UVCE, daha sonra BLEVE olayına sebep olunabilir.

Alev direkt tank ile temasta değilse; durumu sabitlemek için soğutma suyu uygulaması tavsiye edilir. Su tankla birleştiğinde buharlaşma olmuyorsa tank gerektiği gibi soğutulmuş demektir. Soğutma devam ederken pulverize su altında kontrollü olarak tanka yaklaşmak ve valfi kapatmak mümkün olabilir. Isınmış LPG tankları emniyet valflerinden gaz tahliye edeceklerdir. Tahliye eden gaz, zaman zaman kesilip devam edebilir. Bu gazın da kontrol altında tutulması gerekir. Tankla yaklaşma kararı, alevin tankla olan ilişkisine, tankın alevle olduğu sürenin uzunluğuna ve kurtarma timi ile, açıkta korunması için gerekli olanların incelenmesine ve değerlendirilmesine bağlıdır¹³.

LPG yangınları ve gaz kaçaklarının önlenmesi, etkin müdahale için ekipman, materyal ve su kaynaklarımız aşağıda belirtildiği gibi olmalıdır :

- Yangın pompaları tam kapasite ile çalıştığında, 1 saat kesintisiz su kaynağına sahip olmalıdır.
- Elektrikli yangın pompalarına ilaveten, elektrik kesilmesi durumunda yangına müdahale için dizel yangın pompaları bulunmalıdır.
- Sabit ve mobil su topları bulunmalıdır.
- Uygun hidrant donanımı olmalıdır (çift çıkışlı, solid ve pulvezire başlıklı) .
- Erken uyarı gaz algılama sistemleri (sabit dedektörler) bulunmalıdır.
- Portatif gaz dedektörü bulunmalıdır.
- Eğitilmiş, uzman personel bulundurulmalıdır.

¹³ www.estaltd.com/musteri.htm, 9.11.2002

4.4.2 Sprinkler (sulu) sistemi

4.4.2.1 LPG yangınlarında su kullanımı

Su, mükemmel yangın söndürme özelliklerine sahip en yaygın ve ucuz söndürme maddesidir. Donma noktasının (0 °C) biraz üstünde kaynama noktasının (100 °C) biraz altındaki sıcaklıklarda hortum ve borularla kolayca taşınabilir. Su, hortum çıkışındaki nozulun fonksiyonlarına göre kolayca şekil alabilir.

Yangın söndürme açısından en yararlı özelliği, yanmayı devam ettiren sıcaklığı soğutarak düşürmesidir; yani yanma üçgeninin bir kenarı olan ısıyı yok etmesidir.

Su yangına uygulandığı zaman yakıt yüzeyini soğutur ve yakıttan çıkan buharların yanmasını ve aynı zamanda ısının geri dönmesini önler. Alevlerle birleşen su damlacıkları buhar haline dönüşüp oksijenin yerini almaya çalışır. Bu amaçla kullanılmak istendiğinde, yanma bölgesi bir şekilde sulandırılırsa, o bölgeye giren oksijeni azaltıp, kaplama/boğma işlemi yaparak yangını söndürebilir.

Su yangınlarda solid (kesintisiz) ve pulvezire (sprey) olarak kullanılmaktadır.

- Solid (Kesintisiz) su: Uzak mesafelere ulaşabilme, soğutma, parçalayarak katı maddelerin içine çok rahat bir şekilde sızarak ısıyı düşürüp söndürmeyi gerçekleştirir.
- Pulverize (Sprey) su: Pulverize suyun özellikleri;
 - Su damlacıkları ile ortaya çıkan büyük yüzey, ısı alma kapasitesini artırır.
 - Yoğun bir spreysel bulutu oluşturularak yanma bölgesi de sınırlandırılabilirse girmesi muhtemel oksijeni azaltarak yanmayı yavaşlatacak veya tamamen söndürecektir.
 - Yanan yüzeylerde buhar bulutu oluşturularak kaplama/boğma özelliği mevcuttur.

Bu özellikleri göstererek yangınlarda kullanımının etkili olabilmesi için, kullanılan ekipmanların uygun ve yeterli, kullanıcının bu konuda eğitim görmüş uzman kişi olması gerekir.

Örneğin, akaryakıt yangınında zorunlu olarak su ile müdahale gerektiği; ancak, eğer solid su ile müdahale edilirse yangın alanının genişleyeceği, pulverize su kullanıldığında ise, söndürülemezse bile başka yerlere sıçramasını önleyip yangının belirli bir sahada kontrol altında tutulabilmektedir.

4.4.3 Yangın söndürme sistemi projelendirme esasları

4.4.3.1 Sprinkler sistemi

Sprinkler sistemi dizaynı yapılırken mimari, elektrik, mekanik ekipmanlar ile kullanım amacı dikkate alınır. Bir sprinkler sistemi sprinkler, boru tesisatı, akış anahtarı, alarm vana istasyonu, yangın pompa istasyonu ve su deposundan oluşmaktadır. Sprinkler sistemi alarm vana istasyonuna göre 4 ayrı sisteme ayrılmaktadır.

- Islak sistem,
- Kuru sistem,
- Baskın (deluge) sistem,
- Firecycle sistem,

Dökmegaz tank sahasının yangın güvenliği için kullanıcağımız sistemimiz baskın (deluge) sistem olarak seçilmiştir.

- **Baskın (Deluge) sistem;**

Sahada sprinkler ve/veya sprey nozullar, alarm vanası istasyonunda ise deluge valf bulunmaktadır. Sprinkler ve/veya sprey nozul ile deluge valf arasında ya normal yada basınçlı hava mevcut olup, basınçlı su deluge valfin girişinde bulunmaktadır. Deluge valf otomatik olarak açıldığı anda basınçlı su sprey nozuldaki komple ortama boşalmaktadır.

Bu tür söndürme transformatör soğutma sistemlerinde, petrol tanklarında vb. yerlerde kullanılmaktadır. Deluge valf otomatik olarak açılmasını ortamda bulunan yangın algılama sisteminden ve özel tertibatlı algılama sisteminden aldığı sinyalle yapmaktadır.

4.4.3.2 Sprinkler sisteminin projesi

- Yangın risk grubunun belirlenmesi
LPG yangınları yüksek tehlike sınıfındaki yangınlardır.

- Sistem koruma alanı

Yapının tehlike grubu belli olduktan sonra tankın boyutlarına göre tüm yüzeye su gelecek şekilde nozulların yerleşimi yapıldı. (17 adet 120°C'lik Bete markasına ait nozul yerleştirildi.)

- Sprinkler sisteminin seçimi

Baskın (deluge) tip sprinkler sistemi seçilmiştir.

- Boru çaplandırılması

Hidrolik hesap ya da tablo vasıtası ile boru çaplandırılması yapılır. Hidrolik hesap metodu ile yapılmıştır.

- Pompa ve depo kapasitesi

Genel dizayn şartları belirtildikten sonra pompa güçleri ve depo kapasitesi ile ilgili seçimler yapılmıştır.

En kritik bölgede (basınç ve debi değeri açısından) yapılacak hidrolik hesap ile sistemin debi ve basınç değeri tespit edilir.



5. ÖRNEK LPG DÖKMEGAZ TANK SAHASININ YANGIN GÜVENLİK SİSTEMİ PROJESİ

5.1 LPG Yangının İncelenmesi

LPG tankında çıkabilecek bir yangını sadece su kullanılarak söndürmenin mümkün olmadığı yalnızca su ile yangının kontrol altına alınabileceği gösterilmiştir.

Kabuller:

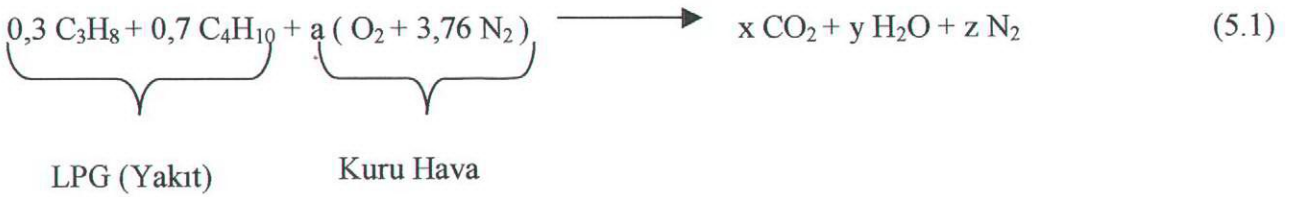
- LPG'nin %30 Propan (C_3H_8)'den ve %70 Bütan (C_4H_{10})'dan oluştuğu kabul edilmiştir.
- Yanmanın tam ve tek kademedede olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 5.1 LPG yanma mekanizması¹⁴

5.1.1 LPG yanma denklemi

Bu kabullere göre LPG'nin yanma denklemi:



Bilinmeyen a, x, y ve z katsayıları elementlerin kütle dengelemesiyle hesaplanır.

- C için :

$$x = 0,3 \times 3 + 0,7 \times 4 = 0,9 + 2,8$$

$$x = \underline{3,7}$$

¹⁴ 'LPG Combustion Features', www.skgas.co.kr/engskgas/e-lpginfo/e-lpgdetail/e-lpg-burning.jsp

- H için :

$$2y = 0,3 \times 8 + 0,7 \times 10 = 2,4 + 7 = 9,4$$

$$y = \underline{4,7}$$

- O için:

$$2a = 2x + y$$

(1) ve (2) nolu x, y sonuçlarındandır;

$$2a = 7,4 + 4,7 = 12,1$$

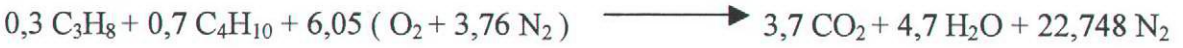
$$a = \underline{6,05}$$

- N için :

$$2z = 2a \times 3,76 = 6,05 \times 3,76$$

$$z = \underline{22,748}$$

LPG'nin yanma denklemi aşağıdaki eşitlik halini alır.



5.1.1.1 Hava yakıt oranı

$$HY = \frac{m_{hava}}{m_{yakıt}} \quad (5.2)$$

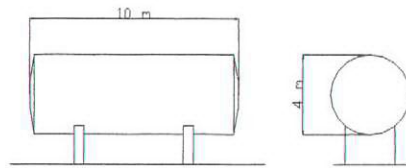
$$HY = \frac{(6,05 \times 4,76 \text{ kmol})(29 \text{ kg / kmol})}{(7 \text{ kmol} \times 12 \text{ kg / kmol}) + (9 \text{ kmol} \times 2 \text{ kg / kmol})}$$

$$HY = \frac{836,042}{84 + 18} = \frac{836,042}{102}$$

$$HY \cong 8,2 \text{ kg hava / kg yakıt}$$

5.2 Dökmegaz Tank Boyutları

Projelendirilecek tankın boyutları (çapı:4 m, eni:10 m) aşağıdaki ölçülerde dizayn edilmiştir.



Şekil 5.2 Örnek sistem LPG tank boyutu

5.2.1 Hacim

Projelendirilecek tankın hacmi aşağıdaki denklemle hesaplanmıştır.

$$V = l \times \pi \times r^2 \quad (5.3)$$

$$V = 10 \times 3.14 \times 2^2 = 125,66 \text{ m}^3$$

5.2.2 Alanlar

Kabul: Tankın bombesi dairesel olarak kabul edilerek toplam alan hesaplanmıştır.

- Yanal Alan = A_y olmak üzere,

$$A_y = l \times 2 \times \pi \times r \quad (5.4)$$

$$A_y = 10 \times 2 \times 3.14 \times 2 = 125,6 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$

- Bombe Alanı = A_b olmak üzere,

$$A_b = 2 \times \pi \times r^2 \quad (5.5)$$

$$A_b = 2 \times 3.14 \times 2^2 = 25,12 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$

- Toplam Alan = A_t olmak üzere,

$$A_t = A_y + A_b \quad (5.6)$$

$$A_t = 125,6 + 25,12 = 150,72 \text{ m}^2 \text{ dir.}$$

5.3 Tanklara sprinkler sisteminin uygulanması¹⁵

- Dökmegaz tankının boyutlarına ve nozullar arası dikey mesafe 3,7 m (12 ft) geçmeden, yatay mesafe su spreynin birbiriyle çakışacağı şekilde ayarlanarak nozul adedi ve yerleşimi belirlenmiştir (Bkz. Ek 1) .

5.4 Gerekli Su Miktarı

Soğutma için gerekli su miktarı TSE ve NFPA standartlarına göre karşılaştırılmalı olarak hesaplanmıştır.

5.4.1 TSE' e göre

TSE 1446 standardına göre tankın her m^2 ' si başına 3 l/dak su gereksinimi bulunduğu göz önüne alınmış olup, yangın söndürme işlemi için su miktarının yeterli olduğu belirtilmektedir.

¹⁵ NFPA 15, Exposure Protection of Vessels

Örnek tankımızın boyutlarına göre gerekli olan su miktarı aşağıda hesaplanmış ve yangın söndürme&soğutma sistemi bu hususlara göre dizayn edilmiştir.

- Gerekli toplam su debisi

$$m_{su} = A_t \times 3 \text{ (l/dak)}/m^2 \quad (5.7)$$

$$m_{su} = 150,72 \text{ m}^2 \times 3 \text{ (l/dak)}/m^2 = 452,16 \text{ l/dak}$$

1 galon = 3,785 l olduğu göz önüne alındığında;

$$m_{su} = 452,16/3,785 = 119,46 \text{ gpm}$$

- **17 adet nozul dizaynına göre (Bkz. Ek 1)**

Nozul yerleşimi stok tankının tüm alanının soğutulmasına ve projelendirme esaslarına göre çizim üzerinde yapılarak, optimum nozul adetleri yaklaşık 17 adet olarak hesaplanmıştır. Buna göre nozul başına akması gereken su debisi;

$$m_{nozull} = \frac{452,16 \text{ lt / dak}}{17 \text{ adet}} = 26,59 \text{ (l/dak)/adet}$$

$$m_{nozull} = \frac{119,46 \text{ gpm}}{17 \text{ adet}} = 7,02 \text{ gpm/adet}$$

5.4.2 NFPA' e göre

NFPA 58 standardına göre tankın her m^2 ' si başına 10,2 l/dak su gereksinimi bulunduğu göz önüne alınmış olup, yangın söndürme işlemi için su miktarının yeterli olduğu belirtilmektedir.

Örnek tankımızın boyutlarına göre gerekli olan su miktarı aşağıda hesaplanmış ve yangın söndürme&soğutma sistemi bu hususlara göre dizayn edilmiştir.

- Gerekli toplam su debisi

$$m_{su} = A_t \times 10,2 \text{ (l/dak)}/m^2 \quad (5.8)$$

$$m_{su} = 150,72 \text{ m}^2 \times 10,2 \text{ (l/dak)}/m^2 = 1537,344 \text{ l/dak}$$

1 galon = 3,785 l olduğu göz önüne alındığında;

$$m_{su} = 1537,344/3,785 = 406,167 \text{ gpm}$$

- **17 adet nozul dizaynına göre (Bkz. Ek 1)**

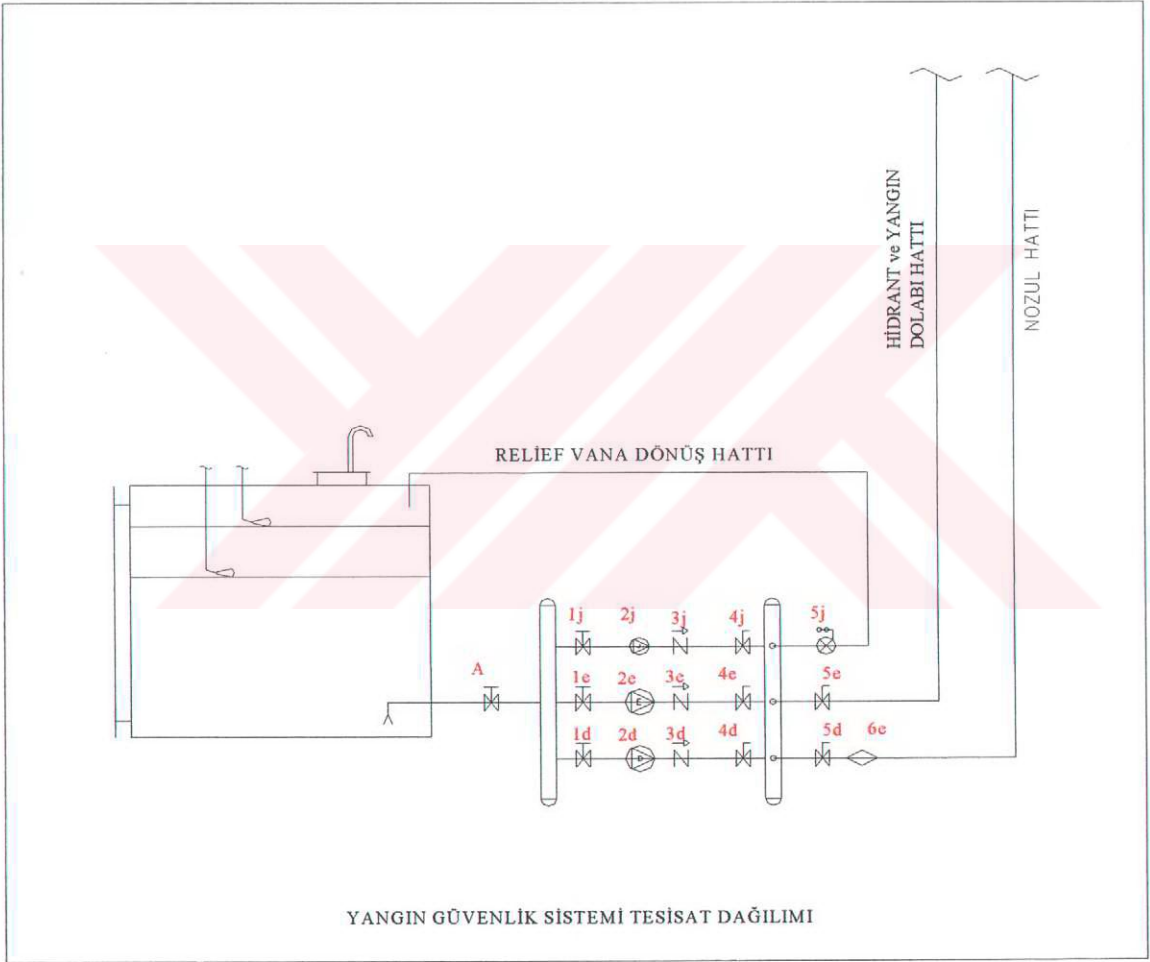
Nozul yerleşimi stok tankının tüm alanının soğutulmasına ve projelendirme esaslarına göre çizim üzerinde yapılarak, optimum nozul adetleri yaklaşık 17 adet olarak hesaplanmıştır. Buna göre nozul başına akması gereken su debisi;

$$m_{\text{nozul}} = \frac{1537,344 \text{ lt / dak}}{17 \text{ adet}} = 90,432 \text{ (l/dak)/adet}$$

$$m_{\text{nozul}} = \frac{406,167 \text{ gpm}}{17 \text{ adet}} = 23,892 \text{ gpm/adet}$$

5.5 Sistemin Projelendirilmesi

Sistemde kullanılan vanalar, pompalar Şekil 5.3 ve Çizelge 5.1 materyal listesinde belirtilmiştir.



Şekil 5.3 Yangın güvenlik sistemi örnek tesisat dağılımı

Çizelge 5.1 Yangın güvenlik sistemi tesisat materyal listesi

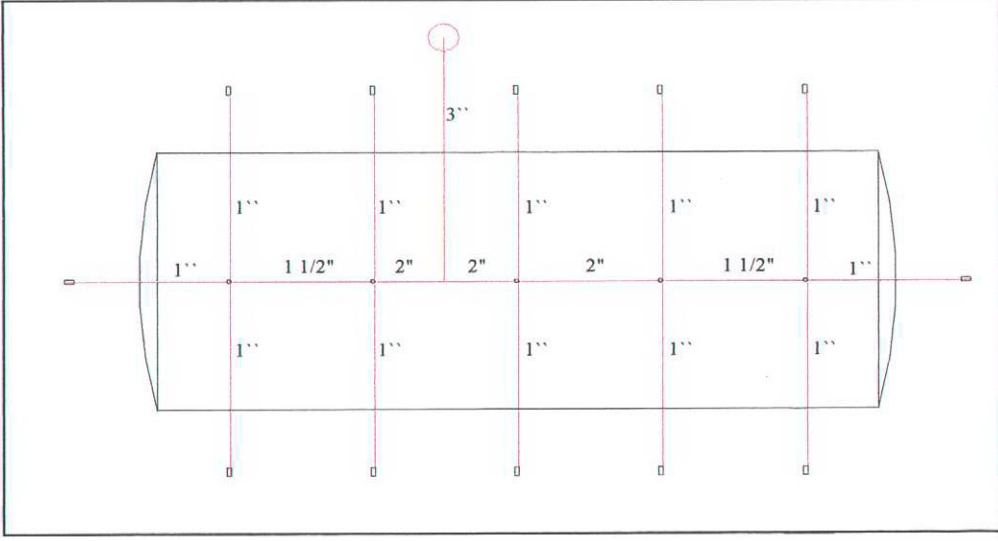
No	Adet	Tipi
A	1	Yükselen milli vana
1e	1	Yükselen milli vana
2e	1	Elektrikli pompa
3e	1	Check valf
4e	1	Kelebek vana
5e	1	Kelebek vana
6e	1	Baskın alarm vanası
1d	1	Yükselen milli vana
2d	1	Dizel pompa
3d	1	Check valf
4d	1	Kelebek vana
5d	1	Kelebek vana
1j	1	Yükselen milli vana
2j	1	Jokey pompa
3j	1	Check valf
4j	1	Kelebek vana
5j	1	Relief vana

5.5.1 Yangın güvenlik sistemi projelendirilmesi

Yerüstü boru dağıtım sistemi için boru cinsi olarak dikişli siyah çelik boru seçilmiştir. Bu boru cinsinin ıslak ve baskın sistemlerdeki sürtünme katsayısı $c = 120'$ dir.

5.5.1.1 Boru aplandırılması

Çizelge 5.2 esaslarına göre sprinkler boru tesisatı aplandırılmıştır (Bkz. Çizelge 5.3).



Şekil 5.4 Sprinkler tesisatı boru çaplandırılması

Çizelge 5.2 elik borularda sprinkler sayısına göre aplandırma

Boru apı	Sprinkler Adedi
1''	1
1 1/4''	2
1 1/2''	5
2''	8
2 1/2''	15
3''	27
3 1/2''	40
4''	55
5''	90
6''	150

Çizelge 5.3 Yangın güvenlik sistemi tesisat boru çapları

Boru No	Boru Çapı
1	1''
2	1''
3	1''
4	1 ½''
5	1''
6	1''
7	2''
8	1''
9	1''
10	2''
11	2''
12	1''
13	1''
14	1 ½''
15	1''
16	1''
17	1''
18	3''

5.5.2 Sistem basınç kayıpları

Pompa çıkışından itibaren kritik nozula kadar ki boruda basınç kaybı Haizen-Williams formülü ile hesaplandı.

$$P_m = 6,05 \times (Q_m^{1,85} / c^{1,85} \times d_m^{4,87}) \times 10^{-5} \quad (5.9)$$

P_m = Borudaki sürtünme direnci (bar/m)

Q_m = Akış (l/dak)

c = Sürtünme kaybı katsayısı (Çelik boru için $c = 120$)

d_m = Boru iç çapı (mm)

5.5.2.1 Pompa çıkışından kritik nozula kadar ki basınç kaybı

ÇV: Check valf

DB: Düz boru

KV: Kelebek vana

D: Dirsek

BV: Baskın Alarm Vana

Çizelge 5.4 Tesisat elemanları eşdeğer uzunlukları
(TMMOB Yangın Söndürme Sistemleri)

Anma Çapı (inç)	90°C Dirsek (m)	T (m)	Kelebek Vana (m)	Çek Vana (m)	Alarm Vana (m)
1"	0,6	1,5	-	1,5	-
1 ½"	1,2	2,4	-	2,8	-
2"	1,5	3,1	1,8	3,4	-
3"	2,1	4,6	3,1	4,9	-
4"	3,1	6,1	3,7	6,7	8,5
5"	3,7	7,62	2,7	8,2	-
6"	4,3	9,2	3,1	9,8	9,2

- Nozul hattı basınç kaybı

Kritik olan en uç noktadaki yangın nozuluna göre basınç kaybı aşağıdaki verilere göre Ek 4a ve Ek 4b' de hesaplanmıştır.

6'' : 0,3 m 6'' DB+6'' ÇV+0,3 m 6'' DB+6'' KV+0,3 m 6'' DB+90° 6'' D+0,2 m 6'' DB

5'' : 0,4 m 5'' DB+90° 5'' D+0,3 m 5'' DB+5'' KV+0,3 m 5'' DB+5'' BV+0,3 m 5'' DB+90° 5'' D+2,5 m 5'' DB+1 m 5'' DB+90° 5'' D+16 m 5'' DB+90° 5'' D+1 m 5'' DB+0,2 m 5'' DB+90° 5'' D

3'' : 7 m 3'' DB+90° 3'' D+6,5 m 3'' DB+90° 3'' D+3 m 3'' DB+3'' Te

2'' : 3 m 2'' DB

1 ½'' : 2 m 1 ½'' DB

1'' : 2 m 1'' DB+120° 1'' D

6''boru hattı için,

$$0,3+9,8+0,3+3,1+0,3+4,3+0,2 = 18,3 \text{ m}$$

5'' boru hattı için,

$$0,4+3,7+0,3+2,7+0,3+0,3+3,7+2,5+1+3,7+16+3,7+1+0,2+3,7 = 43,2 \text{ m}$$

3'' boru hattı için,

$$7+2,1+6,5+2,1+3+4,6 = 25,3 \text{ m}$$

2'' boru hattı için,

2+1 = 3 m

1 ½'' boru hattı için,

2 m

1'' boru hattı için,

2 m

- **TSE' e göre:**

Bkz. Ek. 4a TSE 1446' a göre sprinkler nozul hattı basınç kaybı hesap tablosu.

Seçilen nozul basıncı : 4,13 bar (Nozul Modeli : WL 6/60 PSI) (Bkz. Ek 5)

Pompa basıncı = Toplam hattaki basınç kaybı+Nozul basıncı
= 0,211 + 4,13 = 4,341 bar

Pompa debisi = Toplam nozul çıkış debisi+2 yangın hidrantı debisi+2 yangın dolabı debisi
= (26,59 x 17) + (946,25 x 2) + (189, 25 x 2) = 2723 l/dak
= 2723/ 3,785 = 719,4 gpm

- **NFPA' e göre:**

Bkz. Ek. 4b NFPA' e göre sprinkler nozul hattı basınç kaybı hesap tablosu.

Seçilen nozul basıncı : 4,13 bar (Nozul Modeli : WL 20/60 PSI) (Bkz. Ek 5)

Pompa basıncı = Toplam hattaki basınç kaybı + Nozul basıncı
= 1,527 + 4,13 = 5,657 bar

Pompa debisi = Toplam nozul çıkış debisi+2 yangın hidrantı debisi+2 yangın dolabı debisi
= (90,432 x 17) + (946,25 x 2) + (189, 25 x 2) = 3808,344 l/dak
= 3808,344/ 3,785 = 1006,168 gpm

5.5.2.2 Pompa çıkışından kritik yangın hidrantı, yangın dolabına kadar ki basınç kaybı

Pompa çıkışından kritik yangın hidrantı, yangın dolabına kadarki basınç kaybı

Kritik olan en uç noktadaki yangın hidrantına göre basınç kaybı aşağıdaki verilere göre Ek 5a ve Ek 5b' de hesaplanmıştır.

6'' : 0,3 m 6'' DB+6'' ÇV+0,3 m 6'' DB+6'' KV+0,3 m 6'' DB+90° 6'' D+0,2 m 6'' DB+
Kollektör+0,4 m 6'' DB+90° 6'' D+0,3 m 6'' DB+6'' KV+0,3 m 6'' DB+90° 6'' D+2,5 m
6'' DB+1 m 6'' DB+90° 6'' D+15 m 6'' DB+90° 6'' D+1 m 6'' DB+0,2 m 6'' DB+90° 6'' D
+3,5 m 6'' DB+6'' Te

4'' : 7,5 m 4'' DB+90° 4'' D+20 m 4'' DB

2'' : 0,4 m 2'' DB

6''boru hattı için,

0,3+9,8+0,3+3,1+0,3+4,3+0,2+0,4+4,3+0,3+3,1+0,3+4,3+2,5+1+4,3+15+4,3+1+0,2+4,3+3,5
+9,2 = 76,3 m

4'' boru hattı için,

$$7,5+3,1+20 = 30,6 \text{ m}$$

2'' boru hattı için,

$$0,4 \text{ m}$$

- **TSE' e göre:**

Bkz. Ek 5a TSE 1446' a göre yangın hidrant, yangın dolabı hattı basınç kaybı hesap tablosu.

Seçilen hidrant basıncı : 6 bar

$$\begin{aligned} \text{Pompa basıncı} &= \text{Toplam hattaki basınç kaybı} + \text{Hidrant basıncı} \\ &= 0,478 + 6 = 6,478 \text{ bar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pompa debisi} &= \text{Toplam nozul çıkış debisi} + 2 \text{ yangın hidrantı debisi} + 2 \text{ yangın dolabı debisi} \\ &= (26,59 \times 17) + (946,25 \times 2) + (189,25 \times 2) = 2723 \text{ l/dak} \\ &= 2723 / 3,785 = 719,4 \text{ gpm} \end{aligned}$$

- **NFPA' e göre:**

Bkz. Ek 5b NFPA' e göre yangın hidrant, yangın dolabı hattı basınç kaybı hesap tablosu.

Seçilen hidrant basıncı : 6 bar

$$\begin{aligned} \text{Pompa basıncı} &= \text{Toplam hattaki basınç kaybı} + \text{Hidrant basıncı} \\ &= 0,7132 + 6 = 6,7132 \text{ bar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pompa debisi} &= \text{Toplam nozul çıkış debisi} + 2 \text{ yangın hidrantı debisi} + 2 \text{ yangın dolabı debisi} \\ &= (90,432 \times 17) + (946,25 \times 2) + (189,25 \times 2) = 3808,344 \text{ l/dak} \\ &= 3808,344 / 3,785 = 1006,168 \text{ gpm} \end{aligned}$$

5.5.2.3 Pompa seçimleri

Pompa seçimleri yangın hidrantı hattının basınç ihtiyacının daha büyük olması nedeniyle bu değer esas alınarak TSE 1446 ve NFPA 58 için ITT pompa seçim programı kullanılarak belirlenmiş ve Ek 6, Ek 7 pompa seçim diyagramlarına yer verilmiştir.

5.5.2.4 Su deposu hacmi

Su deposu hacmi yangın yönetmeliğine göre yangın güvenlik sistemi için hesaplanan su miktarının en az 1 saat süre ile karşılayacak hacimde olmalıdır.

Örnek proje için kullanım süresi olarak 2 saat kabul edilmiş olup su deposu hacmi TSE 1446 ve NFPA 58' e göre aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Su deposu hacmi (V_D) :

- **TSE 1446' a göre;**

$$\begin{aligned} (2723 \text{ l/dak} \times 60) \times 2 &= 326760 \text{ l/2 h} \\ &= 326,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- **NFPA 58' e göre;**
 $(3808,344 \text{ l/dak} \times 60) \times 2 = 457001,28 \text{ l/2 h}$
 $= 457,00128 \text{ m}^3$

5.6 Tank Sahasının Diğer Yangın Güvenlik Önlemleri

5.6.1 Tank sahası emniyet uzaklıkları

Yerüstü tankın;

- En az 3 m uzaklığından etrafı tel örgülerle çevrildi.
- Ot ve benzeri kolay yanabilir maddelerden temizlendi, oluşmaması için önlemler alındı.
- Tankın yakınından geçebilecek anma gerilimi 0.6~10.5 kV olan elektrik enerji hattına mesafesi dikey doğrultudan en az 2 m , 10.5 kV'ın üzerindeki nakil hatlara uzaklığı her yönden en az 7,5 m uzaklıkta bulunacak şekilde yer tayini yapıldı.
- Depolama tankı beton bir zemin üzerine oturtularak, yanmaz yapıda ayaklar üzerine tesis edildi.

5.6.2 Yazılı uyarılar

- 'Sigara içilmez'
- 'Yanıcı ve Parlayıcı Madde'
- 'Ateşle Yaklaşma'

5.6.3 Algılama ve elektrik tesisatı

- Elektrik tesisatı ex-proof olarak projelendirildi.
- Gaz kaçağına karşı ex-proof gaz algılama sistemi yapıldı. Gaz kapatma vanası algılama sistemine bağlandı ve otomatik olarak bir gaz kaçağı ve yangın durumunda uzaktan otomatik olarak kapatılabilmesine olanak sağlandı.
- Acil durumda personeli ikaz etmek için sesli alarm sistemi kuruldu.
- Topraklamalar yapıldı.

5.6.4 Hidrant/Yangın dolabı adedi

Yerüstü LPG tankının bulunduğu mahale, yangın sistemine ilave olarak, su kapasitesi >120 m³'den büyük olduğundan dolayı 2 adet yangın hidrantı ve 2 adet yangın dolabının tesis edilmesi planlanmıştır. Uygun yangın hidrantları ve yangın dolapları kataloglardan seçilmiş ve mahale yerleştirilmiştir.

NOT:

Yangın güvenliği su sistemleri, en az 7 günde bir defa çalıştırılmalı ve işler durumda olduğundan emin olunmalıdır.

5.6.5 Kuru kimyevi toz söndürücüler

2 adet 12 kg CO₂ (kuru kimyevi) toz söndürücüler kapı girişlerinde tel örgünün dışına yerleştirilmiştir.



SONUÇLAR

Türkiye’de büyük uygulama alanı bulunan LPG dökme gazın tanklarda depolanması ve güvenilir olarak kullanımı için tesislerde standartların öngördüğü önlemlerin alınması gereklidir.

Bu çalışmada LPG dökme gazı tesisatlarında eksik olan teknik bilgilendirme yapılmış ve alınması gereken yangın güvenlik önlemlerine yer verilmiştir. TS 1446 Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Depolama Kuralları standardında belirtilen sprinkler sisteminin asgari su debilerinin yangını söndürüp, söndüremeyeceği araştırılmış sonuçta bu debinin tank sahasında çıkan bir yangını söndürecek kapasitede olmadığı sadece soğutma etkisi ile tank içindeki basınç artışının engellemeye yönelik tank soğutma işlevini yerine getirebileceği tesbit edilmiştir.

Bu tezde bir yerüstü dökme gaz tank sahasının sprinkler sisteminin projelendirilmesi örnek bir dökme gaz tank sahasının diğer tüm yangın güvenlik önlemleri ile TS 1446 ve NFPA 58 standartlarına göre yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aygaz Seminer Notları, ‘LPG Teknolojisi ve Uygulamaları Semineri’
- Aygaz Seminer Notları, ‘LPG Emniyeti’
- Bete Fog Nozzle Catalogue, (1999)
- ‘Doğal Gaz, LPG, Fuel Oil Dergisi’, 75.Sayı, (2001)
- Globe Katalogları
- LESER Kataloğu, ‘ Sizing of Safety Valves acc. to API 520 Fire Case’
- ‘LPG Tesisatı’, (2003) TMMOB Makine Mühendisler Odası Yayını
- NFPA 15, (1999) ‘Exposure Protection of Vessels’
- NFPA 58, (1999) ‘Liquefied Petroleum Gas Code’
- Pherson Richard ve Sweney Steve, ‘Liquefied Petroleum Gas Seminar’
- REGO Kataloğu, ‘ Minimum Required Rate of Discharge for LP-Gas Pressure Relief Valves Used on ASME Containers’
- SP Gaz Mühendislik Ltd. Şti. Eğitim Notları
- TS 1446, (Mayıs 1998) ‘Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Depolama Kuralları’
- ‘Türkiye Yangından Korunma Yönetmeliği’, (2002) TMMOB Makine Mühendisler Odası Yayını
- ‘Yangın Güvenlik ve Koruma Sistemleri Dergisi’, 62.Sayı, (2002)
- ‘Yangın Söndürme Sistemleri Mekanik Tesisat El Kitabı’, (2002) TMMOB Makine Mühendisler Odası Yayını

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.aygaz.com.tr, (9.11.2002)
- [2] www.antalya-bld.gov.tr/tr/mevzuat_bilgileri/yonetmelikler/yangin_yonet_3.htm
- [3] www.arrowtank.com, (2002)
- [4] www.estald.com/musteri.htm, (9.11.2002)
- [5] www.itu.edu.tr, (30.10.2002), ‘LPG ve LPG Kullanım Güvenliği’, Yamanlar; Şenol
- [6] www.ipragaz.com.tr, (15.11.2002)
- [7] www.mogaz.com.tr, (12.11.2002)
- [8] www.nfpa.org.tr, (2002)
- [9] www.skgas.co.kr/engskgas/e-lpginfo/e-lpgdetail/e-lpg-burning.jsp, ‘LPG Combustion Features’

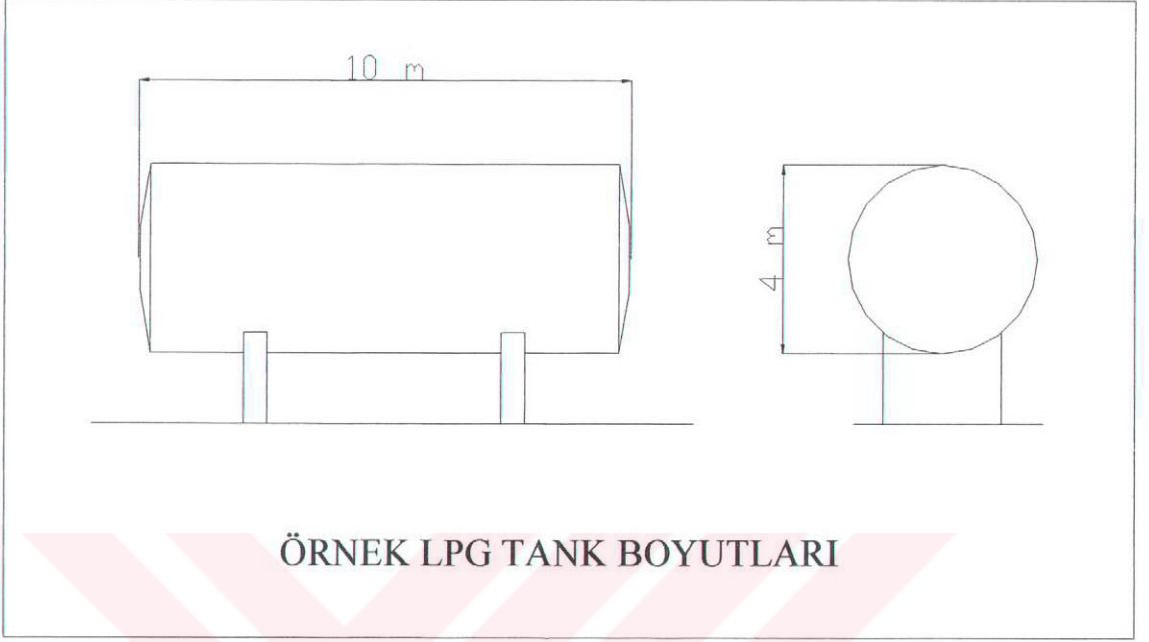
EKLER

- Ek 1 Tank boyutlandırılması ve nozul yerleşimi
- Ek 2a Yangın güvenliği projelendirilmesi (sprinkler sistemi)
- Ek 2b Yangın güvenliği projelendirilmesi (nozul hattı)
- Ek 2c Yangın güvenliği projelendirilmesi (yangın hidrant, yangın dolabı hattı)
- Ek 3a Kritik nozula göre basınç kaybı hesabı (TSE 1446)
- Ek 3b Kritik nozula göre basınç kaybı hesabı (NFPA 58)
- Ek 4a Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı (TSE 1446)
- Ek 4b Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı (NFPA 58)
- Ek 5 Nozul seçim kataloğu (Bete Nozzle)
- Ek 6 Pompa seçim eğrileri (TSE 1446)
- Ek 7 Pompa seçim eğrileri (NFPA 58)

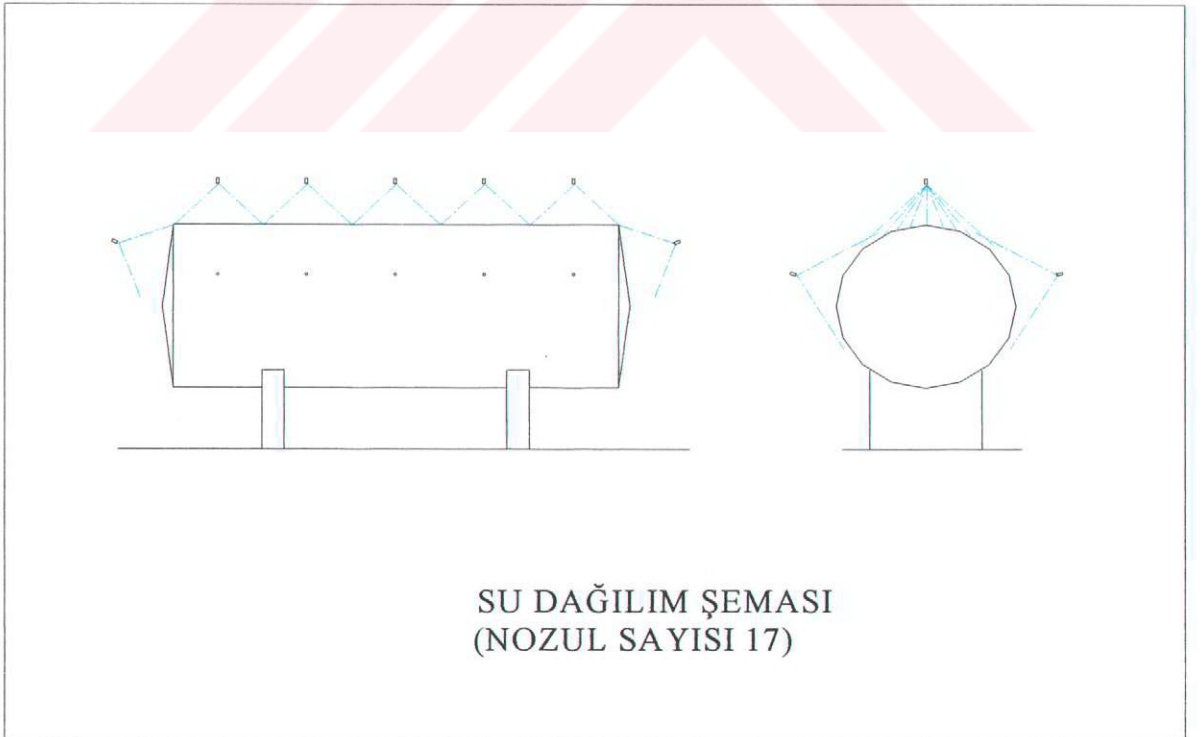


Ek 1 Tank boyutlandırılması ve nozul yerleşimi

- **LPG yerüstü tank boyutları**

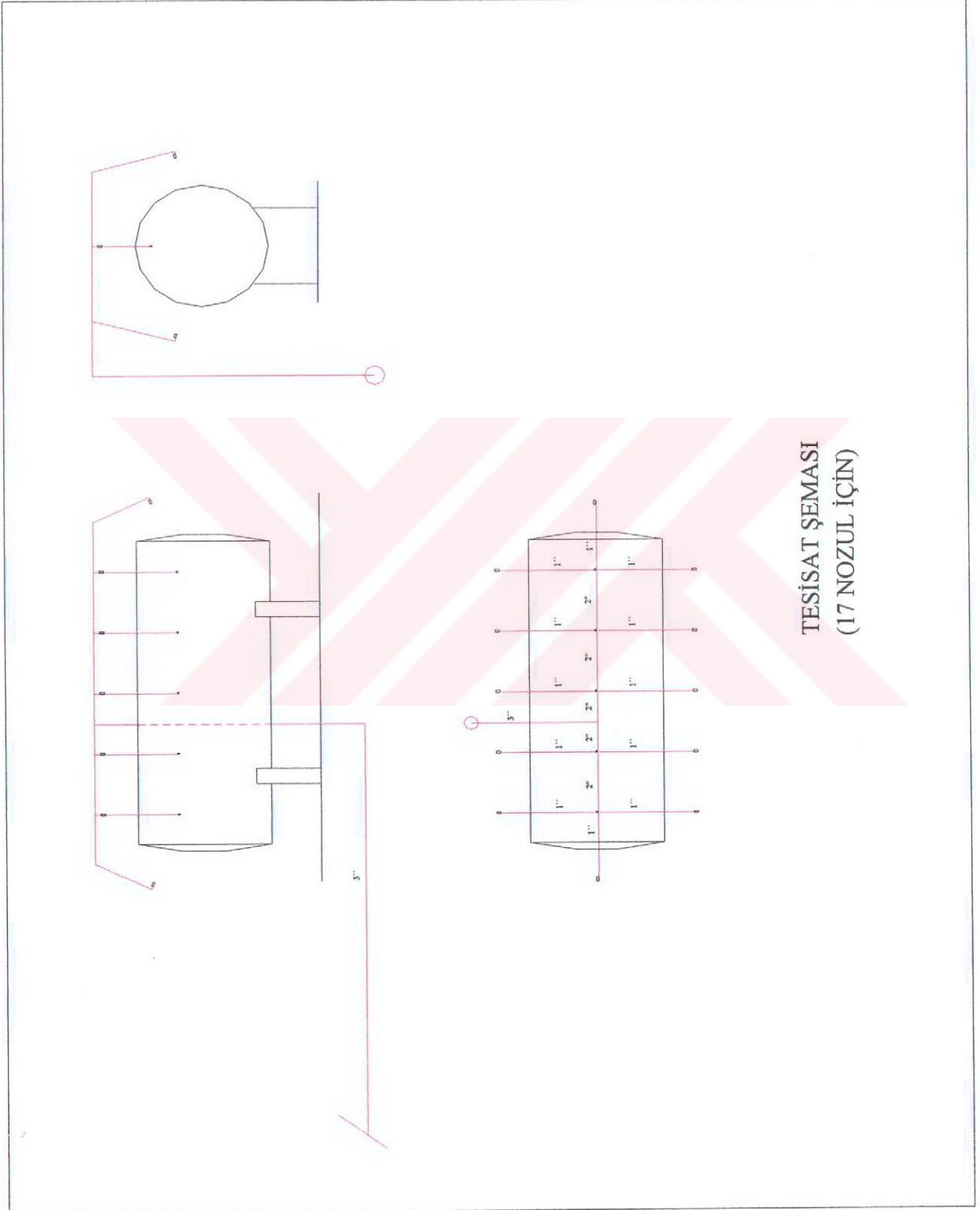


- **LPG yerüstü tank sprinkler sistemi su dağılım şeması (nozul yerleşimi)**



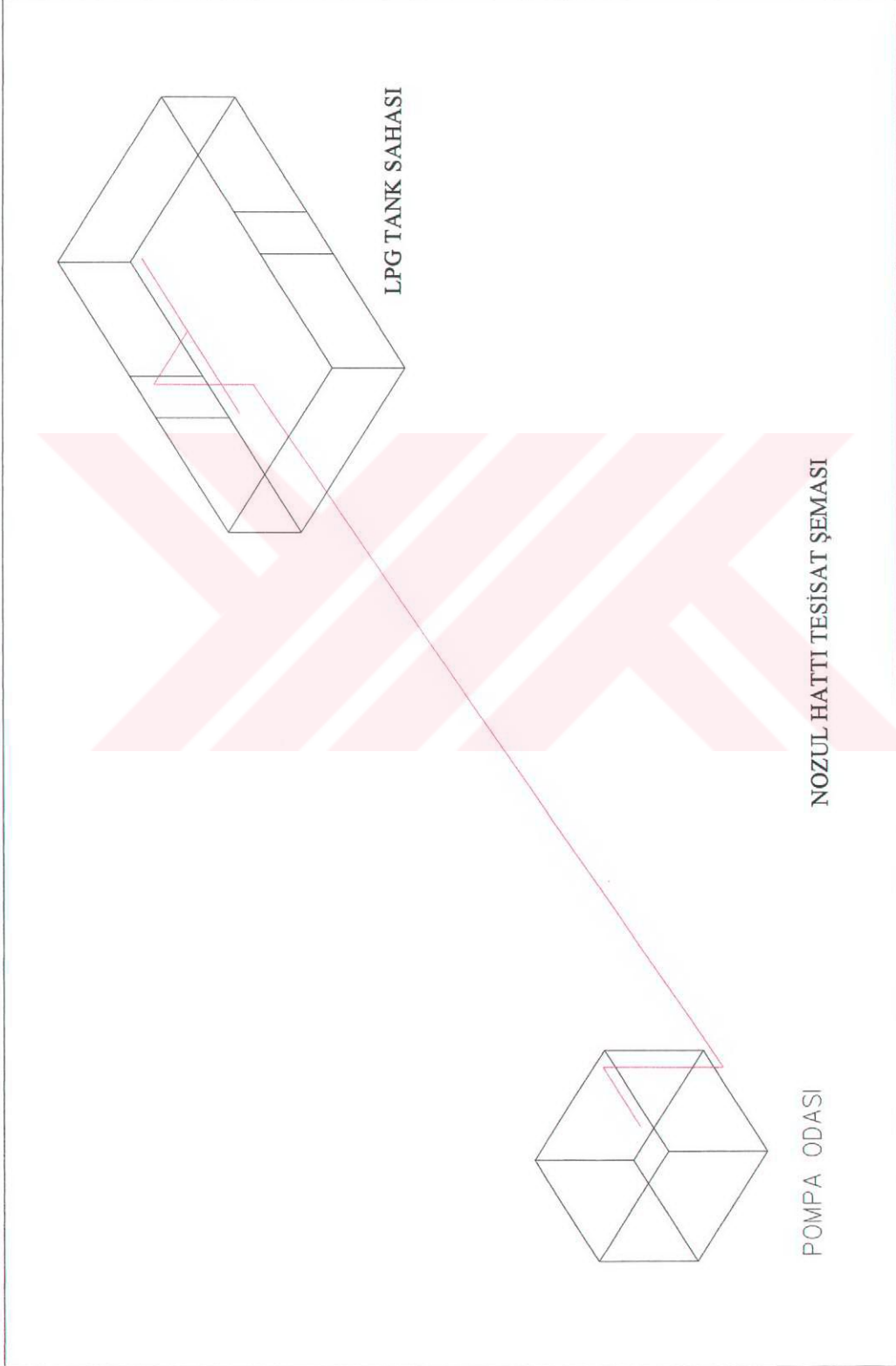
Ek 2a Yangın güvenliği projelendirilmesi (sprinkler sistemi)

- **Sprinkler sistemi tesisat şeması**



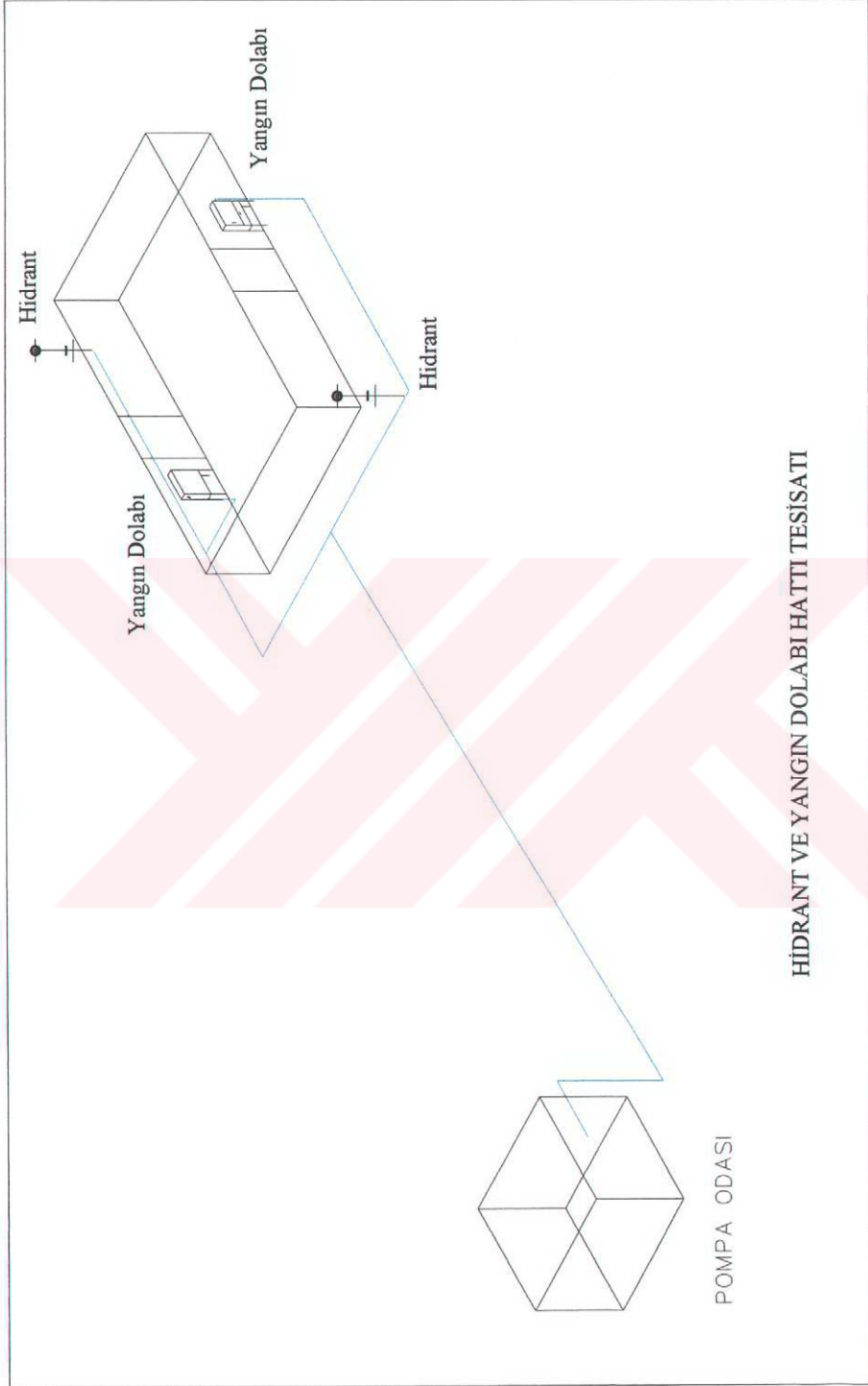
Ek 2b Yangın güvenliği projelendirilmesi (nozul hattı)

- **Nozul hattı tesisat şeması**



Ek 2c Yangın güvenliği projelendirilmesi (yangın hidrantı, yangın dolabı hattı)

- Yangın hidrantı&yangın dolabı hattı tesisat şeması



Ek 3b Kritik nozula göre basınç kaybı hesabı (NFPA 58)

BASINÇ KAYBI HESABI (NFPA' e göre)

Veriler:

1 Nozuldan su çıkış debisi:	90,432 l/dk	(10,2l/dak için seçilen debilere göre hesaplanmıştır.)
1 yangın hidrantının su çıkış debisi:	946,25 l/dk	
1 yangın dolabının su çıkış debisi:	189,25 l/dk	

Boru iç çapı	Basınç Kayıpları (Bkz. Denklem 5.9)				Kritik Nozulu Besleyen Hattın Toplam Basınç Kaybı
	Pm: 0,036992 bar/m	L: 2 m	Pm: 0,073 bar	Nozullardaki Basınç Kaybı	
dm: (1")	27,2 mm	L: 2 m	Pm: 0,073 bar		Nozullardaki Basınç Kaybı
Dm: (1 1/2")	41,8 mm	L: 2 m	Pm: 0,118 bar		
dm:(2")	53 mm	L: 2 m	Pm: 0,105 bar	Nozul Hattı Basınç Kaybı	1,527 bar
dm: (2")	53 mm	L: 1 m	Pm: 0,101 bar		
dm: (3")	80,8 mm	L: 25,3 m	Pm: 0,880 bar	Nozul Hattı Basınç Kaybı	1,527 bar
dm: (5")	134,7 mm	L: 43,2 m	Pm: 0,124 bar		
dm: (6")	160,1 mm	L: 18,3 m	Pm: 0,122 bar	Pompa& Kollektör Basınç Kaybı	

Seçilen Nozulun Basıncı:	4,13 bar	(WL 20/60 PSI)
Pompa Basıncı:	5,6570 bar	Pompa Debisi:
		3808,344 l/dk
		1006 gpm
		Su debisi

Ek 4a Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı (TSE 1446)

BASINÇ KAYBI HESABI (TSE' e göre)

Veriler:				
1 Nozuldan su çıkış debisi:	26,59 l/dk	(3l/dak için seçilen debilere göre hesaplanmıştır.)		
1 yangın hidrantının su çıkış debisi:	946,25 l/dk			
1 yangın dolabının su çıkış debisi:	189,25 l/dk			
Boru iç çapı				
dm:(2")	53 mm	Pm:	0,111 Bar/m	Basınç Kayıpları (Bkz. Denklem 5.9)
dm:(4")	106,3 mm	Pm:	0,005 Bar/m	
dm:(6")	160,1 mm	Pm:	0,004 Bar/m	
		Hidrant&Y.Dolabi Basınç Kaybı	L: 30,6 m	Pm: 0,16 bar
		Pompa&Kollektör Basınç Kaybı	L: 76,3 m	Pm: 0,274 bar
Kritik Nozulu Besleyen Hattın Toplam Basınç Kaybı				0,478 bar
Seçilen Hidrantın Basıncı: 6 bar				
Pompa Basıncı: 6,478 bar				
Pompa Debisi: 2723 l/dk				
Su debisi: 719,4 gpm				

Ek 4b Kritik yangın hidrantı/dolabına göre basınç kaybı hesabı

BASINÇ KAYBI HESABI (NFPA 58' e göre)

Veriler:				
1 Nozuldan su çıkış debisi:	90,432 l/dk	(10,2l/dak için seçilen debilere göre hesaplanmıştır.)		
1 yangın hidrantının su çıkış debisi:	946,25 l/dk			
1 yangın dolabının su çıkış debisi:	189,25 l/dk			
Boru iç çapı				
dm:(2")	53 mm	Pm: 0,11057514 bar/m	L: 0,4 m	Pm: 0,04423 bar
dm:(4")	106,3 mm	Pm: 0,00522576 bar/m	L: 30,6 m	Pm: 0,15991 bar
dm:(6")	160,1 mm	Pm: 0,00667185 bar/m	L: 76,3 m	Pm: 0,50906 bar
		Pompa&Kollektör Basınç Kaybı	Kritik Nozulu Besleyen Hattın Toplam Basınç Kaybı	
			0,7132 bar	
Seçilen Hidrantın Basıncı: 6 bar				
Pompa Basıncı: 6,7132 bar				
Pompa Debisi: 3808,344 l/dk 1006,16 gpm				
Su debisi				

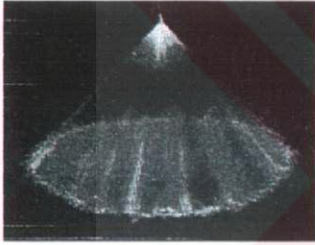
Ek 5 Nozul seçim kataloğu (Bete Nozzle)

WL*Low Flow/Full Cone***DESIGN FEATURES**

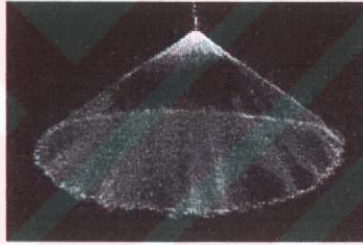
- Advanced whirl plate design produces extremely uniform coverage
- Male and female connections

SPRAY CHARACTERISTICS

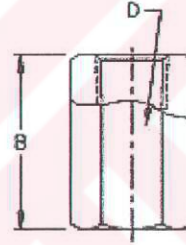
- Medium to coarse atomization

Spray patterns: Full Cone**Spray angles:** 30°, 60°, 90°, and 120° standard**Flow rates:** 0.13 to 59 gpm

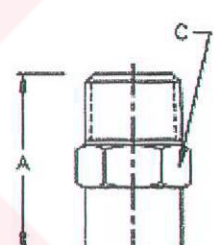
Full Cone 90°



Full Cone 120°



Female Metal

**WL Flow Rates and Dimensions***Full Cone, 30°, 60°, 90° and 120° Spray Angles*

Male or Female Pipe Size	Nozzle Number	K Factor	GALLONS PER MINUTE @ PSI										Approx. Orifice Dia. (in.)	Dimensions for Metal Only (in.)				Wt. (oz.) Metal Plas.	
			10 PSI	20 PSI	30 PSI	40 PSI	60 PSI	80 PSI	100 PSI	150 PSI	200 PSI	400 PSI		A	B	C	D		
1/8	WL 1/4	0.044	0.13	0.18	0.22	0.25	0.30	0.35	0.38	0.47	0.53	0.74	0.043						
	WL 1/2	0.088	0.26	0.36	0.44	0.50	0.60	0.69	0.77	0.93	1.07	1.48	0.055	0.88	1.13	0.44	0.56	1.00	0.25
	WL 3/4	0.132	0.39	0.54	0.66	0.75	0.91	1.04	1.15	1.40	1.60	2.21	0.072						
1/4	WL 1	0.177	0.52	0.72	0.87	1.00	1.21	1.39	1.54	1.86	2.13	2.95	0.082	1.06	1.38	0.56	0.69	1.50	0.38
	WL 1 1/2	0.265	0.78	1.08	1.31	1.50	1.81	2.08	2.31	2.79	3.20	4.43	0.109						
3/8	WL 2	0.353	1.04	1.44	1.75	2.00	2.42	2.77	3.08	3.72	4.26	5.90	0.125						
	WL 3	0.530	1.56	2.17	2.62	3.00	3.63	4.16	4.61	5.58	6.39	8.85	0.156	1.25	1.50	0.69	0.88	2.00	0.50
	WL 4	0.706	2.08	2.89	3.49	4.00	4.84	5.54	6.15	7.44	8.52	11.8	0.188						
1/2	WL 5	0.683	2.61	3.61	4.37	5.00	6.05	6.93	7.69	9.31	10.6	14.6	0.203						
	WL 6	1.06	3.13	4.33	5.24	6.00	7.26	8.31	9.23	11.2	12.8	17.7	0.219	1.50	2.00	0.88	1.13	3.00	1.00
	WL 7	1.24	3.65	5.05	6.11	7.00	8.47	9.70	10.8	13.0	14.9	20.7	0.226						
3/4	WL 8	1.41	4.17	5.78	6.99	8.00	9.68	11.1	12.3	14.9	17.0	23.6	0.234						
	WL 10	1.77	5.21	7.22	8.74	10.0	12.1	13.8	15.4	18.6	21.3	29.5	0.281	1.75	2.13	1.13	1.38	6.00	1.50
	WL 12	2.12	6.26	8.66	10.5	12.0	14.5	16.6	18.5	22.3	25.6	35.4	0.312						
1	WL 15	2.65	7.82	10.8	13.1	15.0	18.1	20.8	23.1	27.9	32.0	44.3	0.328	2.19	2.38	1.38	1.63	14.0	3.50
	WL 20	3.53	10.4	14.4	17.5	20.0	24.2	27.7	30.8	37.2	42.6	59.0	0.375						

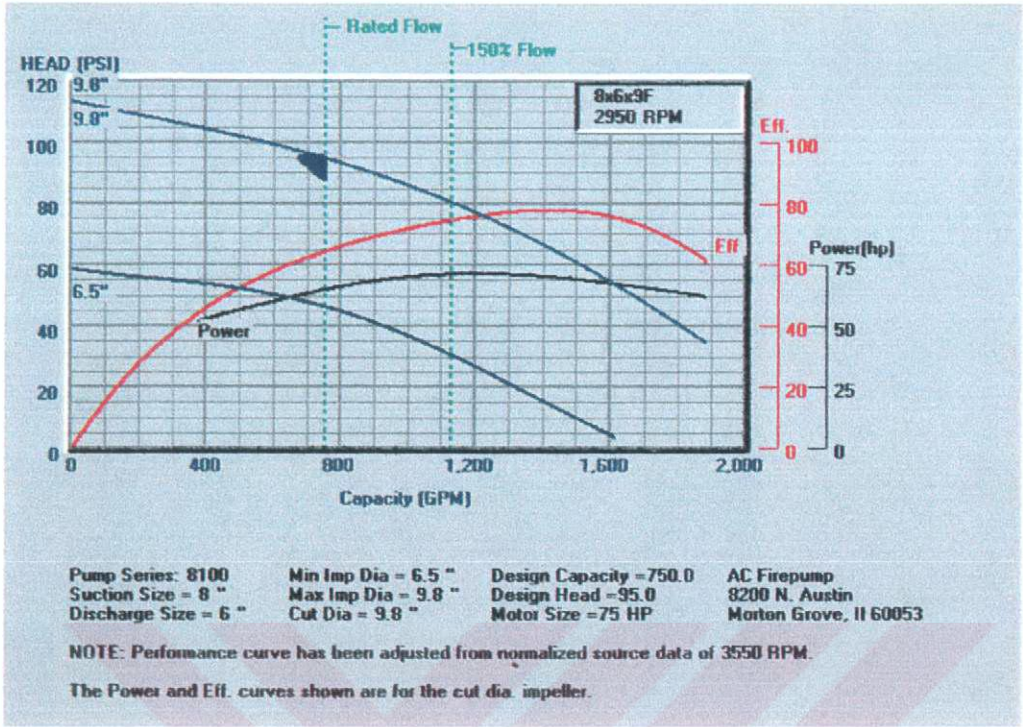
$$\text{Flow Rate (GPM)} = K (\text{PSI})^{0.47}$$

Standard Materials: Brass, 303 Stainless Steel, 316 Stainless Steel, PVC, Polypropylene and PTFE (1/8" PTFE and Polypropylene not available in 120°). See chart on page 17 for complete list.

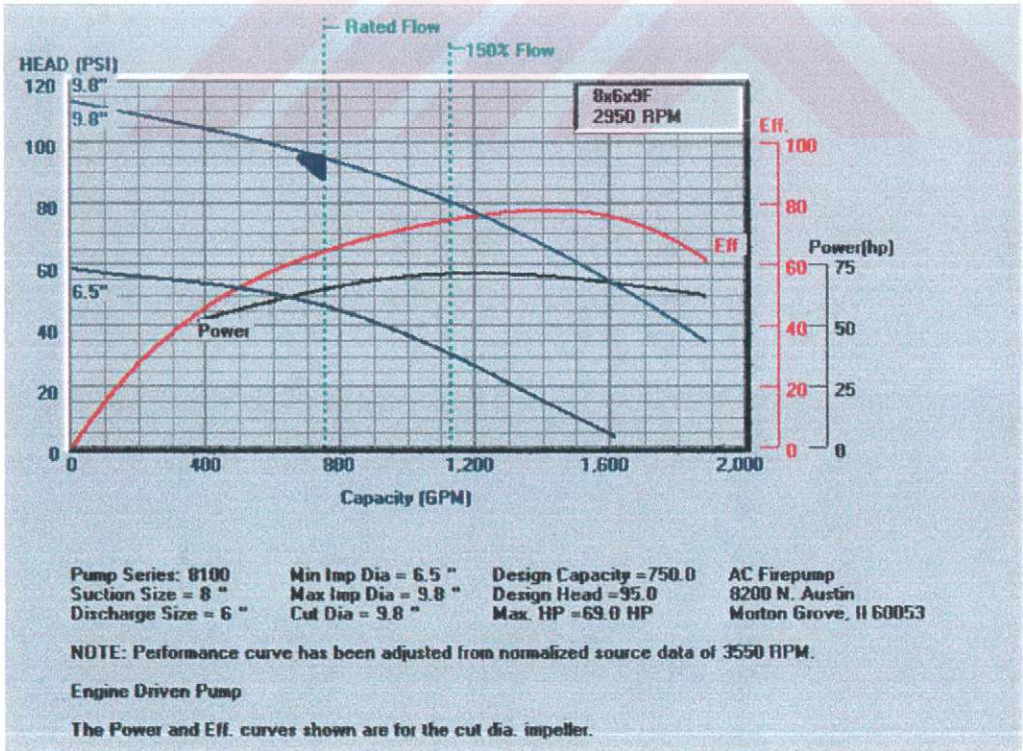
[Back to Products](#)

Ek 6 Pompa seçim eğrileri (TSE 1446)

- Elektrikli pompa

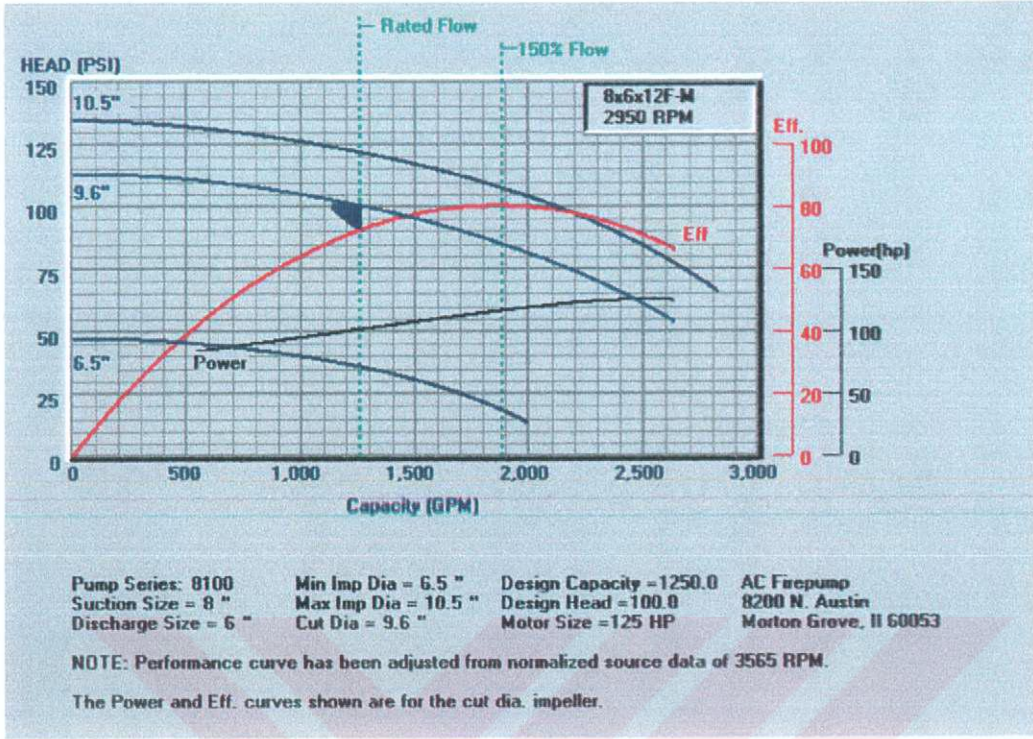


- Dizel pompa

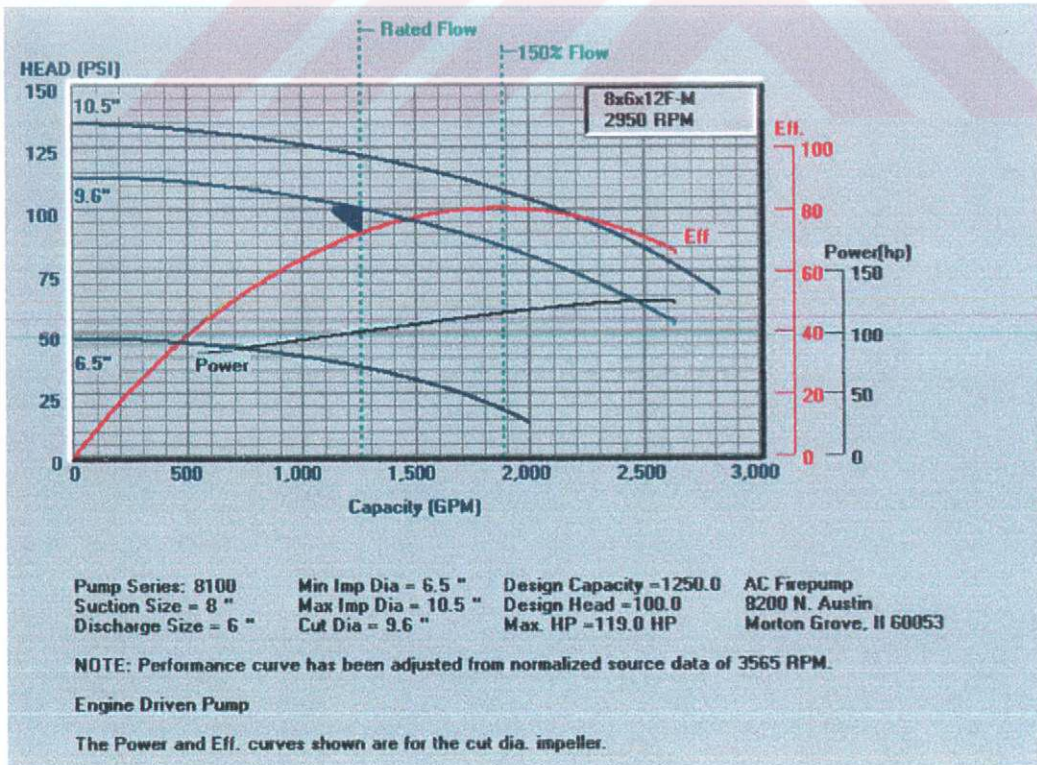


Ek 7 Pompa seçim eğrileri (NFPA 58)

- Elektrikli pompa



- Dizel pompa



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	10.08.1979	
Doğum yeri	Ordu (Mesudiye)	
Lise	1994-1997	Kadıköy Kız Lisesi
Lisans	1997-2001	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2003	Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Uluslararası Kalite Yön. Programı

Çalıştığı kurum

2002-Devam ediyor Mustafa Nevzat İlaç San.A.Ş

