

SIVI KİMYASALLARIN DEPOLANMASI VE  
ELLEÇLENMESİ

Kim. Müh. Süleyman Ersin ÖZEN

FBE Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 04.10.2004

Tez Danışmanı : Y.Doç.Dr. Semra ÖZKAN

Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Esen BOLAT

Prof.Dr. Olcay KINCAJ

*S. Özen*  
*E. Bolat*  
*O. Kincaj*

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. TANIMLAR.....	4
2.1 Sıvıların Tanımlanması ve Sınıflandırılması.....	4
2.1.1 Parlayıcı sıvılar .....	4
2.1.2 Yanıcı sıvılar .....	5
3. DEPOLAMA TANKLARI .....	6
3.1 Depolama Tanklarının Tipleri .....	6
3.1.1 Sabit çatılı tanklar .....	6
3.1.2 Üzeri açık yüzer tavanlı tanklar .....	7
3.1.3 Üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar .....	9
3.1.4 Kubbeli çatılı üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar .....	12
3.1.5 Yatay tanklar .....	13
3.1.6 Basınçlı tanklar .....	14
3.1.7 Değişken buhar hacimli tanklar .....	15
3.2 Yüzer Tavanların Sızdırmazlık Elemanı Tipleri .....	16
3.2.1 Dış ve kubbeli dış yüzer tavan kenar contaları.....	16
3.2.1.1 Mekanik pabuç sızdırmazlık elemanları .....	18
3.2.1.2 Sıvı doldurulmuş contalar .....	18
3.2.1.3 Esnek köpük doldurulmuş contalar.....	19
3.2.1.4 Dış yüzer tavanlar üzerindeki ikincil contalar .....	19
3.2.1.5 Hava kalkanı .....	20
3.2.2 İç yüzer tavan kenar contaları.....	21
3.2.2.1 Esnek köpük doldurulmuş contalar.....	21
3.2.2.2 Silici contalar .....	21
3.2.2.3 İç yüzer tavanlı tanklar için ikincil contalar .....	22
3.3 Yüzer Tavanlı Tank Tesisatları .....	22
3.3.1 Dış ve kubbeli dış yüzer tavan tesisatları .....	22
3.3.1.1 Giriş kapağı .....	22

3.3.1.2	Yüzdürme ölçü kuyuları.....	23
3.3.1.3	Ölçü kapağı/numune alma gözü .....	24
3.3.1.4	Kenar ventilleri .....	24
3.3.1.5	Tavan kanalları .....	24
3.3.1.6	Tavan ayakları .....	26
3.3.1.7	Delikli veya deliksiz direkler ve kuyular .....	26
3.3.1.8	Vakum kırıcılar .....	26
3.3.2	İç yüzer tavan tesisatları.....	27
3.3.2.1	Sütun kuyuları.....	28
3.3.2.2	Numune gözleri .....	28
3.3.2.3	Merdiven kuyuları.....	28
4.	EMİSYON KESTİRİM YÖNTEMLERİ.....	30
4.1	Sabit Çatılı Tanklardan Kaynaklanan Toplam Kayıplar .....	30
4.2	Yüzer Tavanlı Tanklarda Toplam Kayıplar .....	40
4.3	Değişken Buhar Hacimli Tanklarda Doldurma Kayıpları .....	45
4.4	Basınçlı Tanklar .....	46
5.	TANKS 4.0 PROGRAMI İLE ÖRNEK EMİSYON KESTİRİMİ .....	47
6.	DEPOLAMA TANKLARINDA YANGINLA MÜCADELE .....	56
6.1	Tanımlar .....	56
6.2	Depolama Tanklarında Yangından Korunma.....	62
6.2.1	Sabit çatılı tanklar .....	62
6.2.1.1	Yüzey uygulaması.....	62
6.2.1.2	Yüzey altı enjeksiyon yöntemi .....	69
6.2.1.3	Portatif köpük nozülü ve monitörü yöntemi.....	73
6.2.2	Açık tepeli yüzer tavanlı tanklar .....	73
6.2.2.1	Conta üstü yöntemi .....	76
6.2.2.2	Conta altı yöntemi.....	83
6.2.2.3	Portatif el hatları yöntemi.....	85
6.2.3	Üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar .....	86
6.2.4	Yatay tanklar .....	89
6.2.5	Birden fazla küçük tank .....	90
6.2.6	Bariyerli alan koruması .....	90
6.2.6.1	Bariyer üzerine yerleştirilmiş sabit köpük yapıcılar .....	90
6.2.6.2	Monitörlü koruma .....	91
6.2.6.3	Sabit köpük sprey sistemleri veya köpük/su yağmurlama sprey sistemleri .....	93
7.	ÖRNEK YANGIN SİSTEMİ TASARIM ÇALIŞMASI.....	94
	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	108
	EKLER .....	111
	Ek 1 Emisyon kestirim hesaplamaları için gereken denklem, şekil ve çizelgeler .....	112
	Ek 2 Örnek emisyon kestirim hesabı rapor çıktıları .....	143
	ÖZGEÇMİŞ.....	148

## SİMGE LİSTESİ

A	Buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit
$A_{\text{tavan}}$	Tavan alanı, ft <sup>2</sup>
B	Buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit
C	Buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit
D	Tank çapı, ft
$D_E$	Efektif çap, ft
$F_F$	Toplam tavan tesisat kayıp faktörü, lb-mol/yıl
$H_L$	Sıvı yüksekliği, ft
$H_{LX}$	Tanktaki maksimum sıvı yüksekliği, ft <sup>3</sup>
$H_R$	Tank çatı yüksekliği, ft
$H_{RO}$	Eşdeğer çatı yüksekliği, ft
$H_S$	Tank gövde yüksekliği, ft
$H_{VO}$	Eşdeğer buhar boşluğu seviyesi, ft
I	Günlük toplam güneşlenme faktörü, Btu/ft <sup>2</sup> gün
$K_C$	Ürün faktörü, boyutsuz
$K_D$	Bağlantı uzunluk faktörü başına tavan bağlantı kaybı, lb-mol/ft-yıl
$K_E$	Buhar boşluğu genişleme faktörü, boyutsuz
$K_{Fi}$	belirli bir tipteki tavan tesisatı kayıp faktörü, lb-mol/yıl
$K_{Fai}$	Belirli bir tipteki tavan tesisatı için sıfır rüzgar hızı kayıp faktörü, lb-mol/yıl
$K_{Fbi}$	Belirli bir tipteki tavan tesisatı için rüzgar hızına bağlı kayıp faktörü, lb-mol/(mi/s) <sup>n</sup> yıl
$K_P$	Çalışma kaybı faktörü, boyutsuz
$K_{RA}$	Sıfır rüzgar hızında kenar contası kayıp faktörü, lb-mol/ft-yıl
$K_{RB}$	Rüzgar hızına bağlı kenar contası kayıp faktörü, lb-mol/(mi/s) <sup>n</sup> ft.yıl
$K_S$	Havalanan buhar doyma faktörü, boyutsuz
$K_V$	Tesisat rüzgar hızı düzeltme faktörü, boyutsuz
L	Tank uzunluğu, ft
$L_{\text{bağlantı}}$	toplam tavan bağlantı uzunluğu, ft
$L_D$	Tavan bağlantı kayıpları, lb/yıl
$L_F$	Tavan tesisat kayıpları, lb/yıl
$L_R$	Kenar contası kaybı, lb/yıl
$L_S$	Bekleme kayıpları, lb/yıl
$L_T$	Toplam emisyon kayıpları, lb/yıl
$L_W$	Çalışma kayıpları, lb/yıl
$L_{WD}$	Çekilme kaybı, lb/yıl
$m_i$	Belirli bir tipteki tavan tesisatı için rüzgar hızına bağlı kayıp faktörü mol/(mi/s) <sup>n</sup> yıl
$M_V$	Buharın molekül ağırlığı, lb/lb-mol
n	Sızdırmazlık elemanı ile ilgili rüzgar üssü, boyutsuz
N	Yılda dolma-boşalma sayısı, boyutsuz
$N_2$	Sistem içerisine yapılan transfer miktarı, boyutsuz
$N_C$	Sabit çatı destek sütunu sayısı, boyutsuz
$N_{Fi}$	Belirli bir tipteki tavan tesisatı sayısı, boyutsuz
$P^*$	Buhar basıncı fonksiyonu, boyutsuz
$P_A$	Atmosferik basınç, 14,7 psi
$P_{BP}$	Nefeslenme ventili basınç ayarı, psi
$P_{BV}$	Nefeslenme ventili vakum ayarı, psi
$P_{VA}$	Günlük ortalama sıvı yüzey sıcaklığında buhar basıncı, psia
$P_{VN}$	Günlük minimum sıvı yüzey sıcaklığında buhar basıncı, psia

$P_{VX}$	Günlük maksimum sıvı yüzey sıcaklığında buhar basıncı, psia
$Q$	Yıllık net çıkış miktarı, bbl/yıl
$R$	İdeal gaz sabiti, 10.731 psia- ft <sup>3</sup> /lb-mol °R
$R_R$	Tank kubbe yarıçapı, ft
$R_S$	Tank yarıçapı, ft
$S_D$	Tavan bağlantı uzunluk faktörü, ft/ft <sup>2</sup>
$S_R$	Tank çatı eğimi, ft/ft
$T_A$	Günlük çevre sıcaklığı aralığı, °R
$T_{AA}$	Günlük ortalama çevre sıcaklığı, °R
$T_{AN}$	Günlük minimum çevre sıcaklığı, °R
$T_{AX}$	Günlük maksimum çevre sıcaklığı, °R
$T_B$	Sıvı sıcaklığı, °R
$T_{LA}$	Günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R
$T_{LN}$	Günlük minimum sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R
$T_{LX}$	Günlük maksimum sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R
$v$	Tank sahasında ortalama çevre rüzgar hızı, mi/s
$V_1$	Sisteme pompalanan sıvı hacmi, bbl/yıl
$V_2$	Sistemin buhar genişleme kapasitesi, bbl
$V_{LX}$	Tanktaki maksimum sıvı hacmi, ft <sup>3</sup>
$V_V$	Buhar boşluğu hacmi, ft <sup>3</sup>
$W_L$	Ortalama organik sıvı yoğunluğu, lb/gal
$W_V$	Buhar yoğunluğu, lb/ ft <sup>3</sup>
$\alpha$	Tank boyasının solar absorblama kabiliyeti
$\Delta P_B$	Nefeslik ventili basınç aralığı, psi
$\Delta P_V$	Günlük buhar basıncı aralığı, psi
$\Delta T_A$	Günlük çevre sıcaklığı aralığı, °R
$\Delta T_V$	Günlük buhar sıcaklığı aralığı, °R

## **KISALTIMA LİSTESİ**

<b>AD</b>	<b>Alkole Dirençli</b>
<b>AFO</b>	<b>Akışkan Film Oluşturan</b>
<b>API</b>	<b>American Petroleum Institute</b>
<b>EPA</b>	<b>Environmental Protection Agency</b>
<b>FKP</b>	<b>Fiber ile Kuvvetlendirilmiş Poliester</b>
<b>NFBU</b>	<b>National Board of Fire Underwriters</b>
<b>NFPA</b>	<b>National Fire Protection Association</b>
<b>RBB</b>	<b>Reid Buhar Basıncı</b>
<b>UL</b>	<b>Underwriters Laboratories</b>
<b>UOK</b>	<b>Uçucu Organik Kimyasallar</b>
<b>STI</b>	<b>Steel Tank Institute</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Sabit çatılı tank.....	7
Şekil 3.2	Üzeri açık yüzer tavanlı tank.....	8
Şekil 3.3	Üzeri açık yüzer tavanlı tank.....	9
Şekil 3.4	İç yüzer tavanlı tank .....	11
Şekil 3.5	Kubbeli dış yüzer tavanlı tank.....	12
Şekil 3.6	Tipik yeraltı depolama tankları .....	14
Şekil 3.7	Tipik yerüstü yatay tank .....	15
Şekil 3.8	Buhar üstü birincil contalar .....	17
Şekil 3.9	Sıvı üstü ve mekanik pabuç tipi birincil contalar .....	18
Şekil 3.10	İkincil kenar contaları.....	20
Şekil 3.11	Yüzer tavanlar için tavan tesisatları .....	23
Şekil 3.12	Yüzer tavanlar için tavan tesisatları .....	25
Şekil 3.13	Delikli ve deliksiz kılavuz sütunları .....	27
Şekil 3.14	Merdiven ve kuyu.....	29
Şekil 5.1	TANKS 4.0 açılış ara yüzü.....	47
Şekil 5.2	TANKS 4.0 kopyalama ve dağıtım uyarı mesajı.....	48
Şekil 5.3	TANKS 4.0 tank tipi seçim menüsü.....	49
Şekil 5.4	TANKS 4.0 emisyon kestirimi tanımlama sekmesi .....	50
Şekil 5.5	TANKS 4.0 tank özellikleri giriş sekmesi.....	51
Şekil 5.6	TANKS 4.0 yerleşim bilgileri giriş sekmesi .....	52
Şekil 5.7	TANKS 4.0 tank içeriği giriş sekmesi.....	53
Şekil 5.8	TANKS 4.0 raporlama tipi seçim menüsü .....	54
Şekil 5.9	TANKS 4.0 rapor tipi seçim menüsü .....	55
Şekil 6.1	Sabit çatılı tanklarda köpük odası kullanılarak yüzey uygulaması .....	63
Şekil 6.2	Sabit çatılı tanklarda birden çok köpük odası kullanılarak yüzey uygulaması.....	64
Şekil 6.3	Sabit çatılı tanklarda kullanılan tahliye kapağı içeren köpük odası kurulumu .....	67
Şekil 6.4	Sabit çatılı tanklarda yüzey altı enjeksiyon tipi köpük uygulaması .....	68
Şekil 6.5	Tipik yüzey altı enjeksiyon tank bağlantısı .....	70
Şekil 6.6	Tank içi birden çok çıkış için tipik düzenleme.....	71
Şekil 6.7	Conta sistemlerinin ayrıntılı görüntüleri .....	74
Şekil 6.8	Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemin genel görünümü .....	76
Şekil 6.9	Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi, bütünleşik siper ve saptrıcıya sahip köpük odası .....	78
Şekil 6.10	Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi .....	79
Şekil 6.11	Tavan gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları ve merdiven hortum sistemi kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi.....	80
Şekil 6.12	Yüzer tavanlı tanklar için tipik merdiven hortum sistemi .....	80
Şekil 6.13	Tank tabanından tavana uzanan esnek hortum ve tavan üzerine yerleştirilmiş köpük yapıcılar kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi .....	81
Şekil 6.14	Yüksek karşı basınçlı köpük yapıcı ve tank tabanından tavana uzanan esnek hortum kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi.....	81
Şekil 6.15	Merdiven hortum sistemi ve birden çok köpük odası sistemleri için köpük sistemi düzenlemeleri .....	82

Şekil 6.16	Portatif nozüller kullanılarak conta alanı koruma sistemi.....	86
Şekil 6.17	Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklar için yüzey uygulaması sistemi .....	87
Şekil 6.18	Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklar için birden çok köpük odası kullanılarak yüzeye uygulaması .....	88
Şekil 6.19	Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tank köpük odası bağlantısı.....	88
Şekil 6.20	Çapı 61m'den fazla üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tankların köpük odaları ve tank nozülleri ile tüm yüzey korunumu.....	89
Şekil 6.21	Bariyerli alan üzerine yerleştirilmiş sabit köpük yapıcılar.....	91
Şekil 6.22	Bariyerli alan monitörlü koruma sistemi.....	92
Şekil 7.1	Örnek tank sahası yerleşim planı.....	95
Şekil 7.2	1 no'lu tank çiftliği köpük tesisatı.....	102
Şekil 7.3	1 no'lu tank çiftliği soğutma suyu tesisatı.....	103
Şekil 7.4	2 no'lu tank çiftliği köpük tesisatı.....	104
Şekil 7.5	2 no'lu tank çiftliği soğutma suyu tesisatı.....	105
Şekil 7.6	Tank köpük tesisatı.....	106
Şekil 7.7	Tank soğutma suyu tesisatı.....	107
Şekil Ek 1.1	RBB'ı 2-15 psi arasında olan ham petroller için gerçek buhar basıncı.....	112
Şekil Ek 1.2	RBB'ı 1-20 arasında olan rafine petrol ürünleri için gerçek buhar basıncı	113
Şekil Ek 1.3	RBB'ı 1-20 psi arasında olan rafine petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (A) .....	115
Şekil Ek 1.4	RBB'ı 1-20 psi arasında olan rafine petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (B).....	115
Şekil Ek 1.5	RBB'ı 2-15 psi arasında olan ham petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (A) .....	116
Şekil Ek 1.6	RBB'ı 2-15 psi arasında ham petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (B).....	117
Şekil Ek 1.7	Sabit çatılı tanklar için devir faktörü.....	118
Şekil Ek 1.8	Buhar basıncı fonksiyonu.....	119

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1	Tankın fiziksel özellikleri.....	48
Çizelge 5.2	Örnek emisyon kestirim hesabı sonuçları .....	54
Çizelge 6.1	Hidrokarbon ve polar solvent içeren tanklar için gereken tahliye çıkışı sayıları .....	64
Çizelge 6.2	Sabit çatılı tanklarda kullanılan Tip II tahliye aletlerinin minimum tahliye süreleri ve uygulama oranları .....	65
Çizelge 6.3	Gereken ilave hortum hatlarının sayısı.....	66
Çizelge 6.4	İlave hortum hatları için işletme süreleri.....	66
Çizelge 6.5	Hidrokarbon içeren tanklara yüzey altı köpük uygulaması için gereken sabit tahliye çıkışı sayısı.....	70
Çizelge 6.5	Hidrokarbon içeren tanklara yüzey altı köpük uygulaması için gereken sabit tahliye çıkışı sayısı.....	71
Çizelge 6.6	Sabit çatılı tanklarda yüzey altı köpük uygulaması minimum uygulama oranları ve tahliye süreleri .....	72
Çizelge 6.7	Hidrokarbon içeren sabit çatılı tanklarda portatif köpük nozül ve monitör kullanıldığında minimum uygulama oranları ve tahliye süreleri .....	73
Çizelge 6.8	Üzeri açık yüzer tavanlı tanklarda conta üzeri köpük uygulama miktarları.....	77
Çizelge 6.9	Üzeri açık yüzer tavanlı tanklarda conta altı köpük uygulama miktarları .....	84
Çizelge 7.1	1 no'lu tank çiftliğindeki tanklarda depolanan ürünler .....	94
Çizelge 7.2	2 no'lu tank çiftliğindeki tanklarda depolanan ürünler .....	94
Çizelge 7.3	Tankların tasarıma temel teşkil eden özellikleri.....	96
Çizelge 7.4	Hidrokarbon ve polar solvent içeren tanklar için tahliye çıkışı sayıları .....	96
Çizelge 7.5	Sabit çatılı tanklarda kullanılan Tip II tahliye aletlerinin minimum tahliye süreleri ve uygulama oranları .....	97
Çizelge 7.6	Çeşitli polar solventler için tavsiye edilen tahliye oranları ve minimum tahliye süreleri .....	97
Çizelge 7.7	Mekanik pabuç tipi conta üzerine köpük uygulama oranı, minimum tahliye süresi ve tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafeler.....	98
Çizelge 7.8	Gereken ilave hortum hatlarının sayısı.....	98
Çizelge 7.9	İlave hortum hatları için minimum işletme süreleri .....	98
Çizelge 7.10	1 no'lu tank çiftliği için hesaplanan değerler .....	100
Çizelge 7.11	2 no'lu tank çiftliği için hesaplanan değerler .....	100
Çizelge Ek 1.1	Bazı petrol ürünlerinin özellikleri .....	120
Çizelge Ek 1.2	Bazı petrokimyasalların fiziksel özellikleri.....	121
Çizelge Ek 1.3	Bazı petrol ürünlerinin ASTM distilasyon eğimleri.....	123
Çizelge Ek 1.4	Organik sıvıların buhar basıncı denklemi sabitleri.....	124
Çizelge Ek 1.5	Sabit çatılı tanklar için boyaların güneş soğurma faktörleri.....	126
Çizelge Ek 1.6	Bazı illerin meteorolojik verileri .....	127
Çizelge Ek 1.7	Yüzer tavanlı tanklar için kenar contaları kayıp faktörleri.....	134
Çizelge Ek 1.8	Ortalama yapışma faktörleri.....	135
Çizelge Ek 1.9	Kolonlarla desteklenmiş iç yüzer tavanlı tanklar için tank çapına karşılık gelen kolon sayısı .....	135
Çizelge Ek 1.10	Tavan tesisatları kayıp faktörleri ve tipik tesisat sayıları .....	136
Çizelge Ek 1.11	Dış yüzer tavanlı tanklar için tipik vakum kırıcı ve tavan gideri sayıları ..	137
Çizelge Ek 1.12	Dış yüzer tavanlı tanklar için tipik tavan aygı sayısı.....	138
Çizelge Ek 1.13	İç yüzer tavanlı tanklar için tipik tavan ayağı ve drain vanası sayısı .....	139
Çizelge Ek 1.14	İç yüzer tavanlı tanklarında tipik tavan yapısında tavan birleşimleri uzunluk faktörleri .....	139
Çizelge Ek 1.15	Bazı organik sıvılar için Henry kanunu sabitleri.....	140

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada sıvı kimyasalların depolanması ve elleçlenmesi incelenmiş, bu konu ile ilgilenenlerin tek bir kaynaktan konu ile ilgili temel bilgilere Türkçe ulaşabilmeleri amaçlanmıştır. Çalışmada birçok yabancı literatür taranmış, sektöre yön veren kuruluşların yayınladığı standart ve raporlardan alıntılar yapılmış ve konu ile ilgili örnek çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmanın başından sonuna kadar bana olan güvenini hissettiğim hocam sayın Y.Doç.Dr.Semra Özkan hanımefendiye, maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen dostum Yük.Makine ve Kimya Mühendisi Ali İhsan Ufacık'a, ve aileme çok teşekkür ederim.



## ÖZET

Sıvı kimyasalların depolanması gerektirdiği sorumluluk ve bilgi birikiminden dolayı özel ihtisas gerektiren bir konudur. Rafinerilerde, terminallerde ve kullanıldıkları tesislerde bu ürünlerin muhafazası depolama tankları ile sağlanmaktadır. Tanklar petrol, ara ürünler, arıtılmış ürünler, gazlar, kimyasallar ve su depolanmasında kullanılmakta, ve gereken ihtiyaca göre 200.000 m<sup>3</sup>'lük hacimlere kadar inşa edilmektedir. Bu tankların inşası ve işletilmesi API, NFPA, ASME, EPA, IMO gibi uluslararası kabul görmüş kurumların yayınladığı standart ve kurallar çerçevesinde şekillenmektedir.

Petrol ve petrol ürünlerinin insan yaşamındaki öneminin geçen yüzyılın başında artmasıyla bu ürünlerin depolanmasının önemi artmıştır. Depolama konusunun öneminin artması yalnızca artan tüketim talebi ile olmamış, bunun yanında depolama tanklarının çevreye ve insan yaşamına olan etkilerinin anlaşılması da etkili olmuştur. Bu etkiler meydana gelen kazalar ve büyük yangınlarla yasa uygulayıcılarının ve kamuoyunun ilgisini üzerine toplamış, ve sektörün yaşanabilecek bu tip vakalara karşı daha hazırlıklı olması yönünde itici güç olmuştur. Geçen yüzyılda inşa edilen tanklarda en önemli öncelik yangın tehlikesi olmuş, en güvenli depolama şekli olarak tankların birçoğu yeraltına uygun korozyon koruması yapılmadan kurulmuştur. Güvenli ve kirlenmeden uzak temiz bir çevre bilinci, yanıcı parlayıcı sıvıların depolanmasında büyük değişikliklere yön vermiş, ve yeraltında depolanan sıvıların depolama kriterlerinin sıkılaşmasına, yer üstünde inşa edilen tankların sayısının da artmasına sebep olmuştur.

Bu çalışmada sıvı kimyasalların depolanması ve elleçlenmesi başlığı altında, sıvı kimyasalların depolanmasında kullanılan tanklar, depolama tanklarından çevreye salınan kimyasalların ölçüm metodları ve depolama tankları için büyük öneme sahip yangın tehlikesine karşı kullanılan sistemler irdelenmiş ve konu ile ilgili örnek çalışmalara yer verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Depolama Tankları, Yüzer Tavanlar, Petrol, Terminal, Yangından Korunma, Emisyon, Tanks 4.0, API, NFPA, EPA

## **ABSTRACT**

The storage of bulk liquid chemicals needs well-educated specialists because of required special knowledge and responsibility. Storage of these products at refineries, terminals and end points are achieved by storage tanks. Tanks can be used to store oil, intermediate products, refined products, gases, chemicals and water and can be installed to a volume of 200,000 m<sup>3</sup>. Installation and operations of these tanks are obtained by codes and standards published by organizations that have international approval, like API, NFPA, ASME, EPA and IMO.

At the beginning of the past century, increasing importance of oil and oil products on human life effected the importance of storage facilities. The effects of storage tanks to the environment and the potential fire hazards also increased the importance. The public opinions interest and government attention has rose up with the accidents and fires, and act as a driving force to the industry to take precautions to these hazards. Prior to eighties in the vast majority of cases, there was only one important consideration for the safe storage of chemicals and petroleum products, that being to prevent fires and explosions, and most tank systems were installed without adequate corrosion protection in the safest environment known, underground. The movement towards a safe environment and an environment free from pollution and contamination, has created a tremendous change in the way of flammable and combustible liquids storage. This caused strict underground storage rules, and increasing number of aboveground storage tanks.

In this study under the subject of "storage and handling of liquid chemicals", tanks used for storage of liquid chemicals, estimation procedures of emissions from storage tanks and fire protection systems of storage tanks are examined, and sample studies are included.

**Keywords:** Storage Tanks, Floating Roofs, Oil, Terminal, Fire Protection, Emission, Tanks  
4.0, API, NFPA, EPA

## 1. GİRİŞ

Ağustos 1859'da bir gün Titusville, Pennsylvania'da ilk petrol kuyusu püskürtmeye başladığındaki görünümü düşünecek olursak, petrol gökyüzünde süzülüp tekrar yeryüzüne zevksiz bir yağın halinde boşandığında, çevrede bulunabilecek hiçbir tehlikeli madde uzmanı yoktu. Bu siyah altını kontrol altına alıp depolamanın nasıl yapılacağını anlatan dikkatle ve uzmanlıkla hazırlanmış kitaplar mevcut değildi. Petrol endüstrisinin tarihini anlatan kitabında Daniel Yergin Titusville'deki halkın dünyayı değiştirecek bu ürünü depolamak için leğenlere hücum edip viski fiçılarını yıkadıklarını anlatmaktadır.

Petrol kullanımındaki gelişim firmaların bu enerji kaynağını depolamanın en etkin yollarını aramaya zorladı. Petrol endüstrisinin ilk günlerinde, depolama tankları olarak ahşap fiçılar kullanılmıştır. Fakat bakır ve bakır ürünlerinin kapasite sınırlamaları çabucak anlaşılmasıyla petrol üreticileri ve satıcıları daha uygun ve uzun dönemli çözümler aramaya başlamışlardır.

1800'lerin sonlarında, özel amaçlı petrol ve sıvı kimyasal ürünlerin depolanması için perçinli çelik tanklar kullanılmıştır. İhtiyaç duyulan kapasite birkaç fiçinin ötesinde olduğunda perçinli çelik tanklar yeraltında veya yerüstünde depolamanın standardı haline gelmiştir.

### *Tankların standardizasyonunun başlaması*

Yanıcı parlayıcı sıvıları barındıran tankların standardizasyonu kavramı tank sahipleri, üreticiler, itfaiyeciler ve sigortacılar tarafından büyük ilgi görmüştür.

Sonraları Çelik Tank Enstitüsü (Steel Tank Institute (STI)) olarak anılan çelik tank üreticilerinin bir birliği 1916'da Amerika'da kurulmuştur. Aynı zamanlarda, bir test laboratuvarı olan –Sigortacılar Laboratuvarları (Underwriters Laboratories (UL))- atmosferik çelik depolama tankları için ilk güvenlik standardını hazırlamıştır.

Depolama tankı endüstrisinin gelişimi için kritik bir başka standart UL geliştirmelerinin ardından gelmiştir. Bu standart bir grup tarafından geliştirilmiş ve yangınların sebep olduğu tehlikelerden, itfaiyecilerin ve halkın korunması için endüstrinin görüş birliğini sağlamıştır. Bu standart Ulusal Yangın Sigortacıları Kurulu tarafından (National Board of Fire Underwriters, NBFU) NFBU 30 olarak yayımlanmıştır.

NFBU'nun geliştirdiği kodlar ve standartlar zamanla Ulusal Yangından Korunma Birliği'nin (National Fire Protection Association, NFPA) sorumluluğu haline gelmiş, ve NFPA 30L olarak isimlendirilen depolama sistem standardı geliştirilmiştir. Bugün ilk olarak 1957'de

yayınlanan bu standart NFPA 30 olarak bilinir (Yanıcı Parlayıcı Sıvılar Yönetmeliği). Bugün birçok devlet kuruluşu yasa, tüzük veya yönetmelik vasıtası ile yerel veya bölgesel yetkililere bir uygulama gücü vermek için yönetmelik dokümanı olarak NFPA standardını referans olarak göstermektedir [1].

NFPA'in depolama tankları üzerine çalışmaları, hidrokarbonların çoğu yanıcı veya parlayıcı olduğundan ve güvenli depolama, elleçleme ve yönetim gerektirdiğinden çok önemlidir.

### ***Kentleşme ve endüstrileşmenin etkisi***

Depolama hizmetinin verildiği ilk dönemlerde depolama tankı kapasitesi çok düşük düzeylerdeydi. Hidrokarbonlara olan ihtiyacın artmasıyla ürünün güvenli bir şekilde depolanması, petrol, otomotiv ve ısı endüstrileri için önemli bir gelişim parametresi olmuştur. Kimyasal maddelerin endüstriyel proseslerde kullanımının önemi artınca, tankların sağladığı kapasite ve etkin elleçleme yetersiz gelmeye başlamıştır. Benzin istasyonlarında yerüstü depolama tankları kurulmaya başlanmış ama birçoğu perakende satış noktalarında estetik kaygılardan dolayı yeraltına kurulma fikrini daha cazip bulmuştur. Kent bölgeleri daha kalabalık hale gelmeye başlayıp, araç sayısı artınca, yakıt ve kimyasal depolama için yeraltı tankların popülaritesi daha da artmıştır. Yeraltı tankları yerüstü tanklara göre estetik olarak daha tatminkar olmasının yanında halk-güveliği açısından bakıldığında, yeraltı tanklar araç çarpması veya saçıntı ile sonuçlanabilecek diğer hasar şekillerini ortadan kaldırmıştır [2].

### ***Perçinin yerini kaynağa bırakması***

Çelik tank üretiminin ilk zamanlarında, çeliğin perçin ile birleştirilmesi yaygındı. Çoğu tank bugünün standardına göre küçük, 1100 galonun altındaydı, ancak birkaç tane büyük tank mevcutdu. 1920 ve 1930'lar süresince sızıntıya çok daha az fırsat veren yüksek kaliteli tankların ortaya çıkmasını sağlayan ark kaynağı, perçin prosesinin yerini almıştır.

### ***Depolama tanklarında korozyondan korunma***

Standartlar ayrıca yeraltı depolama tanklarının korozyon kontrolü konusunda da önemli bir rol oynamıştır. 1950'ler süresince kurulan tankların geneli kırmızı kurşun astar ile veya ince asfalt tabanlı boya ile kaplanmaktaydı. Bu kaplamalar atmosferik korozyona karşı etkiliydi, ancak birçok yeraltı ortamında pek kullanışlı değildi. Ne yazık ki, bazı kullanıcılar, 1984'de bu tip tankların yasaklanması için Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansının (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) yetkilendirildiği kongreye kadar, bu korumasız tankları kurmaya devam etmiştir [1].

1960'ların başında yeraltı yanıcı parlayıcı sıvı depolama tankları için düşünülen farklı bir tasarımı test etmek ve geliştirmek için yeni bir malzeme kullanılmıştır. Bu tasarımda tank metalik değil, fiber ile kuvvetlendirilmiş plastikten (fibre-reinforced plastic, FRP) yapılmıştır. Müşteriler bu tasarımın yeraltı çelik depolama tanklarının kaçınılmaz problemi olan korozyondan kaynaklı ürün kaçaklarından kurtulacaklarını ümit ettiler. Bu noktada çevresel kaygılar yeni ürünün gelişiminin devamını engelledi.

Çelik tank üreticileri kendi araştırma gayretleri ile çelik tankları nasıl korozyona karşı dirençli hale getirebilecekleri konusuna odaklandılar. Bu çabalardan biri tankı plastik bir örtü içerisinde kurmak olmuş ve büyük bir petrol firması 1959 da Michigan'da bu sisteme sahip birçok tank kurmuştur. Bir başka çalışma sonucunda çelik tankın ince bir tabaka fiber ile kuvvetlendirilmiş plastik (FKP) ile kaplanması öngörülmüştür. Çelik tank enstitüsü STU-LIFE adında bu konu ile ilgili bir standart yayınlamış, standart aktif olarak 5 yıl kullanılmıştır. Fakat üreticiler bu standardı kullanmayı maliyet ve estetik kaygılardan dolayı durdurmuşlardır. Bunların ardından katodik koruma kavramı geliştirilmiştir. Bu tasarım, dış kabuğun uygun malzeme ile elektrik geçirmez olarak kaplanması, galvanik anotlar ve tankın kendine ait hatlarından elektriksel izolasyonu gibi üç temel unsurdan oluşmaktadır. 1970'lerin sonuna doğru sızdıran yeraltı depolama tanklarına medyanın ilgisinin odaklanması tank endüstrisinin çevrenin korunmasına verdiği önemin artmasını sağlamıştır. Tank bütünlüğünün test edilmesine yönelik çabalar yoğunlaşmasına karşın tank bütünlüğü testi oldukça yeni bir kavramdı ve sınırlı bir hassasiyete sahipti. Büyük sızırmalar kolaylıkla anlaşılmakta ancak küçük mikroskobik sızıntıların tespit edilmesi zor olmaktaydı. Bu gelişmelerden dolayı büyük petrol firmalarının çoğu çıplak çelik tanklarını korumalı teknoloji ile –katodik korumalı çelik ve metalik olmayan FKP- değiştirme yoluna gitmişlerdir [2].

1977'de endüstrinin çoğunluğu sızdıran yeraltı depolama tanklarının farkına varmıştır. NFPA 30 gibi yangın kodları korozyona karşı korumayı buna karşılık gelen bölümlerine eklemişlerdir. Günümüze göre 1970'lerin yangın kodları daha kontrolsüzken, günümüzde NFPA'in, yanıcı parlayıcı sıvı depolama tanklarındaki sızıntıların araştırılması ve belirlenmesi için NFPA 329 adında bir standardı vardır.

### ***İkincil mahfazanın gelişmesi***

1970'lerin başından itibaren bazı tanklar ikincil mahfaza ile kurulmuştur. Ayrıca, bazı tanklar bir ısı bariyeri ile izole edilmişlerdir. Ancak bu on yıl boyunca iki-duvarlı çelik tankların üretimi nadir kalmıştır.

## 2. TANIMLAR

Bu tezin amacına yönelik olarak bazı temel tanımlar aşağıda verilmiştir (NFPA, 1996).

**Kaynama noktası:** Bir sıvının buhar basıncının çevreleyen atmosfer basıncına eşit olduğu sıcaklık derecesidir. Kaynama noktasının belirlenmesi amacı ile, atmosferik basınç 760 mmHg alınır.

**Alevlenme noktası:** Bir sıvının, sıvı yüzeyinin hemen üzerinde veya uygun test prosedüründe kullanılacak haznenin içerisinde, hava ile tutuşturulabilir bir karışım vermesine yetecek kadar buhar açığa çıkardığı minimum sıcaklık derecesidir.

**Buhar basıncı:** Bir sıvı tarafından açığa çıkarılan buharın birim metre kare başına kilogram şeklinde ölçülen, mutlak basıncıdır.

**Reid buhar basıncı (RBB):** Bir sıvının 37,8 °C'daki buhar basıncıdır.

### 2.1 Sıvıların Tanımlanması ve Sınıflandırılması

Bu tez kapsamında ağırlıklı olarak yer alacak sıvılar genel olarak parlayıcı sıvılar veya yanıcı sıvılar olarak adlandırılırlar. Bu sıvıların tanımları ve sınıflandırması NFPA'ya (1996) göre şu şekilde yapılır.

#### 2.1.1 Parlayıcı sıvılar

Kapalı kap alevlenme noktası 37,8 °C altında olan sıvılardır. Parlayıcı sıvılar 1.Sınıf sıvılar olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar:

**1.Sınıf Sıvılar:** Kapalı kap alevlenme noktası 37,8 °C'ın altında olan ve 37,8 °C'daki Reid buhar basıncı 2068,6 mmHg'yi geçmeyen sıvılardır. 1.Sınıf sıvılar daha ayrıntılı olarak şu şekilde sınıflandırılabilirler:

**1A Sınıfı sıvılar:** 22,8 °C'dan daha düşük alevlenme noktasına ve 37,8 °C'dan daha düşük kaynama noktasına sahip olan sıvılardır.

**1B Sınıfı sıvılar:** 22,8 °C'dan daha düşük alevlenme noktasına ve 37,8 °C'dan daha yüksek kaynama noktasına sahip sıvılardır.

**1C Sınıfı sıvılar:** 22,8 °C'a eşit veya üzerinde, fakat 37,8 °C'ın altında alevlenme noktasına sahip sıvılardır.

### 2.1.2 Yanıcı sıvılar

37,8 °C'dan daha yüksek kapalı kap alevlenme noktasına sahip sıvılar şeklinde tanımlanır.

**II. Sınıf Sıvılar:** 37,8 °C'dan daha yüksek ve 60 °C'dan daha düşük alevlenme noktasına sahip sıvılardır.

**IIIA Sınıfı Sıvılar:** 60 °C'dan daha yüksek ve 93 °C'dan daha düşük alevlenme noktasına sahip sıvılardır.

**IIIB Sınıfı Sıvılar:** Alevlenme noktası 93 °C'a eşit veya daha yüksek olan sıvılardır.



### 3. DEPOLAMA TANKLARI

Tanklar yapıları için kullanılacak malzemesi çelik veya onaylanmış yanıcı olmayan materyaller ile, kabul görmüş mühendislik standartlarına göre tasarlanmalı ve inşa edilmelidir. Tank yapısı için kullanılacak malzeme depolanacak sıvı ile uyumlu olmalıdır. Depolanacak sıvının özellikleri ile ilgili herhangi bir şüphe olması durumunda sıvının üreticisi veya tedarikçisinden danışmanlık alınmalıdır.

#### 3.1 Depolama Tanklarının Tipleri

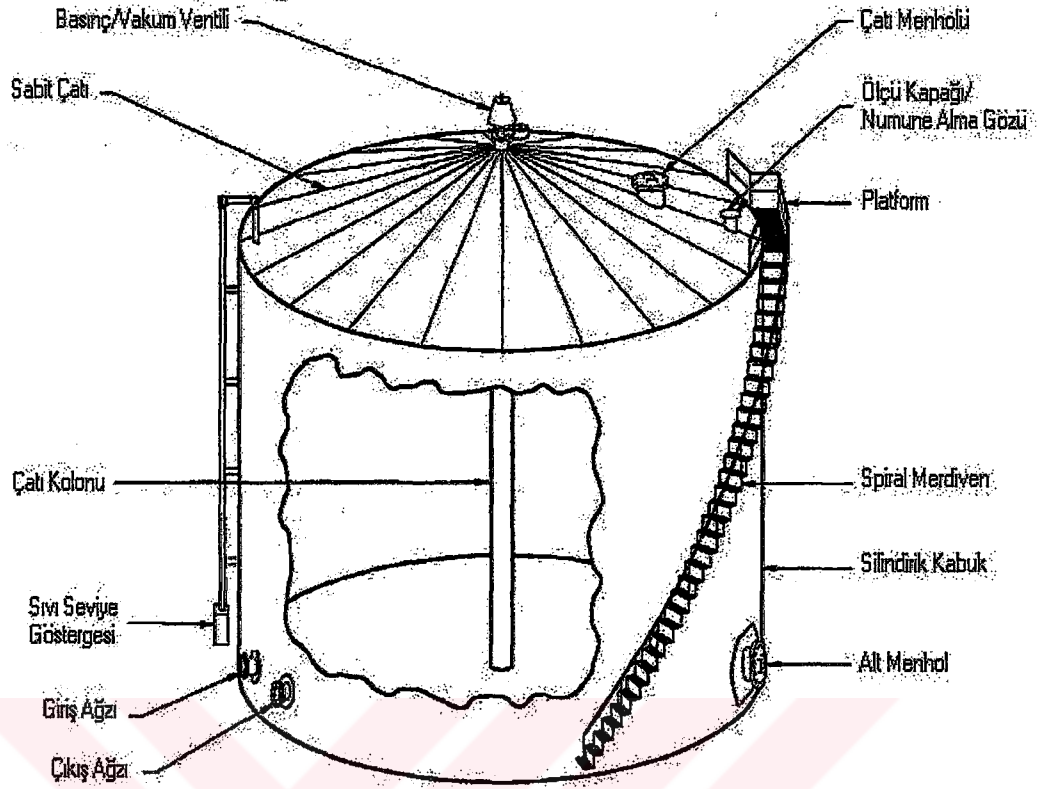
Kimyasal madde depolamak amacı ile yedi tip tank kullanılmaktadır (MRI, 1997).

- Sabit-çatılı tanklar
- Dış yüzer çatılı tanklar
- İç yüzer çatılı tanklar
- Kubbeli dış yüzer çatılı tanklar
- Yatay tanklar
- Basınçlı tanklar
- Değişken buhar hacimli tanklar

İlk dört tank tipi şekil itibari ile silindirik ve ekseni temeline diktir. Bu tankların neredeyse tamamı yerüstü tanklardır. Yatay tanklar (bunların ekseni temeline paraleldir) yerüstü ve yeraltı olarak kullanılabilir. Basınçlı tanklar genellikle yatay yönelimli ve yüksek basınçlarda yapısal bütünlüğü korumak amacıyla “mermi” veya küresel şekilli tasarlanır. Aşağıdaki bölümlerde her tank tipi hakkında ayrıntılı açıklamalar verilmiştir.

##### 3.1.1 Sabit çatılı tanklar

Günümüzde kullanılan tanklar arasında sabit çatılı tanklar inşa edilmesi en ucuz ve uçucu organik kimyasalları depolamak için en az kabul gören ekipmandır. Tipik bir sabit çatılı tank, Şekil 3.1’de görüldüğü gibi silindirik çelik bir kabuk ile bu kabuğa daimi olarak bağlanmış konik veya kubbe şekilli çatıdan oluşmaktadır. Son zamanlarda inşa edilen tankların tamamı kaynaklı yapıda, hem sıvı-sızdırmaz hem de buhar-sızdırmaz olarak tasarlanmıştır. Bunun yanında eski tanklar perçinli veya cıvatalı yapıda olabilir ve bu tanklar buhar sızdırmaz özelliğe sahip olmayabilir. Sabit çatılı tankların üzerine kurulan bir emniyet vanası (basınç-



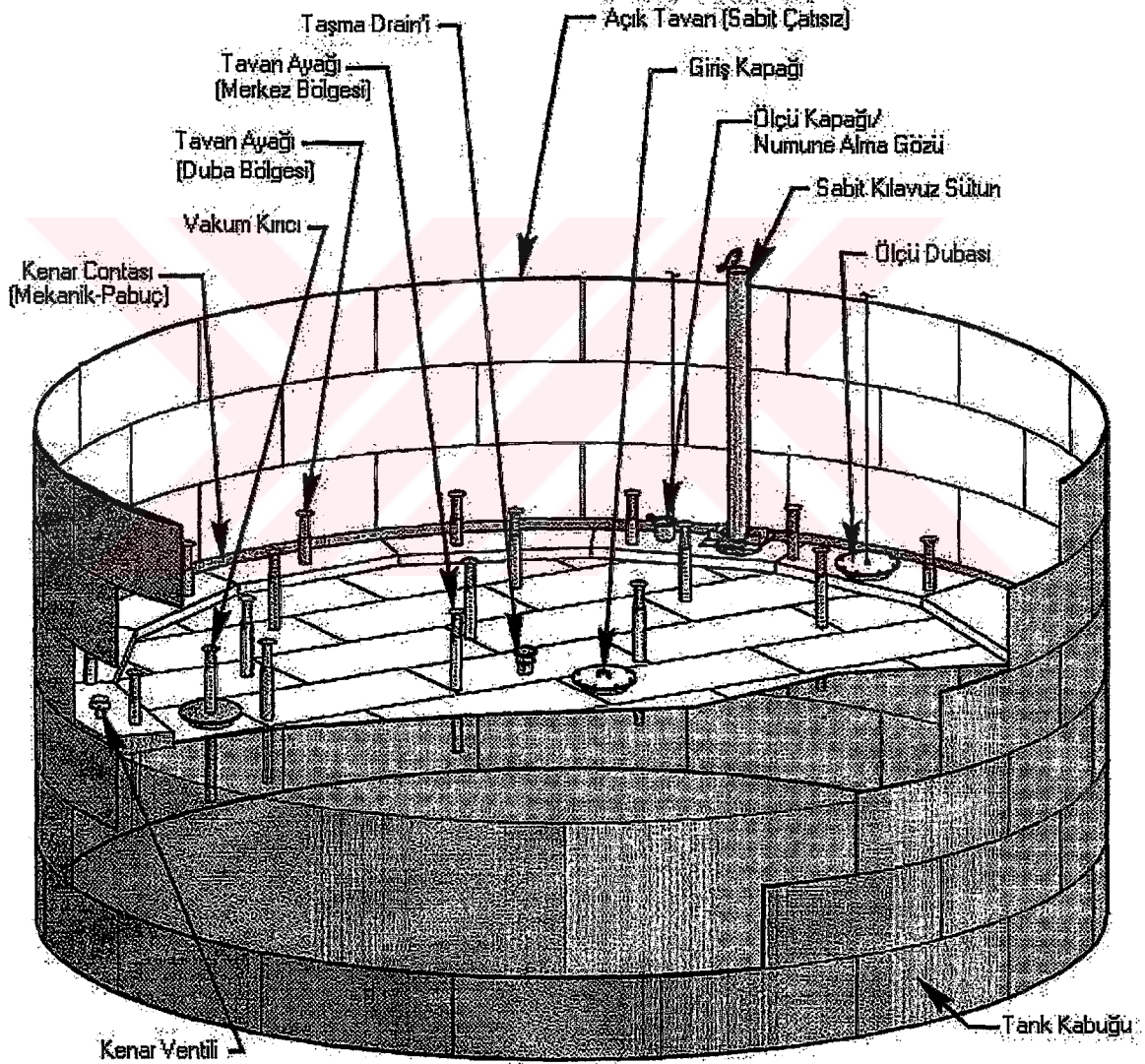
Şekil 3.1 Sabit çatılı tank

vakum ventili), tankın küçük bir basınç veya vakum altında çalışmasını sağlar. Atmosferik basınçlı sabit çatılı tanklarda basınç vakum ventilleri genellikle 0.19 kPa değerine ayarlanır. Bunun amacı bu vanalar vasıtasıyla sıcaklıkta, barometrik basınçta, veya sıvı seviyesindeki sadece küçük değişimler esnasında, sabit çatılı tanklarda olabilecek kayda değer miktardaki emisyonun serbest kalmamasını sağlamaktır (API, 1998). Ölçü kapakları, numune delikleri ve çatı menholleri bu tanklara ulaşım sağlamalarının yanında potansiyel uçucu emisyonu kaynaklarıdır. Basınç vakum ventilleri düşük basınç ayarlamalarında buhar oluşumunda çok zor koruma sağlar (API, 1980).

### 3.1.2 Üzeri açık yüzer tavanlı tanklar

Tipik bir üzeri açık yüzer tavanlı tank (dış yüzer tavanlı tank), depolanan sıvının üzerinde yüzen ve sıvı seviyesi ile alçalıp yükselen bir yüzer tavan ile donatılmış tepesi açık silindirik bir çelik kabuktan oluşmaktadır. Yüzer tavan; tavan gövdesi, tesisatlar ve kenar sızdırmazlık sistemi elemanlarından oluşmaktadır. Yüzer tavan gövdeleri kaynaklanmış çelik plakalar ile inşa edilmektedir ve genel olarak üç tipi vardır: tava (tek döşemeli), duba ve çift döşemeli.

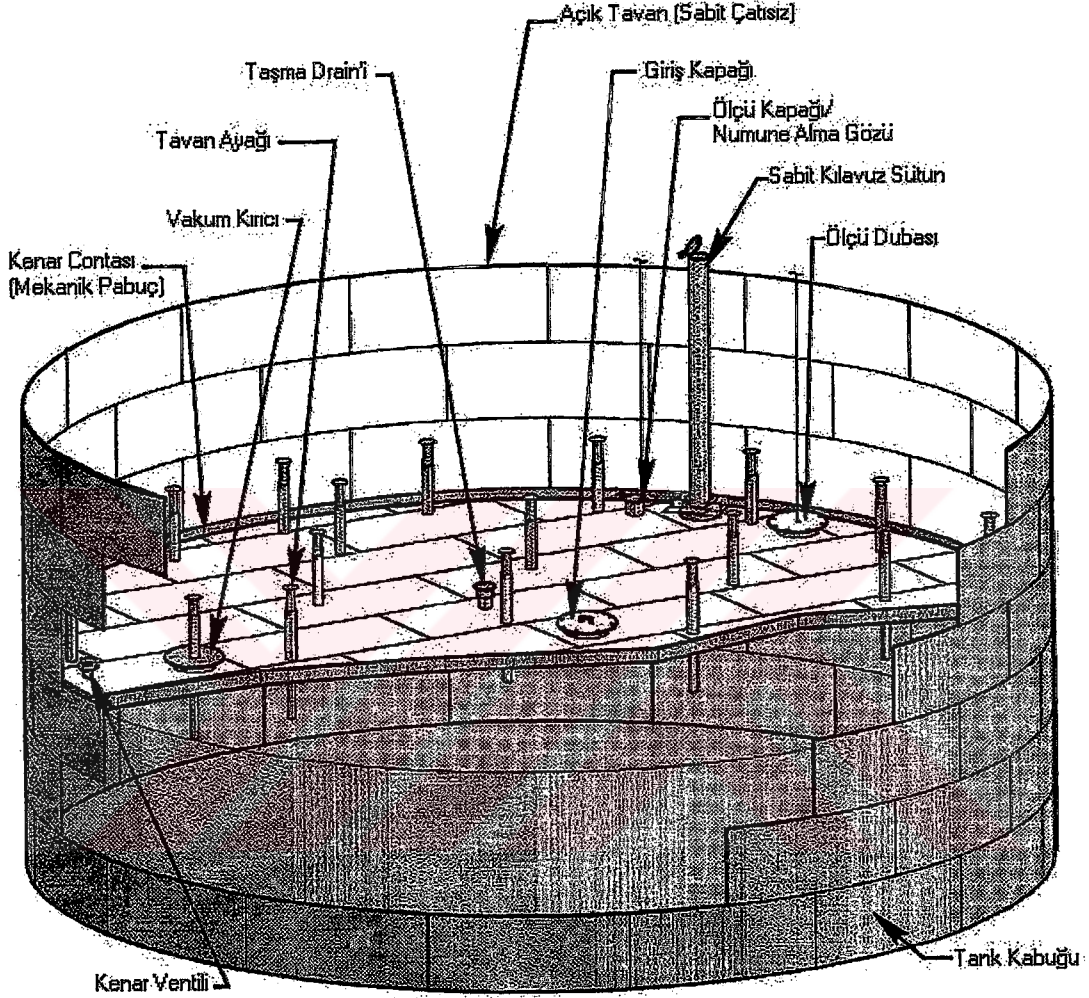
Birçok çeşit tava tipi gövdeler kullanımda olmasına rağmen günümüzde daha çok duba ve çift döşemeli tipi yüzer tavanlara eğilim vardır. En yaygın iki tip üzeri açık yüzer tavanlı tank Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de gösterilmektedir. Üreticiler bu yüzer gövdelerin, tam yüzey teması, yük taşıma kapasitesi, tavan stabilitesi gibi belirli özelliklerini öne çıkarmak için yeniden şekillendirilmiş birçok çeşidini üretmektedirler. Tavan gövdesi ile kabuk arasında kalan halka biçimindeki küçük mesafe hariç sıvı yüzeyi yüzer tavan tarafından kaplanır; tavan gövdesi sıvı ile temas edebilir veya dubalar vasıtasıyla sıvı yüzeyinin hemen yukarısında yüzebilir. Üzeri açık yüzer tavanlı tanklar tavan çevresine bağlanmış kenar sızdırmazlık sistemi ile donatılmıştır ve bu sistem tank iç yüzeyi ile temas halindedir (MRI, 1997).



Şekil 3.2 Üzeri açık yüzer tavanlı tank (dubalı tip) (MRI, 1997)

Tavanın alçalıp yükselmesi ile kenar sızdırmazlık sistemi tank duvarı üzerinde kayma hareketi yapar. Yüzer gövde ayrıca tavanın çalışması ile ilgili özelliklerini korumak amacıyla

içerisinden geçen tesisatlar ile donatılmıştır. Üzeri açık yüzer tavan tasarımının amacı depolanan sıvıdan kaynaklanan buharlaşma kayıplarını, kenar sızdırmazlık sistemi ve tavan gövdesi tesisatlarından kaynaklanan kayıplar, ve tank duvarlarından açığa çıkan sıvı kayıpları ile sınırlandırmaktır.



Şekil 3.3 Üzeri açık yüzer tavanlı tank (çift döşemeli tip) (MRI, 1997)

### 3.1.3 Üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar

Üzeri kapalı yüzer tavanlı bir tank (iç yüzer tavanlı tank) hem sabit bir çatıya hem de içerisinde yüzer bir tavana sahiptir. İki temel tipte üzeri açık yüzer tavanlı tank vardır: sabit çatısı dikey sütunlar ile desteklenen tanklar ve destek sütunları bulunmayan kendinden destekli çatıya sahip tanklar. Baştan üzeri kapalı yüzer tavana sahip olacak şekilde kurulmuş tanklar bahsi geçen ilk tipten, sonradan üzeri kapatılarak yüzer tavanlı tank şekline dönüştürülmüş (dış yüzer tavanlı) tanklar ise tipik olarak kendinden destekli çatıya sahip olan

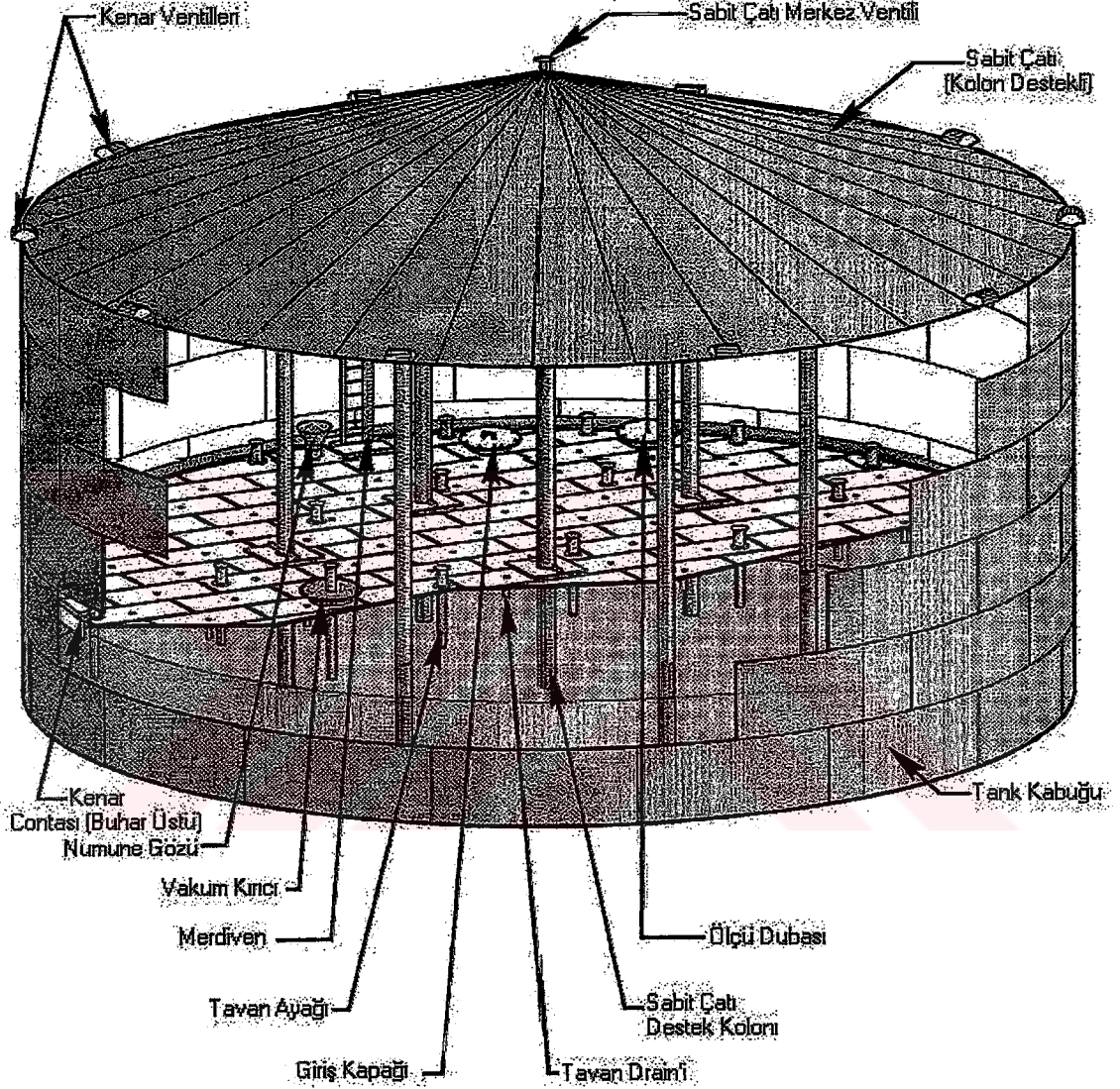
ikinci tiptendir. Yeni inşa edilen üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar her iki tipten de olabilmektedir. Üzeri kapalı yüzer tavanlı bir tankta tavan gövdesi ya doğrudan sıvı yüzeyinde yüzmekte (temas yüzeyli tavan) yada sıvı yüzeyinin birkaç santimetre yukarısında olacak şekilde dubaların üzerinde durmaktadır (temas yüzeysiz tavan). Yüzer tavan sıvı seviyesi ile alçalmakta ve yükselmektedir. Tipik bir üzeri kapalı yüzer tavanlı tank Şekil 3.4'de gösterilmiştir (MRI, 1997).

Temas tipi yüzer tavan gövdeleri: (1) alüminyum petek gövdeye sahip sıvı ile temasta olan birbirine cıvatalanmış alüminyum sandviç paneller; (2) dubalı veya dubasız sıvı ile temasta olacak şekilde yüzen tava tipi çelik gövde ve (3) sıvı ile temas halinde reçine kaplamalı fiberglas ile kuvvetlendirilmiş poliester (FKP) batmaz paneller olabilmektedir. Hali hazırda uçucu organik kimyasalların (UOK) depolanmasında kullanılan temas tipli üzeri kapatılmış yüzer tavan gövdelerinin çoğu tava tipi çelik veya alüminyum sandviç panel tipidir. FKP gövdeler daha az yaygındır. Kullanılan tava tipi çelik tavan gövdeleri ise genellikle kaynak birleşimlidir (MRI, 1997).

Tava tipi temas yüzeyli tavanlarda birkaç çeşit mevcuttur. Tasarım tavan gövdesinin üzerine sızabilecek sıvıyı toparlayabilmesi için toplanma kafaları veya çevre yakınında açık kompartmanlar içerebilmektedir. Alternatif olarak, toplanma kafaları sızdırmaz kompartmanlar oluşturulacak şekilde kapatılabilmekte, veya tavanın tamamı sızdırmaz, çift döşemeli çelik yüzer tavan oluşturacak şekilde kapatılabilmektedir. Genellikle kurulumu kaynak ile yapılmaktadır.

Temas yüzeysiz gövdeler şu an kullanımda olan daha yaygın bir tiptir, ve tipik olarak alüminyum kafes üzerine yayılan alüminyum döşeme sıvı yüzeyi üzerinde tüp şeklindeki alüminyum dubalar üzerinde desteklenmektedir. Temas yüzeysiz yüzer gövdeler için gövde kabuğu tipik olarak yuvarlanmış alüminyum levhalardan yapılmaktadır (ör: yaklaşık 1,5 m genişliğinde ve 0,58 mm kalınlığında). Üst üste binen alüminyum levhalar, iskeletin sertliğini artırmak için dubalara dik olarak yerleştirilmiş cıvatalı alüminyum kenet çubukları vasıtası ile birleştirilmektedir. Tavan gövdesinin kabuğunun bağlantı katmanları metaller üst üste binecek şekilde olabilmekte veya polimerik bir malzeme ile contalanmış da olabilmektedir. Dubalar ve kenet çubukları yüzer tavanın yapısal iskeletini oluştururlar. Temas etmeyen tasarımdaki tavan bağlantı katmanları bir emisyon kaynağıdır. Alüminyum sandviç panel temas tipi iç yüzer tavanlar da bu tasarım özelliğini paylaşmaktadır. Sandviç paneller temassız tavan tipindeki kenet çubuklarına benzer cıvatalı mekanik bağlayıcılar ile bağlanmaktadır. Temas

tipi üzeri açık yüzer çelik tava tipi tavanlar kaynaklı çelik levhalar şeklinde birleştirildiklerinden bağlantı katmanları yoktur. Benzer şekilde reçine kaplamalı, kuvvetlendirilmiş fiberglas panel tavan gövdelerinde görünür bağlantı katmanları yoktur. Paneller üst üste bindirilmiş ve reçine emdirilmiş fiberglas doku şeritleridir (MRI, 1997).



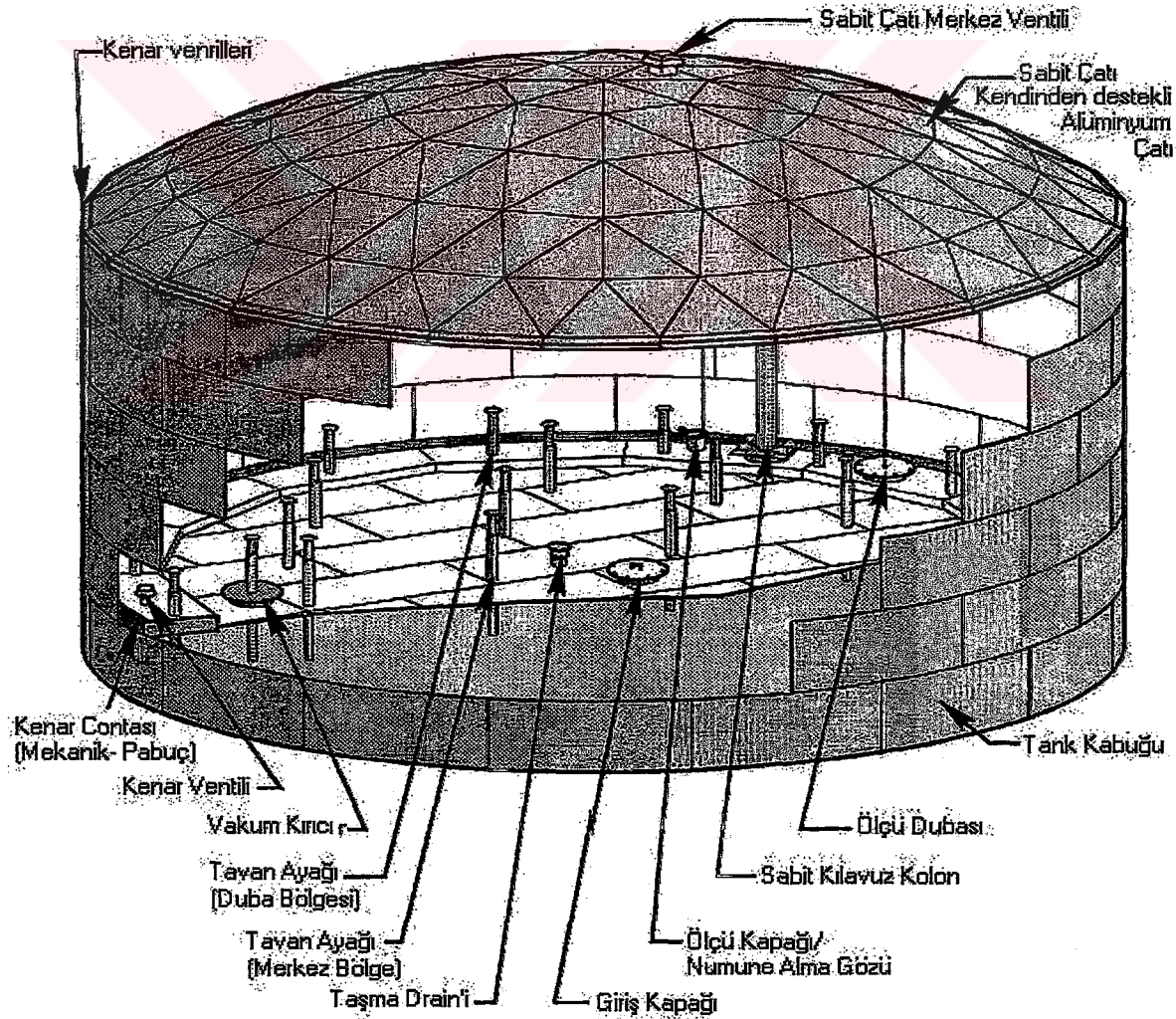
Şekil 3.4 İç yüzer tavanlı tank (MRI, 1997)

Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklarda yüzer tavanlar fiziksel olarak tankın maksimum sıvı depolama kapasitesini düşüren belirli bir hacim kaplamaktadır. Tank tamamen dolu olduğunda, yüzer tavan sabit çatıya ya dokunur yada dokunmak üzeredir. Bu nedenle tankın fiili yüksekliği düşer ve bu da depolama kapasitesini sınırlar. Fiili yükseklikteki düşüş

kullanılan yüzer tavanın tipine ve tasarımına bağlı olarak yaklaşık 0,15 ile 0,6 m arasında değişebilmektedir.

İç yüzer tavanların bütün tipleri, dış yüzer tavanlarda olduğu gibi, yaygın olarak tavan alçalıp yükseldikçe duvar üzerinde kayan çevre sızdırmazlık elemanları ile birleştirilmişlerdir. Bu sızdırmazlık elemanları Bölüm 3.2.2’de ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Kenardaki havalandırma boşlukları ve sabit çatının tepesinde bulunan havalandırma boşluğu, hidrokarbon buharlarının parlama noktasına yaklaşan konsantrasyonlarda birikiminin minimize edilmesi amacıyla konulmuştur. Alev tutucular tankı alev veya patlamadan korumak amacıyla kullanılabilir bir seçenektir. Bunlar kullanıldığında, havalandırma boşlukları kullanılmaz. Tank nefeslendirmesi vakum-basınç ventili ve alev tutucusu ile gerçekleşir (MRI, 1997).

### 3.1.4 Kubbeli çatılı üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar



Şekil 3.5 Kubbeli dış yüzer tavanlı tank (MRI, 1997)

Kubbeli çatılı üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar (kubbeli dış yüzer tavanlı tanklar) genellikle bir dış yüzer tavanlı tankın sabit bir çatı ile donatılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Tipik bir dış yüzer çatılı tank Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

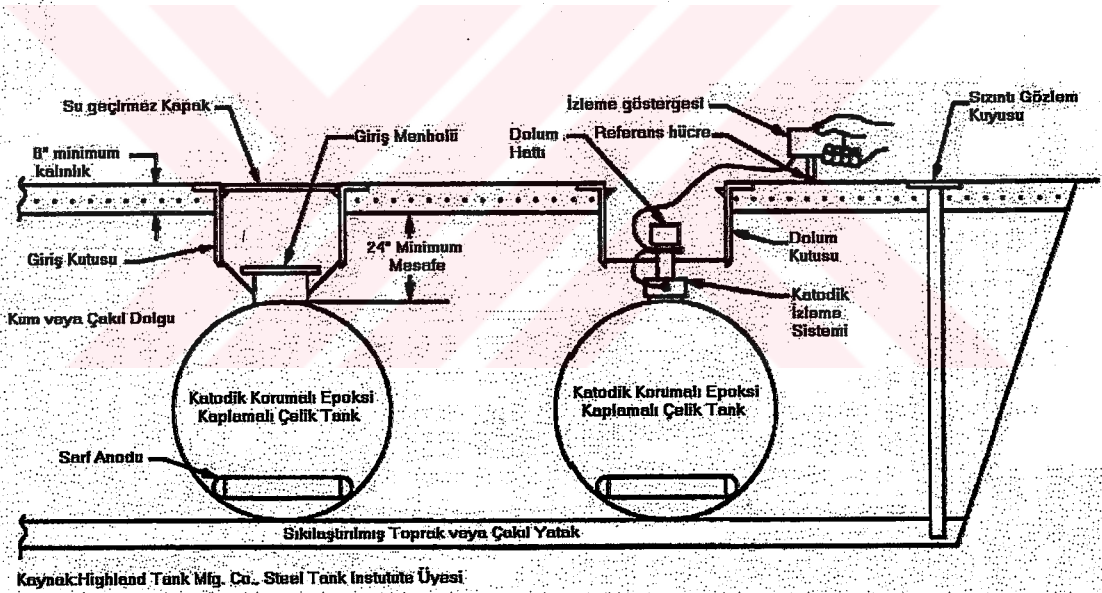
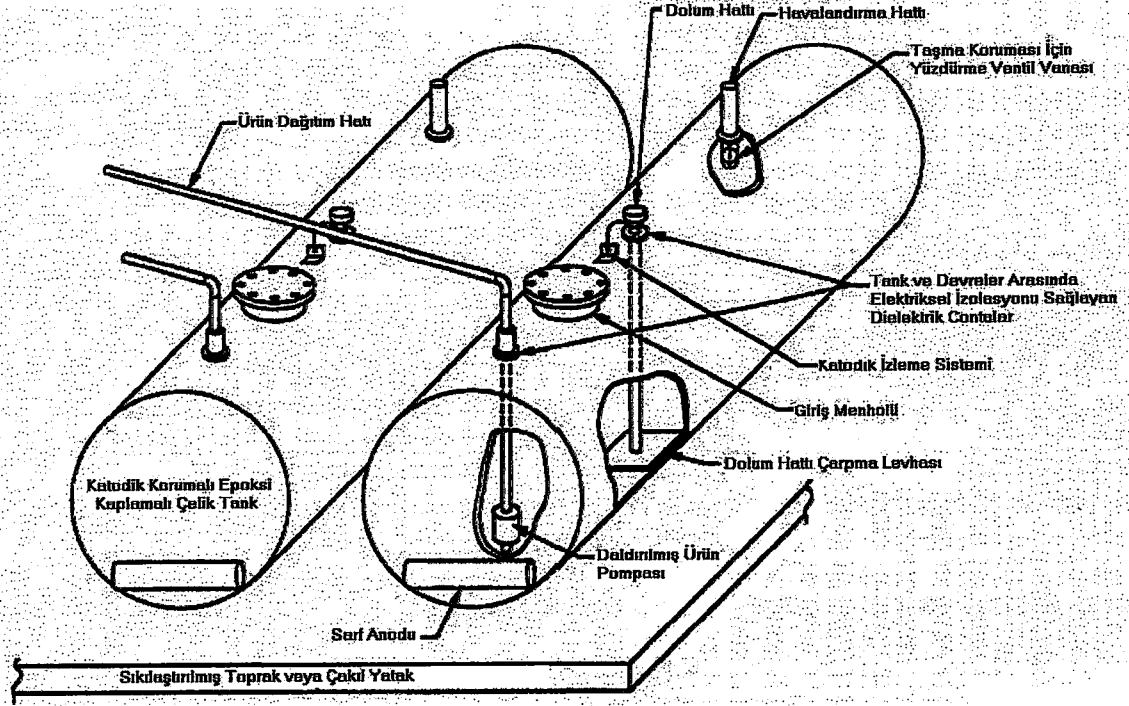
İç yüzer tavanlı tanklarda olduğu gibi sabit çatının fonksiyonu bir buhar bariyeri gibi davranmak değil, rüzgarı bloke etmektir. Sabit çatı genellikle kendinden destekli cıvatalı inşa edilmiş alüminyum kubbe çatı şeklinde kullanılmaktadır. İç yüzer tavanlı tanklara benzer bir şekilde, bu tanklar sabit çatının tepesinde bulunan havalandırma boşluğu vasıtasıyla kendiliğinden havalanır. Tavan gövdesi tesisatları ve çevre sızdırmazlık elemanları dış yüzer tavanlı tanklardakilere temel olarak benzemektedir.

### 3.1.5 Yatay tanklar

Yatay tanklar hem yeraltı hem yerüstü hizmet verecek şekilde inşa edilirler. Şekil 3.6 ve 3.7’de tipik yeraltı ve yerüstü yatay tanklar şematik olarak gösterilmiştir. Yatay tanklar genellikle çelikten, fiberglas satırlı çelikten, veya fiberglas ile kuvvetlendirilmiş poliester malzemelerinden imal edilmektedir. Yatay tanklar yapısal entegrasyonu sağlamak amacı ile uzunluğu çapının altı katını geçmeyecek şekilde inşa edilirler. Yatay tanklar genellikle basınç-vakum ventilleri, basınç kapakları, numune alma gözleri ve tankın içine erişebilmek amacı ile menholler ile donatılmışlardır. Yeraltı tankları tank kabuğunun korozyondan korunması amacı ile katodik korumalı olabilir. Katodik koruma tankın içerisine yerleştirilip bir akım sistemine sokulan anotlar veya tankın içine yerleştirilen galvanik anotlar vasıtası ile sağlanmaktadır.

Yine de, günümüzde çoğu rafine petrol ürününde bulunan korozyon inhibitörlerinden dolayı katodik koruma petrol endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Yerüstü yatay depolama tankları için potansiyel emisyon kaynakları sabit çatılı tanklar ile aynıdır. Yeraltı depolama tanklarından kaynaklanan emisyonlar temel olarak tank içindeki sıvı seviyesinin değişmesinden kaynaklanır. Sıcaklıktan veya barometrik basınç değişimlerinden kaynaklanan kayıplar yeraltı tanklarında minimal düzeydedir, çünkü tankı çevreleyen zemin sıcaklık değişimini sınırlı tutar ve barometrik basınç değişimleri sadece küçük kayıplarla sonuçlanır (MRI, 1997).

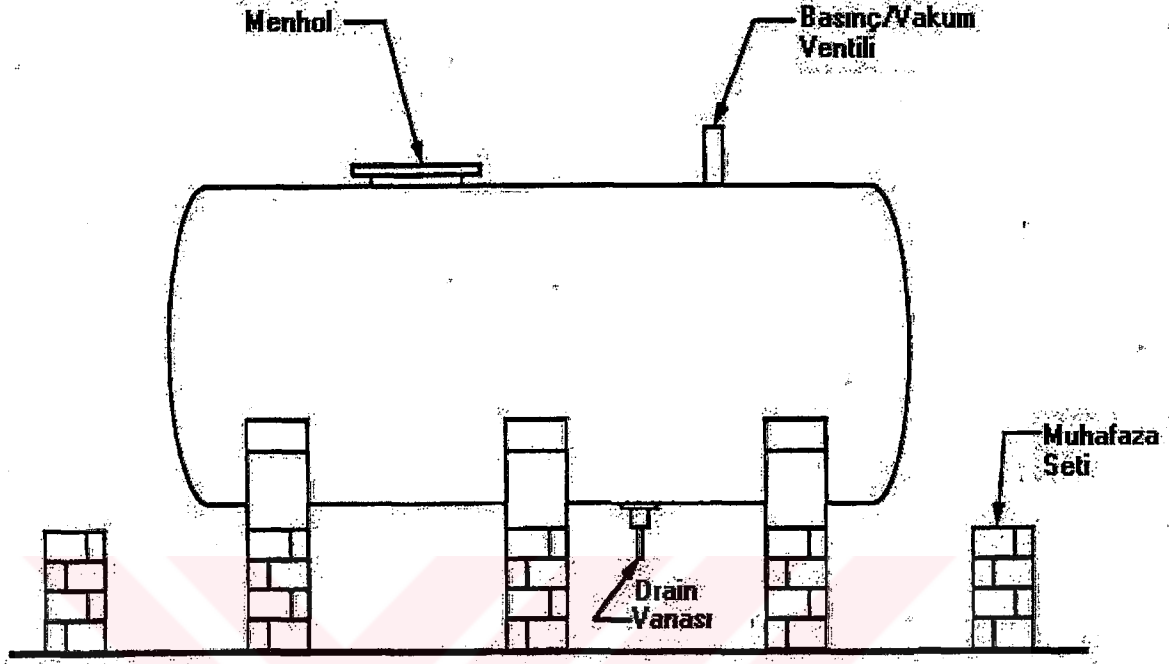


Şekil 3.6 Tipik yeraltı depolama tankları (MRI, 1997)

### 3.1.6 Basıncılı tanklar

Genel kullanım için iki sınıf basınçlı tank mevcuttur: düşük basınç (2,5 den 15 psig'a kadar) tankları ve yüksek basınç (15 psig'den büyük) tankları. Genellikle yüksek buhar basıncına sahip organik sıvıların ve gazların depolanması için kullanılan basınçlı tanklar, tankın çalışma basıncına bağlı olarak birçok ebat ve şekilde bulunur. Basınçlı tanklar kaynamadan kaynaklanan ventilasyon ve günlük sıcaklık veya barometrik basınç değişimlerinden

kaynaklanan kayıplardan korunmak için bir basınç vakum ventili ile donatılmışlardır (MRI, 1997).



Şekil 3.7 Tipik yerüstü yatay tank

### 3.1.7 Değişken buhar hacimli tanklar

Değişken buhar hacimli tanklar, sıcaklık ve barometrik basınç değişimlerinden kaynaklanacak buhar hacmi değişimlerini toparlamak amacı ile genişlemeli buhar hazneleri ile donatılmışlardır. Bununla birlikte değişken buhar hacimli tanklar kimi zaman bağımsız olarak da kullanılırlar, normalde bu tanklar sabit çatılı bir veya daha fazla tankın buhar hacmine bağlanmışlardır. Değişken buhar hacimli tankların yaygın kullanılan iki tipi asansör çatılı tanklar ve esnek diyaframlı tanklardır.

Asansör çatılı tanklar, ana tankın içine gevşek bir şekilde geçen bir çatıya sahiptir. Çatı ve duvar arasındaki boşluk ya içi sıvı ile doldurulmuş ıslak bir conta ile veya esnek kaplamalı bir doku kullanılan bir kuru conta ile kapatılır.

Esnek diyafram tanklarda genişleme hacmini karşılamak için esnek membranlar kullanır. Bu tip tanklar ayrı gaz tutucu birimlere sahip veya bütünleşik üzeri sabit bir çatı ile kapatılmış tanklar şeklinde olabilmektedir.

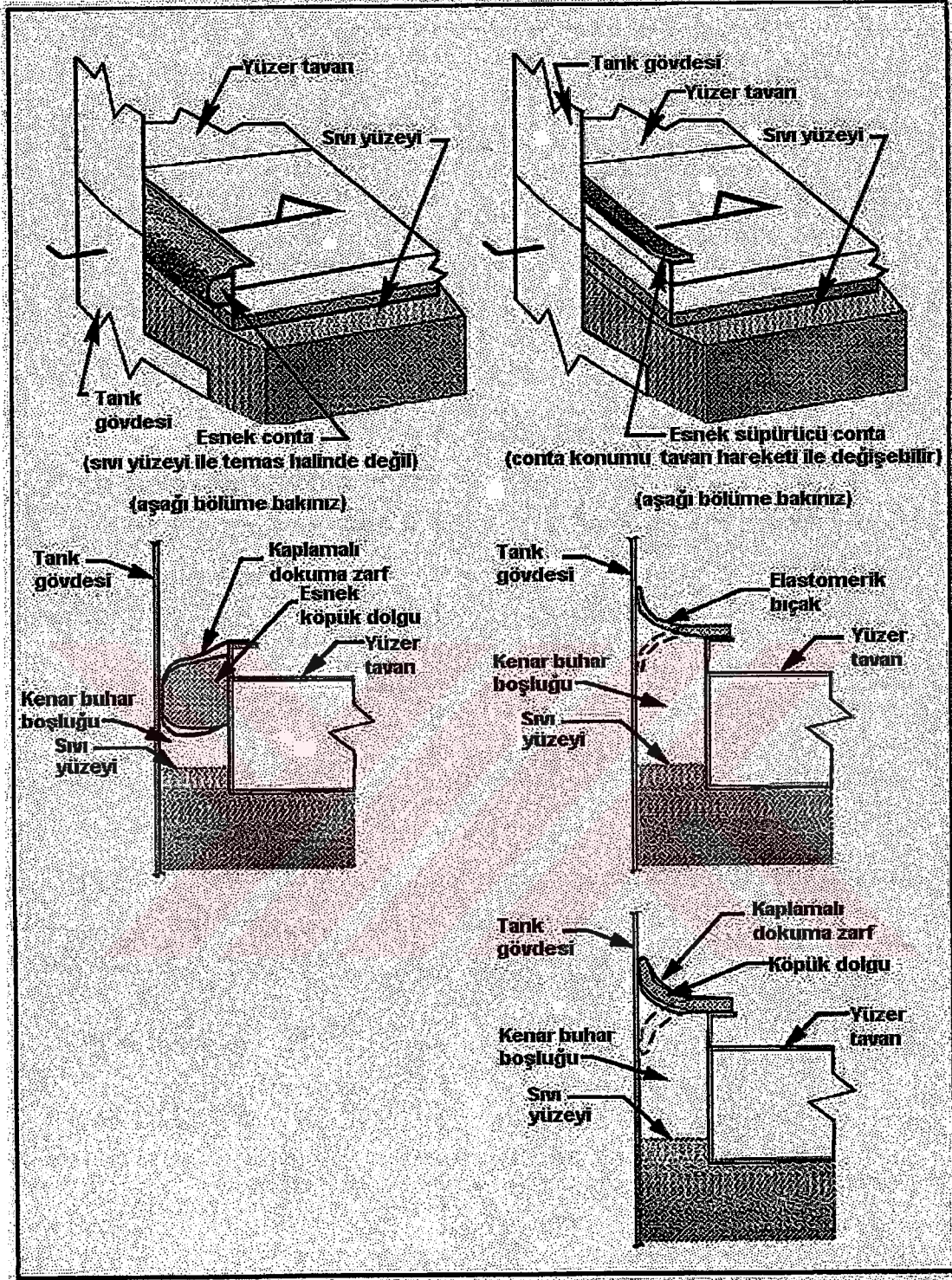
Değişken buhar hacimli tanklardaki kayıplar, buharın sıvı tarafından itildiği tank dolumu süresince gerçekleşmektedir. Buhar kaybı yalnızca tankın buhar depolama kapasitesi aşıldığında oluşmaktadır.

## **3.2 Yüzer Tavanların Sızdırmazlık Elemanı Tipleri**

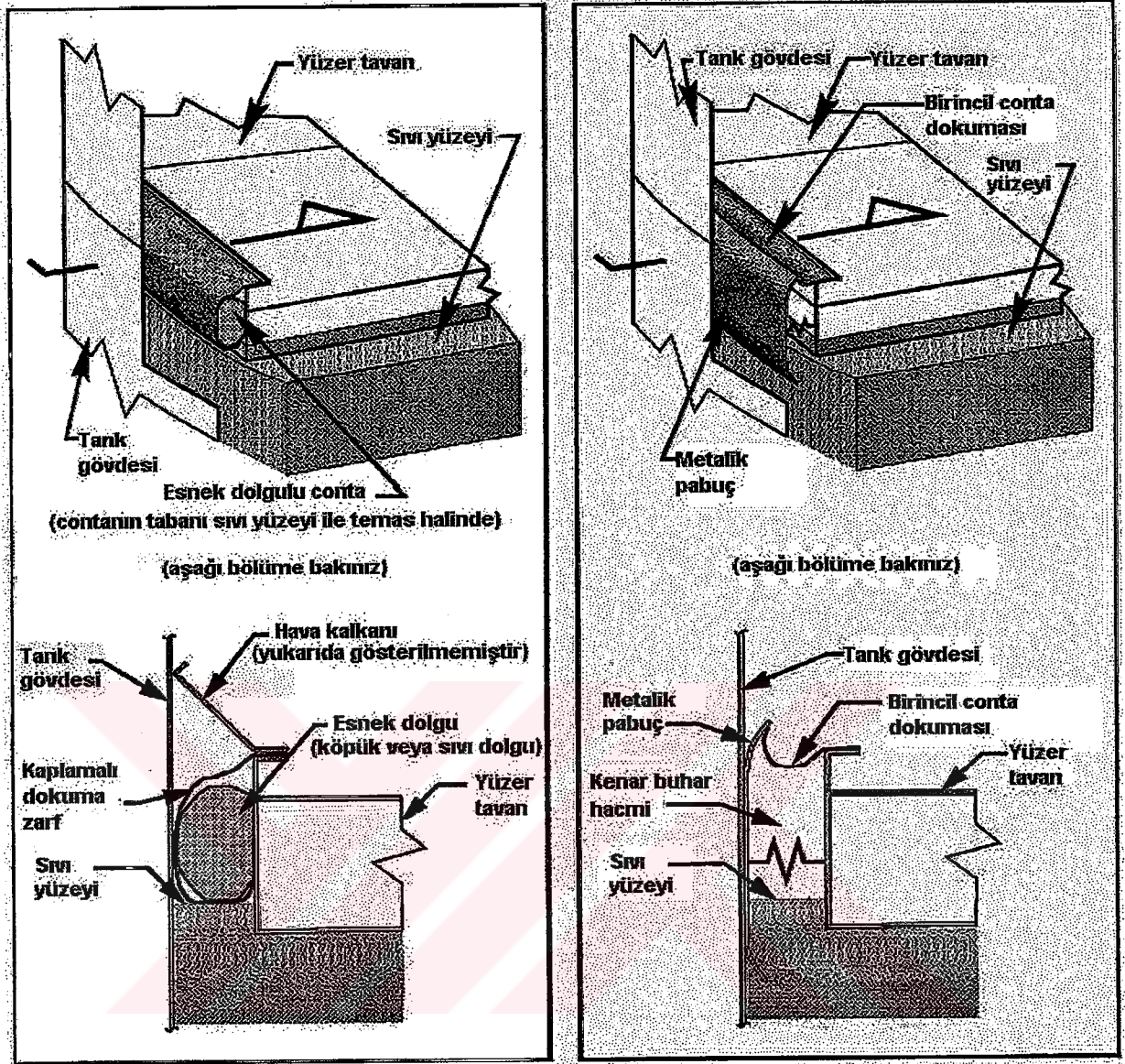
### **3.2.1 Dış ve kubbeli dış yüzer tavan kenar contaları**

Tank tasarımından bağımsız olarak yüzer bir tavan, tank duvarı ile tavan gövdesinin çevresi arasındaki boşluğu sızdırmaz bir şekilde kapatmak için bir araca ihtiyaç duyar. İkili conta sistemi kullanıldığında, birincil kenar contası organik sıvılara uygun birçok malzemeden üretilir. (1) mekanik (metalik) pabuç tipi contalar, (2) sıvı doldurulmuş contalar, ve (3) esnek köpük-doldurulmuş (buhar veya sıvı üzerine oturmuş olabilirler) contalar dış yüzer tavan kenar boşluk contaları için mevcut temel tasarımlardır. Şekil 3.8 ve 3.9 bu üç genel tip contaları resmetmektedir.

Conta sistemi tasarımında önemli bir kriter, contanın sıvıya karşı nasıl yerleştirileceğinin belirlenmesidir. Şekil 3.8'de sıvı yüzeyi ve kenar contası arasında bir boşluk olduğu görülmekte iken, Şekil 3.9'da contalar sıvı yüzeyine oturmaktadır. Bu sıvı doldurulmuş ve esnek köpük doldurulmuş contalar, buldukları konuma bağlı olarak sıvı veya buhar üzerine oturmuş kenar contaları şeklinde sınıflandırılmaktadırlar. Mekanik pabuç sızdırmazlık elemanları, sıvı doldurulmuş veya esnek köpük doldurulmuş contalardan farklı tasarımdadır, sıvı veya buhar üzerine oturmuş şekilde tanımlanamazlar. Buna rağmen, pabuç ve zarf birleşimi sıvı üzerindeki halka şeklinde buhar hacmi ile atmosfer arasındaki teması engellediğinden (Şekil 3.9) mekanik pabuç sızdırmazlık elemanlarının emisyon oranları, sıvı destekli kenar contasına buhar destekli kenar contasından daha yakındır (MRI, 1997).



Şekil 3.8 Buhar üstü birincil contalar (MRI, 1997)



Şekil 3.9 Sıvı üstü ve mekanik pabuç tipi birincil contalar (MRI, 1997)

### 3.2.1.1 Mekanik pabuç sızdırmazlık elemanları

Mekanik pabuç sızdırmazlık elemanları (Şekil 3.9), dikey tank duvarına dayanmış metalik bir levha ile karakterize edilirler. Pabuç yükseklikleri tipik olarak 75 cm'den 130 cm'ye kadar değişen aralıktadır. Pabuç yüzer tavana desteklenerek eklenmiş ve duvara yaylar veya ağırlıklandırılmış kaldıraçlar vasıtası ile sıkı bir şekilde dayandırılmıştır. Kaplamalı esnek bir dokuma (zarf) pabuçtan yüzer tavana doğru, tavan ve pabuç arasında kalan halka şeklindeki boşluğun üzerine bir bariyer oluşturacak şekilde kapatılmıştır (MRI, 1997).

### 3.2.1.2 Sıvı doldurulmuş contalar

Sıvı doldurulmuş kenar contası (Şekil 3.9) sıvı ile doldurulmuş sert dokuma bir bant veya

zarftan oluşabilir, veya 25-30 cm çapında sıvı ile doldurulmuş ve sert dokuma bir sürtünme bandı ile kaplanmış esnek polimerik bir tüpten oluşabilir. Sıvı, yaygın olarak bir petrol distilatı veya tüpün patlaması durumunda depolanan ürünü kirletmeyecek başka bir sıvıdır. Sıvıyla doldurulmuş çevre contaları, contanın altında hiç buhar hacmi kalmayacak şekilde sıvı üzerine oturtulur (MRI, 1997).

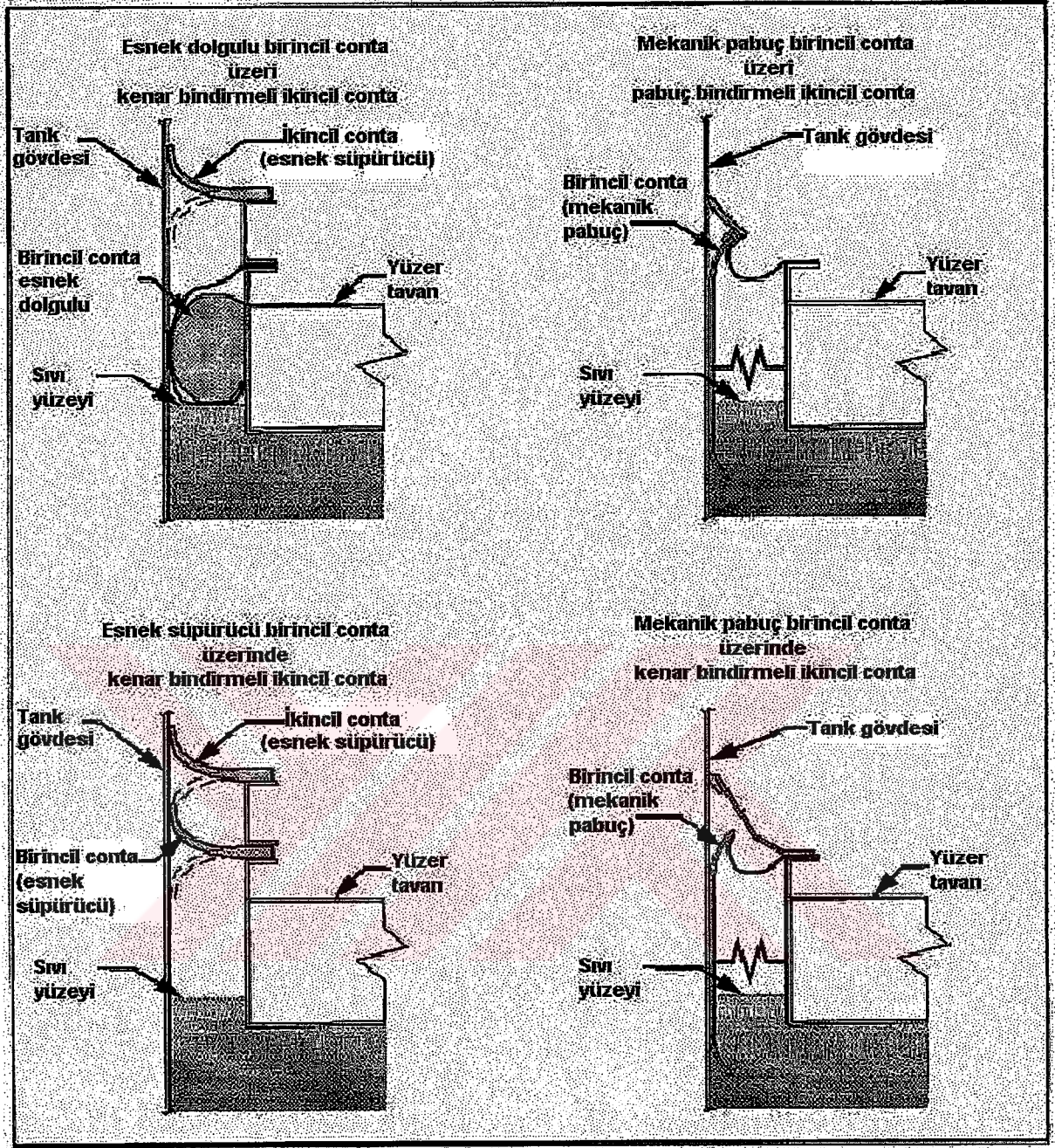
### 3.2.1.3 Esnek köpük doldurulmuş contalar

Esnek köpük doldurulmuş çevre contaları, sıvı doldurulmuş contalar ile benzerdir, yalnızca sıvı yerine esnek köpük kütük kullanılmıştır. Köpük kütüğün esnekliği, contanın kendisini tank kabuğundaki küçük kusursuzluklara adapte etmesini sağlar. Köpük kütük sıvı yüzeyinin üzerinde veya sıvı yüzeyi üzerine oturmuş olabilir. Bu iki tip conta sırasıyla Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da gösterilmiştir (MRI, 1997).

### 3.2.1.4 Dış yüzer tavanlar üzerindeki ikincil contalar

Yüzer bir tavanın ikincil contası yüzer tavanın çevresi üzerine oturmuş ve tank duvarına kadar uzanan birincil contanın tamamını kapatan sürekli bir contadan oluşur. İkincil contalar normalde esnek polimerik maddelerden imal edilmektedir. Şekil 3.10'da birincil ve ikincil conta sistemleri gösterilmektedir. Alternatif bir ikincil conta tasarımı, tavan ve tank duvarı arasındaki boşluğu köprüleyen çelik bir levhayı içermektedir. Levha polimerik süpürücüyi tank duvarına karşı tutmak için kullanılan bir sıkıştırma plakası gibi davranır.

Birincil contanın yukarısında yer alan ikincil sızdırmalık elemanı, birincil conta ile duvar arasındaki küçük buhar hacminden ve herhangi bir açıklıktan, veya metal pabuç contanın zarfı içerisindeki yırtılma veya açıklıklardan ortaya çıkacak uçucu kimyasal bileşik emisyonu için bir bariyer sağlamaktadır (Şekil 3.10). Bunun yanında Şekil 3.10'da gösterilmeyen bir ikincil conta ilerleyen bölümde anlatılacağı gibi bir hava kalkanı ile birleşik halde kullanılabilir. Bir diğer tip ikincil conta pabuç bindirmeli ikincil contadır. Pabuç bindirmeli conta pabucun tepesinden tank duvarına doğru uzanır (Şekil 3.10). Bu contalar zarf içerisinde UOK sızıntısına karşı koruma sağlamaz. Zarftaki delikler, boşluklar, yırtıklar veya diğer kusurlar zarfın içerisindeki doymuş buhar ile atmosfer arasındaki direkt değişime sebep olabilir. Rüzgar zarf kusurlarından içeri bu boşluğa girer, dairesel bir yol boyunca akarak, UOK buharları ile tamamen veya neredeyse doymuş bir şekilde çıkabilir (MRI, 1997).



Şekil 3.10 İkincil kenar contaları (MRI, 1997)

### 3.2.1.5 Hava kalkanı

Tipik olarak, hava kalkanı yüzer tavadan tank duvarına doğru yerleştirilmiş ve bu mesafenin üzerini kapatmak için ayarlanmış ince metal plakalardan oluşur (Şekil 3.9). Hava kalkanı, tasarımının tabiatı itibarıyla, etkin bir buhar bariyeri değildir. Bu sebepten dolayı, ikinci sızdırmazlık elemanlarından ayrılır. Bununla beraber bu iki alet kavram olarak birbirlerine benzerler ancak farklı amaçlar için tasarlanırlar ve farklı şeyleri korurlar (MRI, 1997).

### 3.2.2 İç yüzer tavan kenar contaları

İç yüzer tavanlar tipik olarak bir veya iki tip esnek, ürüne karşı dirençli conta içerir: esnek köpük-doldurulmuş contalar ve süpürücü contalar. Dış yüzer tavanlarda kullanılanlara benzer olarak, her iki conta da buharlaşma kayıplarını azaltmak için yüzer tavanın kenarı ile tank kabuğu arasındaki halka şeklindeki buhar boşluğunu kapatırlar. Bu contalar tank kabuğundaki küçük düzensizlikleri karşılamak ve tavanın tank içerisinde sıkışmadan, aşağı yukarı rahatça hareket etmesine izin verecek şekilde tasarlanırlar (MRI, 1997).

#### 3.2.2.1 Esnek köpük doldurulmuş contalar

İç yüzer tavanlarda kullanılan esnek köpük doldurulmuş bir conta Bölüm 3.2.1.3'de dış yüzer tavanlar için tanımlanan tasarımla benzerdir. Esnek köpük doldurulmuş contalar Şekil 3.8 ve 3.9'da gösterilmiştir. Bu contalar sıvı yüzeyi ile temas edecek şekilde veya sıvı yüzeyinden birkaç santimetre yukarıda kalacak şekilde yerleştirilebilir.

Esnek köpük doldurulmuş bir conta, değişen halka boşluk genişliğine adapte olurken tank duvarı ile teması korumak için esnek malzemenin genişleyip daralması sayesinde çalışır. Bu contalar kaplamalı bir doku ile kapsüllenmiş açık hücreli bir özden oluşur. Köpük özünün elastikiyeti, dokuyu tank duvarı ile temasa zorlar. Contalar tavan çevresindeki bir yuvaya oturtulmuştur ve tavanın etrafında dairesel bir şekildedir. Poliüretan kaplamalı naylon doku ve poliüretan köpük yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Emisyon kontrolü için yuva ve radyal conta birleşimlerinin buhar geçirmez olması ve contanın tank duvarı ile tam bir temas içerisinde olması önemlidir (MRI, 1997).

#### 3.2.2.2 Silici contalar

Silici contalar iç yüzer tavanlı tanklarda birincil kenar contaları olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu contalar Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

Silici contalar, genellikle tavan kenarındaki bir destek üzerine bağlanıp halka şeklindeki boşluğu kapatacak biçimde tank gövdesi üzerine temas eden, esnek malzemenin yapılmış halka şeklinde bir bıçaktan ibarettir. Conta yerleşimi öyle yapılmıştır ki bıçak esnektir ve onun elastikliği tank kabuğu üzerine doğru bir sızdırmazlık basıncı oluşturur. Bu tip buhar-üzeri contalarda: sıvı stoğu ile contanın altı arasında bir buhar boşluğu bulunur. Emisyon kontrolü için, conta yerleşimi buhar geçirmez olmalıdır ve bıçak tank kabuğu ile tam bir temas halinde olmalıdır.

Silicilerin üretiminde yaygın olarak üç tip malzeme kullanılır. Bunlardan biri uca doğru

incelen elastomerik bir malzemedir. Kauçuk yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. İkinci tip silici conta ise kaplamalı bir doku ile sarılmış köpük özlü bir malzemedir. Naylon doku üzerine poliüretan ve poliüretan köpük yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Doku bir buhar bariyeri oluşturup yüzeyi çekerken içindeki öz esneklik ve destek sağlar. Üçüncü tip silici conta da, conta malzemesinin üst üste binen katmanlarından oluşur. Katmanlı tip contalar daha önce bahsi geçen süpürücü contalardan sürekli bir buhar bariyeri oluşturmaması ile ayrılır (MRI, 1997).

### **3.2.2.3 İç yüzer tavanlı tanklar için ikincil contalar**

İkincil contalar birincil conta tarafından meydana gelebilecek buharlaşma kaybı üzerine ilave buhar kaybı kontrolü sağlamak amacıyla kullanılır. İkincil conta Şekil 3.10'da gösterildiği gibi uzatılmış dikey bir kenar plakası üzerine bindirilir. İkincil contalar esnek köpük doldurulmuş bir zarf veya Bölüm 3.2.2.1 ve 3.2.2.2'de sırasıyla anlatıldığı gibi elastomerik bir silici olabilir. Verilen bir çatı tasarımı için, tank kabuğu ile temas korunmak zorunda olduğundan ve contanın tank tamamen doldurulduğunda iç yüzer tavanlı tankların sabit çatı kırımları ile karışmasından korunmak için ikincil conta tankın çalışma kapasitesini sınırlar bu nedenle ikincil conta iç yüzer çatılı tanklarda yaygın olarak kullanılmaz (MRI, 1997).

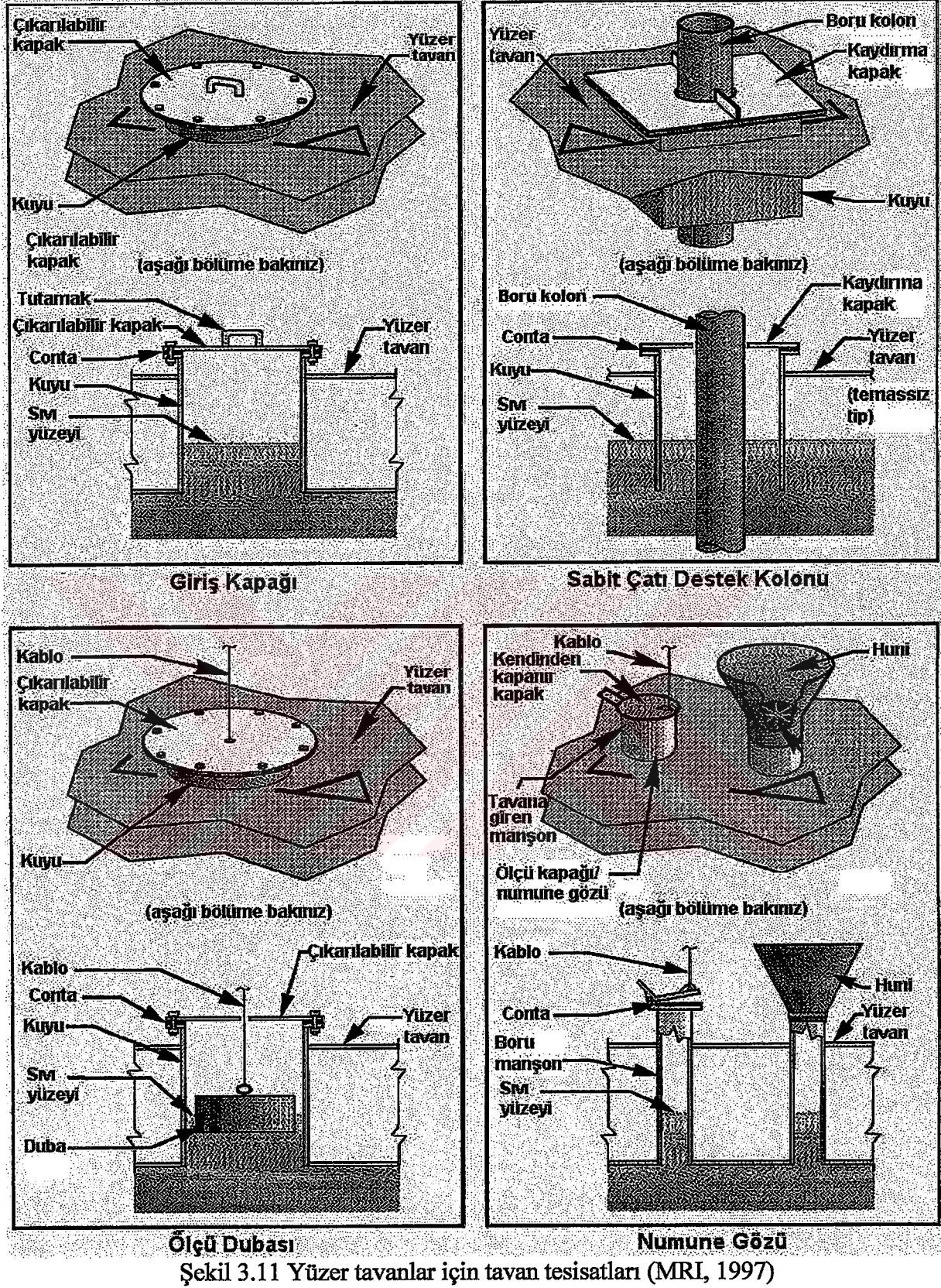
## **3.3 Yüzer Tavanlı Tank Tesisatları**

### **3.3.1 Dış ve kubbeli dış yüzer tavan tesisatları**

Bir dış yüzer tavana birçok tesisat takılabilmektedir. Bu tesisatlar yapısal destek bileşenlerini barındırabilir veya operasyonel fonksiyonlara yardımcı olabilir. Bu tesisatlar tavana nüfuz etmek durumunda olduklarından her biri birer emisyon kaynağı olabilir. Tavana takılmadan kullanılan diğer tesisatlar emisyon kaynağı sayılamazlar. Buhar kayıpları ile ilgili en yaygın tesisatlar takip eden bölümde açıklanmıştır (MRI, 1997).

#### **3.3.1.1 Giriş kapağı**

Giriş kapağı tavanın içine doğru bir açıklık ve tavan üzerinde dikine çok kısa bir kuyu oluşturan silindirik bir çıkıntıya ve bu açıklığı Şekil 3.11'de görüldüğü gibi kapatmaya yarayan çıkarılabilir bir kapaktan oluşur. Giriş kapağı tipik olarak bakım ve onarım için çalışanların ve malzemelerin geçişine izin verecek şekilde boyutlandırılır. Kapak doğrudan kuyunun üzerine oturabilir, veya buharlaşmadan kaynaklanacak kayıpları azaltmak için contalı bir bağlantı da kullanılabilir. Kapağı kuyuya civatalar ile tutturmak kayıpları azaltır (MRI, 1997).



### 3.3.1.2 Yüzdürme ölçü kuyuları

Yüzdürme ölçüler tank içerisindeki stok yüksekliğini göstermek için kullanılır. Bunlar genellikle tavan içerisine doğru giren bir kuyu içerisindeki şamandıralardan oluşur. Şamandıra

bir kılavuz deliği içerisinde geçen ve tank dışından bir ölçümün okunmasına imkan veren bir şeride bağlanmıştır. Şamandıra kuyu içerisinde sıvı yüzeyine oturur. Buhar kayıpları kapak ile kuyu arasının contayla kapatılarak civatalanması ile azaltılır. Temas etmeyen tavan tiplerinde kuyu, sıvı stoğu içerisine doğru uzanır (MRI, 1997).

### **3.3.1.3 Ölçü kapağı/numune alma gözü**

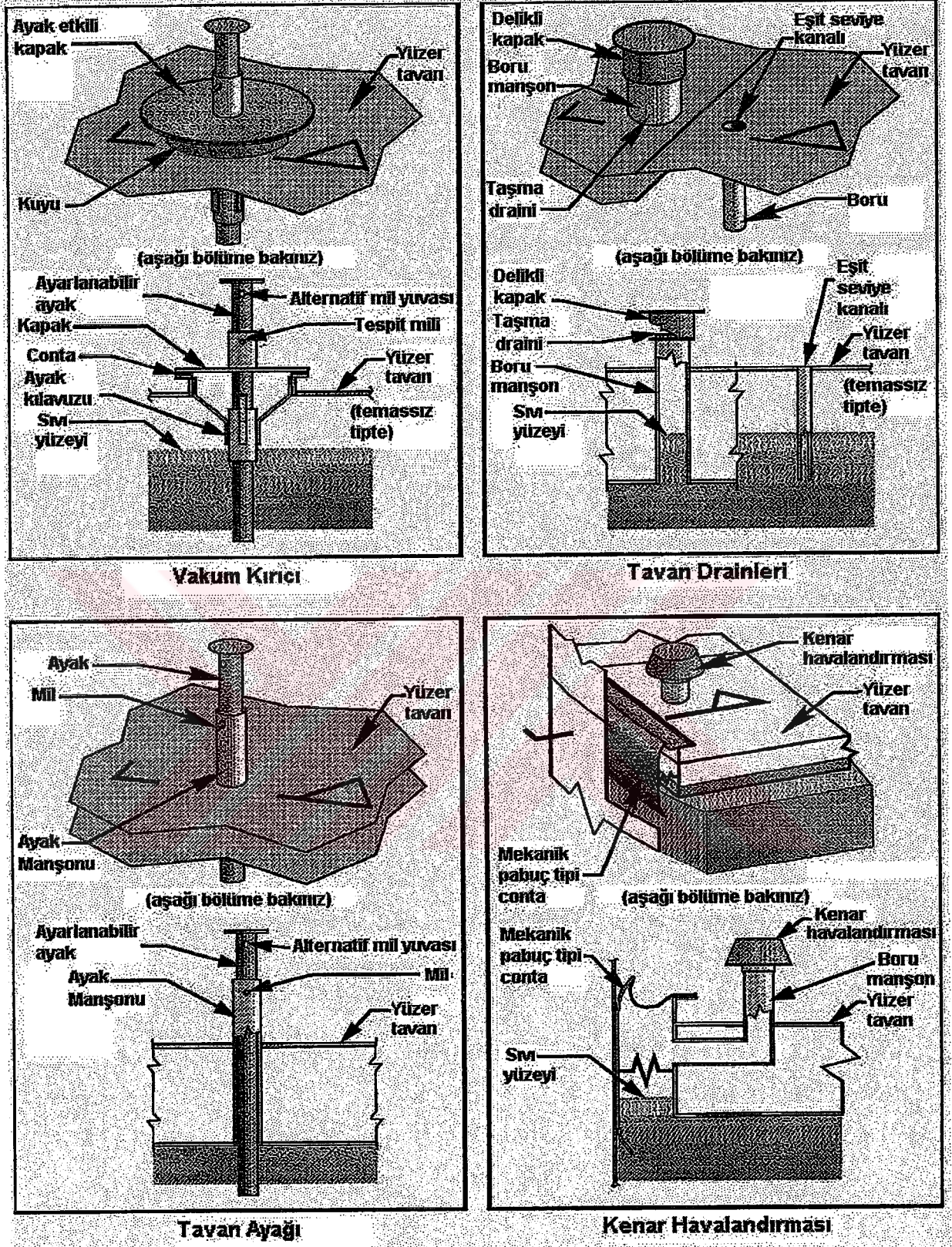
Ölçü kapağı ve numune alma gözü, sıvı stoğundan el ölçüsü veya tanktan numune almak için kullanılır. Bir ölçü kapağı/numune alma gözü Şekil 3.11'de görüldüğü gibi tavan içerisine giren bir boru ve kendinden kapanan bir kapaktan oluşur. Bir ölçü kapağı/numune gözü genellikle tank gövdesi üzerinde bulunan dipmen platformunun altına gelecek şekilde tasarlanır. Kapak üzerine tutturulmuş bir kordona sahip olabilir ve bu kapağın dipmen platformu üzerinden açılmasını sağlar (MRI, 1997).

### **3.3.1.4 Kenar ventilleri**

Kenar ventilleri, kenarda buhar paketi oluşabilen mekanik pabuçlu tavanlar veya çift süpürücü sızdırmazlık sistemi bulunan tavanlarda bulunur. Kenar ventili kenar buhar boşluğuna bir boru ile bağlanır ve mevcut basınç veya vakum fazlalığını atar (Şekil 3.11) (MRI, 1997).

### **3.3.1.5 Tavan kanalları**

Tavan kanalları yüzer tavan üzerinde biriken yağmur sularının tahliye edilmesinde kullanılır. Kapalı ve açık iki tip tavan kanal sistemi kullanılmaktadır. Kapalı kanal sistemi yağmur suyunu tavan yüzeyinden tank dışına doğru tavanın alt kısmında ürün hacminde bulunan boru sistemiyle veya esnek hortum sistemiyle taşır. Bu işlem esnasında kapalı kanal sistemine ürün girmez ve buhar kaybı yoktur. Açık kanal sistemi, yüzer tavanın altına kısa bir mesafe boyunca uzanan, yağmur suyunun tavan yüzeyinden ürün içerisine akmasını sağlayan açık bir borudan oluşur. Bu sistemde açık tahliye kanalları sıvı seviyesi boyunca ürün ile doludur ve açık tahliye kanallarının üst kısmından buharlaşma kaybı olur. Açık kanal sistemlerinde eşit seviye kanalı ve taşma kanalı iki yaygın tip kanal kullanılır. Eşit seviye kanalları (Şekil 3.12) tavan yüzeyi ile aynı hizada bulunan bir kanal açıklığına sahiptir. Yağmur suyunun ürünün içerisine akmasına izin verir. Taşma kanalları (Şekil 3.12) tavan yüzeyinden yukarı doğru uzanan kanal açıklığına sahiptir, böylelikle tavan üzerinde birikebilecek maksimum yağmur suyu miktarını belirler ve yağmur suyunun acil tahliyesini sağlar. Genelde kapalı kanal sistemi ile birleşim halinde kullanılırlar (MRI, 1997).



Şekil 3.12 Yüzer tavanlar için tavan tesisatları (MRI, 1997)

### 3.3.1.6 Tavan ayakları

Tavan ayakları tavanın altında bulunan tesisata zarar gelmesini engeller ve tank temizliği veya bakım onarım çalışmaları için tavanı önceden belirlenmiş bir yükseklikte tutmaya yararlar. Bu destekler Şekil 3.13’de gösterildiği gibi tavana tutturulmuş sabit veya ayarlanabilir ayaklardan oluşur. Ayarlanabilir ayaklar için, yük taşıyan parçalar tavan içerisinden geçen veya tavan içerisinde bulunan bir kuyu içerisinden geçer (MRI, 1997).

### 3.3.1.7 Delikli veya deliksiz direkler ve kuyular

Tavanın dönmesinden ve bundan dolayı sızdırmazlık elemanlarında oluşabilecek potansiyel tahribattan korunmak amacıyla, dönmeyi engelleyen ekipmanlar kullanılır. Yaygın olarak kullanılan bir ekipman tankın tepesine ve tabanına sabitlenmiş kılavuz direkleridir (Şekil 3.14). Kılavuz direk tavan içerisindeki bir kuyudan geçer. Kuyunun tepesine sabitlenmiş küçük tekerlekler kılavuz direğinin yüzeyi üzerinde çalışarak yüzer tavanı dönme hareketinden korur. Kılavuz direğinin tepesinde ve tabanında bulunan açıklıklar ise el ölçüsü ve dip numunesi almayı sağlar. Delikli kılavuz direği/numune kuyusu uygulamasında kılavuz direk, ürünün içerisinde serbestçe karışabilmesini ve böylelikle tank içerisindeki ürün ile aynı seviyede kalabilmesini sağlayan bir seri delik veya yuva ile donatılmıştır. Kılavuz direk içerisinden buharlaşma kaybı direk içerisine yerleştirilecek çıkarılabilir bir şamandıra ile azaltılabilir (MRI, 1997).

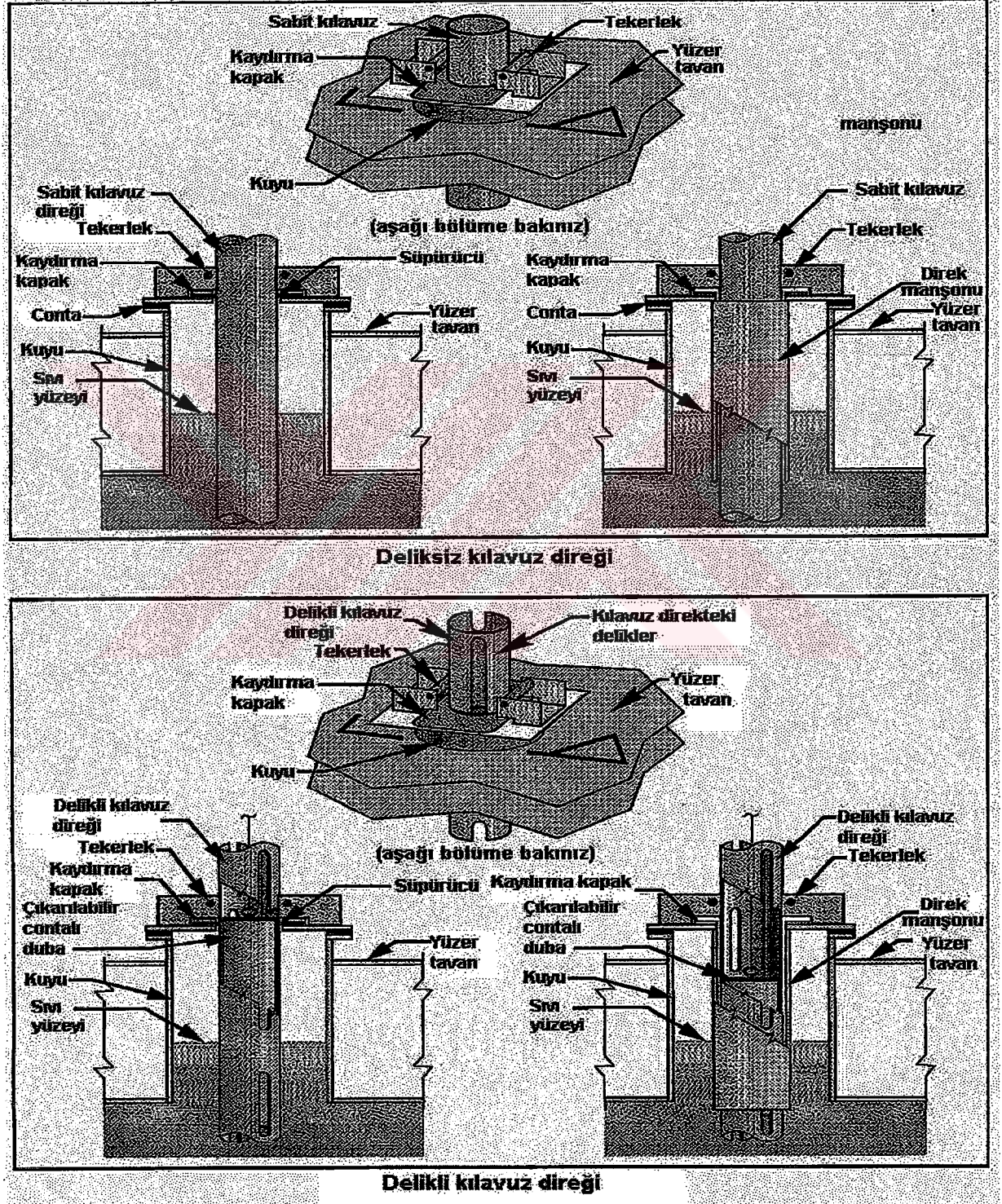
### 3.3.1.8 Vakum kırıcılar

Vakum kırıcıların amacı dolun ve tahliye süresince yüzer tavandan geçerek buhar ve hava değişimini mümkün kılmaktır. Vakum kırıcılar sıvı seviyesindeki veya basıncındaki değişimlerde mekanik anlamda aktive olacak şekilde tasarlanmıştır.

Mekanik vakum kırıcılar tavan ayakları üzerine basma esnasında veya ayakların tabandan kesilip yüzer hale geçmesi esnasında tavan boyunca buhar hacminin basıncını dengelemek için aktif hale geçer. Bu işlem bir ayak tarafından taşınan bir kapağın açılıp kapanması ile sağlanır (Şekil 3.12). Kapağın altına tutturulan ayak, yüzer tavan tabana yaklaştığında tank tabanı ile temas edecek kadar uzun olmalıdır. Tank tabanına temas ettiğinde, kılavuz ayak vakum kırıcıyı kuyunun kapağını kaldırmak vasıtası ile mekanik olarak açar. Ayak taban ile temas etmediğinde, kuyu kapağın ağırlığı vasıtası ile kapanır. Kapak ile kuyu arasında conta bulunabilir (MRI, 1997).

### 3.3.2 İç yüzer tavan tesisatları

İç yüzer tavanlarda birçok çeşit tesisat kullanılmaktadır. Bu tesisatlar yapısal destek bileşenleri veya operasyonel fonksiyonlara yardımcı bileşenler olabilmektedir. İç yüzer tavanlar için kullanılan giriş kapağı, tavan ayağı, vakum kırıcılar, ve otomatik ölçü kuyuları gibi tesisatlar daha önce dış yüzer tavanlar için açıklananlar ile benzerdir



Şekil 3.13 Delikli ve deliksiz kılavuz sütunları (MRI, 1997).

### 3.3.2.1 Sütun kuyuları

En yaygın sabit çatı tasarımları tank içerisinde bulunan ve zaruri olarak yüzer tavan içerisinde geçmek zorunda olan, dik sütunlar ile desteklenmiştir (bazı çatılar tamamen kendinden desteklidir ve bu yüzden destek sütunları yoktur). Sütunlar dairesel şekilli veya düzensiz kesit alana sahip yapısal şekillere sahip borulardan yapılır. Sütun sayısı tank çapına göre 1'den başlayıp çok büyük tanklar için 50'ye kadar çıkabilir. Tipik bir sabit çatı destek sütunu Şekil 3.4'de gösterilmiştir.

Sütunlar tavan açıklıklarındaki kuyular içerisinden geçer. Temas olmayan tipteki tavanlarda kuyu sıvı stoğunun içerisine kadar uzanmalıdır. Genellikle, kuyunun tepe kısmı ile sütun arasında bir kapak bulunur. Bu kapaklar için sıvı seviyesi değişimi ile tavanın sütuna göre hareketine engel olmayacak kaydırma kapakları ve dokuma kılıflar gibi farklı tescilli tasarımlar vardır. Kaydırma kapağı sütun kuyusunun üst kenarı üzerine oturur (normalde tavan üzerinde sabit olur), ve sütun kuyusu ve sütun arasındaki boşluğu doldurur. Orta bölümü kesilip çıkarılmış olan kapak tavan yükselip alçaldıkça sütuna göre dikine kayar. Aynı zamanda, kapak kuyunun kenarına göre yatay olarak da kayar. Kuyunun kenarı boyunca bulunan bir conta bu tesisatın emisyon miktarını düşürür. Sütun ile kuyu arasındaki esnek dokuma kılıf ise tavanın sütuna göre yaptığı sınırlı yatay hareketle bir uyum içerisinde çalışır (MRI, 1997).

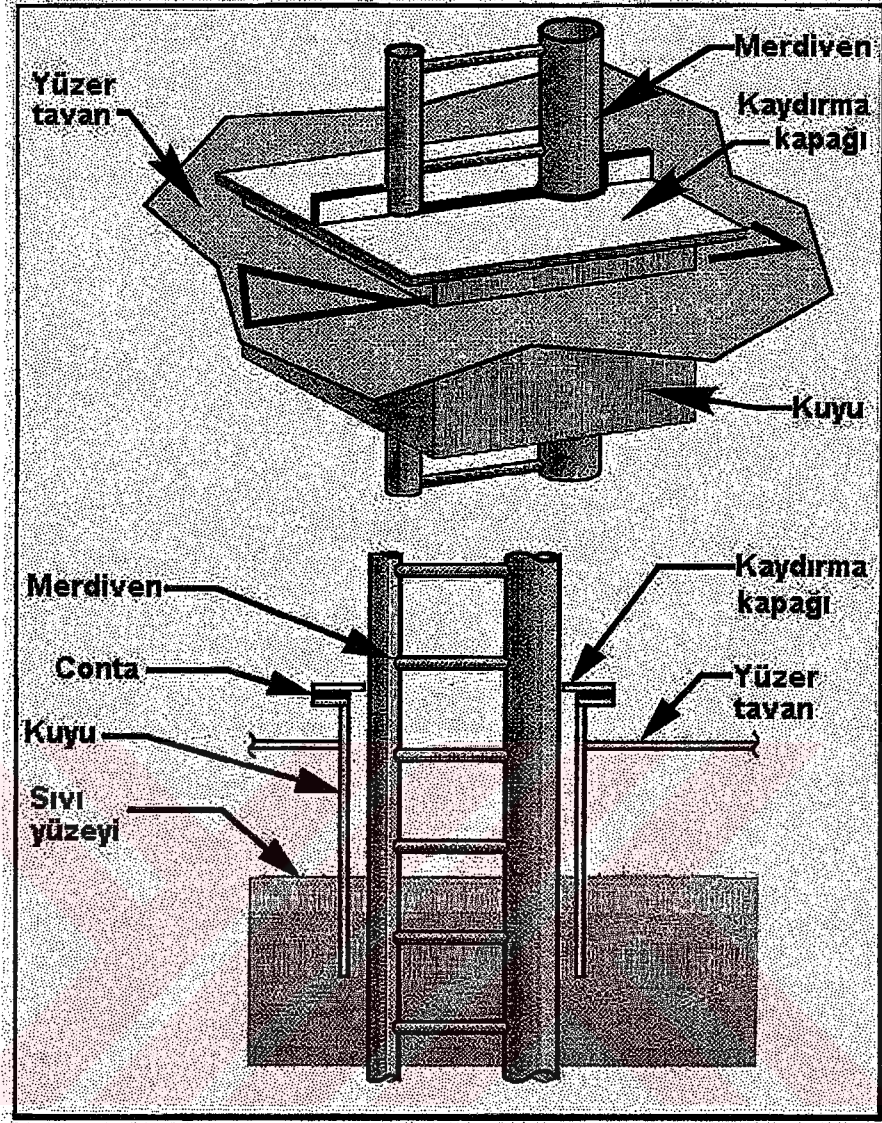
### 3.3.2.2 Numune gözleri

Numune gözleri sıvı stoğundan numune almak için kullanılır. Tipik olarak, numune aparatının göze girmesini kolaylaştırmak için huni şeklinde yapılır. Genellikle huninin alt tarafına gelecek şekilde yerleştirilmiş dokuma bir parça ile kapatılmıştır. Göz, temas olmayan tipteki tavanlarda sıvı stoğunun içerisine kadar uzanır (MRI, 1997).

Alternatif olarak numune gözü sıvı stoğunun içine doğru uzanan delikli bir borudan da oluşabilir.

### 3.3.2.3 Merdiven kuyuları

Bazı tanklar tankın sabit çatısındaki bir menholden içeri tabana doğru uzanan iç merdivenler ile donatılmıştır. Merdivenin tavadaki açıklığı daha önce sütun kuyularında anlatılan tasarım özellikleri ile aynıdır. Tipik bir merdiven ve kuyu Şekil 3.14'de gösterilmiştir (MRI, 1997).



Şekil 3.14 Merdiven ve kuyu (MRI, 1997)

#### 4. EMİSYON KESTİRİM YÖNTEMLERİ

Bu bölümde sabit çatılı ve yüzer tavanlı tanklarda oluşan emisyon miktarının kestirilmesi için kullanılan yöntemler, EPA için hazırlanan Midwest Research Institute'ün (MRI) 1997 yılındaki raporundan yararlanılarak hazırlanmıştır. Bu yöntemler tüm petrol sıvıları, saf uçucu organik sıvılar, ve bunlara benzer gerçek buhar basınçlarına sahip kimyasal karışımlar için geçerlidir. Bütün emisyon kestirim yöntemlerinde, buharın fiziksel özelliklerine gaz içerisindeki yoğunlaşmayan bileşenler (örneğin; hava) dahil edilmemiş, yalnızca depolanan sıvının yoğunlaşan bileşenleri göz önünde bulundurulmuştur (MRI, 1997).

##### 4.1 Sabit Çatılı Tanklarda Toplam Kayıplar

Aşağıdaki denklem dikey silindirik ve sabit çatılı tanklara uygulanan, bekleme kaybı ve çalışma kaybı kestirimini ifade eder. Bu tanklar sıvı ve buhar geçirmez olmalı ve yaklaşık olarak atmosferik basınçta çalışmalıdır. Bu denklemler kaynar durumda olan stoklar için veya buhar basıncı bilinmeyen ve çıkarılamayan hidrokarbon veya petrokimya karışımları için kullanılamazlar. Sabit çatılı tanklardan oluşan toplam kayıp, bekleme kaybı ve çalışma kaybının toplamına eşittir (MRI, 1997).

$$L_T = L_S + L_W \quad (4.1)$$

burada:

$L_T$  = toplam kayıplar, lb/yıl (kg/yıl)

$L_S$  = bekleme kayıpları, lb/yıl (kg/yıl)

$L_W$  = çalışma kayıpları, lb/yıl (kg/yıl)

Sabit çatılı tankların nefeslenme veya bekleme kayıpları aşağıdaki denklem ile kestirilebilir:

$$L_S = 365V_V W_V K_E K_S \quad (4.2)$$

Burada:

$L_S$  = toplam kayıplar, lb/yıl (kg/yıl)

$V_V$  = buhar boşluğu hacmi, ft<sup>3</sup> (m<sup>3</sup>)

$W_V$  = buhar yoğunluğu, lb/ft<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)

$K_E$  = buhar boşluğu genişleme faktörü, boyutsuz

$K_s$  = havalanan buhar doyma faktörü, boyutsuz

365 = sabit, gün/yıl

➤ **Tank buhar boşluğu hacim ( $V_V$ ) hesabı:**

Tank buhar boşluğu hacmi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır (MRI, 1997):

$$V_V = \frac{\pi}{4} D^2 H_{VO} \quad (4.3)$$

burada:

$V_V$  = buhar boşluğu hacmi,  $\text{ft}^3$  ( $\text{m}^3$ )

$D$  = tank çapı, ft (m), (yatay tanklar için Denklem 4.5'e bakın)

$H_{VO}$  = eşdeğer buhar boşluğu seviyesi, ft (m)

Eşdeğer buhar boşluğu seviyesi,  $H_{VO}$ , sabit çatılı bir tankta bulunan ve konik veya kubbeli çatının altındaki buhar boşluğunu da içeren,  $D$  çapında silindirik bir tanka eşdeğer buhar boşluğu seviyesidir. Eşdeğer buhar boşluğu seviyesi,  $H_{VO}$ , aşağıdaki denklem ile kestirilir:

$$H_{VO} = H_S - H_L + H_{RO} \quad (4.4)$$

Burada:

$H_{VO}$  = eşdeğer buhar boşluğu seviyesi, ft (m)

$H_S$  = tank gövde yüksekliği, ft (m)

$H_L$  = sıvı yüksekliği, ft (m)

$H_{RO}$  = eşdeğer çatı yüksekliği, ft (m), (konik çatılar için Denklem 4.6'ya, kubbeli çatılar için Denklem 4.7'ye bakınız).

◆ Yukarıda anlatılan emisyon kestirim denklemleri dikey silindirik sabit çatılı tanklar için geliştirilmiştir. Yatay silindirik tanklardan kaynaklanan emisyon kestirim hesabı için, dikey sabit çatılı tank emisyon kestirim denklemini kullanmak için öncelikle birkaç değişiklik yapmamız gerekecektir. İlk olarak, tankın yarısının dolu olduğunu kabul edersek, tanktaki sıvının yüzey alanı yaklaşık olarak tank çapı ile tank uzunluğunun çarpımı olur. İkinci olarak bu alanın silindirik olduğu kabul edilirse, yani sıvının dikey bir silindirde depolandığını kabul edersek, buradan efektif çap,  $D_E$ ,

$$D_E = \sqrt{\frac{LD}{0,787}} \quad (4.5)$$

olur. Burada:

$D_E$  = efektif çap, ft (m)

$L$  = tank uzunluğu, ft (m)

$D$  = tankın gerçek çapı, ft (m)

Yatay tank çapının yarısı eşdeğer buhar boşluğu hacmi ( $H_{VO}$ ) olarak kullanılmalıdır. Bu yöntem yatay tanklardaki emisyon miktarı için oldukça yaklaşık sonuç verir. Yeraltı yatay tanklar için, toprağın izolasyon sağlayan doğasının günlük sıcaklık değişimini sınırlamasından dolayı nefeslenme veya bekleme kaybının olmadığı kabul edebilir. Ne yeraltı nede yerüstü yatay tankların çalışma kayıpları için herhangi bir değişikliğe ihtiyaç yoktur (MRI, 1997).

◆ Konik bir çatı için, eşdeğer çatı yüksekliği,  $H_{RO}$ , aşağıdaki gibi hesaplanır (MRI, 1997).

$$H_{RO} = \frac{1}{3}H_R \quad (4.6)$$

burada:

$H_{RO}$  = eşdeğer çatı yüksekliği, ft (m)

$H_R$  = tank çatı yüksekliği, ft (m)

Tank çatı yüksekliği,  $H_R$ ,  $S_R \cdot R_s$ 'ye eşittir. Burada:

$S_R$  = tank çatı eğimi, bilinmiyorsa standart bir değer olarak 0,0625 ft/ft kullanılabilir, ft/ft (m/m)

$R_s$  = tank yarıçapı, ft (m)

◆ Kubbeli bir çatı için eşdeğer çatı yüksekliği,  $H_{RO}$ , aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$H_{RO} = H_R \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left[ \frac{H_R}{R_s} \right]^2 \right] \quad (4.7)$$

burada:

$H_{RO}$  = eşdeğer çatı yüksekliği, ft

$H_R$  = tank çatı yüksekliği, ft

$R_S$  = tank yarıçapı, ft

Tank çatı yüksekliği,  $H_R$ , şu şekilde hesaplanır:

$$H_R = R_R - (R_R^2 - R_S^2)^{0.5} \quad (4.8)$$

burada:

$H_R$  = tank çatı yüksekliği, ft (m)

$R_R$  = tank kubbe yarıçapı, ft (m)

$R_S$  = tank yarıçapı, ft (m)

$R_R$ 'nin değeri genellikle 0,8D ile 1,2D arasında değişir, burada D,  $2R_S$  dir. Eğer  $R_R$  bilinmiyorsa, yerine tank çapı kullanılır. Eğer  $R_R$  yerine tank çapı kullanılırsa yukarıdaki iki denklem  $H_R=0,268R_S$ 'e ve  $H_{RO}=0,137 R_S$ 'e indirgenir (MRI, 1997).

➤ **Buhar yoğunluğu ( $W_V$ ) hesabı:**

Buharın yoğunluğu aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır (MRI, 1997):

$$W_V = \frac{M_V P_{VA}}{RT_{LA}} \quad (4.9)$$

burada:

$W_V$  = buhar yoğunluğu, lb/ft<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)

$M_V$  = buharın molekül ağırlığı, lb/lb-mol (kg/mol); Denklem 4.10

R = ideal gaz sabiti, 10,731 psia-ft<sup>3</sup>/lb-mol °R (8,314472 Pa.m<sup>3</sup>/mol.K)

$P_{VA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, psia (Pa); Denklem 4.11, 4.12 ve 4.13'e bakınız.

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R (°K); Denklem 4.14

◆ Buharın molekül ağırlığı,  $M_V$ , seçilen petrol ürünü sıvılar veya uçucu organik bileşikler için Çizelge Ek 1.1 ve Çizelge Ek 1.2'den alınabilir, veya buhar örneklerinin analizi ile bulunabilir. Tankın içerisinde organik sıvı karışımı varsa,  $M_V$ , sıvı bileşimine göre hesaplanabilir. Buharın molekül ağırlığı,  $M_V$ , her komponentin molekül ağırlığının,  $M_i$ , buhar

mol kesirleri,  $y_i$  ile çarpımlarının toplamına eşittir. Buhar mol kesri  $i$  bileşenin kısmi basıncının toplam basınca bölümüne eşittir.  $i$  bileşenin kısmi basıncı ise bu bileşenin gerçek buhar basıncının ( $P$ ) sıvı mol kesri  $x_i$  ile çarpımına eşittir (MRI, 1997).

$$M_V = \sum M_i y_i = \sum M_i \left( \frac{P x_i}{P_{VA}} \right) \quad (4.10)$$

burada  $P_{VA}$ , depolanan sıvının toplam buhar basıncı, Raoult kanununa göre aşağıdaki gibidir.

$$P_{VA} = \sum P x_i \quad (4.11)$$

♦ Gerçek buhar basıncı, uçucu organik bir sıvı tarafından uygulanan denge kısmi basıncıdır. Reid buhar basıncı, ham petrolün ve sıvılaştırılmış petrol gazı hariç viskoz olmayan uçucu petrol ürünlerinin mutlak buhar basıncıdır. Organik sıvıların gerçek buhar basınçları Çizelge Ek 1.1 ve Çizelge Ek 1.2'den bulunabilir. Ham petroller için gerçek buhar basınçları eğer Reid buhar basınçları biliniyorsa Şekil Ek 1.1 veya Denklem Ek 1.1'den bulunabilir. Rafine ürünler için (benzin ve naftalar), Şekil Ek 1.2 veya Denklem Ek 1.2 kullanılabilir. Bu şekilleri kullanabilmek için öncelikle depolanan sıvının yüzey sıcaklığı, ( $T_{LA}$ ), Fahrenheit cinsinden bilinmelidir.  $T_{LA}$ 'ya karar vermek için Denklem 4.14'e bakınız (MRI, 1997).

Alternatif olarak, seçilen petrol ürünü için, depolanan sıvı yüzeyi sıcaklığında, gerçek buhar basıncı aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir (MRI, 1997).

$$P_{VA} = \exp[A - (B/T_{LA})] \quad (4.12)$$

burada:

A = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit, boyutsuz

B = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit, °R

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R

$P_{VA}$  = gerçek buhar basıncı, psia

Seçilen petrol ürünü için fiziksel veri Çizelge Ek 1.1'de mevcuttur. Rafine petrol ürünleri için, A ve B sabitleri Şekil Ek 1.3 ve 1.4'den veya Denklem Ek 1.3 ve 1.4'den ve Çizelge Ek 1.3'deki distilasyon eğiminden hesaplanabilir. Ham petrol stokları için, A ve B sabitleri Şekil Ek 1.5 ve 1.6'dan bulunabilir veya Denklem Ek 1.6 ve 1.7'den hesaplanabilir. Denklem 4.12'de  $T_{LA}$ 'nın derece Fahrenheit yerine derece Rankine olarak verildiğine dikkat

edilmelidir.

Organik sıvıların depolanan sıvı sıcaklığındaki gerçek buhar basınçları aşağıdaki denklemden yaklaşık olarak hesaplanabilir (MRI, 1997):

$$\log P_{VA} = A - \frac{B}{T_{LA} + C} \quad (4.13)$$

burada:

A = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit

B = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit

C = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °C

$P_{VA}$  = ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, mmHg

Organik sıvılar için A, B, ve C sabitleri Çizelge Ek 1.4'den bulunabilir.

♦ Eğer günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı  $T_{LA}$  bilinmiyorsa, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir (MRI, 1997):

$$T_{LA} = 0,44T_{AA} + 0,56T_B + 0,0079\alpha.I \quad (4.14)$$

burada:

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R

$T_{AA}$  = günlük ortalama çevre sıcaklığı, °R; Denklem 4.15'e bakınız

$T_B$  = sıvı sıcaklığı, °R; Denklem 4.16'ya bakınız

$\alpha$  = tank boyasının solar absorblama kabiliyeti, Çizelge Ek 1.5

I = günlük toplam güneşlenme faktörü, Btu/ft<sup>2</sup>gün; Çizelge Ek 1.6

Eğer  $T_{LA}$ ,  $P_{VA}$ 'yı hesaplamak için Şekil Ek 1.1, 1.2 veya Denklem 4.38, 4.39 kullanılacaksa,  $T_{LA}$  derece Rankine'den derece Fahrenheit'a ( $^{\circ}F = ^{\circ}R - 460$ ) çevrilmelidir. Eğer  $T_{LA}$ ,  $P_{VA}$ 'yı Denklem 4.13'den hesaplamak için kullanılacaksa derece Rankine'den derece Celsius'a çevrilmelidir. Denklem 4.14 izolasyonlu tanklardan kaynaklanan emisyonun kestirimi için kullanılmamalıdır. İzolasyonlu tanklarda, ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı tanktan alınacak sıvı

yüzey sıcaklığı ölçümlerine göre yapılmalıdır.

- ◆ Günlük ortam sıcaklığı,  $T_{AA}$ , aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmalıdır (MRI, 1997).

$$T_{AA} = (T_{AX} + T_{AN})/2 \quad (4.15)$$

burada:

$$T_{AA} = \text{günlük ortalama çevre sıcaklığı, } ^\circ\text{R}$$

$$T_{AX} = \text{günlük maksimum çevre sıcaklığı, } ^\circ\text{R}$$

$$T_{AN} = \text{günlük minimum çevre sıcaklığı, } ^\circ\text{R}$$

Çizelge Ek 1.6 seçilen şehirler için  $T_{AX}$  ve  $T_{AN}$  değerlerini verir.

- ◆ Sıvı sıcaklığı  $T_B$ , aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır (MRI, 1997):

$$T_B = T_{AA} + 6\alpha - 1 \quad (4.16)$$

$$T_B = \text{sıvı sıcaklığı, } ^\circ\text{R}$$

$$T_{AA} = \text{günlük ortalama çevre sıcaklığı, } ^\circ\text{R}$$

$$\alpha = \text{tank boyası solar absorblama kabiliyeti, boyutsuz; (Çizelge Ek 1.5)}$$

➤ **Buhar boşluğu genişleme faktörü ( $K_E$ ) hesabı:**

Buhar boşluğu genişleme faktörü  $K_E$  aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (MRI, 1997):

$$K_E = \frac{\Delta T_V}{T_{LA}} + \frac{\Delta P_V - \Delta P_B}{P_A - P_{VA}} \quad (4.17)$$

burada:

$$\Delta T_V = \text{günlük buhar sıcaklığı aralığı, } ^\circ\text{R (} ^\circ\text{K)}; \text{ Denklem 4.18'e bakınız}$$

$$\Delta P_V = \text{günlük buhar basıncı aralığı, psi (Pa); Denklem 4.19 ve 4.20'ye bakınız}$$

$$\Delta P_B = \text{nefeslik ventil ayarlı basınç aralığı, psi (Pa); Denklem 4.21'e bakınız}$$

$$P_A = \text{atmosferik basınç, 14,7 psia (Pa)}$$

$$P_{VA} = \text{ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, psia (Pa)}$$

$$T_{LA} = \text{günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, } ^\circ\text{R (} ^\circ\text{K)}$$

- ◆ Günlük buhar sıcaklığı aralığı  $\Delta T_V$ , aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (MRI, 1997):

$$\Delta T_V = 0,72\Delta T_A + 0,028\alpha I \quad (4.18)$$

burada:

$\Delta T_V$  = günlük buhar sıcaklığı aralığı, °R

$T_A$  = günlük çevre sıcaklığı aralığı, °R; Denklem 4.22'ye bakınız

$\alpha$  = tank boyası solar absorblama kabiliyeti, boyutsuz; Çizelge Ek 1.5

$I$  = günlük toplam güneşlenme faktörü, Btu/ft<sup>2</sup>gün; Çizelge Ek 1.6

- ◆ Günlük buhar basıncı aralığı  $\Delta P_V$ , aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır :

$$\Delta P_V = P_{VX} - P_{VN} \quad (4.19)$$

burada:

$\Delta P_V$  = günlük buhar basıncı aralığı, psi (Pa)

$P_{VX}$  = günlük maksimum sıvı yüzey sıcaklığındaki buhar basıncı, psia (Pa);  
Denklem 4.23'te bulunan değerini Denklem 4.12 veya 4.13'de yerine  
konulması ile bulunur

$P_{VN}$  = günlük minimum sıvı yüzey sıcaklığındaki buhar basıncı, psia (Pa); Denklem  
4.24'te bulunan değerini Denklem 4.12 veya 4.13'de yerine konulması ile  
bulunur

Alternatif olarak petrol ürünleri için aşağıdaki denklem kullanılabilir (MRI, 1997):

$$\Delta P = \frac{0,50BP_{VA}\Delta T_V}{T_{LA}^2} \quad (4.20)$$

burada:

$\Delta P_V$  = günlük buhar basıncı aralığı, psia (Pa)

$B$  = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit, °R (°K)

$P_{VA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, psia (Pa)

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R (°K)

$\Delta T_V$  = günlük buhar sıcaklığı aralığı, °R (°K); Denklem 4.18

◆ Basınç vakum ventili (emniyet ventili) basınç ayar aralığı,  $\Delta P_B$  aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$\Delta P_B = P_{BP} - P_{BV} \quad (4.21)$$

$\Delta P_B$  = nefeslenme ventili basınç ayar aralığı, psia (Pa)

$P_{BP}$  = nefeslenme ventili basınç ayarı, psig (Pa)

$P_{BV}$  = nefeslenme ventili vakum ayarı, psig (Pa)

Eğer basınç ve vakum ayarları ile ilgili spesifik bilgi mevcut değilse,  $P_{BP}$  için 0,03 psig ve  $P_{BV}$  için -0,03 psig kabul edilebilir. Eğer çatı aksamı buhar geçirmez değil ise  $\Delta P_B = 0$  kabul edilir. Emisyon kestirme yöntemü düşük veya yüksek basınç tanklarına uygulanamaz. Eğer nefeslenme ventili vakum ayarı 1,0 psig'u geçerse, kestirilen bekleme kaybı muhtemelen negatif olacaktır (MRI, 1997).

◆ Günlük çevre sıcaklığı aralığı  $T_A$ , aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$\Delta T_A = T_{AX} - T_{AN} \quad (4.22)$$

burada:

$\Delta T_A$  = günlük çevre sıcaklığı aralığı, °R

$T_{AX}$  = günlük maksimum çevre sıcaklığı, °R

$T_{AN}$  = günlük minimum çevre sıcaklığı, °R

◆ Günlük maksimum ve minimum sıvı yüzey sıcaklıklarıyla oluşan buhar basınçları,  $P_{VX}$  ve  $P_{VN}$ , sırasıyla  $T_{LX}$  ve  $T_{LN}$ 'sıcaklıklarının, Denklem 4.12 veya 4.13 buhar basıncı fonksiyonlarında yerine koyulması ile bulunabilir. Eğer  $T_{LX}$  ve  $T_{LN}$  bilinmiyorsa bu değerleri hesaplamak için Denklem 4.23 ve 4.24 kullanılabilir (MRI, 1997).

$$T_{LX} = T_{LA} + 0,25\Delta T_V \quad (4.23)$$

$$T_{LN} = T_{LA} - 0,25\Delta T_V \quad (4.24)$$

➤ Havalanan buhar doyma faktörü ( $K_S$ ) hesabı:

Havalanan buhar doyma faktörü aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır (MRI, 1997):

$$K_s = \frac{1}{1 + 0,053 P_{VA} H_{VO}} \quad (4.25)$$

burada:

$K_s$  = havalanan buhar doyma faktörü, boyutsuz

$P_{VA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, psia

$H_{VO}$  = eşdeğer buhar boşluğu yüksekliği, ft, Denklem 4.3'de hesaplandığı gibi

Çalışma kaybı,  $L_w$ , aşağıdaki gibi kestirilebilir:

$$L_w = 0,0010 M_V P_{VA} Q K_N K_P \quad (4.26)$$

burada:

$M_V$  = buhar molekül ağırlığı, lb/lb-mol

$P_{VA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığında buhar basıncı, psia

$Q$  = yıllık net çıkış (tank kapasitesi çarpı yıllık dolma-boşalma miktarı), bbl/yıl

$K_N$  = dolma-boşalma faktörü, boyutsuz; Şekil Ek 1.7'ye bakınız

Dolma-boşalma > 36,  $K_N = (180 + N) / 6N$

Dolma-boşalma ≤ 36,  $K_N = 1$

$N$  = yılda dolma-boşalma sayısı, boyutsuz

$$N = \frac{5,614Q}{V_{LX}} \quad (4.27)$$

burada:

$V_{LX}$  = tanktaki maksimum sıvı hacmi, ft<sup>3</sup>

$$V_{LX} = \frac{\pi}{4} D^2 H_{LX} \quad (4.28)$$

burada:

$D$  = çap, ft

$H_{LX}$  = tanktaki maksimum sıvı yüksekliği, ft

$K_p$  = çalışma kaybı faktörü, boyutsuz. Ham petroler için 0,75, diğer organik sıvılar için 1 dir.

#### 4.2 Yüzer Tavanlı Tanklarda Toplam Kayıplar

Yüzer tavanlarda oluşan toplam kayıplar kenar contaları, çekilme, tavan tesisatları ve tavan bağlantı noktaları kayıplarının toplamıdır. Bu bölümde ifade edilecek denklemler yalnızca yüzer tavanlara uygulanabilir. Ancak aşağıdaki durumlarda kullanılamaz:

1. Kaynayan stoklara, buhar basıncı bilinmeyen ve hesaplanamayan hidrokarbon veya petrokimyasallara uygulanamaz.
2. Kapatılmış iç veya kapatılmış kubbeli dış yüzer tavanlı tanklarda (yalnızca bir basınç/vakum ventili ile havalandırılan tanklar) ortaya çıkan kayıplara uygulanamaz.
3. Kenar contası olarak kullanılan maddesi ve/veya tavan tesisatı kötüleşmiş veya depolanan sıvının ciddi miktarda geçişine izin verecek hale gelmiş tanklarda uygulanamaz.

Yüzer tavanlı tanklarda oluşan toplam kayıplar aşağıdaki gibidir (MRI, 1997):

$$L_T = L_R + L_{WD} + L_F + L_D \quad (4.29)$$

burada:

$L_T$  = toplam kayıp, lb/yıl (kg/yıl)

$L_R$  = kenar contası kaybı, lb/yıl (kg/yıl); (Denklem 4.30)

$L_{WD}$  = çekilme kaybı, lb/yıl (kg/yıl); (Denklem 4.32)

$L_F$  = tavan tesisat kayıpları, lb/yıl (kg/yıl); (Denklem 4.33)

$L_D$  = tavan birleşim kayıpları (yalnız iç yüzer tavanlar için), lb/yıl (kg/yıl);  
(Denklem 4.38)

#### ➤ Kenar contası kayıpları ( $L_R$ ) hesabı:

Yüzer tavanlı tanklardaki kenar contası kayıpları aşağıdaki denklem vasıtasıyla hesaplanır (MRI, 1997);

$$L_R = (K_{Ra} + K_{Rb} v^n) DP^* M_v K_c \quad (4.30)$$

burada;

$L_R$  = kenar contası kaybı, lb/yıl

$K_{Ra}$  = sıfır rüzgar hızında kenar contası kayıp faktörü, lb-mol/ft.yıl; (Çizelge 4.6)

$K_{Rb}$  = rüzgar hızına bağlı kenar contası kayıp faktörü, lb-mol/(mi/h)<sup>n</sup>ft.yıl;  
(Çizelge Ek 1.6)

$v$  = tank sahasında ortalama çevre rüzgar hızı, mi/h

$n$  = sızdırmazlık elemanı ile ilgili rüzgar üssü, boyutsuz; (Çizelge Ek 1.6)

$P^*$  = buhar basıncı fonksiyonu, boyutsuz

$$P^* = \frac{P_{VA} / P_A}{\left[1 + (1 - [P_{VA} / P_A]^{0.5})^2\right]} \quad (4.31)$$

burada:

$P_{VA}$  = depolanan sıvının günlük ortalama sıcaklıktaki buhar basıncı, psia

$P_A$  = atmosferik basınç, psia

$D$  = tank çapı, ft

$M_v$  = ortalama buhar molekül ağırlığı, lb/lb/mol

$K_c$  = ürün faktörü, ham petroler için  $K_c = 0,4$ ; diğer organik kimyasallar

için  $K_c = 1$  dir.

◆ Eğer tank sahasındaki rüzgar hızı bilgileri mevcut değilse, rüzgar hızı bilgilerini en yakın hava tahmin merkezine göre alınabilir veya Çizelge Ek 1.6'daki değerler de alınabilir. Eğer tank iç veya kubbeli dış yüzer tavanlı tank ise,  $v$  değeri sıfırdır (MRI, 1997).

◆  $P^*$  hesaplanabilir veya Şekil Ek 1.8'den okunabilir.

➤ Cekilme kaybı ( $L_{WD}$ ) hesabı:

Yüzer tavanlı depolama tanklarındaki çekilme kaybı aşağıdaki denklem ile hesaplanır (MRI, 1997):

$$L_{WD} = \frac{(0,943)QCW_L}{D} \left( 1 + \frac{N_C F_C}{D} \right) \quad (4.32)$$

burada:

$L_{WD}$  = çekilme kaybı, lb/yıl

$Q$  = yıllık çıkış (tank kapasitesi çarpı yıllık dolma boşalma sayısı), bbl/yıl

$C$  = gövdeye yapışma faktörü, bbl/1000 ft<sup>2</sup>; (Çizelge Ek 1.7)

$W_L$  = ortalama organik sıvı yoğunluğu, lb/gal

$D$  = tank çapı, ft

0,943 = sabit, 1000 ft<sup>3</sup>.gal/bbl<sup>2</sup>

$N_C$  = sabit çatı destek sütunu sayısı, boyutsuz

$F_C$  = efektif sütun çapı, ft

◆ Seçilen bazı petrokimyasallar için organik sıvı ortalama yoğunluğunun bir listesi Çizelge Ek 1.1 ve Çizelge Ek 1.2'de verilmiştir. Benzin için eğer  $W_L$  bilinmiyorsa, 6,1 lb/gal gibi ortalama bir değer kabul edilebilir (MRI, 1997).

◆ Kendinden-destekli çatıya sahip bir iç yüzer tavanlı veya bir dış yüzer tavanlı tank için (MRI, 1997):

$$N_C = 0$$

Sütun destekli bir iç yüzer tavanlı tank için

$N_C$  = tanka özel bilgileri kullanın veya Çizelge Ek 1.9'a bakınız

◆ Tankta özel efektif sütun çapını kullanın veya

$F_C$  = 9-inch'e 7-inch sütunlar için 1,1, 8-inch çaplı boru sütunlar için 0,7, ve eğer sütun ayrıntıları bilinmiyorsa 1,0.

➤ **Tavan tesisat kayıpları ( $L_F$ ) hesabı:**

Tavan tesisat kayıpları aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir (MRI, 1997):

$$L_F = F_F P^* M_V K_C \quad (4.33)$$

burada:

$L_F$  = tavan tesisat kaybı, lb/yıl

$F_F$  = toplam tavan tesisat kayıp faktörü, lb-mol/yıl

$$F_F = [(N_{F_1} K_{F_1}) + (N_{F_2} + K_{F_2}) + \dots + (N_{F_n} K_{F_n})] \quad (4.34)$$

burada:

$N_{F_i}$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı sayısı ( $i = 0, 1, 2, \dots, n_f$ ), boyutsuz

$K_{F_i}$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı kayıp faktörü ( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ), lb-mol/yıl

(Denklem 4.35)

$n$  = farklı tipteki tesisatların toplam sayısı, boyutsuz

$P^*$ ,  $M_V$ , ve  $K_C$  daha önce tanımlandığı gibi hesaplanır.

$F_F$  değeri mevcut tank bilgileri kullanılarak her bir tesisat sayısı kadar  $N_F$  ile bu tesisatlara karşılık gelen  $K_F$ 'lerin çarpılması ile hesaplanabilir.

Tavan tesisat kayıp faktörü, belirli bir tipteki tesisat için  $K_{F_i}$ , şu denklemle hesaplanabilir.

$$K_{F_i} = K_{Fa_i} + K_{Fb_i} (K_v v)^{m_i} \quad (4.35)$$

burada:

$K_{F_i}$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı için kayıp faktörü

$K_{Fa_i}$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı için sıfır rüzgar hızı kayıp faktörü, lb-mol/yıl

$K_{Fb_i}$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı için rüzgar hızına bağlı kayıp faktörü,

lb-mol/(mph)<sup>m</sup>.yıl

$m_i$  = belirli bir tipteki tavan tesisatı için kayıp faktörü, boyutsuz

$i = 1, 2, \dots, n$ , boyutsuz

$K_v$  = tesisat rüzgar hızı düzeltme faktörü, boyutsuz;

Dış yüzer tavanlar için, tesisat rüzgar düzeltme faktörü

$$K_v = 0,7 \quad (4.36)$$

$v$  = ortalama çevre rüzgar hızı, mi/h

İç ve kubbeli dış yüzer tavanlı tanklar için, Denklem 4.35'deki  $v$  değeri sıfırdır ve denklem şu hale gelir:

$$K_{F_i} = K_{F_{a_i}} \quad (4.37)$$

Yüzer tavanlarda kullanılan en yaygın tesisatlar için  $K_{F_a}$   $K_{F_b}$  kayıp faktörleri Çizelge Ek 1.10'da verilmiştir. Bu faktörler yalnızca normal tavan tesisatı uygulamalarında ve ortalama rüzgar hızı saatte 15 mil'in altında olduğunda kullanılabilir. Tipik tavan tesisatı sayıları Çizelge Ek 1.9 - 1.13'de verilmiştir.

➤ **Tavan birleşimi kayıpları,  $L_D$**

Ne kaynaklı iç yüzer tavanlar ne de dış yüzer tavanlar tavan bağlantı kayıplarına sahip değillerdir. Cıvatalı tavana sahip iç yüzer tavanlarda tavan bağlantı kayıpları olabilir. Tavan bağlantı kaybı şu şekilde hesaplanabilir (MRI, 1997):

$$L_D = K_D S_D D^2 P^* M_v K_C \quad (4.38)$$

burada:

$K_D$  = bağlantı uzunluk faktörü başına tavan bağlantı kaybı, lb-mol/ft-yıl; (kaynaklı veya dış yüzer tavanlı tanklar için  $K_D=0.0$ , cıvatalı tavanlar için  $K_D=0.14$ )

$S_D$  = tavan bağlantı uzunluk faktörü, ft/ft<sup>2</sup>

$$S_D = L_{\text{bağlantı}} / A_{\text{tavan}}$$

$L_{\text{bağlantı}}$  = toplam tavan bağlantı uzunluğu, ft

$$A_{\text{tavan}} = \text{tavan alanı, ft}^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

$D$ ,  $P^*$ ,  $M_v$ , ve  $K_C$  daha önce Denklem 4.30 için tanımlandığı gibi hesaplanabilir.

Eğer toplam tavan bağlantı uzunluğu bilinmiyorsa,  $S_D$ 'yi belirlemek için Çizelge Ek 1.14 kullanılabilir. 7-ft eninde sürekli metal plakalar ile inşa edilmiş tavanlar için, 0.14 ft/ft<sup>2</sup> kullanılabilir. 5 ft'e 7.5 ft'lik dikdörtgen paneller ile inşa edilmiş tavanlar için 0.33 ft/ft<sup>2</sup> değeri kullanılabilir. Tavan plaka genişliği veya boyutları ile ilgili tavan özellikleri

bilinmiyorsa,  $S_D$  için uygun bir değer atanabilir. Kullanımda olan en yaygın cıvatalı tavanlar için  $0.20 \text{ ft/ft}^2$  değeri kabul edilebilir.

### 4.3 Değişken Buhar Hacimli Tanklarda Doldurma Kayıpları

Değişken buhar hacmi doldurma kayıpları, doldurma operasyonu esnasında sıvı vasıtasıyla yerdeğiştiren buhardan kaynaklanır. Değişken buhar hacimli tank genişleyen bir buhar depolama kapasitesine sahip olmasından dolayı, bu kayıp sabit çatılı bir tankta gerçekleşen doldurma kaybı kadar büyük değildir. Kayıp yalnızca tankın buhar depolama kapasitesi aşıldığında gerçekleşir. Aşağıdaki denklem her transferin başında genişleme kapasitesinin dörtte birinin mevcut olduğunu kabul eder (MRI, 1997).

Değişken buhar hacim sistemi doldurma kayıpları şu şekilde hesaplanabilir:

$$L_V = (2.40 * 10^{-2}) (M_V P_{VA} / V_1) [(V_1) - (0.25 V_2 N_2)] \quad (4.39)$$

burada:

$L_V$  = değişken buhar hacmi doldurma kaybı, lb/1000 gal çıkış

$M_V$  = depolama tankı içerisindeki buharın molekül ağırlığı, lb/lb-mol

$P_{VA}$  = günlük ortalama çevre sıcaklığında gerçek buhar basıncı, psia

$V_1$  = sisteme pompalanan sıvı hacmi, bbl/yıl

$V_2$  = sistemin buhar genişleme kapasitesi, bbl

$N_2$  = sistem içerisine yapılan transfer miktarı, boyutsuz

♦  $V_2$ , değişken buhar hacminin tavanın kalkması veya diyaframın esnemesi vasıtasıyla elde edilen hacim genişleme kapasitesidir (MRI, 1997).

♦  $N_2$ ,  $V_1$  miktarına karşılık gelen bir çıkış için belirli bir zaman periyodunda sistemin içerisine yapılan transfer sayısıdır (MRI, 1997).

Bu denklemin hassasiyeti kanıtlanmamıştır. Özel tank işletim durumları yukarıdaki denklemin sağladığı kestirimden ciddi farka sahip gerçek kayıplara sebep olabilir. Örneğin, eğer birbirleri arasında buhar hacimleri birleştirilmiş bir veya birden çok tank diğerleri boşaltılırken aynı anda dolduruluyorsa, dışarı atılan buharın tamamı veya bir kısmı boşaltılan tank veya tanklara transfer edilecektir. Yukarıdaki denklem dengelenmiş pompalamaları

dikkate almaz ve bu gibi durumlarda emisyon miktarını daha fazla kestirir. Ayrıca dikkate alınmalıdır ki, bu denklem kerosenler ve fuel oil gibi ağır petrol ürünleri için geliştirilmemiştir, denklemin kullanımı ağır petrol ürünleri için daha iyi veriler olmadığında tavsiye edilir.

#### **4.4 Basınçlı Tanklarda Doldurma Kayıpları**

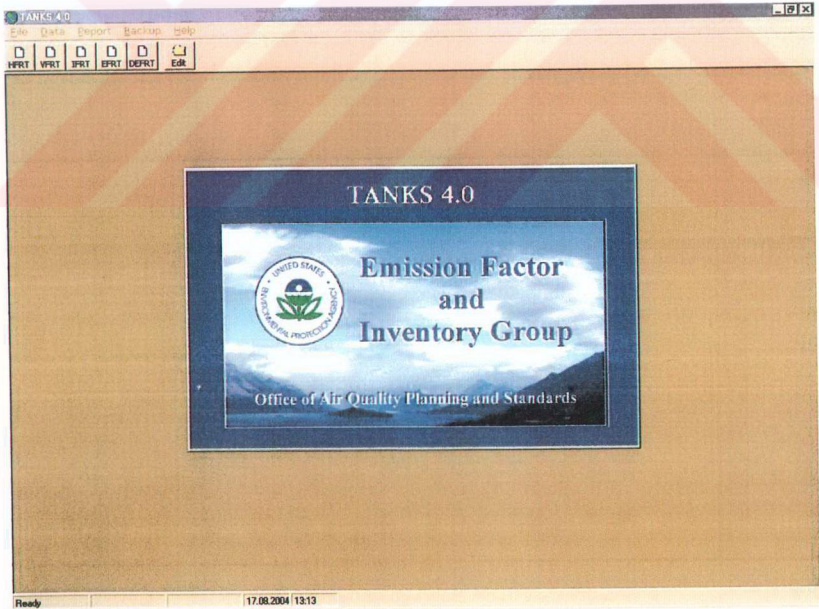
Kayıplar düşük-basınç tanklarında (2.5-15 psig) doldurma boşaltma işlemleri esnasında atmosferik havalandırma yapıldığında oluşur. Yüksek basınçlı tanklar kapalı sistemler olarak düşünülür. Basınçlı tanklarda ve tank tesisatlarında tabii ki kaçak kayıpları oluşur, ancak doğru sistem bakımları ile bu kaçakların önemsiz olduğu kabul edilir. Basınçlı tanklardan gerçekleşen kayıplar ile ilgili uygun bir korelasyon mevcut değildir.



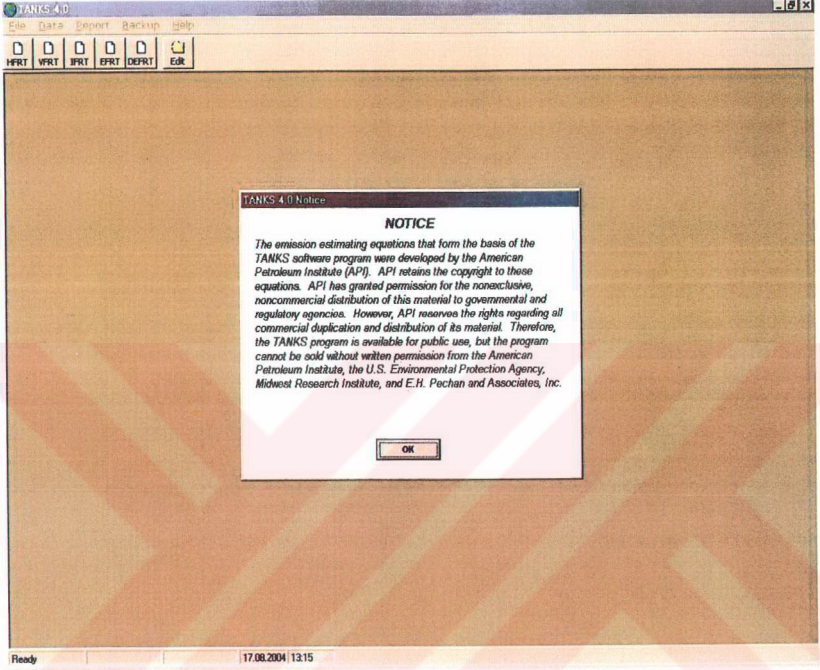
## 5. TANKS 4.0 PROGRAMI İLE ÖRNEK EMİSYON KESTİRİMİ

TANKS programı depolama tanklarındaki organik sıvılardan kaynaklanan emisyon miktarının kestirimi için geliştirilmiştir. Bu programın temelini bir önceki bölümde anlatılan API'nin (American Petroleum Institute) geliştirdiği emisyon kestirim prosedürlerini oluşturmaktadır. TANKS programı kullanıcıya tank (boyutları, yapısı, boya durumu vb.), depolanan kimyasal (kimyasal bileşik bilgileri, sıvı sıcaklığı), ve tankın bulunduğu yere en yakın yerleşim bölgesi hakkında detaylı bilgi girme imkanı, ve bu girilen bilgiler doğrultusunda emisyon miktarı hakkında rapor imkanı sunmaktadır.

API denklemlerin yayın hakkına sahip olarak, programın parasız, ticari olmayan dağıtımını sağlamıştır, ancak programın ticari olarak kopyalanıp dağıtılması hakkındaki haklarını korur. Bu nedenle program kullanımı serbest bırakılmış, ancak API'nin ve EPA'nın yazılı izni olmadan satışı yasaklanmıştır. Program EPA resmi internet adresinden indirilip kullanılabilir. Program kurulumu tamamlandıktan sonra çalıştırıldığında programın yayın hakları ile ilgili bir uyarı mesajı gelir (Şekil 5.1) [1].



Şekil 5.1 TANKS 4.0 açılış ara yüzü



Şekil 5.2 TANKS 4.0 kopyalama ve dağıtım uyarı mesajı

Bu uyarı mesajına onay verildikten sonra, programa emisyon kestirimi yapılacak depolama tankı, depolanan sıvı kimyasal ve depolama yapılan bölge ile ilgili veriler girilir.

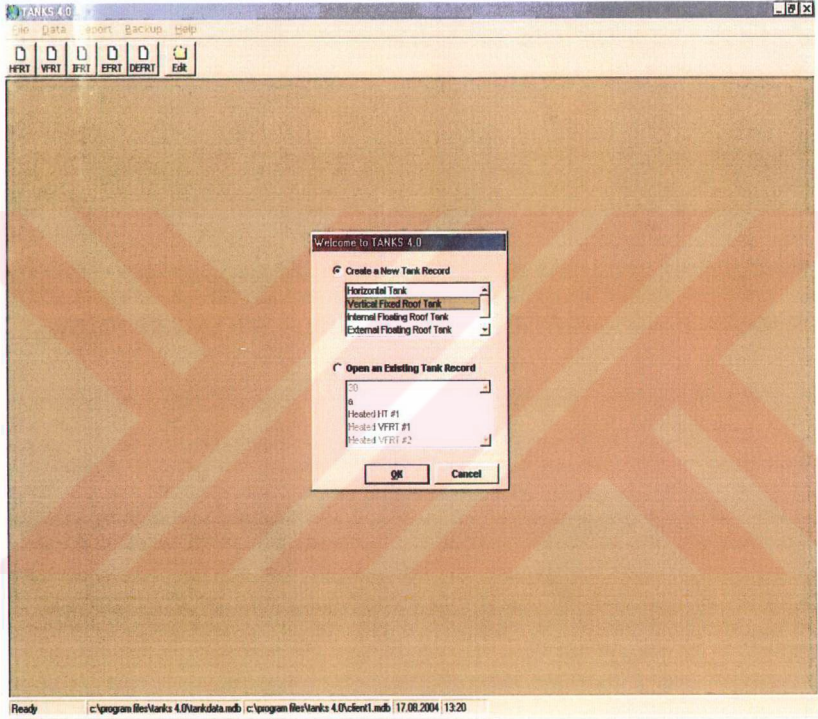
Çizelge 5.1 Tankın fiziksel özellikleri

Gövde yüksekliği (ft)	34,4 ft	Tankın gövde rengi	Beyaz
Çap (ft)	37,6 ft	Gövde boyasının durumu	İyi
Maksimum sıvı yüksekliği (ft)	32,4 ft	Tank çatısının rengi	Beyaz
Ortalama sıvı yüksekliği (ft)	13 ft	Çatı boya durumu	İyi
Çatı tipi	Konik	Tank ısıtılmalı mı?	Hayır
Çatı yüksekliği (ft)	2,1 ft	Yıllık dolma boşalma	6
Basınç vakum ventili		Basınç vakum ventili	-0,43 psia
Basınç uyarı (psia)	0,43 psia	Vakum ayarı (psia)	

Örnek emisyon kestirimi yapılacak tank ile ilgili özellikler Çizelge 5.1'de verilmiştir. Tank içeriği ve yerleşim bölgesi ile ilgili bilgiler aşağıdaki gibidir.

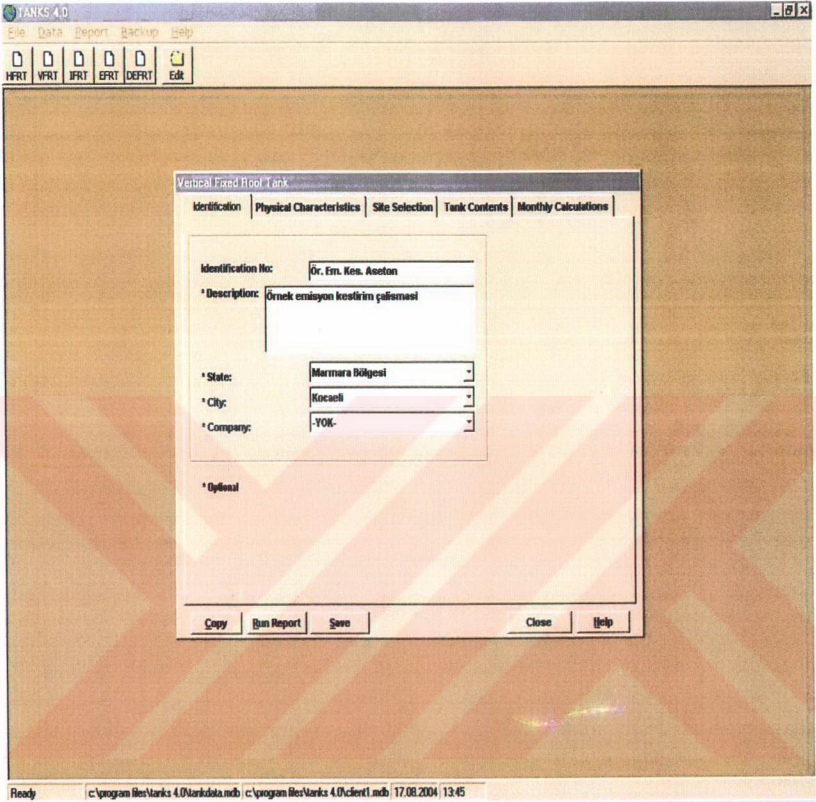
Depolanan kimyasal : Aseton

Depolama bölgesi : Kocaeli



Şekil 5.3 TANKS 4.0 tank tipi seçim menüsü

Öncelikle hesaplamanın yapılacağı tank tipi, Şekil 5.3'deki seçim ekranından işaretlenir. TANKS 4.0 programı yerüstü yatay, dikey sabit çatılı, iç yüzer tavanlı, dış yüzer tavanlı ve kubbeli dış yüzer tavanlı depolama tank tiplerinin emisyon hesaplarını yapabilmektedir. Şekil 5.3'de görülen ekranda yukarıda bahsedilen tank tiplerinden biri seçilerek hesaplamaya başlanabilir veya önceden yapıp kaydedilmiş bir çalışma açılabilir. Bu örnek çalışmada sabit çatılı dikey silindirik depolama tankı emisyon hesapları yapılmıştır.



Şekil 5.4 TANKS 4.0 emisyon kestirimi tanımlama sekmesi

Şekil 5.3'deki seçim ekranından sonra, tankın tanımlayıcı özelliklerinin girildiği Şekil 5.4'deki ekrana geçilir. Bu tanımlayıcı bilgiler opsiyonel olup, kullanıcının tercihine bağlı olup, hesaplaması yapılacak diğer tanklardan ayırd edilmesini sağlar.

Tanka ait tanımlayıcı bilgiler girildikten sonra, tanka ait fiziksel özelliklerin tanımlanacağı Şekil 5.5'deki "Physical Properties" sekmesine geçilir. Bu ekranda tankın ebatları, maksimum sıvı depolama yüksekliği, yıllık dolma boşalma sayısı, tankın ısıtmalı olup olmadığı, tank gövdesi özellikleri, tank çatısı özellikleri ve basınç/vakum ventili ayar değerleri tanımlanır. Tank çalışma hacmi ve yıllık toplam çıkış miktarı girilen bilgilerle program tarafından hesaplanır.

TANKS 4.0

File Data Report Backup Help

HFR1 WFR1 JFR1 EFR1 DEFR1 Edt

Vertical Fixed Roof Tank

Identification Physical Characteristics Site Selection Tank Contents Monthly Calculations

Dimensions: Roof Characteristics:

Shell Height (ft): 34,4 Color/Shade: White/White (0) -

Shell Diameter (ft): 37,8 Condition: Good (0) -

Maximum Liquid Height (ft): 32,4 Type: Cone -

Average Liquid Height (ft): 13 Height (ft): 2,1

Working Volume (gal): 269,118,638962 Slope (ft) (Cone Roof): 8,11

Turnovers per Year: 6,00

Net Throughput (gal/yr): 1,614,711,833712

Is Tank Heated? No -

Shell Characteristics: Breather Vent Settings:

Shell Color/Shade: White/White (0) - Vacuum Setting (psig): -0,43

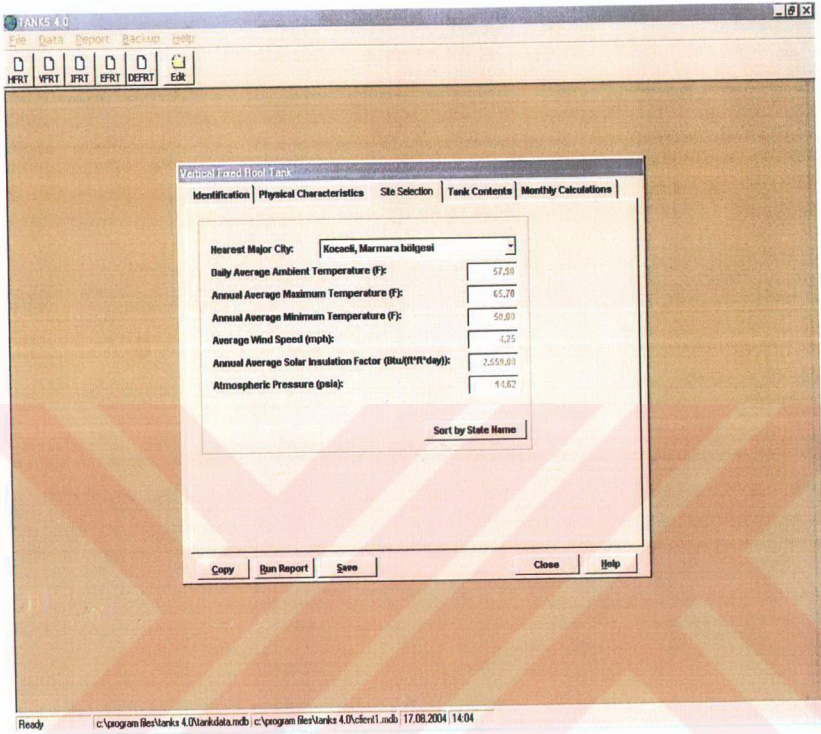
Shell Condition: Good (0) - Pressure Setting (psig): 0,43

Copy Run Report Save Close Help

Ready c:\program files\tanks 4.0\tankdata.mdb c:\program files\tanks 4.0\client1.mdb 17.08.2004 13:48

Şekil 5.5 TANKS 4.0 tank özellikleri girişi sekmesi

Tankın fiziksel özellikleri tanımlandıktan sonra, depolama tankının yer aldığı coğrafi bölgenin tanımlanacağı Şekil 5.6 ekranında gösterilen “Site Selection” sekmesine geçilir. Programda mevcut bulunan meteorolojik veriler, Amerika’ya ait olup bunların dışında yer alan bölgelerin iklim verilerinin programa tanımlanması gerekir. Programda iklim verileri mdb formatında saklanmakta olup, bu veriler ilave coğrafi verilerin eklenebilmesine imkan vermektedir. Bu örnekte kullanılacak olan Kocaeli iline ait iklim verileri, programın “Data” menüsü altında bulunan meteorolojik verilerin güncellenebildiği “Edit Database” fonksiyonu kullanılarak programa tanıtılmıştır. Şehir seçim kutusundan bu tanıtılmış şehir çağrıldığında, o bölgeye ait detaylı iklim verileri veritabanından ekrana aktarılır.



Şekil 5.6 TANKS 4.0 yerleşim bilgileri giriş sekmesi

İklim verileri seçiminden sonra, tankta depolanan ürünün tanımlandığı Şekil 5.7’deki “Tank Contents” sekmesi ekranına geçilir. Burada depolanan sıvının kategorisi Organik Sıvılar, Petrol Distilatları veya Ham Petrol seçeneklerinden biri olarak işaretlenir. Bu tanımlanan kategori içinde depolanan sıvının saf veya karışım halde olup olmadığı işaretlenir. Bu örnekte aseton için hesaplamalar yapılacağından, organik sıvı ve tek fazlı seçenekleri işaretlendikten sonra etkin hale gelen kimyasal seçim kutusundan hesaplaması yapılacak olan kimyasal madde seçilir ve bu maddeye ait fiziksel özellikler program veritabanından ekrana aktarılır. Hesaplaması yapılacak olan kimyasal maddenin program veritabanında olmaması durumunda, iklim verilerinin tanımlanması gibi “Data” menüsünden kimyasal madde program veritabanına girilebilir. Karışım olması durumunda, karışımı oluşturan sıvı fraksiyonları ayrı ayrı tanımlanabilir.

TANKS 4.0

File Data Report Backup Help

HFR1 VFR1 IFR1 EFR1 DEF1 Edit

Vertical Fixed Roof Tank

Identification Physical Characteristics Site Selection Tank Contents Monthly Calculations

Chemical Category of Liquid: Organic Liquids

Single or Multi-Component Liquid: Single

Chemical Name: Acetone

CAS Number: 00067-64-1

Average Liquid Surface Temperature (F): 50.857164

Minimum Liquid Surface Temperature (F): 45.769795

Maximum Liquid Surface Temperature (F): 55.553613

Bulk Liquid Temperature (F): 49.87

Vapor Pressure (psia) at Liquid Surface Temperature: 2.2101

Liquid Molecular Weight: 58.08

Vapor Molecular Weight: 58.08

Calculate Mixture Properties

Delete Mixture

Print Mixture

< Previous Mixture

Add Mixture

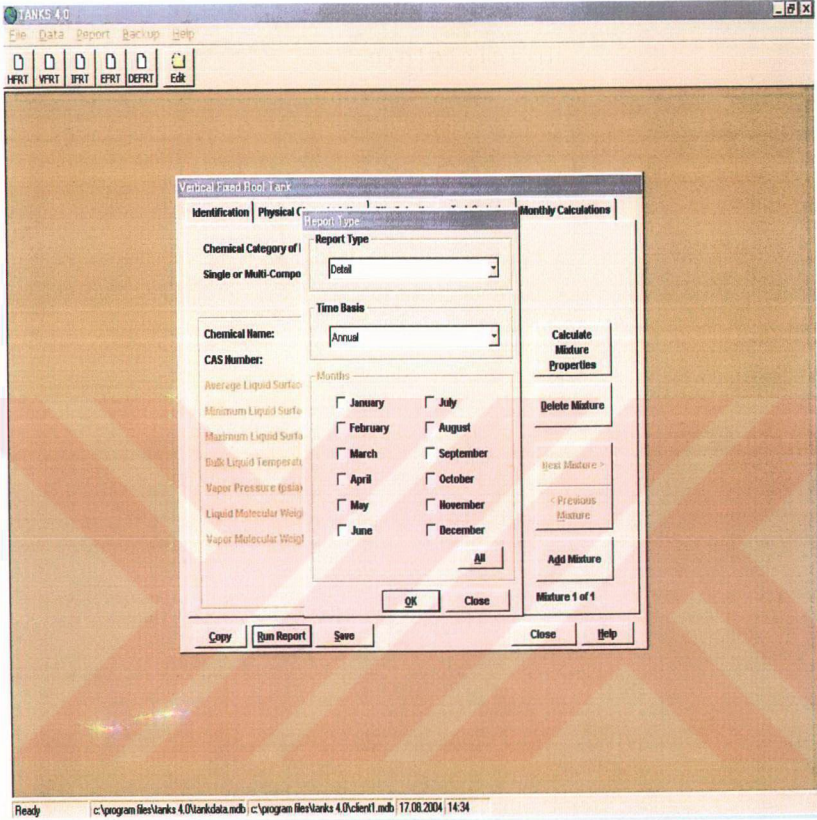
Mixture 1 of 1

Copy Run Report Save Close Help

Ready c:\program files\tanks 4.0\tankdata.mdb c:\program files\tanks 4.0\client1.mdb 17.08.2004 13:49

Şekil 5.7 TANKS 4.0 tank içeriği giriş sekmesi

Bu bilgiler girildikten sonra emisyon miktarının hesaplanabilmesi için “Run Report” butonuna basılarak rapor alınır. Rapor her ay için ayrı ayrı aylık bazda veya yıllık alınabilir. Aylık bazda rapor alındığında toplam yıllık çıkış miktarı kullanıcı tarafından aylara bölünüp “Monthly Calculations” sekmesinde karşılık gelen aylara girilebilir veya programın yıllık toplam çıkış miktarını aylara eşit bölmesi sağlanabilir. Burada yıllık çıkış miktarı aylara eşit bölünmüş ve yıllık bazda rapor alma seçilmiştir. Program emisyon kestirim hesap raporunu doğrudan yazıcıda yazdırabilir, dosya şeklinde kaydedebilir veya ekran çıktısı şeklinde görüntüleyebilir. Bu örnekte emisyon kestirim hesap raporu doğrudan yazıcıdan çıktı olarak alınmıştır.

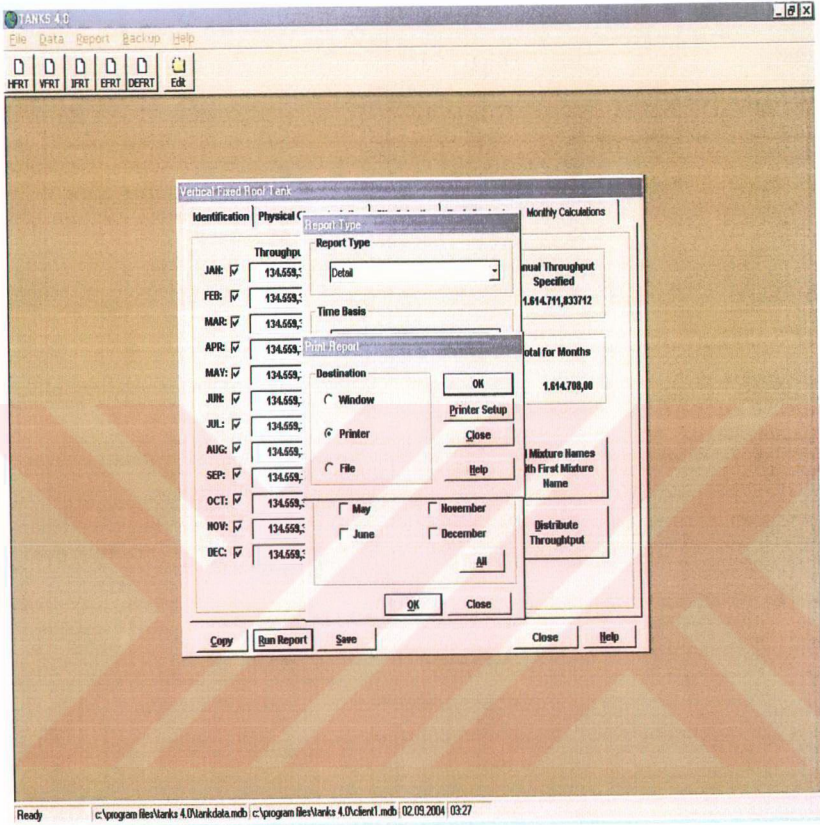


Şekil 5.8 TANKS 4.0 raporlama tipi seçim menüsü

TANKS 4.0 programının 4. Bölüm’de anlatılan emisyon kestirim prosedürlerine göre örnek aseton tankından ortaya çıkan yıllık emisyon miktarı aşağıdaki çizelgede görülmektedir. Program tarafından çıktı olarak alınan rapor, Ek 2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Örnek emisyon kestirim hesabı sonuçları

Tank hacmi (m <sup>3</sup> )	Yıllık çıkış miktarı (m <sup>3</sup> )	Çalışma kaybı (kg)	Bekleme kaybı (kg)	Toplam kayıp (kg)
1050	6112,349	3070,249	1395,540	4465,789



Şekil 5.9 TANKS 4.0 rapor tipi seçim menüsü

## 6. DEPOLAMA TANKLARINDA YANGINLA MÜCADELE

Bu bölüm depolama tankları içerisinde depolanan yanıcı parlayıcı sıvılardan oluşabilecek tehlikelerden korunmada kullanılan köpük üreten maddelerin karakteristikleri ve kullanılacak teçhizatların, sistemlerin tasarımı, kurulumu ve işletilmesi hakkında ayrıntılı bilgi içermektedir.

Köpük yanmayan bir tankın yüzeyine koruma amaçlı uygulanabilir. Optimum uygulama metoduna, uygulama oranına, uygulama yoğunluğuna ve köpük bütünlüğünü korumak için tekrar uygulama sıklığına karar vermek için köpük konsantresinin özelliklerinin bilinmesi gerekir.

### 6.1 Tanımlar

**Köpük :** Yangınla mücadele köpüğü, yatay yüzeyleri kaplama yönünde bir davranış gösteren yağ ve sudan daha düşük yoğunluktaki küçük kabarcıkların kararlı yığındır. Hava köpüğü, uygun tasarımdaki teçhizat vasıtasıyla köpük konsantresi içeren su solüsyonunun içerisine hava karıştırmak vasıtasıyla elde edilir. Yanan sıvı yüzeyi üzerine serbestçe akar ve dayanıklı, uçucu yanıcı madde buharlarının havaya kaçışını engelleyen, hava geçirmez sürekli bir örtü oluşturur. Rüzgar ile dağılmaya karşı ve ısı veya alev atağına karşı direnç gösterir ve mekanik yırtılmalar durumunda tekrar kapanma özelliği vardır. Yangınla mücadele köpükleri bu özelliklerini uzun zaman periyotları boyunca koruyabilirler. Köpükler gelişmelerine göre de tanımlanabilirler ve bu tanımlamaya göre üç bölüme ayrılabilirler (NFPA, 1997),

- (a) Düşük gelişmeli köpükler – 20 katına kadar genişir,
- (b) Orta gelişmeli köpükler – 20’den 200 katına kadar genişir,
- (c) Yüksek gelişmeli köpükler – 200’den 1000 katına kadar genişirlet,

**Köpük konsantresi :** Köpük konsantresi sıvı, köpürten konsantre bir ajandır. Köpük konsantreleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler,

- (a) Protein köpük konsantreleri: Protein köpük konsantreleri temel olarak bir protein hidrolisatı ve ilave olarak stabilizörler içerirler. Bunlar donmaya karşı koruma sağlamak, kullanılacak teçhizatın veya depolanacak kabın korozyondan korunmasını sağlamak, bakteriyel bozulmaya direnç sağlamak, ve viskozite kontrolü için, diğer bir ifade ile köpük konsantresinin acil durumlarda kullanıma hazır halde bulundurulmasını sağlamak için, inhibitörler ihtiva eder. Tiplerine göre su ile yüzde 3 ile 6 arasında çözelti oluşturacak şekilde

seyreltilirler.

(b) Floroprotein köpük konsantreleri: Floroprotein köpük konsantreleri protein köpük konsantreleri ile çok benzerdir, farklı olarak sentetik florlanmış bir yüzey aktif katkıya sahiptirler. Hava geçirmez köpük örtüsüne ilave olarak, aynı zamanda sıvı yakıtın yüzeyinde buharlaşma önleyici bir film oluştururlar. Tiplerine göre su ile yüzde 3 ile 6 arasında çözelti oluşturacak şekilde seyreltilirler.

(c) Sentetik köpük konsantreleri: Sentetik köpük konsantreleri hidrolize proteinlerden farklı olarak, köpürtücü ajanlardan oluşmuştur ve aşağıdaki çeşitleri vardır,

1. Akışkan film oluşturan (AFO) köpük konsantreleri. Bu konsantreler florlanmış yüzey aktif maddeler ve ilave olarak köpük stabilizörlerinden oluşurlar ve su ile genellikle yüzde 1, 3, veya 6 oranlarında seyreltilirler. Oluşan köpük hem havayı ve oksijeni geçirmeyen bir bariyer oluşturur hem de yakıt yüzeyi üzerinde yakıt buharlarının oluşumunu bastırarak kapasitede akışkan bir film oluştururlar.
2. Orta ve yüksek genleşmeli konsantreler. Genellikle hidrokarbon yüzey aktif maddelerden türetilen bu konsantreler, özel tasarlanmış ekipmanlarda 20:1 köpük-çözelti oranından 1000:1 oranına kadar oranlarda köpük elde etmek için kullanılırlar.
3. Diğer sentetik köpük konsantreleri. Diğer sentetik köpük konsantreleri de hidrokarbon yüzey aktif maddelerden oluşan ve ıslatıcı ajanlar, köpürtücü ajanlar veya her iki isimle birden de tanımlanabilen konsantrelerdir. Kullanımları genellikle saçını yangınları için portatif nozüllü köpük uygulamaları ile sınırlıdır.

(d) Film oluşturan floroprotein (FOF) köpük konsantreleri: Bu konsantreler hidrokarbon yakıt buharlarını tutacak akışkan sulu bir film oluşturmak için florlanmış yüzey aktif maddeler kullanır. Bu tip köpük temelde protein, buna ilaveten donmaya, korozyona ve bakteriyel bozulmaya karşı korunmak amacı ile stabilizör katkıları ve inhibitörlerden oluşur. Köpük genellikle su ile yüzde 3 ile 6 arasında çözelti oluşturacak şekilde seyreltilir.

(e) Alkole dayanıklı (AD) köpük konsantreleri: Bu konsantreler suda çözünebilir maddelerin yangınları ile mücadelede ve sıradan köpüklere, AFO veya FOF köpüklerine karşı parçalayıcı özellik gösteren diğer yakıtların yangınları için özellikle hidrokarbon yangınları için kullanılır. Üç genel tipi vardır. Biri suda çözünebilir doğal polimerlere dayanır, aynı zamanda kabarcık yapısında, çözünmeyen bir bariyer gibi çökecek, alkolde çözünmeyen

maddeler de içerir. İkinci tip sentetik köpüklere dayanır, köpük kabarcıklarını çevreleyen ve suda çözünebilir yakıtların yüzeyi üzerinde koruyucu bir sal oluşturan jelleştirici ajanlar ihtiva eder; bu köpüklerin ayrıca hidrokarbon yakıtlar üzerinde film oluşturma karakteristiği de olabilir. Üçüncü tip hem floroprotein gibi suda çözünebilir doğal polimerlere dayanır, hem de köpüğü suda çözünebilir yakıtlardan koruyan jelleştirici bir ajan ihtiva eder.

Alkole dirençli köpükler korunulacak tehlikenin tabiatına ve konsantrenin tipine bağlı olarak genellikle yüzde 3 ila 6 arasında çözelti oluşturacak şekilde kullanılırlar.

Oranlama yöntemleri ise aşağıda sınıflandırılarak verilmiştir.

### 1. Önceden karıştırılmış köpük çözeltisi

Köpük konsantresinin oranlanmasında kullanılan en basit yöntem ön karıştırma yöntemidir. Bu hesaplanmış miktarlarda köpük ve suyun bir kabın içerisinde karıştırılması şeklinde yapılır. Bu tip oranlama genellikle küçük sistemler ile sınırlıdır. Basit olmasının yanında bu yöntemin bazı dezavantajları da vardır. Depolamanın boyutları sistemin boyutlarını sınırlar. Bütün köpük konsantreleri ön karışıma uygun değildir, ve ön karışım ürünü çözeltinin ömrü genellikle bilinemez.

### 2. Ventüri tipi oranlama (vakum etkili)

Hat oranlayıcıları köpük konsantresini kontrollü bir oranda akan suya karıştıran ventüri aletleridir. Hat oranlayıcıları su basıncı kabul edilebilir derecede yüksek olduğunda basit ve pahalı olmayan bir yöntemdir. Hareketli hiçbir parçası yoktur ve fazla bakım gerektirmezler.

Hat oranlayıcıları en düşük 5 bar ile en yüksek 14 bar arasında çalışırlar, ancak optimum performansı 8,5 bar'dan yüksek basınçlarda gösterirler. Değişken miktarlarda akış veya basınç gerektiren uygulamalar için uygun değildir. Sprinkler veya birden fazla küçük orifiz tahliye aleti kullanan uygulamalar için pek tavsiye edilmezler, çünkü tahliye aletlerinin bir kısmının bloke olması, kabul edilebilir karşı basıncı oranlamanın zaafiyetine sebep olacak seviyede yükseltebilir.

Hat oranlayıcıları taşınabilir uygulamalar için kullanılacak şekilde tasarlanabilir veya sabit boru hatları üzerine kurulabilir. Taşınabilir uygulamalar için oranlayıcı bir hortum hattı üzerine kurulabilmeyi sağlayıcı hortum bağlantıları ile donatılmıştır. Köpük konsantresi genellikle taşınabilir büyüklükteki bidonlardan çekme tüpü ile beslenir. Hat oranlayıcıları istenilen oranı sağlamak için bir ölçü vanası ile donatılabilir.

Hat oranlayıcıları sabit borulu sistemlerde kullanıldığında, köpük konsantresi genellikle köpük oranlayıcı ile arasında sabit boru hattı bulunan sabit bir depolama tankında depolanır.

### 3. Basınçlı oranlayıcı tipi

Basınçlı oranlama sistemi, bir köpük konsantresi depolama tankı ve bir de basınçlı oranlama kafasından oluşan kendi kendine yeten bir sistemdir. Bu sistem uygun su kaynağına köpük konsantresi enjekte etmek ve değişken akım ve basınçlarda otomatik olarak oranlama yapmak için tasarlanmıştır.

Çalışma sırasında köpük konsantresi, köpük konsantresi oranlama kafasına giren suyun küçük bir miktarının konsantre depolama tankına yönlendirilmesi ile köpük konsantresi basınçlandırılır. Su, su orifizinden geçerken akış yönü tarafında bir düşük basınç alanı oluşturur. Böylelikle köpük ile su kaynağı arasında köpük konsantresinin su kaynağına, doğru oranda enjeksiyonunu sağlayan basınç farkı oluşturulur.

Sistem çalıştığında su, köpük konsantresinin tamamı çıkana kadar azar azar konsantreyi dışarı doğru iter. Su ile direkt temas olduğundan yalnızca 1,1 veya daha yüksek spesifik graviteye sahip protein tabanlı köpük konsantreleri kullanılabilir. İşletim esnasında oranlama sistemi basınçlandırıldığından tank tekrar doldurulamaz. Sistem tamamen kapatılıp su tamamen boşaltıldıktan sonra konsantre tekrar doldurulabilir.

### 4. Bladder tanklı oranlama

Bladder tankı (esnek tank) oranlama sistemi, sudan başka herhangi bir harici güce gereksinim duymayan, dengelendirilmiş basınçla oranlama yapan bir sistemdir. Bladder tankı uygun oranlayıcı veya oranlayıcılarla su kaynağına köpük konsantresi enjekte eder ve geniş bir aralıkta akış ve basınçlarda otomatik oranlama sağlar.

Köpük konsantresi oranlama tankı depolanan köpük konsantresinin fiziksel olarak sudan ayrı kalmasını sağlayan bir bladder ile donatılmış basınçlı çelik bir tanktır. İşletme esnasında su kaynağından yönlendirilen su, tankı basınçlandırmak için kullanılır ve bladder tankını büzerek köpük konsantresinin azar azar yer değiştirmesini sağlayarak ana su kaynağı ile hemen hemen aynı basınçta oranlayıcıya doğru hareket ettirir. Doğru oranlama yaygın olarak oran kontrolörü olarak anılan değiştirilmiş bir ventüri oranlayıcısı kullanılarak sağlanır. Su, su jeti içerisinden akarken, bir düşük basınç alanı oluşturur. Bu basınç düşüşü köpük konsantresi ayar orifizi boyunca köpük konsantresinin düşük basınç alanına doğru akmasını sağlayan bir basınç farkı oluşturur. Köpük konsantresi böylelikle düşük alan bölgesine çıkar ve su ile

karışır.

Bu tip oranlama sistemleri tüm köpüklü yangınla mücadele sistemleri ile uyumludur ve tüm köpük tiplerini oran kontrolörünün bütün akış aralığında el ile ayarlamaya ihtiyaç duymadan basınçtan bağımsız olarak oranlar. Bladder tankı işletim esnasında basınçlandığından ancak sistem çalışmadığında tekrar doldurulabilir.

#### 5. Dengelemeli basınçlı oranlama

Oranlama su hattına yerleştirilmiş bir oran kontrolörü vasıtasıyla yapılır. Su oran kontrolörü boyunca akarken bir düşük basınç alanı oluşturur. Basınçtaki bu düşüş köpük konsantrisinin düşük basınçlı alana akmasını sağlayan bir basınç farkı oluşturur. Sonra köpük konsantrisi düşük basınç alanında su ile karışır. Oran kontrolörü jetine akan su arttığında, basınç düşüşü artar ve buna karşılık köpük konsantrisi ayar orifizi boyunca basınç farkı da artar. Basınç farkındaki bu artış köpük konsantrisi akışının artmasına sebep olur. Doğru oranlama oran kontrolörü girişlerinde birbirine yakın basınçlarda su ve köpük konsantrisi basıncını sağlanması ile elde edilir. Atmosferik tipte bir depolama tankında depolan köpük konsantrisi oran kontrolörüne pozitif yer değiştirme tipi köpük konsantrisi pompa ile beslenir. Pompadan gelen aşırı köpük konsantrisi akışını engellemek ve oran kontrolöründe doğru basıncı sağlamak için karşı basınç kontrol tipi bir diyafram vana kullanılır. Bu vana otomatik olarak köpük konsantrisi basıncını karşılık gelen su basıncına göre ayarlar.

#### 6. Hat içi dengelemeli basınçlı oranlama

Hat içi dengelemeli basınçlı oranlama sistemi konsantrisi pompası ve su kaynağından uzakta birden fazla bölgede doğru oranlama için kullanılır. Hat içi dengelemeli basınçlı oranlama sistemi otomatik ve doğru bir şekilde, oranlayıcı akış aralığında basınçtan bağımsız olarak el ile ayarlamaya ihtiyaç duymadan oranlama yapar. Aşağıdaki durumlardan bir veya birkaçının gerektiğinde kullanılması uygundur.

1. Su veya köpüğün bir veya birden fazla noktadaki tahliye noktalarında aynı zamanda gerekmesi.
2. Buldukları noktalarda basınç farkı olan birden fazla köpük yapıcı.
3. Köpük konsantrisi tankından ve köpük oranlayıcıdan uzakta farklı bölgelerde bulunan sistemler.
4. Her oranlama istasyonunda seçimli olarak köpük veya su besleyebilme kapasitesi.

5. Aynı köpük konsantre pompa sistemini ve konsantre depolama tankını kullanırken korunacak bölgeye en iyi uyan oranlayıcının boyutunu seçebilme.

Hat içi dengelemeli basınçlı oranlama sistemi iki temel gruptan oluşur. İlk grup köpük konsantresinin suya gerçek oranlanmasını kontrol eden oranlama modülleri. İkinci grup köpük konsantresini basınç altında modüllere basan pompa sistemi.

#### 6. Pompa çevresinde oranlama

Pompa çevresinde oranlamada pompa basma tarafından suyun bir kısmı bir edüktör (eductor) içerisine yönlendirilir. Bu oranlayıcı tekrar pompa emme tarafına bağlanan çok zengin bir köpük karışımı oluşturur. Bu zengin köpük karışımı su ile karıştığında pompa istenen %3 - %6 oranında köpük çözeltisi basar. Belirli bir akış oranında sistem kararlı hale gelir ve istikrarlı bir köpük çözeltisi üretir. Pompa çevresinde oranlama yalnızca bir akış oranını için tasarlanır. Birçok aralıktaki akışlarda çalışmaz. Birden fazla akış oranı gerektiğinde edüktör üzerine bir ayar vanası koymak gerekir. Bunun yanında emme basıncı sistemin çalışması için "0" veya neredeyse vakumda olmalıdır.

#### 7. Çekme nozülleri

Çekme nozülleri çalışma prensibi olarak, edüktörün nozül gövdesi içerisinde olması dışında, hat oranlayıcılar ile benzerdir. Doğru oranlama için genellikle yüksek basınçlara ihtiyaç duyarlar ve köpük konsantresi kaynağı nozülün bulunduğu bölgede olmalıdır. Nozüller hem taşınabilir ve hem de monitörlere yerleştirilmiş şekillerde bulunur.

#### 8. Jet pompa oranlama

Jet pompalar fiçilerden, taşıma tanklarından veya tankerlerden köpük konsantresini basmak için gereken işi su kullanarak gerçekleştiren edüktörlerdir. Jet pompanın prensibi yüksek basınçta bir su akımı alma, bu akımın hızını uca doğru incelen bir nozül (jet) içerisinde negatif bir basınç alanı oluşturmak için arttırmak üzere ivmelendirir. Köpük konsantresi jet pompasının yanında bulunan bir giriş bağlantısı içinden bu negatif basınç bölgesine girer. Esnek bir çekme hortumu köpük konsantresini depolama tankından jet pompaya doğru çekmek için kullanılır. Köpük konsantresi jet pompa su akımı ile yaklaşık olarak 60/40 köpük su oranında karışır. Daha sonra bu %60'lık zengin köpük karışımı su ile tamamen ve doğru oranda karışacağı tahliye aletine dağıtılır ki, bu genellikle bir nozüldür.

## 6.2 Depolama Tanklarında Yangından Korunma

Endüstrinin ilk zamanlarında, tank yangınları yaygın olarak görülürdü. Endüstri olgunlaştıkça, depolama tanklarının tasarım ve inşası ile ilgili kodlarda gelişmeler oldu. Sonuç olarak günümüzde daha az yangınla karşılaşırız. Bununla birlikte, yangınların sıklığı azaldıkça, tankların boyutları arttı ve böylelikle bir yangın oluştuğunda yangının büyüklüğü de artmış oldu.

NFPA bu tip tehlikelerden korunmaya yönelik çalışmalar yayınlamıştır. Aşağıda yanıcı parlayıcı sıvı depolanan tanklarda yangından korunmak için yangından korunma sistem tasarımı ve tasarım kıstasları açıklanmıştır. Sistemler genellikle iki kategori altında toplanır: sabit sistem, merkezi oranlama sistemi, korunulacak tehlike bölgesindeki tahliye aletleri ve oranlama istasyonu ve tehlike bölgesi arasındaki borulamaların tamamı. Sistemin bütün bileşenleri kalıcı olarak kurulmuştur.

Diğer tip yarı sabit kurlumdur. Bu uygulamada tahliye aletleri tehlike bölgesinde kalıcı olarak kurulmuş ve tehlikeden güvenli bir uzaklığa borulanmıştır. Oranlama sistemi sahaya yangın çıktıktan sonra taşınır ve kalıcı olarak kurulmuş tahliye aletleri üzerinden köpük tahliye etmek için borulama sistemine bağlanır.

Yanıcı parlayıcı sıvıların depolanması için kullanılan dört ana tip tank vardır.

### 6.2.1 Sabit çatılı tanklar

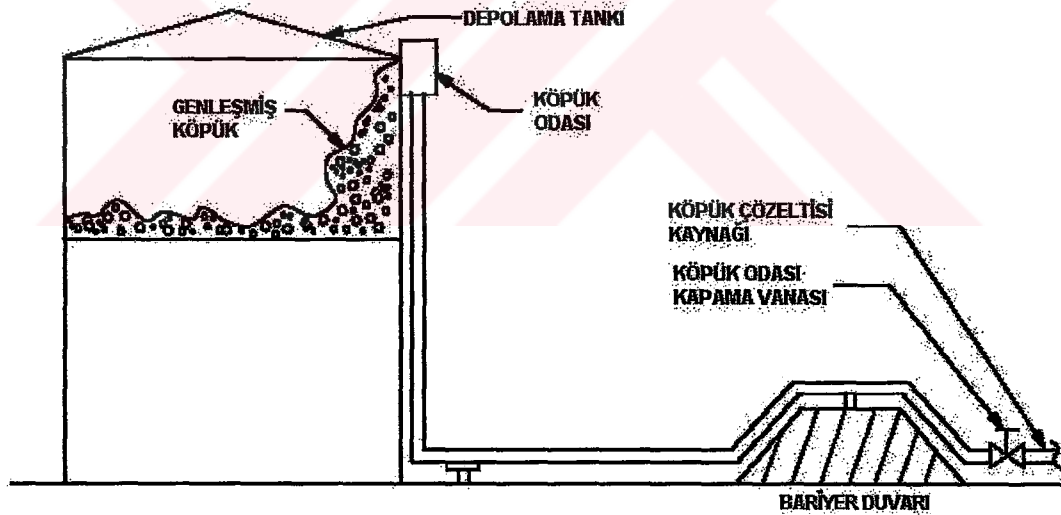
Sabit çatılı tanklar konik veya kubbeli çatıya sahip dikey silindirik tanklardır ve NFPA 30'da belirlenen gerekliliklere uygundur. Tipik olarak, bu tanklar çatı ile dikey yükselen kenarlar arasında zayıf bir bağlantıya sahiptir. Bir patlama olduğunda, bağlantı çatının uçmasına izin verecek şekilde ayrılır ve böylelikle gövde içindekiler kalacak şekilde bütün kalır. Bu tip yangınlar tankın açığa çıkan bütün yüzey alanını kaplar. NFPA'ya (1997) göre sabit çatılı tankların korunmasında uygulanan üç yöntem vardır:

1. Yüzey uygulaması
2. Yüzey altı uygulama
3. Portatif köpük nozülü ve monitörü kullanımı

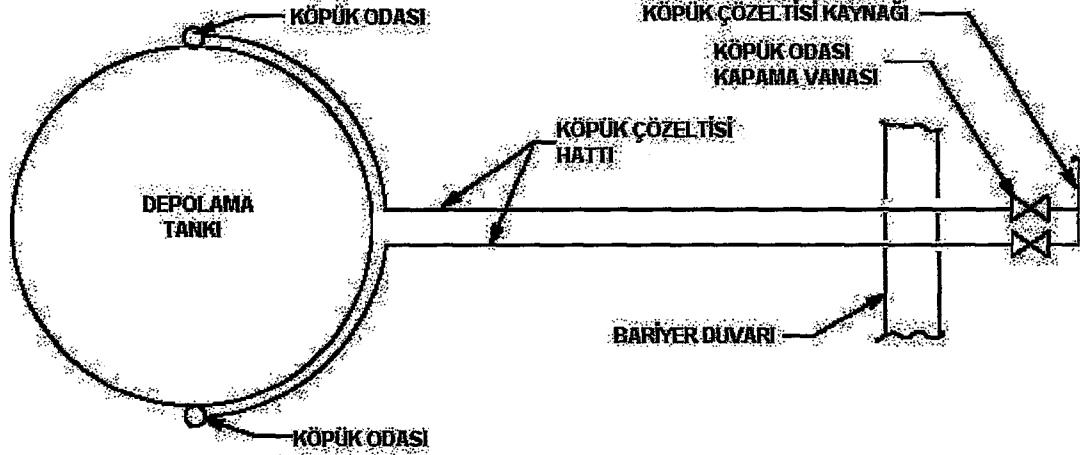
#### 6.2.1.1 Yüzey uygulaması

Genellikle Tip II uygulama cihazları olarak anılan köpük odaları yüzey uygulaması için kullanılır ve genişmiş köpüğün ürün yüzeyine, minimum çökmeye uğrayacak ve minimum

yüzey çalkalanmasına sebep olacak şekilde uygulanmasını sağlarlar (Şekil 6.1). Köpük odası genellikle köpük çözeltisi içerisine hava vermeye ve çözeltinin genişmiş köpük haline gelmesi için karıştırılmasına yarayan bir köpük yapıcı ve köpüğün hızını düşürmeye yarayan ve tanka girmeden önce iyice genişmesini sağlayan bir genişleme odasından oluşur. Köpük odası çatı hattından yaklaşık olarak 203-305 mm aşağıya çatıda herhangi bir oynama olduğunda zarar görmeyecek şekilde yerleştirilmelidir. Köpük odası tanktaki malın köpük hatlarına taşmasına izin vermeyecek şekilde tasarlanmalı, hatlara ve köpük çıkışına buhar kaçırmayan düşük basınçta patlayacak dayanıklı bir conta ihtiva etmelidir. Bunların yanında köpük odası köpüğü tank gövdesine doğru yönlendiren ve yakıt yüzeyi üzerine yumuşak bir köpük uygulaması sağlayan bir saptırıcıya sahip olmalıdır. Köpük odaları hem hidrokarbon hem de polar solvent tipindeki ürünler için kullanılabilir. Birden çok köpük odası gerektiğinde Şekil 3.1’de gösterildiği gibi tank çevresi boyunca eşit aralıklarla yerleştirilmeli ve her biri yaklaşık olarak aynı akış oranında tahliye yapmalıdır. Her köpük odası bariyerli alan dışında ayrı vanaya sahip olmalı ve minimum 15 m veya tanktan bir tank çapı kadar uzak olmalıdır. Bu mesafenin fazla olması daha iyidir.



Şekil 6.1 Sabit çatılı tanklarda köpük odası kullanılarak yüzey uygulaması



Şekil 6.2 Sabit çatılı tanklarda birden çok köpük odası kullanılarak yüzey uygulaması

#### Köpük odalarının boyutları ve sayıları:

İhtiyaç duyulan köpük odası sayısı tank çapına göre belirlenir. İki veya daha fazla köpük odası gerektiğinde, tank çevresinde eşit aralıklarla yerleştirilmeleri gerekir. Her bir köpük odası yaklaşık olarak aynı oranda köpük dağıtacak şekilde tasarlanmalıdır. Aşağıdaki çizelge çeşitli tank çaplarında gereken köpük odası sayısını göstermektedir.

Çizelge 6.1 Hidrokarbon ve polar solvent içeren tanklar için gereken tahliye çıkışı sayıları, (NFPA, 1997)

Tank çapı (m)	Mimimum tahliye çıkışı sayısı
24 m'ye kadar	1
24 – 36	2
36 – 42	3
42 – 48	4
48 – 54	5
54 – 60	6

Çapı 60 m'den büyük tanklar için, her bir ilave 465 m<sup>2</sup> ürün yüzeyi için bir çıkış daha ilave edilmesi gerekir.

Oda boyutu köpük yapıcısındaki basınca ve ihtiyaç duyulan kapasiteye göre değişir. Genellikle köpük yapıcısı girişindeki basınç ne kadar yüksekse, o kadar iyi köpük kalitesi elde edilir.

### Uygulama oranı ve tahliye süresi:

Uygulama oranı ve süresi korunan ürünün tipine göre değişir. Aşağıdaki tabloda hidrokarbonlar ve polar solventler için NFPA'in (1997) yayınladığı minimum miktarlar gösterilmektedir.

Çizelge 6.2 Sabit çatılı tanklarda kullanılan Tip II tahliye aletlerinin minimum tahliye süreleri ve uygulama oranları, (NFPA, 1997)

Ürün	Parlama noktası	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)
Hidrokarbon	37,8'den 93,3 °C'a kadar	4,1	30
Hidrokarbon	37,8 °C'dan düşük veya parlama noktaları üzerine ısıtılmış sıvılar	4,1	55
Ham petrol		4,1	55
Polar solventler		4,1*	55

Bunun yanında bütün hidrokarbonlar minimum uygulama oranı 4,1 l/d.m<sup>2</sup>'yi karşılaması gerekirken, daha yüksek uygulama oranları gereken bazı hidrokarbonlar vardır. Polar solventler için NFPA herhangi bir minimum uygulama oranı yayınlamamıştır. Bunun yanında bazı polar solventler 4,1 l/d.m<sup>2</sup> uygulama oranına sahiptir, fakat minimum uygulama oranı polar solventler için büyük oranda değişebilir. Köpük uygulama oranı köpük üreticisine danışılmalıdır.

### İlave korunma:

Birincil korunma önlemlerine ilave olarak, sabit çatılı tanklar için ilave hortum hatları gerekir. Bunlar küçük saçını yangınları için düşünülmüştür. İhtiyaç duyulan 189 l/d'lık hortum hatlarının sayısı aşağıdaki tabloda verilmiştir. İhtiyaç duyulan hortum hatlarının sayısı köpük sistemi tarafından korunacak en büyük tek tank yangını temelinde belirlenir. Oranlama sistemi tanka müdahale olmaksızın ilave hortum akımlarını karşılayacak kapasitede olmasının yanında ilave hortum akımları ana koruma sistemi ile birlikte kullanıldığında gereken akımı da karşılayacak kapasitede olmalıdır.

Çizelge 6.3 Gereken ilave hortum hatlarının sayısı, (NFPA, 1997)

Tank çapı	Hortum hattı sayısı
<19,5	1
19,5 – 36	2
>36	3

Aşağıdaki çizelge ilave hortum akımları için minimum işletme sürelerini göstermektedir. Köpük konsantresi, ihtiyaç duyulan hortum akımlarını aynı anda kullanıldıklarında belirtilen süreler boyunca karşılayacak miktarda olmalıdır.

Çizelge 6.4 İlave hortum hatları için işletme süreleri, (NFPA, 1997)

Tank çapı	Minimum işletme süresi
<10,5 m	10
10,5 – 28,5 m	20
>28,5 m	30

#### Sistem tasarımı:

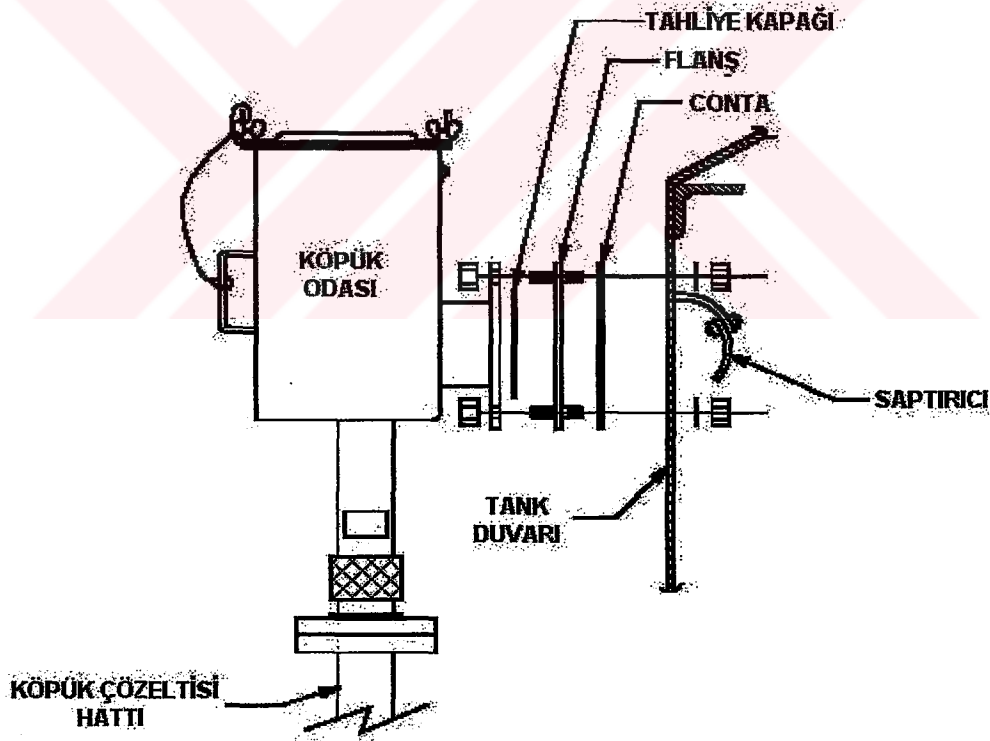
Sistem tasarımı birden fazla tank aynı anda aynı sistemle korunacak olsa da en büyük tek tank temelinde yapılır. Sabit çatılı tanklar için yangın sistemi tasarım kıstasları aşağıdaki gibidir:

1. Tankta depolanan ürünün belirlenmesi.
2. Kullanılacak en iyi köpük türünün belirlenmesi.
3. İhtiyaç duyulan uygulama oranının belirlenmesi (depolanan ürüne ve köpük konsantresine bağlıdır).
4. Korunacak ürünün yüzey alanının belirlenmesi (tank çapına göre belirlenir).
5. Tankın korunması için gereken çözelti miktarının belirlenmesi (ürün yüzey alanının uygulama oranı ile çarpılması ile elde edilir).
6. Kullanılacak köpük odalarının sayısı ve boyutlarının belirlenmesi (sayısı tank çapına göre belirlenir, tahliye ihtiyacı toplam çözelti akımının ihtiyaç duyulan tahliye aletlerine bölünmesi ile elde edilir).
7. Tank için gerekli tahliye süresinin belirlenmesi.
8. Gereken ilave hortum akımlarının ve minimum işletme sürelerinin belirlenmesi.

9. Tank ve hortum akımları için gereken köpük konsantresi miktarının belirlenmesi.
10. Sistem ihtiyaçlarını karşılayacak uygun oranlama sisteminin seçilmesi.

#### Özel tasarım durumları:

Sabit çatılı tanklarda köpük odaları kullanıldığında monomerlerin depolanması özel bir problem teşkil eder. Birçok yaygın monomer su buharı ile ürünün polimerleşmesi ile sonuçlanan ve katı kalıntılar bırakan reaksiyonlar verir. Belli bir süre sonra polimerizasyon gelişip, hatta köpük odasının bloke olmasına sebep olabilir. Bu tip ürünler içeren tanklarda, köpük odası tahliye çıkışı ile tank arasında tahliye kapağı bulunmalıdır (Şekil 6.3). Bu kapak ürün buharının köpük odası gövdesinde yoğuşmadan dolayı mevcut olabilecek neme ulaşmasını engeller. Böylelikle köpük odasında katı kalıntıların oluşması engellenir. Köpük odası kapağı köpüğün tanka akmasına izin verebilmek için köpük odası tarafından gelecek düşük bir basınçta patlayacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 6.3 Sabit çatılı tanklarda kullanılan tahliye kapağı içeren köpük odası kurulumu [3]

Aşağıdaki liste yukarıda bahsedilen etkiye sahip tüm ürünleri göstermemektedir, oda kapağı gerektiren yaygın monomerlerden bazılarıdır.



### 6.2.1.2 Yüzey altı enjeksiyon yöntemi

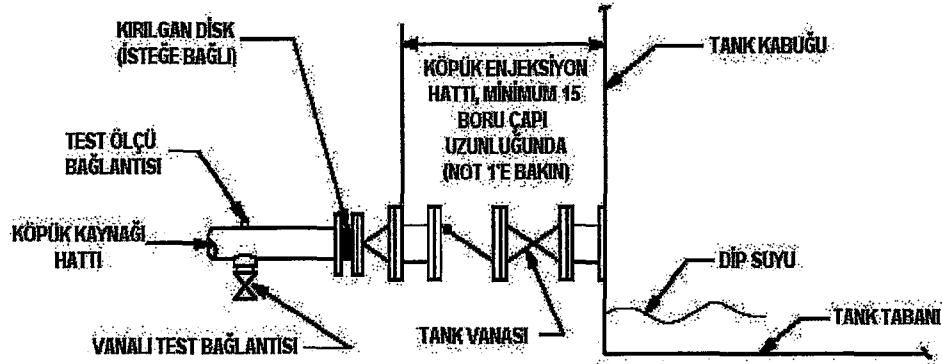
Yüzey altı köpük enjeksiyon sistemi hidrokarbon ihtiva eden sabit çatılı tanklarda kullanılabilir, ancak 1A sınıfı sıvılar veya polar solventler için tavsiye edilmez. Bu uygulamanın kullanımı yüzer tavanlara veya tavalara, yüzer tavanın ve özellikle batmış bir tavanın köpük akışını engellemesi ihtimalinden dolayı tavsiye edilmez. Bu tip uygulamanın olası bir patlamada diğer yöntemlere göre zarar görme ihtimali daha düşüktür. Ayrıca yukarı doğru hareket eden köpük, yüzeyde yanan sıvının soğumasına yardım edecek şekilde ürünü karıştırma eğilimindedir (Şekil 6.4). Yüksek geri basınçlı köpük yapıcılar yüksek işletme basınçlarına ihtiyaç duyan yüzey altı enjeksiyon yönteminde kullanılırlar. İlave olarak, hatların tasarımı tahliye hattında basıncı aşırısından korunmak ve eğer maksimum tahliye hızı aşılırsa ürünün aşırı hızlanmasından dolayı kritiktir. Yüzey altı köpük sistemlerinin 15°C'da 2000 SSU'dan yüksek viskozitedeki hidrokarbon ürünler için kullanımı tavsiye edilmez (NFPA, 1997)

Bu uygulama yöntemi ile kullanılacak uygun köpük konsantreleri sınırlıdır. Genleşmiş köpük 2 ila 4 arasında genleşme göstermeli ve akıcı olmalı, iyi bir sızdırmazlık oluşturmalı ve köpük örtüsünün yanma direnci olmalıdır. Floroprotein tipi köpük konsantreleri bu tip uygulamalar için tasarlanmıştır ve en iyi seçenektir. Aynı zamanda genel sıvı film oluşturan floroprotein tipi köpük konsantreleri de bu tip uygulamalarda kullanılmaktadır. Bunlar ürünü daha fazla hızlandırdığından ve daha düşük sızdırmazlık gösterdiklerinden tavsiye edilmezler. Standart protein bazlı köpükler yakıt ile doyma eğiliminde olmaları ve ürünle birlikte yandıkları için kullanılmazlar. Bazı alkol dirençli sıvı film oluşturan floroprotein köpük konsantreleri kullanılabilir. Fakat en iyi sonucu floroprotein tipi köpükler vermektedir.

Tahliye aletine köpük yapıcı takılmış köpük odalarından farklı olarak, yüzey altı enjeksiyon yöntemi genleşmiş köpük üretmek için tahliye aletinden uzağa yerleştirilmiş yüksek geri basınçlı köpük yapıcılar kullanılır. Sistem tasarlanırken, köpük yapıcının akış yönünde basınç kayıpları dikkate alınmalıdır. Bu tip köpük yapıcılar, köpük üretimi zarar görmeden önce giriş basıncının ancak belli bir yüzdesi kadar geri basıncı karşılayabilir. Karşı basınç, tanktaki seviyeden oluşan kayıp artı köpük yapıcıdan itibaren akış yönündeki hat kayıplarıdır.

Hatlar tasarlanırken, şekilde gösterildiği gibi her gövdeden hemen önce bir patlama (kırılma) diski yerleştirilmesi tavsiye edilir. Bu, köpük hatlarına herhangi bir sızıntı olmasını engellemek için pozitif bir kapama sağlar. Ayrıca her hatta patlama diskinden hemen önce hattı tanka köpük boşaltmadan test etmeyi sağlayacak bir test bağlantısı yapılmalıdır.

Sabit köpük odalarında olduğu gibi, yüzey altı enjeksiyon tipi korunma için de ilave hortum hatları gereklidir (Çizelge 6.3 ve 6.4).



Şekil 6.5 Tipik yüzey altı enjeksiyon tank bağlantısı [3]

#### Köpük tahliye çıkışları:

Tahliye çıkışlarının sayısı tank çapına göre belirlenir. İki veya daha fazla tahliye çıkışı gerekiyorsa, bunlar tank çevresi boyunca eşit aralıklarla yerleştirilmelidir. Çizelge 6.5 çeşitli tank çapları için gerekli olan çıkış sayılarını göstermektedir.

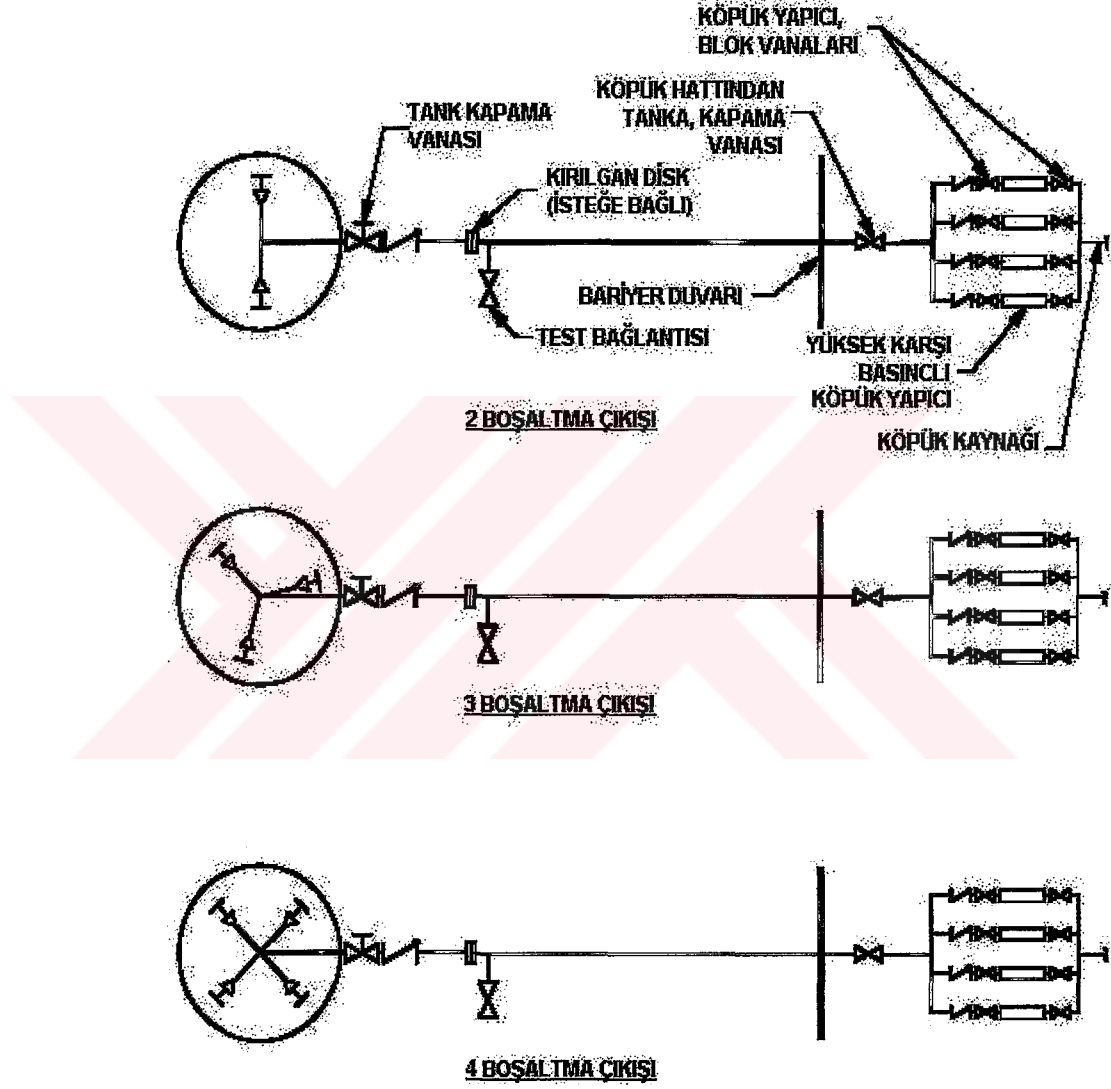
Tahliye çıkışları köpük dağıtım hatlarının açık ağızları veya ürün hatları olabilir, ancak genişmiş köpüğün tahliye noktasındaki hızını sınırlı tutacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Maksimum hız 1B sınıfı ürünler ve ham petrol için 3 m/s'yi ve diğer ürünler için 6 m/s'yi geçmemelidir. Birden fazla çıkış gerektiğinde, köpüğün düzgün dağılımını sağlamak için yaklaşık olarak aynı oranda dağıtım yapacak şekilde boyutlandırılma yapılmalıdır. Çıkışlar Şekil 6.5'de gösterildiği gibi bir manifold bağlantısı üzerinden tek bir gövde bağlantısı ile yapılmış olabilir. Tahliye aletinin yüksekliği minimum, beklenen en yüksek su seviyesinden 0,3 m yüksekte olmalıdır.

Çizelge 6.5 Hidrokarbon içeren tanklara yüzey altı köpük uygulaması için gereken sabit tahliye çıkışı sayısı, (NFPA, 1997)

Tank çapı (m)	Minimum tahliye çıkışı sayısı	
	Parlama Noktası < 37,8 °C	Parlama Noktası ≥ 37,8 °C
<24	1	1
24 – 36	2	1
36 – 42	3	2
42 – 48	4	2

Çizelge 6.5 Hidrokarbon içeren tanklara yüzey altı köpük uygulaması için gereken sabit tahliye çıkışı sayısı, (devam)

48 – 54	5	2
54 – 60	6	3
>60	6 + her ilave 465 m <sup>2</sup> için 1 tane	3 + her ilave 697 m <sup>2</sup> için 1 tane



Şekil 6.6 Tank içi birden çok çıkış için tipik düzenleme

#### Uygulama oranı ve tahliye süresi:

Uygulama oranı ve tahliye süresi korunan ürünün tipine göre değişir. Çizelge 6.6'da hidrokarbonlar için NFPA'in yayınladığı minimum miktarlar verilmiştir.

Çizelge 6.6 Sabit çatılı tanklarda yüzey altı köpük uygulaması minimum uygulama oranları ve tahliye süreleri, (NFPA, 1997)

Ürün	Parlama noktası	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)
Hidrokarbon	37,8 – 93,3 °C	4,1	30
Hidrokarbon	37,8 °C'dan düşük veya parlama noktası üzerine ısıtılmış sıvılar	4,1	55
Ham petrol		4,1	55

#### Sistem tasarımı:

Sistem tasarımı aynı anda birden çok tank korunacak olduğunda, en büyük tek tank temelinde yapılır. Sabit çatılı için kurulacak bir yaygın koruma sistemi tasarım kısıtları aşağıdaki gibidir.

1. Tankta depolanan ürünün belirlenmesi.
2. Kullanılacak en iyi köpük konsantrasyonunun belirlenmesi.
3. Gerekli olan uygulama oranının belirlenmesi (depolanan ürüne ve köpük konsantrasyonuna göre belirlenir).
4. Ürünün korunacak yüzey alanının belirlenmesi.
5. Tank için gerekli çözelti miktarının belirlenmesi (ürün yüzey alanı ile uygulama oranının çarpılması ile bulunur, çözelti ihtiyacı belirlendikten sonra akış ihtiyacını karşılayacak köpük yapıcı veya yapıcılar belirlenir).
6. Köpük tahliye aletlerinin miktarı ve boyutlarının belirlenmesi (sayısı tank çapına göre belirlenir. Boyutlar ise, öncelikle her bir tahliye ağzındaki köpük akışını belirlemek için toplam genişleme miktarı ile çarpılır ve böylelikle her bir tahliye aletindeki genişleşmiş köpük akışı bulunur. Kabul edilebilir maksimum hız belirlenir ve gereken genişleşmiş köpük için maksimum hıza eşit veya altındaki bir hızı sağlayacak boyutu belirlenir).
7. Köpük yapıcının akış yönündeki karşı basıncının kabul edilebilir miktarda olup olmadığını kontrol edin
8. İhtiyaç duyulan tahliye süresini belirlenmesi.
9. Minimum işletme süresinde ihtiyaç duyulan ilave hortum hatlarının sayısını belirlenmesi

10. Tanka ve hortum hatlarına gereken köpük konsantresi miktarının belirlenmesi.
11. Bütün ihtiyaçları karşılayacak doğru oranlama sisteminin belirlenmesi.

### 6.2.1.3 Portatif köpük nozülü ve monitörü yöntemi

Portatif köpük nozülleri genellikle sabit borulu sistem ile bağlantı halinde yardımcı koruma için kullanılır. Sınırlı koşullarda küçük sabit çatılı tanklarda birincil korunma yöntemi olarak kullanılmaya uygundur. NFPA standartlarına göre portatif köpük nozülleri 9 m çapından 6 m yüksekliğinden küçük hidrokarbon depolanan tankların korunmasında kullanılabilir. Monitör üzerine yerleştirilmiş köpük nozülleri 18 m çapına kadar sabit çatılı tankların korunmasında kullanılabilir. Ne portatif ne de monitör üzerine yerleştirilmiş nozüller boyutlarına bakılmaksızın polar solvent ihtiva eden tanklarda kullanılmaz.

#### Uygulama oranı ve tahliye süresi:

Uygulama oranı ve tahliye süresi depolanan ürünün tipine göre değişir. Çizelge 6.7'de NFPA'in (1997) yayınladığı minimum miktarlar gösterilmektedir. İhtiyaç duyulan nozül sayısı henüz NFPA tarafından belirlenmemiştir. Ancak, ihtiyaç duyulan nozül sayısı ve yerleşiminin belirlenmesinde, rüzgar hızı ve yönü, nozül menzili, termal yukarı itme gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

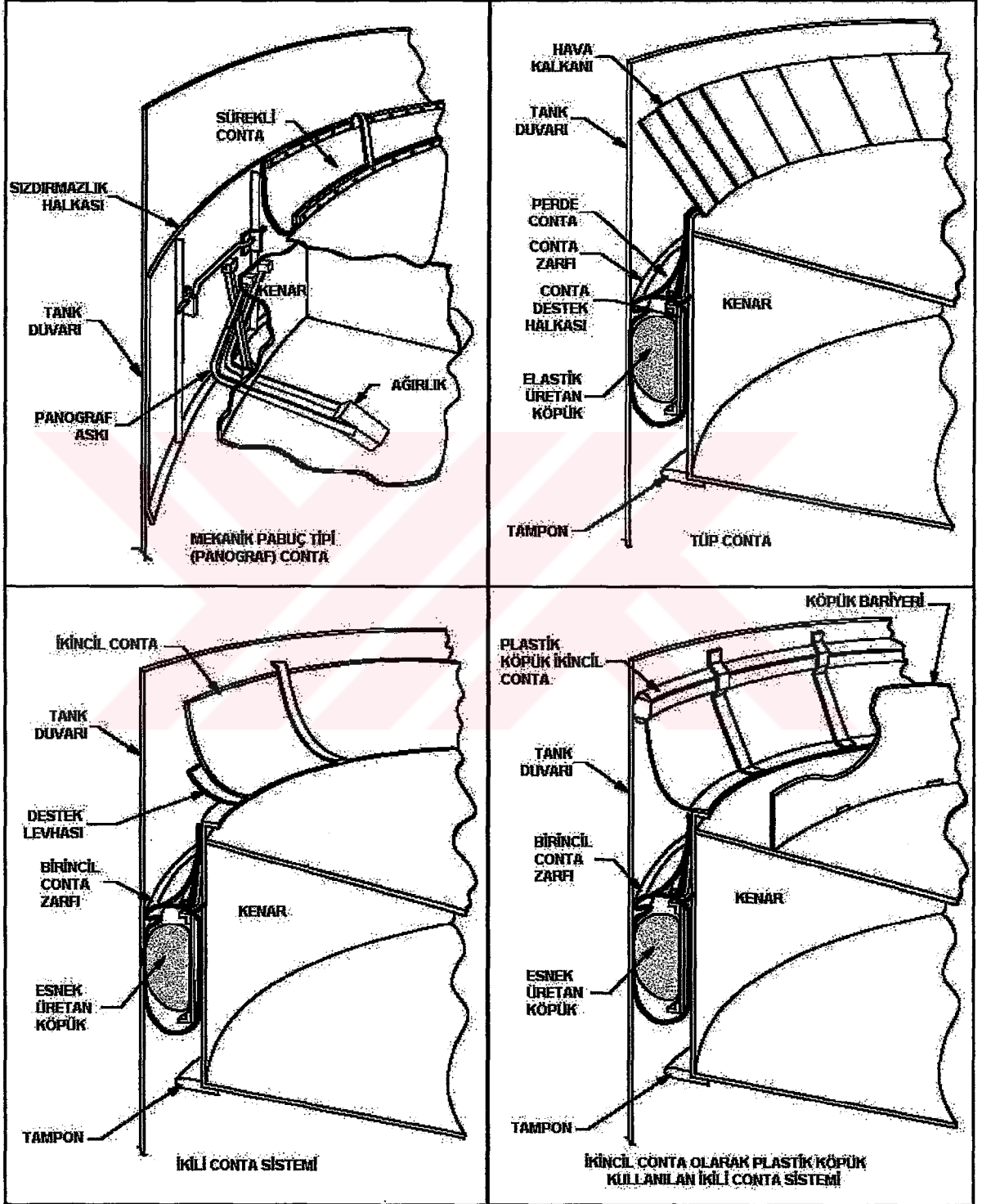
Çizelge 6.7 Hidrokarbon içeren sabit çatılı tanklarda portatif köpük nozül ve monitör kullanıldığında minimum uygulama oranları ve tahliye süreleri, (NFPA, 1997)

Ürün	Parlama noktası	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)
Hidrokarbon	37,8 – 93,3 °C	6,5	50
Hidrokarbon	37,8 °C'dan düşük veya parlama noktası üzerine ısıtılmış sıvılar	6,5	65
Ham petrol		6,5	65

### 6.2.2 Açık tepeli yüzer tavanlı tanklar

Açık tepeli yüzer tavanlı tanklar üzerlerinde sabit çatısı olmayan çift platformlu veya duba tipi yüzer tavana sahip tanklar temelinde tanımlanır. Bu tip tanklarda ürünün yalnızca tavan ile tank gövdesi alandan açığa çıkmasına izin verecek şekilde tavan ürün yüzeyi üzerinde yüzer. Bu açığa çıkan alan mekanik pabuç tipi (panograf) conta (Şekil 6.7) veya tüp conta (Şekil 6.8) kullanılarak kapatılır. Şekil 6.9'da gösterildiği gibi tüp conta üzerine bir metal hava kalkanı

yerleştirilebilir. Atmosfere salınan ürün miktarını azaltmak için, günümüzde birçok tanka ikincil conta yerleştirilmiştir. İkincil contalar yanıcı veya yanıcı olmayan malzemelerden üretilir (Şekil 6.10).



Şekil 6.7 Conta sistemlerinin ayrıntılı görünümüleri [3]

Yukarıda tanımlanan yüzer tavanlı tanklarda, tavan batmaları ve ürün yüzeyinin tamamının ortaya çıkması pek fazla yaşanmamıştır. Sonuç olarak, bu tanklarda yangınlar genellikle conta alanında ortaya çıkmaktadır. Deneyimlere göre, bu tanklar tüm yüzey alan korumasının gereği olmadığını göstermiştir. Buradan yola çıkarak, bir sistem kurulduğunda, tank conta alanını korumak için tasarlanır. Conta koruması kolay kolay batmayacak veya bir yangınla zarar görmeyecek çok sağlam tavanların korunması için tasarlanmıştır. Aşağıda verilen tiplerdeki tanklar üzeri açık yüzer tavanlı tanklar için verilen tasarım kuralları içine girmezler.

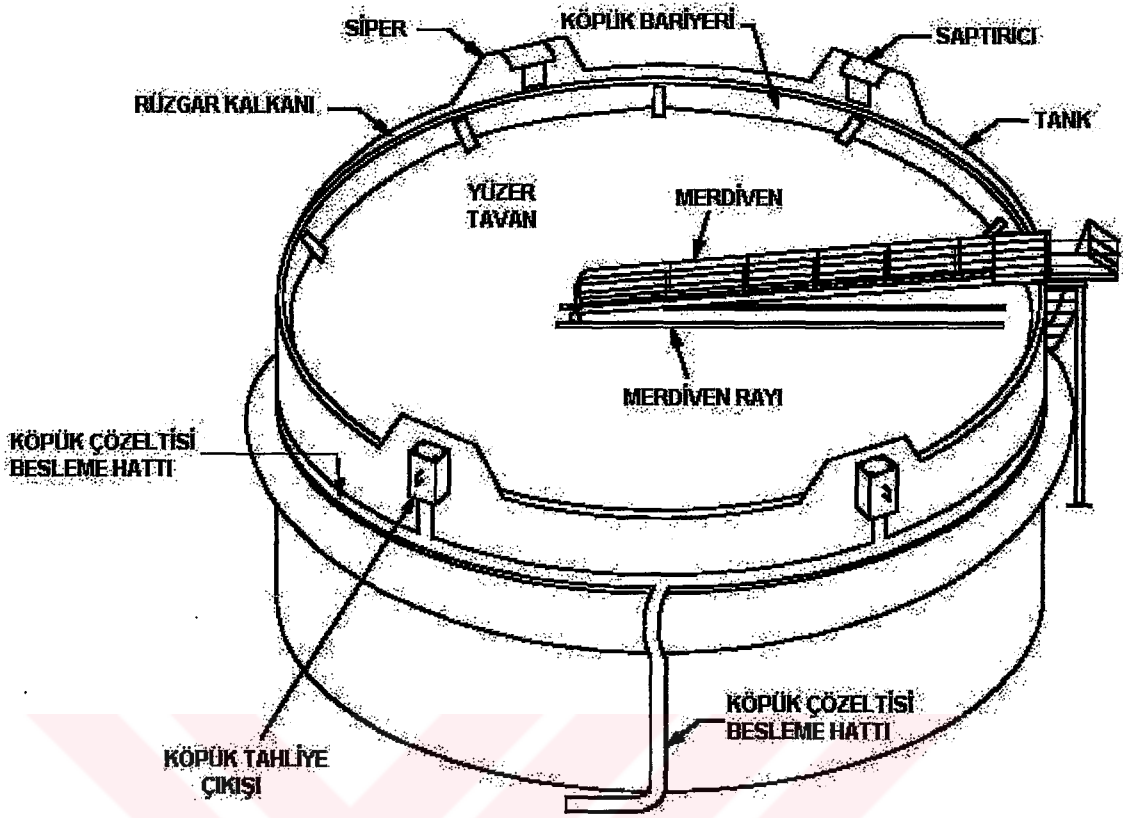
- Yüzer diyaframlardan yapılmış tavanlar,
- plastik örtüden tapılmış tavanlar,
- metal veya fiberglas içerisine kapsüllenmiş plastik veya diğer yüzer maddelerden yapılmış tavanlar,
- yüzer hacimli aletlere bağlanmış zarar gördüklerinde kolayca batabilecek tavanlar,
- tava tipi tavanlar.

Yukarıda açıklanan tavan tipleri tüm yüzey yangını ile sonuçlanacak, ürün yüzeyinin bir bölümünün veya tamamının açığa çıkmasına sebep olacak tavan batması veya zarar görmesi riskine sahiptir. Bu yüzden bu tip tavanlara sahip tanklar tüm ürün yüzey alanı yangınına göre tasarlanmış koruma sistemlerine sahip olmalıdır. Aşağıdaki tasarım kıstasları hidrokarbon ve polar solvent ihtiva eden tanklara uygulanır (NFPA, 1997).

Üzeri açık yüzer tavanlı tanklara köpük uygulanacak ürün için üç teknik vardır:

1. mekanik pabuç tipi, hava kalkanı veya ikincil conta üzerine sabit borulama kullanılarak köpük uygulaması,
2. mekanik pabuç altına doğrudan sıvı yüzeyi üzerine, hava kalkanı arkasına doğrudan tüp conta üzerine veya ikincil conta altına doğrudan birincil conta üzerine sabit borulama ağı kullanılarak köpük uygulaması,
3. portatif el hattı yöntemi, tank gövdesi dışından portatif nozüllerin yangın boyunca bağlanabileceği sabit borulama sistemi kullanılarak köpük uygulaması;

Uygulama yöntemine bakılmaksızın saçını yangınları için ilave köpük hortumu hatları bulunmalıdır. Uygulama kıstasları sabit çatılı tanklar ile aynıdır.



Şekil 6.8 Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sisteminin genel görünümü [3]

### 6.2.2.1 Conta üstü yöntemi

Bu yöntemde köpüğün conta veya hava kalkanı üzerinde kalmasını ve yanal olarak yangın alanına akmasını sağlayacak köpük bariyeri yerleştirilmelidir. Köpük bariyeri minimum 305 mm yüksekliğinde olmalı ve ikincil contadan veya ikincil contadaki herhangi bir yanıcı panelden en az 51 mm yükseğe uzanmalıdır. Tahliye aletlerinin genişlemiş aralığını karşılayabilmek için günümüzde çoğu tank minimum 610 mm yüksekliğe sahip köpük bariyerine sahip olacak şekilde inşa edilmektedir. Köpük bariyeri tank gövdesinden minimum 305 mm içeride olmalı ancak 610 mm'den fazla içeride olmamalıdır.

Tavan conta bölgesine köpük uygulamak için iki yöntem vardır. İlkinde tank çevresi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye aletleri kullanılır (Şekil 6.8). Bu uygulamada tahliye aletlerinde köpüğü tank gövdesinden tipik olarak tank çevresine yerleştirilmiş ring ana hattına bağlanırlar. Tahliye aletlerinde köpüğü tank gövdesinden aşağı conta alanına doğru yönlendirecek bir saptırıcıya sahip olabilirler (Şekil 6.9).

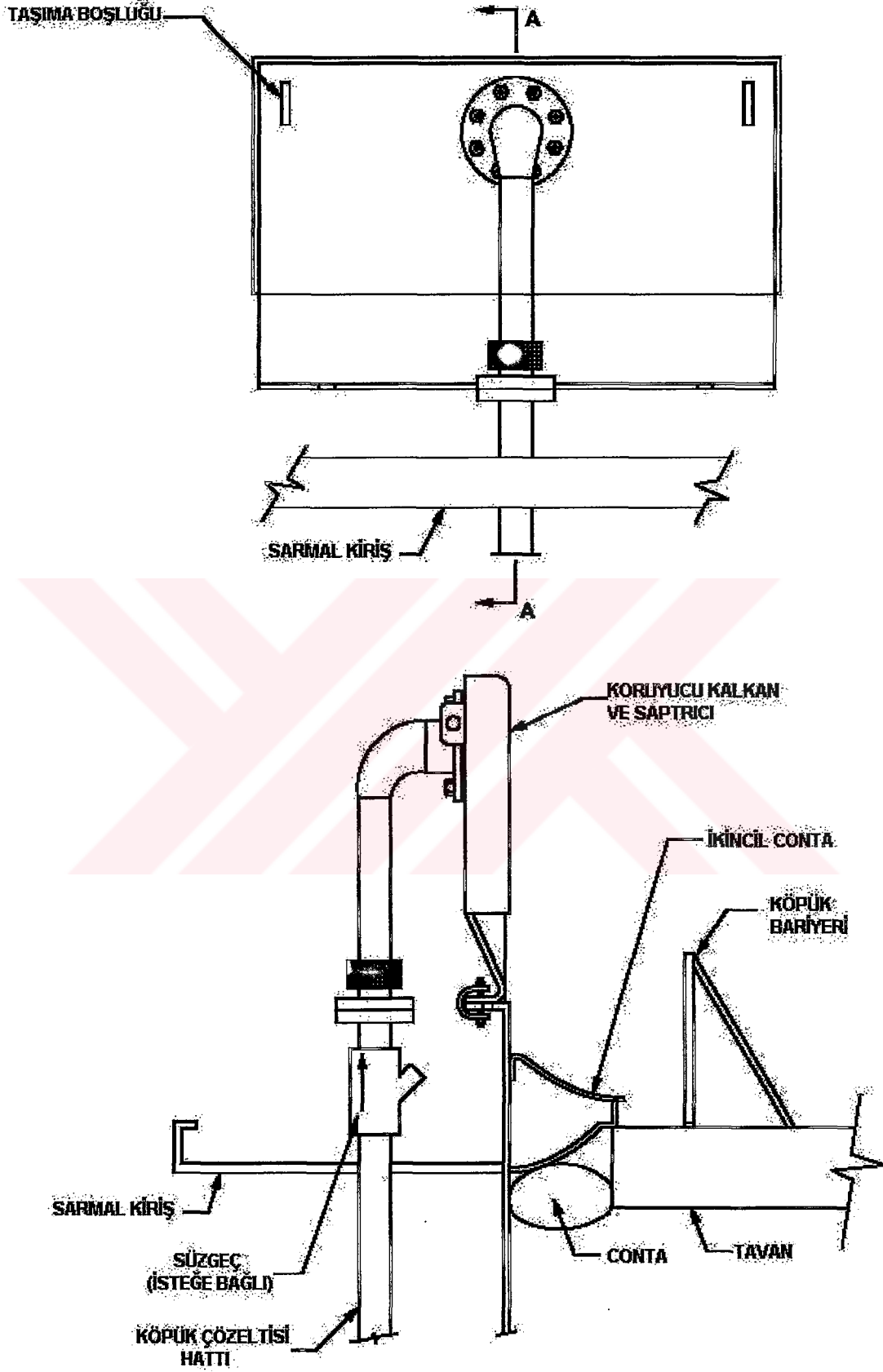
İkinci uygulama yönteminde yüzer tavan üzerine yerleştirilmiş tahliye aletleri kullanılır. Tahliye aletleri tipik olarak tavan kenarının yakınına yerleştirilmiş ring ana hattına bağlanırlar. Ring ana hattı, ring hattına bağlı olan ve merdivenle birlikte yukarı aşağı hareket eden esnek bir hortumun bulunduğu bir askı sistemi ile beslenir. Hortumun üst ucu tepedeki platformda sonlanır ve burada gövdeye paralel bir şekilde dikey yükselen bir hatta bağlanır (Şekil 6.11 ve 6.12). Bazı tanklar tank tabanından tavana yükselen bir hortuma bağlanan tavan merkezindeki bir manifoldtan beslenen tahliye aletlerine sahiptir (Şekil 6.13 ve 6.14). Uygulama sistemi seçimine bakılmaksızın tasarım ihtiyaçları aynıdır.

Köpük tahliye aletlerinin sayısı tankın çevresine ve köpük bariyerinin yüksekliğine göre belirlenir. Eğer minimum 610 mm yüksekliğinde bir köpük bariyeri yerleştirilirse, tahliye aletleri arasındaki maksimum yükseklik artar. Her tip conta için maksimum yerleştirme aralıkları Çizelge 6.8'de verilmiştir.

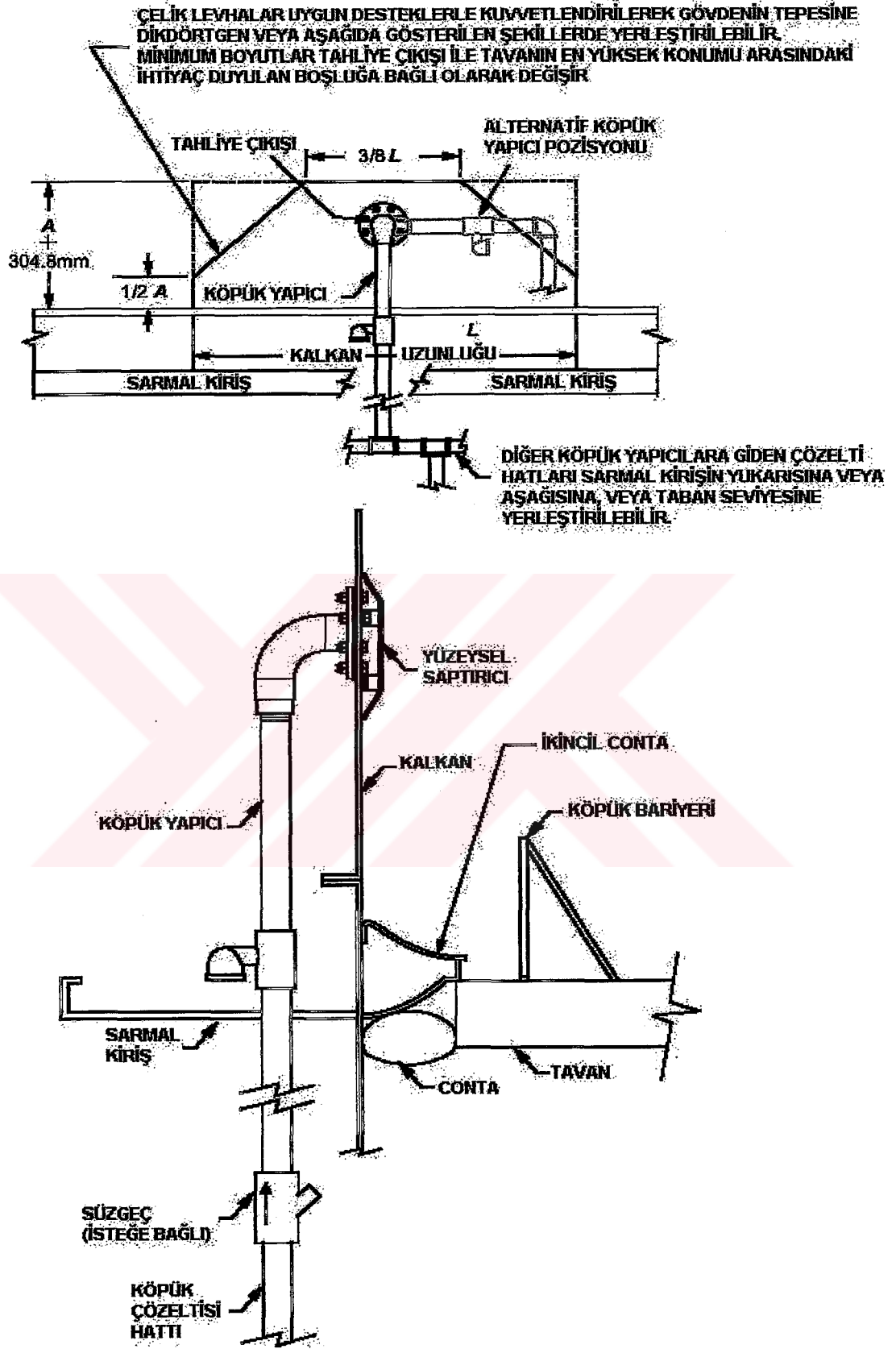
Uygulama oranı ve köpük konsantresi daire şeklindeki köpük bariyeri ile tank gövdesi arasındaki halka şeklindeki alan kullanılarak hesaplanmalıdır. Tahliye oranları ve işletme süreleri Çizelge 6.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.8 Üzeri açık yüzer tavanlı tanklarda conta üzeri köpük uygulama miktarları, (NFPA, 1997)

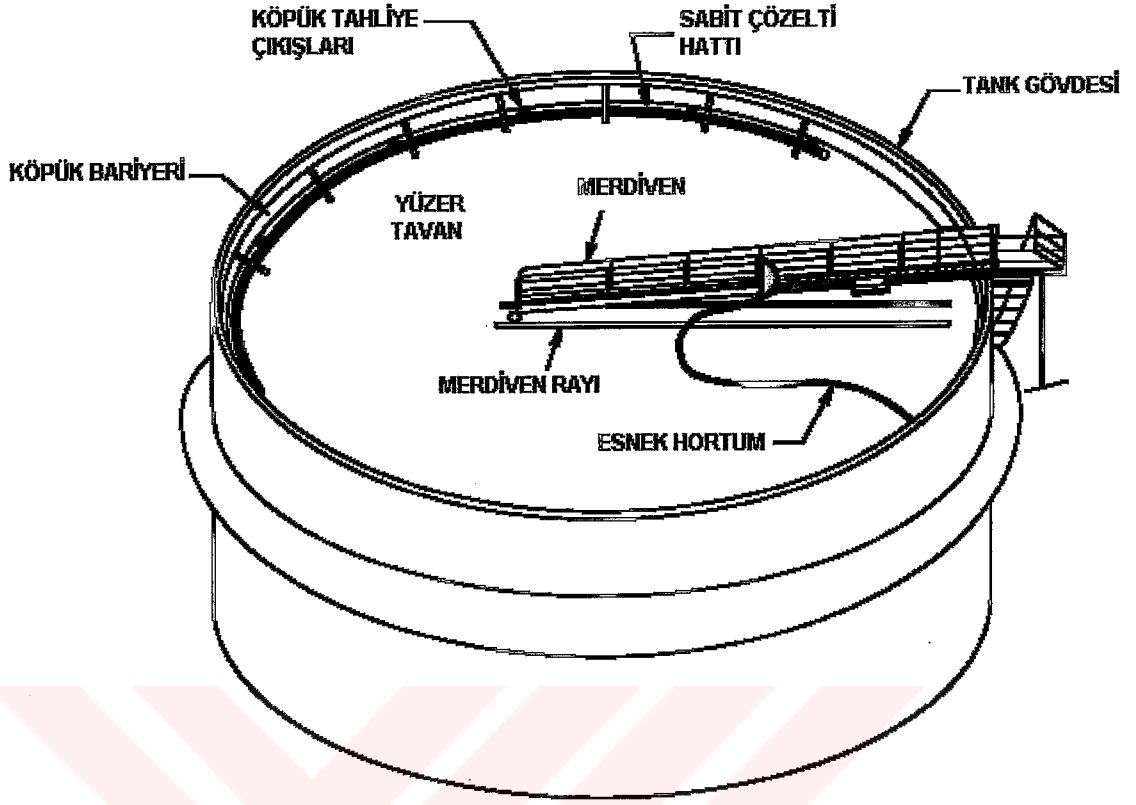
Conta tipi	Temsil	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)	Tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafe	
				Köpük bariyeri (305 mm)	Köpük bariyeri (610 mm)
Mekanik pabuç tipi conta	A	12,2	20	12,2	24,4
Tüp conta / metal hava kalkanı	B	12,2	20	12,2	24,4
Tamamen veya kısmen yanıcı ikincil conta	C	12,2	20	12,2	24,4
Tamamı metal ikincil conta	D	12,2	20	12,2	24,4



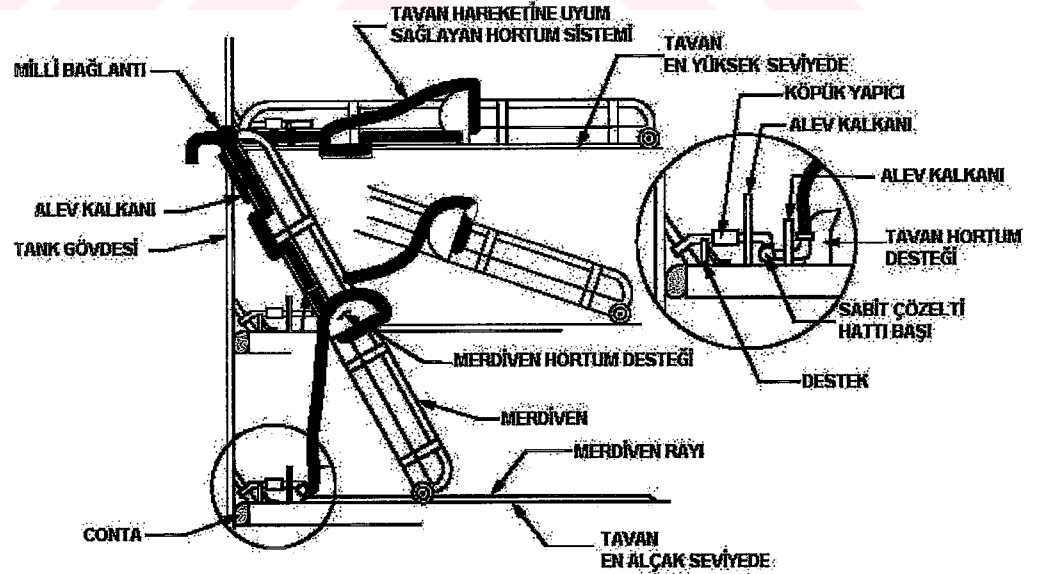
Şekil 6.9 Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi, bütünleşik siper ve saptırıcıya sahip köpük odası [3]



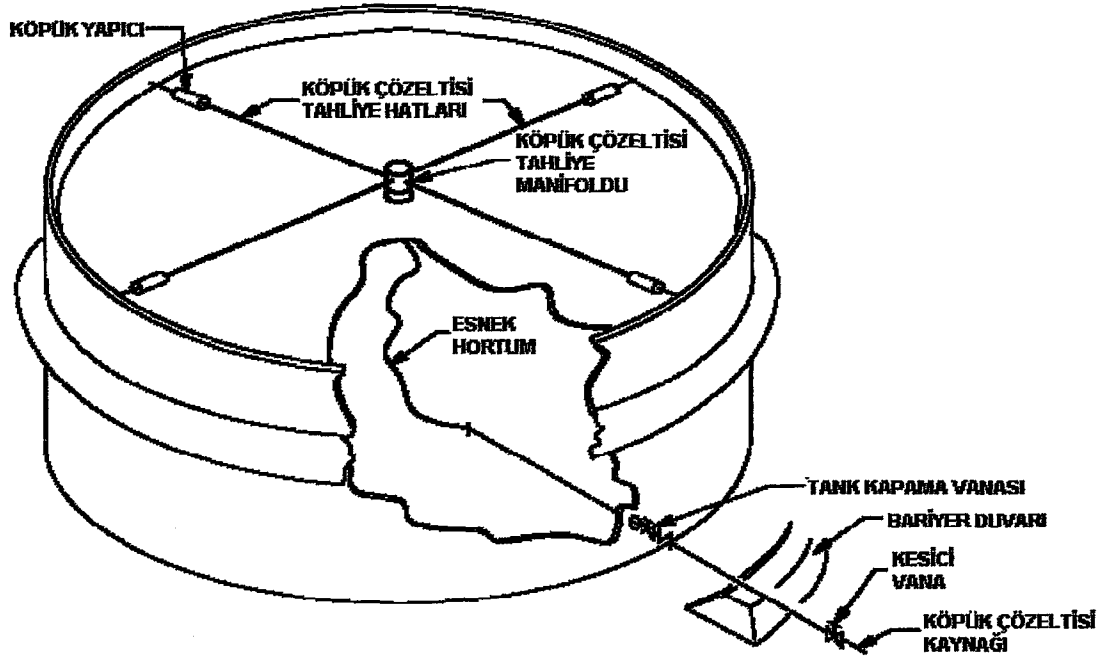
Şekil 6.10 Tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi [3]



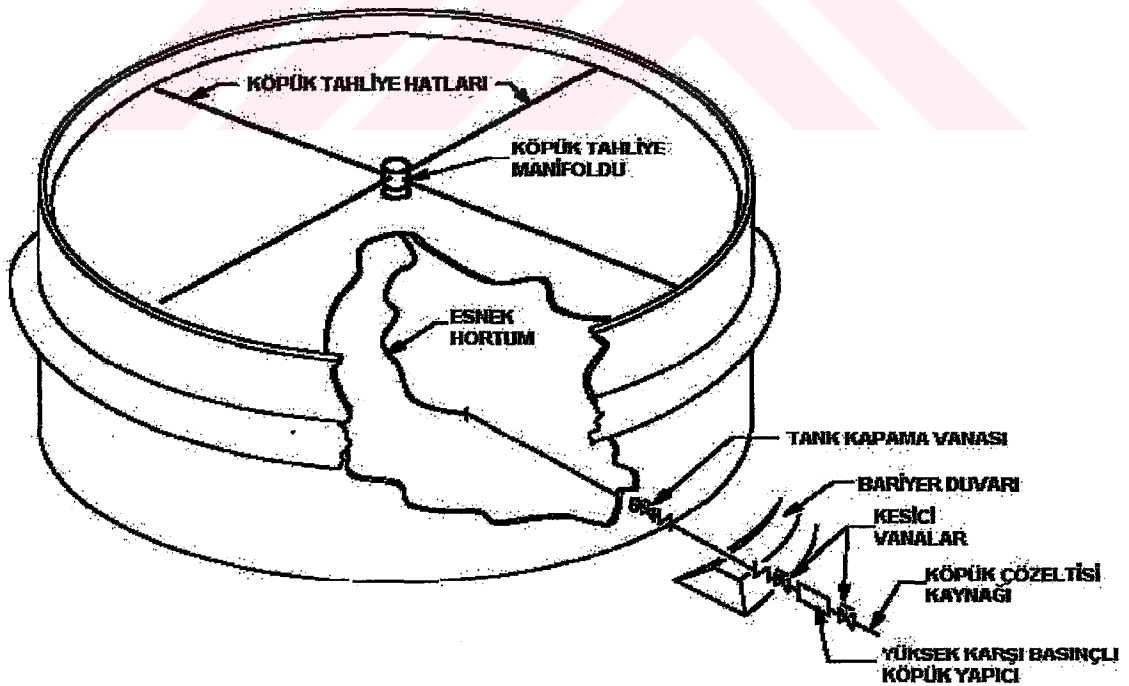
Şekil 6.11 Tavan gövdesi üzerine yerleştirilmiş sabit tahliye çıkışları ve merdiven hortum sistemi kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi [3]



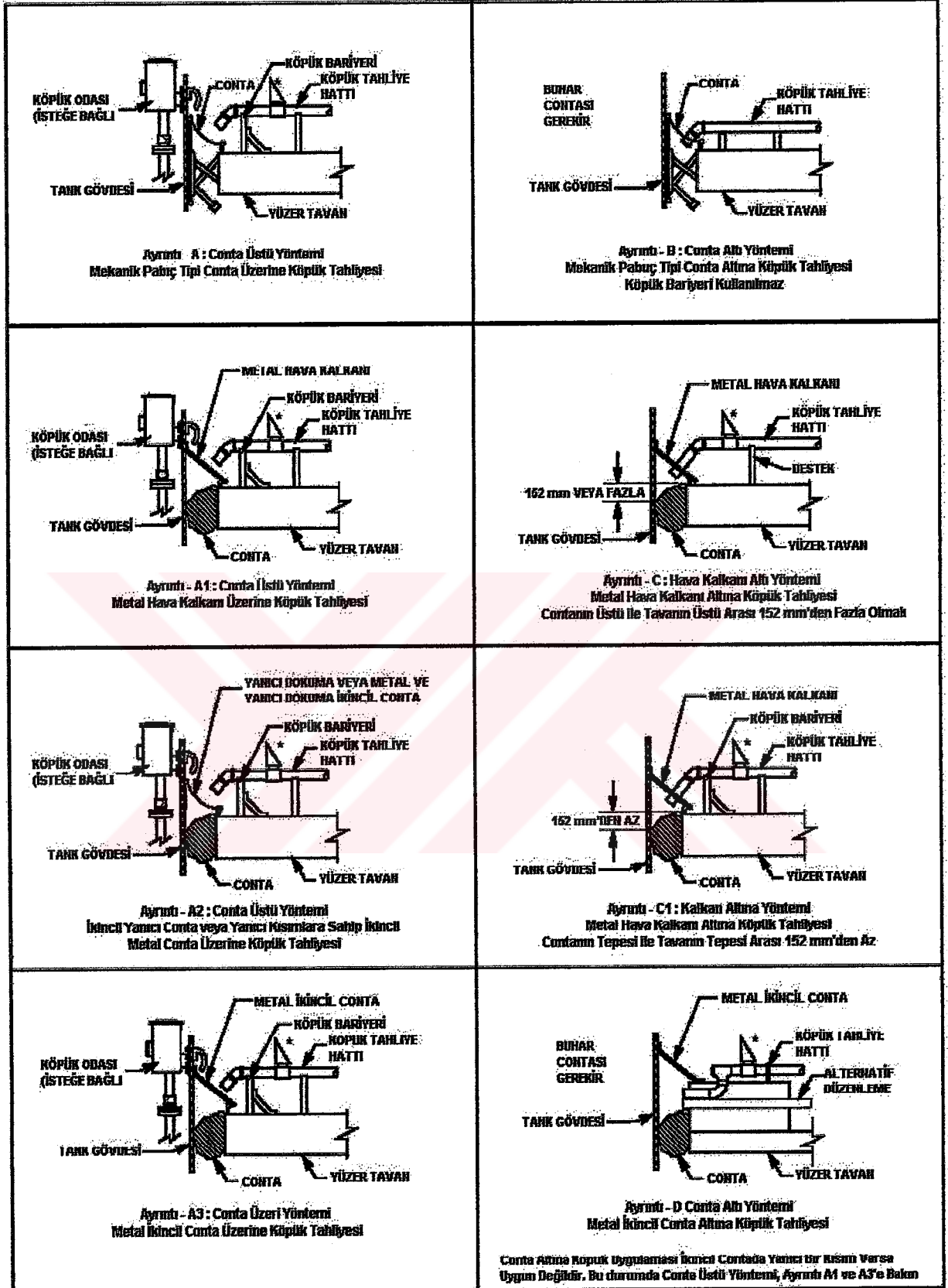
Şekil 6.12 Yüzer tavanlı tanklar için tipik merdiven hortum sistemi [3]



Şekil 6.13 Tank tabanından tavana uzanan esnek hortum ve tavan üzerine yerleştirilmiş köpük yapıcılar kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi [3]



Şekil 6.14 Yüksek karşı basınçlı köpük yapıcı ve tank tabanından tavana uzanan esnek hortum kullanılarak yüzer tavan conta alanı koruma sistemi [3]



\* Hatta köpük gözlemisi verildiğinde kullanılmak için köpük yapıcı

Şekil 6.15 Merdiven hortum sistemi ve birden çok köpük odası sistemleri için köpük sistemi düzenlemeleri [3]

### **Sistem tasarımı:**

Sistem tasarımı aynı sistemle birden fazla tank korunacağında en büyük tank temelinde yapılmalıdır. Üzeri açık yüzer tavanlı tankların korunmasında yangın sistemi kıstasları aşağıdaki gibidir.

1. Tankta depolanan ürünün belirlenmesi.
2. Kullanılacak en iyi köpük türünün belirlenmesi.
3. Uygulama oranının belirlenmesi (conta tipine ve uygulanacak halka şeklindeki alana bağlıdır).
4. Korunacak halka şeklindeki alanın belirlenmesi.
5. Tankın korunması için gerekli olan çözelti miktarının belirlenmesi. (şeklindeki alan ile uygulama oranının çarpılması ile elde edilir).
6. Gereken tahliye aletlerinin sayılarının ve boyutlarının belirlenmesi (tahliye aletlerinin sayısı tankın çevresi ve köpük bariyerinin yüksekliğine bağlı olarak maksimum yerleştirme aralığına göre belirlenir, her bir tahliye aleti için çözelti miktarı toplam çözelti akışının tahliye aleti sayısına bölünmesi ile bulunur.)
7. Tank için işletme süresinin belirlenmesi.
8. İhtiyaç duyulan ilave hortum hatlarının sayısı ve minimum işletme sürelerinin belirlenmesi.
9. Tank ve hortum hatları için gerekli olan köpük konsantresi miktarının belirlenmesi
10. Sistem ihtiyaçlarını karşılayacak doğru oranlama ekipmanlarının belirlenmesi.

#### **6.2.2.2 Conta altı yöntemi**

Bu uygulamada tüp conta ile tavanın tepesi arasındaki mesafe 152 mm'den daha az olmadıkça köpük bariyeri yerleştirmeye gerek yoktur, bunun yanında köpük tank tavanından beslenmeli tank gövdesi üzerinden beslenmemelidir. Köpük doğrudan contanın veya ikincil contanın altına uygulanır. Bu uygulamada dubanın kenarı veya ikincil contanın kendisi köpüğün conta üzerinde kalması ve yangın alanına doğru yanal olarak akmasını sağlayan bir köpük bariyeri vazifesi görür. Tahliye aletleri genellikle bir ring ana hattına bağlanır. Ring ana hattı ring hattına bağlı olan ve merdivenle birlikte yukarı aşağı hareket eden esnek bir hortumun

bulunduğu bir askı sistemi ile beslenir. Hortumun üst ucu tepedeki platformda sonlanır ve burada gövdeye paralel şekilde dikey yükselen bir hatta bağlanır. (Şekil 6.11 ve 6.12). Bazı tanklar tank tabanından tavana yükselen bir hortuma bağlanan tavan merkezindeki bir manifoldtan beslenen tahliye aletlerine sahiptir (Şekil 6.13 ve 6.14). Köpük tahliye aletlerinin sayısı tank çevresine ve conta tipine göre belirlenir. Uygulama oranı tavanın kenarı ile tankın gövdesi arasında kalan halka şeklindeki alan kullanılarak hesaplanır. Köpük bariyeri gereken uygulamalarda, köpük bariyeri ile tank gövdesi arasındaki alan hesaplanmalıdır. Uygulama oranları ve işletme süreleri için aşağıdaki tablo kullanılır.

Çizelge 6.9 Üzeri açık yüzer tavanlı tanklarda conta altı köpük uygulama miktarları, (NFPA, 1997)

Conta tipi	Temsil	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)	Tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafe
Mekanik pabuç conta	A	20,4	10	39 m, köpük bariyeri gerekmez
Tüp conta, conta tepesi ile tavan tepesi arası mesafe 153 mm'den fazla ise	B	20,4	10	18 m, köpük bariyeri gerekmez
Tüp conta, conta tepesi ile tavan tepesi arası mesafe 153 mm'den fazla ise	C	20,4	10	18 m, köpük bariyeri gerekmez
Tüp conta, metal ikincil conta altına köpük uygulandığında	D	20,4	10	18 m, köpük bariyeri gerekmez

#### Sistem tasarımı:

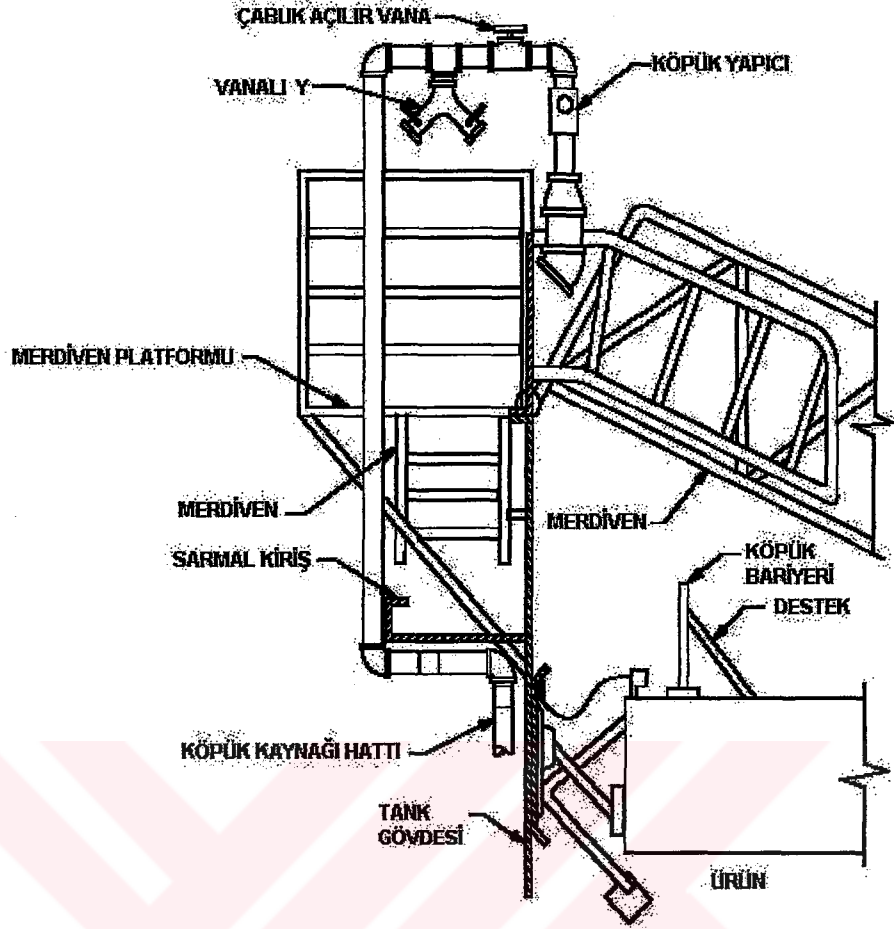
Birden fazla tank korunacağında sistem tasarımı en büyük tek tank temelinde yapılmalıdır. Üzeri açık yüzer tavanlı tankların korunması için sistem tasarım kıstasları aşağıdaki gibidir.

1. Tankta depolanan ürünün belirlenmesi.
2. Kullanılacak en iyi tip köpük konsantrasyonunun belirlenmesi.
3. İhtiyaç duyulan uygulama oranının belirlenmesi. (conta tipine ve halka şeklindeki alana köpük uygulama yöntemine göre belirlenir).
4. Korunacak halka şeklindeki alanın belirlenmesi. (uygulama yöntemine göre tank alanının veya köpük bariyeri alanının çıkarılması ile bulunur).

5. Tank koruması için gereken çözelti miktarının belirlenmesi. (halka şeklindeki alan ile uygulama oranının çarpılması ile bulunur).
6. Köpük tahliye aletlerinin sayısı ve boyutlarının belirlenmesi. (tank çevresine ve conta tipine göre izin verilen maksimum aralıklara ve tank çevresine göre belirlenir, her bir tahliye aletinin tahliye miktarları, toplam çözelti akışının tahliye aletleri sayısına bölünmesi ile bulunur).
7. Tank için gerekli işletim süresinin belirlenmesi.
8. İlave hortum hatlarının ve minimum işletme sürelerinin belirlenmesi.
9. Tank ve ilave hortum hatları için gerekli köpük konsantresi miktarının belirlenmesi.
10. Sistem ihtiyaçlarını karşılayacak doğru oranlama ekipmanının belirlenmesi.

### **6.2.2.3 Portatif el hatları yöntemi**

Daha önce açıklanan yöntemler köpüğün tüm contaya uygulanması yönünde tasarlanmıştır. El hattı yöntemi itfaiyecilerin köpüğü doğrudan yangın alanına uygulamasına izin verir. Bu uygulamada merdivenin tepesinde bulunan platforma 1-1/2'' lik hortum bağlantı istasyonu yerleştirilmiştir (Şekil 6.16). Operatör ya tam çatı üzerinden yada sarma giriş üzerinden el hattını tehlike noktasına yönlendirir. İtfaiyecileri korumak ve güvenli bir müdahale sağlamak için, platformun altına sabit bir tahliye aleti yerleştirilmelidir. Bu çıkış minimum 198 l/d'lık akışa sahip olmalı ve conta alanını platformun her iki alanına doğru 12,2 m kapatacak tasarımda olmalıdır. NFPA bu uygulama ani bir vaka olduğundan ve yangın boyutu hakkında bir öngörüde bulunulamayacağından, bu uygulama ile ilgili uygulama oranı ve işletim süresi bilgisi vermemektedir. Ancak bu uygulamayı çapı 76,2 m'yi geçmeyen tanklar ile sınırlamaktadır (NFPA, 1997).



Şekil 6.16 Portatif nozüller kullanılarak conta alanı koruma sistemi [3]

### 6.2.3 Üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar

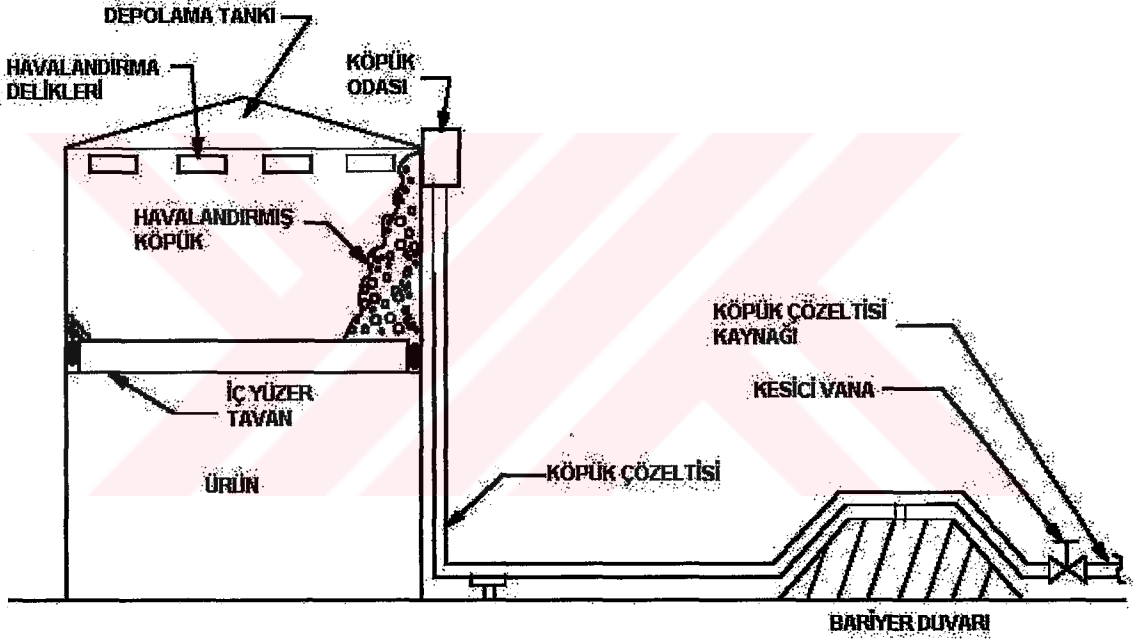
Üzeri kapalı yüzer tavanlı tanklar çift platform tipi veya duba tipi tavana sahip olan veya metalden yapılmış sıvı geçirmez ekipmanlarla desteklenmiş metal yüzer tavana sahip havalandırma sistemi ile donatılarak üzeri kapatılmış dikey silindirik tanklardır. Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklarda conta yangınları yaşandığı gibi tüm yüzey yangınları da yaşanabilir. Koruma yöntemi yüzer tavanın tipine göre belirlenir. Conta alanı yangını koruması için aşağıdaki tipteki çatılar uygundur.

- Çelik çift platform,
- Çelik duba,
- Tüm sıvı yüzeyi temaslı, kapalı petek yapılı metal tavanlar.

Bu uygulama için daha önce anlatılan açık tepeli yüzer tavanlı tanklar için kullanılan tasarım kıstasları kullanılır. Aşağıdaki tiplerdeki tavanlar bu uygulama dahiline girmez.

- Yüzer diyaframlardan yapılmış çatılar,
- Plastik örtülerden yapılmış çatılar,
- Metal veya fiberglas ile kapsüllenmiş olanlar da dahil olmak üzere, plastik veya diğer yüzer malzemeler ile yapılmış çatılar,
- Zarar gördüğünde kolaylıkla batabilecek yüzdürme hacimleri üzerinde bulunan çatılar,
- Tava tipi çatılar.

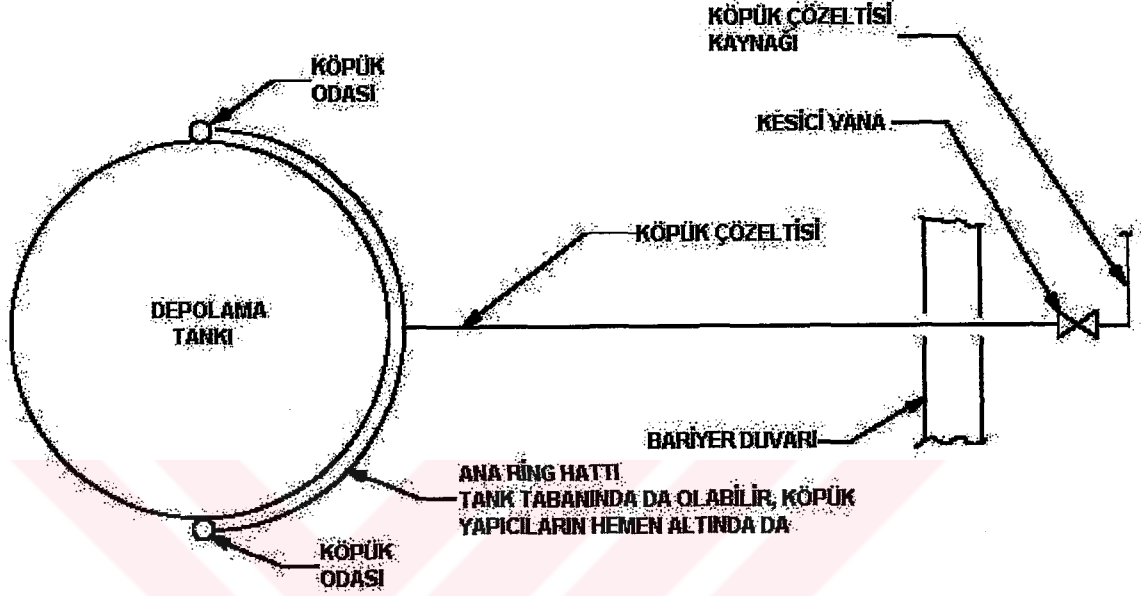
Bu tanklar için tüm yüzey yangını koruma sistemi gerekir ve bu tip tavana sahip tanklar sabit çatılı tanklar için kullanılan kriterlere göre değerlendirilmelidir (NFPA, 1997).



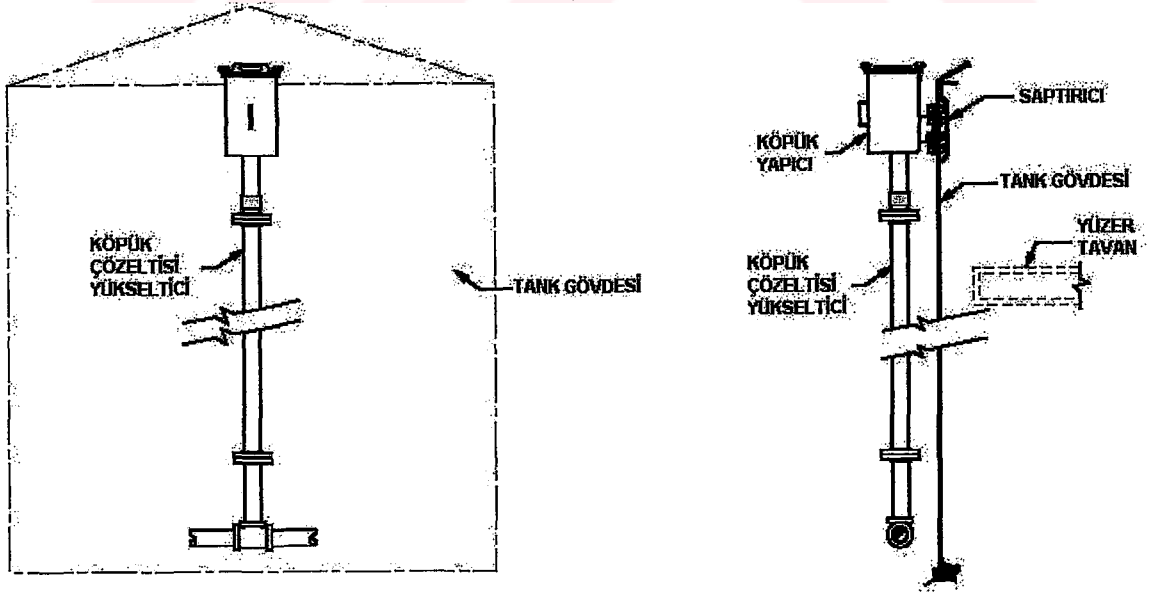
Şekil 6.17 Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklar için yüzey uygulaması sistemi

Kapalı yüzer tavanlı tankların köpük sistemleri yüzer tavanın zarar görmesi veya batması durumuna karşın ürünün tüm yüzey alanını kapatacak şekilde tasarlanmalıdır. Köpük sisteminin tasarımı sabit çatılı tanklar ile aynıdır, yalnızca her bir tahliye aleti için ayrı vanalar gerekmez (Şekil 6.17 ve 6.18). Ayrıca, tank gövdesi üzerine yerleştirilmiş herhangi bir tahliye aletinin saptırıcısının üzerinden çatı geçecek ise saptırıcı zarar görmeyecek şekilde tasarlanmalıdır (Şekil 6.19). Bu tanklar için yüzey altı köpük enjeksiyonu tavsiye edilmez. Sabit çatılı tanklarda olduğu gibi, bu tanklar için de ilave hortum hatları gerekir ve sabit çatılı tanklar için verilen değerler ile aynıdır (Çizelge 6.3 ve 6.4). Çapı 61 m'yi geçen tanklar için

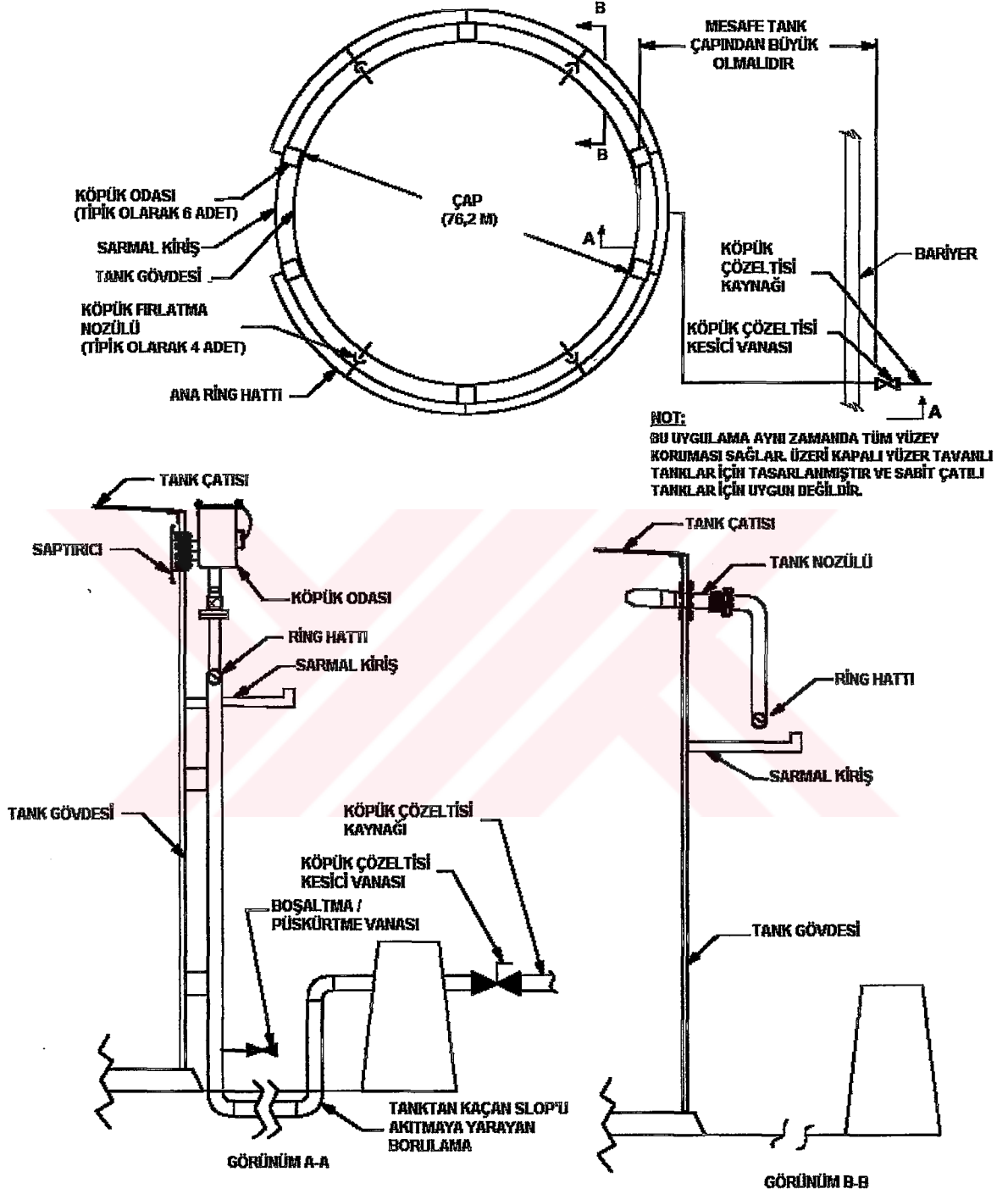
gövde üzerindeki köpük tahliye aletlerinin NFPA tarafından tavsiye edilen maksimum kat edeceği mesafe aşılar. Bu durumda köpüğün gövdeye uygulanmasının yerine köpüğü merkeze doğru fırlatabilecek tahliye aletlerinin kullanımı tavsiye edilir (Şekil 6.20).



Şekil 6.18 Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tanklar için birden çok köpük odası kullanılarak yüzeye uygulaması



Şekil 6.19 Üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tank köpük odası bağlantısı [3]



Şekil 6.20 Çapı 61m'den fazla üzeri kapatılmış yüzer tavanlı tankların köpük odaları ve tank nozülleri ile tüm yüzey korunumu [3]

#### 6.2.4 Yatay tanklar

NFPA (1997) yatay tanklar üzerine doğrudan köpük tahliye aletlerinin yerleştirilmesi tavsiye

etmez. Yatay tanklardaki bir iç patlama genellikle tankın yarılmasına ve içeriğinin yeryüzüne saçılmasında sebep olur. Bu yüzden, eğer koruma gerekiyorsa, tankların altına bariyerli alan koruması uygulanır. Bunun için bariyerli alan korumasına bakınız.

### **6.2.5 Birden fazla küçük tank**

NFPA (1997) aynı bariyerli alan içerisindeki birden fazla küçük tank için kullanılacak yangından korunma sisteminin seçiminde tasarımcıyı serbest bırakmıştır. Aynı bariyerli alan içine birden fazla küçük tank NFPA'ya (1996) göre yerleştirildiklerinde, küçük çaplara sahip olduklarından, tanklar arasındaki mesafe nispeten yakın olur. Koruma ihtiyaçlarına karar verilirken birden fazla tankın korunma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Bağımsız tahliye aletleri dikey tanklara doğrudan yakıt yüzeyine köpük uygulamak için yerleştirilebilir, ancak tahliye ihtiyaçları ve oranlama sistemi tankı ezebilir ve maliyet açısından engelleyici olabilir. Bariyerli alan koruması için verilen el hattı nozülleri ve sabit monitörlerin kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır.

### **6.2.6 Bariyerli alan koruması**

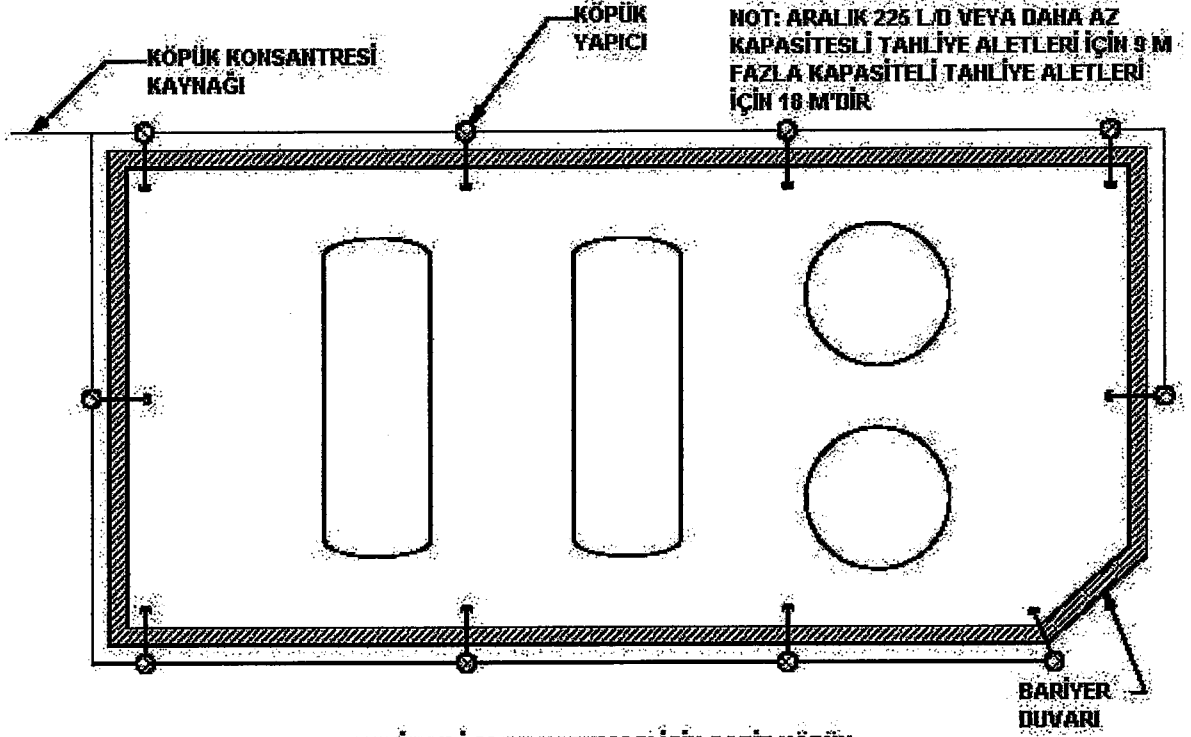
Bariyerli alanı korumak için çeşitli yöntemler uygulanabilir, ancak doğru koruma yöntemi seçimi bariyerli alanda bulunan tehlikenin tipine göre belirlenmelidir.

#### **6.2.6.1 Bariyer üzerine yerleştirilmiş sabit köpük yapıcılar**

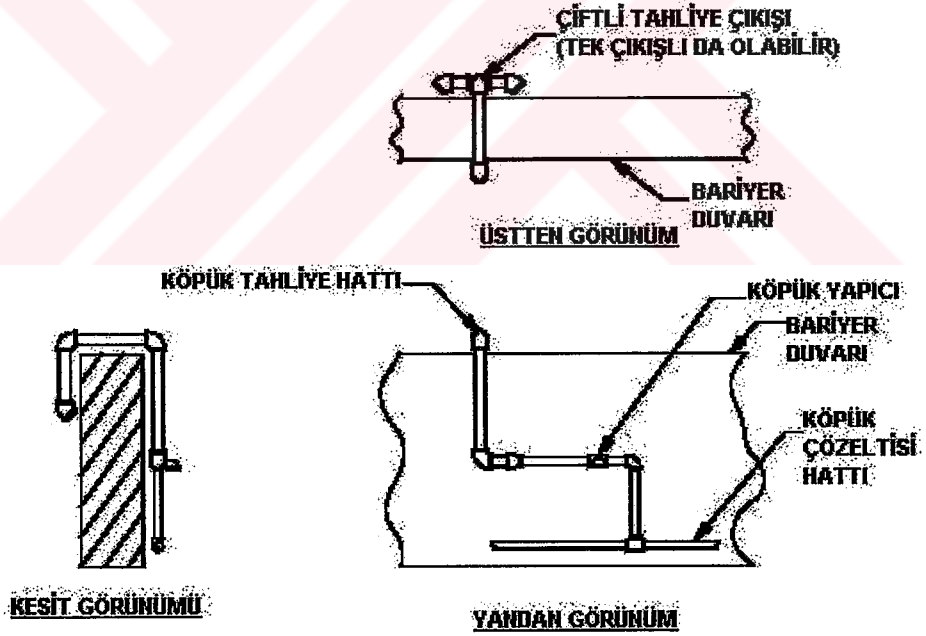
Sabit köpük yapıcı yöntemi bariyer duvarı dışına hat çekerek ve bu hatta eşit aralıklara bariyerli alana köpük boşaltacak şekilde tahliye aletleri yerleştirmek şeklinde özetlenebilir (Şekil 6.21).

Bu aletler Tip II tahliye aletleridir, ve uygulama oranları tüm bariyerli alan için 4,1 l/m<sup>2</sup>d'dir. II. Sınıf hidrokarbonlar kullanıldığında köpük konsantresi 20 dakikalık kullanıma yetecek kadar veya I. Sınıf hidrokarbonlar veya polar solventler kullanıldığında 30 dakikalık kullanıma yetecek kadar olmalıdır.

Doğru köpük dağılımını sağlamak için, bariyerli alan içindeki hiçbir nokta 9 m'den uzak olmadığında 225 l/d veya daha küçük kapasiteli tahliye aletleri yerleştirilmelidir. Bariyerli alandaki hiçbir nokta 18 m'den uzak olmadığında 225 l/d'dan daha yüksek kapasiteli tahliye aletleri yerleştirilebilir. Bunların yanında, köpük yapıcıların dağılımı maksimum kapamayı sağlamak için simetrik olmalıdır (NFPA, 1997).



**BARIYERLİ ALAN KORUMASI İÇİN SABİT KÖPÜK ÇIKIŞLARI KULLANILDIĞINDAKİ TİPİK HAT DÜZENLEMESİ**



**DUVARA DOĞRU TAHLİYE YAPAN SABİT KÖPÜK YAPICILARIN TİPİK KURULUMU**

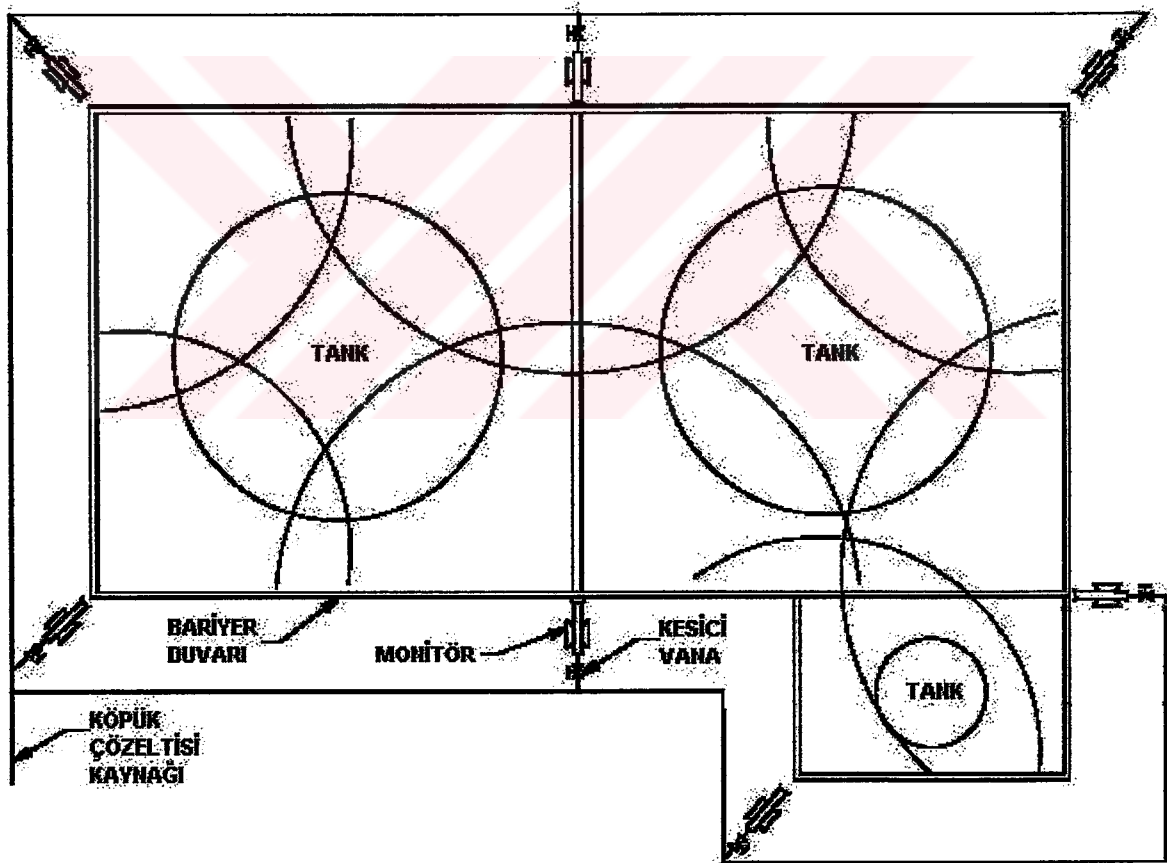
**Şekil 6.21 Bariyerli alan üzerine yerleştirilmiş sabit köpük yapıcılar**

### 6.2.6.2 Monitörlü koruma

Sabit olarak yerleştirilmiş köpük monitörleri bariyerli alan korumasında sabit köpük

yapıcılarda bulunmayan bir esneklik sağlar (Şekil 6.22). monitörler elle kumandalı, otomatik işletmeli (salınan), veya uzaktan kumandalı olabilir. Köpük akımı ihtiyaç duyulan yere yönlendirildiğinden büyük bir saçıntı anında bariyerli alanın tamamını kapatabilme veya pompalar, sızıntı yapan vanalar, flanşlar gibi küçük saçıntı alanlarını koruma kapasitesine sahiptir. Elle kontrol edilen veya uzaktan kumandalı ekipman kullanıldığında, bir alanda mücadele edip emniyeti sağladıktan sonra bariyer arasında diğer bölgeye geçilir. Bu sistem sınırlı su kaynağı olduğunda bariyerli alan için önemli bir koruma sağlar. Sistem tasarlanacağı zaman, monitörlerin sayısı, yerleşimleri ve boyutlarının belirlenmesine, rüzgar veya ters hava şartlarının etkilerini minimumda tutabilmek için çok büyük ehemmiyet verilmelidir.

Bunlara ilave olarak, doğru boyutlandırılmış monitörler bariyerli alan içindeki çapı 18 m'yi geçmeyen dikey tankların korunmasında kullanılabilir.



**MONİTÖRLER KULLANILARAK YAPILAN  
BARIYERLİ ALAN KORUMASININ TİPİK KURULUMU**

**Şekil 6.22 Bariyerli alan monitörlü koruma sistemi**

Monitörler köpüğü yanan yüzeye büyük bir karışma ile gönderdiğinden, hidrokarbonlar için

minimum uygulama oranı koruma alanına 6,5 l/m<sup>2</sup>d'dır. II. Sınıf sıvılar için 20 dakikalık, veya I. Sınıf sıvılar için 30 dakikalık köpük konsantresi gereklidir. Köpük konsantresi kaynağı belirlenen uygulama oranı ile ve uygulama süresi boyunca, tüm bariyerli alanı koruyabilecek ölçüde olmalıdır (NFPA, 1997).

NFPA polar solvent içeren bariyerli alanların korunmasında monitör kullanımını tavsiye etmiyor, ancak bazı yeni AD AFO köpük konsantreleri monitör ve nozül kullanarak köpüğün yangın söndürme kabiliyetini etkilemeden, tahliyeyi doğrudan ürün yüzeyine fırlatmadan bariyer duvarına veya tank gövdesine yaparak polar solventler için kullanılabilir. Köpüğün fırlatılması yangın söndürme kabiliyetini ters etkileyebilir. Uygulama oranı korunacak alan için 6,5 l/m<sup>2</sup>d'dan düşük olmamalıdır. Polar solventler için tahliye süresi 30 dakikadır.

### **6.2.6.3 Sabit köpük sprej sistemleri veya köpük/su yağmurlama sprej sistemleri**

Öncelikle köpük sprej sistemleri ile köpük/su sprej sistemlerini ayırmalıyız. Köpük sprej sistemleri yalnızca köpük tahliye eder, köpük konsantresi kaynağı tükendiğinde kapanır. Köpük/su sprej sistemleri ikili joker sistemlerdir, ve köpük ve suyu herhangi bir sırada tahliye ederler.

Köpük/su sprej sistemleri korumaya ihtiyaç duyan bölgeleri soğutmak için kullanılmalarmını yanında, yangın söndürmek için de köpük sağlarlar. Sabit su spreji sistemleri de soğuma sağlarlar ancak, yanıcı bir sıvı yangınında söndürme sağlamazlar.

Aynı bariyerli alana yerleştirilmiş bir yatay tank dizisini düşünelim. Tankların üzerine bir köpük/su sprej sistemi kurulması NFPA 30 standardına göre en etkili koruma tipi olabilir. Ancak tankların kapattığı alanlar tepedeki sprinklerlerin sprej güzergahına ters bir etkiye sahiptir. Köpük/su sprej nozüllerini tank gövdesine yönlendirecek şekilde yerleştirmek faydalı olacaktır. Beklenen en üst saçını noktasına yerleştirilmiş tank gövdesine doğru yönlendirilmiş sprej nozülleri birçok amaca hizmet edecektir. Yanıcı sıvılar için söndürme ajanı olan köpük, dolaylı olarak yanan yakıtı uygulanacak, ve bunun yanında maruz kalan bölgelere soğutma etkisi yapar. Köpük çözeltinin mekanik karışması ile meydana geldiğinden, nozül tahliyesinin tank gövdesine doğru yapılması ilave karışma sağlar, ve buda köpük kalitesini artırır. Bunun yanında, köpük yakıt yüzeyine tepe sprejlerine göre daha düşük bir seviyeden düştüğünden yakıt içine batma azaltılmış olur.

Hidrokarbonlar için minimum uygulama oranı tüm bariyer alanı için 6,5 l/m<sup>2</sup>d'dır. Köpük konsantresi miktarı tasarım şartları için 10 dakikalık işletmeye yetecek ölçüde olmalıdır.

## 7. ÖRNEK YANGIN SİSTEMİ TASARIM ÇALIŞMASI

Bu tasarım örneğinde iki tank sahasında bulunan toplam 12 tank bulunmaktadır. Tanklar, tank sahası ve depolanan ürünler tamamen keyfi seçilmiş gerçekte var olan herhangi bir depolama sahasına karşılık gelmemektedir. Birinci tank çiftliğinde beş adet ve ikinci tank çiftliğinde yedi adet tank bulunmaktadır. Tank sahalarında depolanan ürünlerin listesi ve tasarıma temel teşkil edecek ürün cinsleri aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

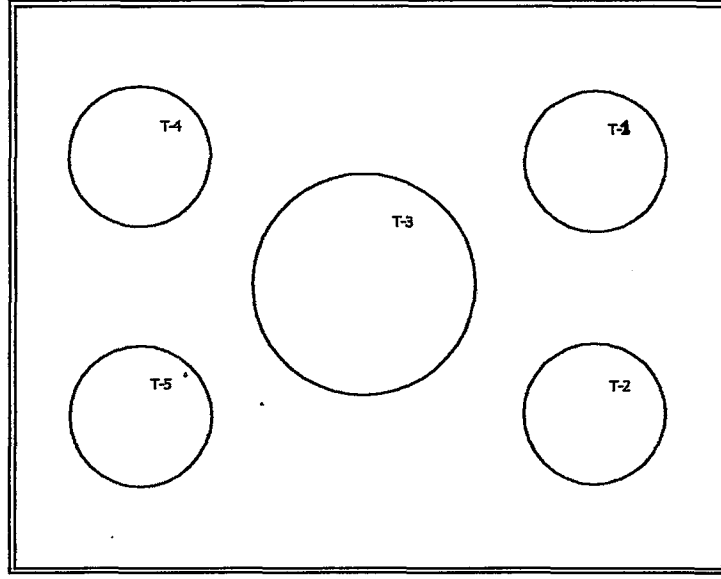
Çizelge 7.1 1 no'lu tank çiftliğindeki tanklarda depolanan ürünler

TANK NO	ÜRÜN	PARLAMA NOKTASI (°C)	KAYNAMA NOKTASI (°C)	NFPA SINIFI		
				IA	PARLAYICI	HİDROKARBON
T-1	BENZİN	-43	20-200	IA	PARLAYICI	HİDROKARBON
T-2	MOTORİN	52	260-340	II	YANICI	HİDROKARBON
T-3	FUEL OIL	>60	<330	IIIA	YANICI	HİDROKARBON
T-4	MOTORİN	52	260-340	II	YANICI	HİDROKARBON
T-5	BENZİN	-43	20-200	IA	PARLAYICI	HİDROKARBON

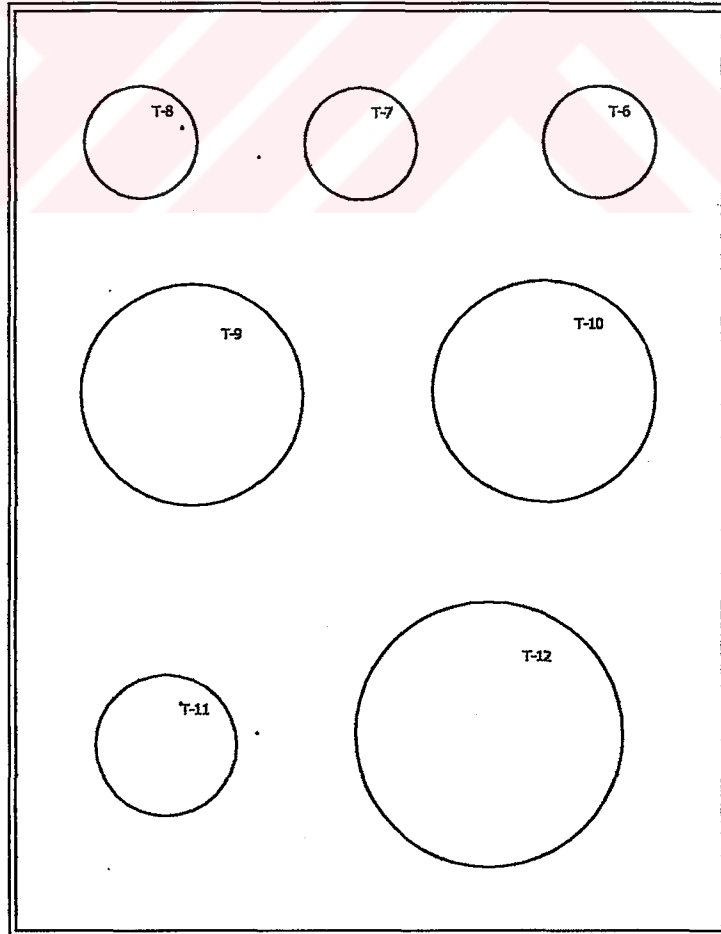
Çizelge 7.2 2 no'lu tank çiftliğindeki tanklarda depolanan ürünler

TANK NO	ÜRÜN	PARLAMA NOKTASI (°C)	KAYNAMA NOKTASI (°C)	NFPA SINIFI		
				IIIB	PARLAYICI	HİDROKARBON
T-6	VİNİL ASETAT	-8	72	IIIB	PARLAYICI	HİDROKARBON
T-7	STİREN MONOMER	32	145	IC	YANICI	HİDROKARBON
T-8	ASETON	22	56	IB	PARLAYICI	POLAR
T-9	METANOL	11	64	IB	PARLAYICI	POLAR
T-10	ETANOL	13	78	IB	PARLAYICI	POLAR
T-11	POLİOL	190-250	>300	IIIB	YANICI	POLAR
T-12	NAFTA	-	-	II	YANICI	HİDROKARBON

## 1 No'lu tank çiftliği



## 2 No'lu tank çiftliği



Şekil 7.1 Örnek tank sahası yerleşim planı

Tank çiftliklerinde kullanılan tankların tasarıma temel teşkil edecek özellikleri Çizelge 7.3'de verilmektedir.

Çizelge 7.3 Tankların tasarıma temel teşkil eden özellikleri

TANK NO	TANK TİPİ	ÇAP (m)	YÜKSEKLİK (m)	YANAL ALAN (m <sup>2</sup> )	SIVI YÜZEY ALANI (m <sup>2</sup> )	ANMA HACMİ (m <sup>3</sup> )
<b>1. TANK ÇİFTLİĞİ</b>						
T-1	ÜAYTT (MPTC)*	11,40	15,15	542,30	10,60	1500
T-2	SÇT	11,40	15,15	542,30	102,02	1500
T-3	SÇT	23,00	15,00	1083,30	415,27	6200
T-4	SÇT	11,40	15,15	542,30	102,02	1500
T-5	ÜAYTT (MPTC)	11,40	15,15	542,30	10,60	1500
<b>2. TANK ÇİFTLİĞİ</b>						
T-6	SÇT	11,46	10,50	378,03	103,14	1050
T-7	SÇT	11,46	10,50	378,03	103,14	1050
T-8	SÇT	11,46	10,50	378,03	103,14	1050
T-9	SÇT	23,00	15,00	1083,30	415,27	6200
T-10	SÇT	23,00	15,00	1083,30	415,27	6200
T-11	SÇT	11,40	15,15	542,30	102,02	1500
T-12	ÜAYTT (MPTC)	30,00	15,15	1427,13	706,50	10500

\*Mekanik pabuç tipi conta sahip tizeri açık yüzer tavanlı tank. Bu tanklarda yangın sistemi conta alanına uygulanacağı için sıvı yüzey alanı sütununa karşılık gelen değerler conta alanı miktarını göstermektedir.

Sabit çatılı tankların korunmasında Tip II sabit köpük tahliye aletleri kullanılacaktır ve bu uygulama için gerekli köpük miktarları NFPA 11'e göre hesaplanacaktır. NFPA 11'e göre sabit çatılı tanklarda kullanılacak Tip II köpük tahliye aletlerinin sayısı, uygulama oranları ve işletim süreleri ile ilgili çizelgeler aşağıdaki gibidir (Çizelge 7.4, 7.5 ve 7.6)

Çizelge 7.4 Hidrokarbon ve polar solvent içeren tanklar için tahliye çıkışı sayıları

Tank çapı (m)	Mimumum tahliye çıkışı
24 m'ye kadar	1
24 – 36	2
36 – 42	3
42 – 48	4
48 – 54	5
54 – 60	6

Çizelge 7.5 Sabit çatılı tanklarda kullanılan Tip II tahliye aletlerinin minimum tahliye süreleri ve uygulama oranları

Ürün	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)
Hidrokarbon 37,8'den 93,3 °C'a kadar	4,1	30
Hidrokarbon 37,8 °C'dan düşük veya parlama noktaları üzerine ısıtılmış sıvılar	4,1	55
Ham petrol	4,1	55
Polar solventler	4,1*	55

\* Polar solventler için NFPA herhangi bir minimum uygulama oranı yayınlamamıştır. Bazı polar solventler 4,1 l/d.m<sup>2</sup> uygulama oranına sahiptir, fakat minimum uygulama oranı polar solventler için büyük oranda değişebilir.

Çizelge 7.6 Çeşitli polar solventler için tavsiye edilen tahliye oranları ve minimum tahliye süreleri

Ürün	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)
Alkoller		
Metanol	4,1	55
Etanol	4,1	55
İzopropil alkol	6,1	55
Ketonlar		
Metil etil keton	4,1	55
Aseton	6,1	55
Esterler	4,1	55
Eterler	6,1	55

Yüzer tavanlı tankların korunması conta üstü köpük uygulaması yöntemi kullanılacak ve köpük uygulaması tank çevresine yerleştirilmiş tahliye aletleri kullanılarak gerçekleştirilecektir. Köpük mekanik pabuç tipi conta üzerine uygulanacak conta alanını kapaması için 610 mm yüksekliğe sahip köpük bariyeri kullanılacaktır. Uygulama oranı, daire şeklindeki köpük bariyeri ile tank gövdesi arasındaki halka şeklindeki alan kullanılarak hesaplanacaktır. NFPA 11'e göre mekanik pabuç tipi conta üzerine köpük uygulama oranı ve tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafeler aşağıdaki Çizelge 7.7'de verilmiştir.

Çizelge 7.7 Mekanik pabuç tipi conta üzerine köpük uygulama oranı, minimum tahliye süresi ve tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafeler

Conta tipi	Minimum uygulama oranı (l/m <sup>2</sup> d)	Minimum tahliye süresi (d)	Tahliye çıkışları arasındaki maksimum mesafe (m)	
			Köpük bariyeri (305 mm)	Köpük bariyeri (610 mm)
Mekanik pabuç tipi conta	12,2	20	12,2	24,4

Tank yangın sistemlerinin haricinde oluşabilecek saçını yangınları ile mücadele amaçlı ilave hortum hatları gerekir. NFPA 11'e göre ilave hortum hatlarının sayısı minimum 189 l/d kapasiteye sahip olacak şekilde Çizelge 7.8 ve 7.9'daki gibidir.

Çizelge 7.8 Gereken ilave hortum hatlarının sayısı

Tank çapı	Hortum hattı sayısı
<19,5	1
19,5 – 36	2
>36	3

Çizelge 7.9 İlave hortum hatları için minimum işletme süreleri

Tank çapı	Minimum işletme süresi
<10,5 m	10
10,5 – 28,5 m	20
>28,5 m	30

NFPA 11'e göre hesaplamalar en büyük tek tank yangını temelinde yapılması gerekir. Hesaplamaya temel teşkil edecek tank 9 veya 10 no'lu tanktır:

Tank çiftliklerindeki en büyük tek tank 12 no'lu tank olsa da bu tankın yangın sistemi conta alanı yangınına göre tasarlanacağı için tasarıma temel teşkil edecek en büyük tek tank yangını 3, 9 veya 10 no'lu tanklardan biri olacaktır.

**12 no'lu tank için gereken köpük miktarı:**

- Üzeri açık yüzer tavanlı tank
- Conta sistemi mekanik pabuç tipi conta

- Kullanılan köpük bariyerinin gövdeye uzaklığı: 610 mm
- Tank çevresi: 94,2 m, Çizelge 7.3
- Köpük odaları arasında bulunması gereken maksimum mesafe: 24,4 m, Çizelge 6.8, Çizelge 7.7
- Kullanılacak köpük odası sayısı: 4
- Depolanan ürün: Nafta
- Kullanılacak köpük konsantresi tipi: %3 AD AFO (alkole dirençli akıcı film oluşturan) köpük konsantresi
- Köpük uygulanacak conta alanı:  $\pi \times 30^2 / 4 - \pi \times (30 - 29,39)^2 / 4 = 28,4 \text{ m}^2$
- Uygulama oranı: 12,2 l/m<sup>2</sup>d, Çizelge 6.8, Çizelge 7.7
- Gereken köpük miktarı:  $28,4 \times 12,2 = 346,48 \text{ l/d}$
- Minimum uygulama süresi boyunca sarfedilecek köpük çözeltisi miktarı:  $346,5 \times 20 = 6930 \text{ l}$ , Çizelge 6.8, Çizelge 7.7
- Gereken köpük miktarı:  $0,03 \times 6930 = 208 \text{ l}$  dir.

3 no'lu tank için gereken köpük miktarı:

- Sabit çatılı tank
- Tank çapı: 23 m, Çizelge 7.3
- Tank yüksekliği: 15 m, Çizelge 7.3
- Gerekli olan köpük odası sayısı: 1, Çizelge 6.1, Çizelge 7.4
- Depolanan ürün: Fuel oil No:2, Çizelge 7.1
- Sıvı yüzey alanı:  $\pi \times 23^2 / 4 = 415,3 \text{ m}^2$
- Kullanılacak köpük konsantresi: %3 AD AFO köpük konsantresi
- Uygulama oranı: 4,1 l/m<sup>2</sup>d, Çizelge 6.2, Çizelge 7.5
- Gereken köpük miktarı:  $415,3 \times 4,1 = 1702,7 \text{ l/d}$

- Minimum uygulama süresi boyunca sarfedilecek köpük çözeltisi miktarı:  $1702,7 \times 55 = 93648,5$  l, Çizelge 6.2, Çizelge 7.5
- Gereken köpük miktarı:  $0,03 \times 93648,5 = 2809,5$  l

Olası bir yangın durumunda yanan tanka komşu tankları soğutmak gerekecektir. Soğutma suyunun miktarı genellikle dikey tank gövdesinin % 50'si için  $4$  l/m<sup>2</sup>d olarak alınır.

Çizelge 7.10 1 no'lu tank çiftliği için hesaplanan değerler

TANK NO	ÜRÜN	ORAN	SÜRE	ÇAP	YÜKSEKLİK	SIVI YÜZEYİ	YANAL ALAN	KÖPÜK ÇÖZELTİSİ MİKTARI	KONSANTRE	KÖPÜK ÇÖZELTİSİ İÇİN GEREKEN SU	SOĞUTMA SUYU
		l/m <sup>2</sup> d	d	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	l	l	m <sup>3</sup> /saat	m <sup>3</sup> /saat
1	BENZİN*	12,2	90	11,4	15,15	10,60	542,3	11639	349	7736	65076
2	MOTORİN	4,1	90	11,4	15,15	102,02	542,3	37645	1129	25022	65076
3	FUEL OİL	4,1	90	23	15	415,27	1083,3	153235	4597	101850	129996
4	MOTORİN	4,1	90	11,4	15,15	102,02	542,3	37645	1129	25022	65076
5	BENZİN*	12,2	90	11,4	15,15	10,60	542,3	11639	349	7736	65076

\*Bu tankın köpük ihtiyacı hesapları yüzey tavan conta üstü gövdeden köpük odaları ile köpük uygulaması esasına göre hesaplanmıştır.

Bu çiftlikteki en büyük tank yangını 3 no'lu tank yangınıdır. 3 no'lu tank yangını olması durumunda bu yangından etkilenecek komşu tanklar 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 dir. Köpük çözeltisi ve soğutma ihtiyacı için gereken toplam su miktarı  $629$  m<sup>3</sup>/s dir.

Çizelge 7.11 2 no'lu tank çiftliği için hesaplanan değerler

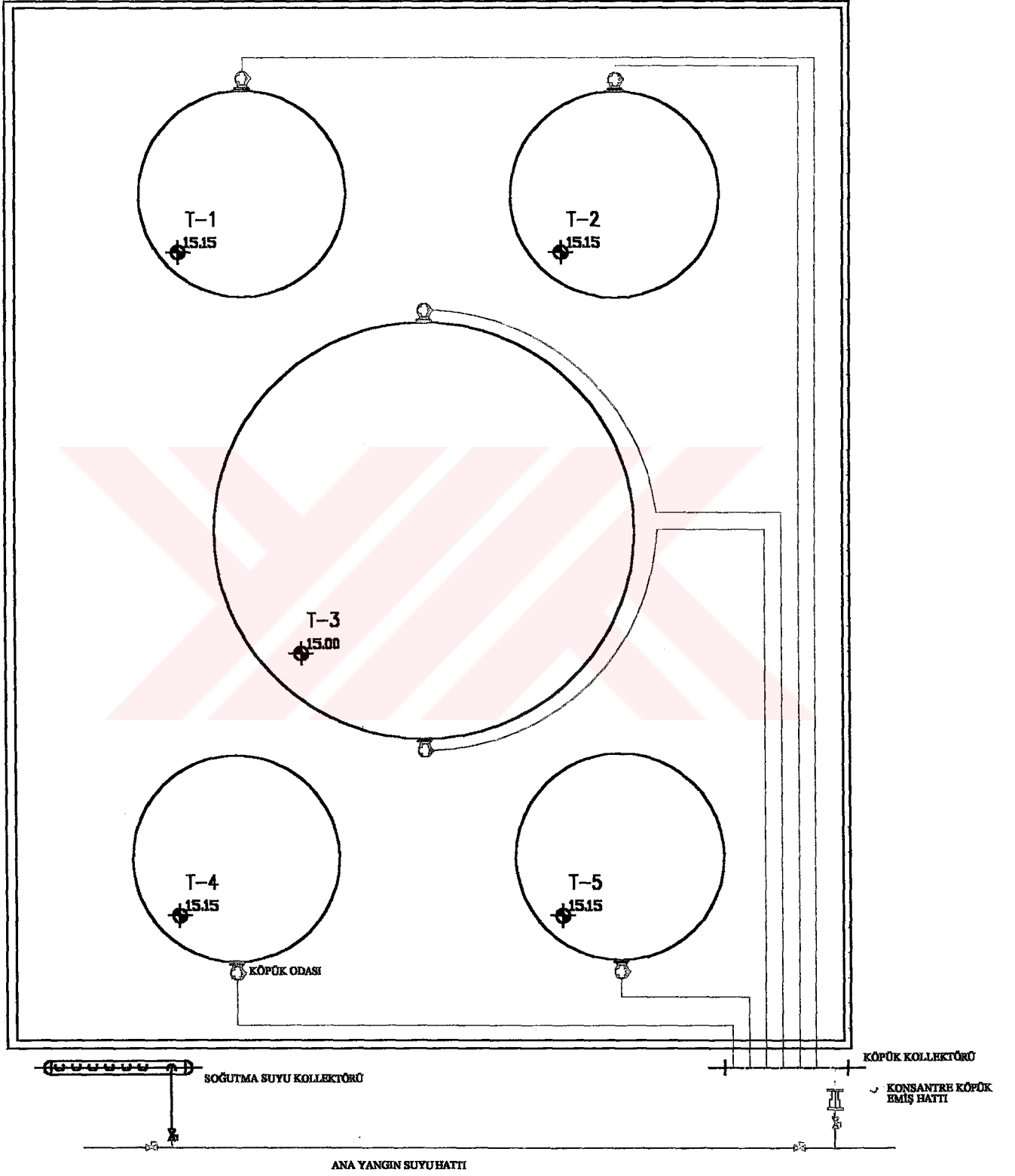
TANK NO	ÜRÜN	ORAN	SÜRE	ÇAP	YÜKSEKLİK	SIVI YÜZEYİ	YANAL ALAN	KÖPÜK ÇÖZELTİSİ MİKTARI	KONSANTRE	KÖPÜK ÇÖZELTİSİ İÇİN GEREKEN SU	SOĞUTMA SUYU
		l/m <sup>2</sup> d	d	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	l	l	m <sup>3</sup> /saat	m <sup>3</sup> /saat
6	V.A.M.	4,1	90	11,46	10,5	103,14	378,03	38059	1142	25296	45364
7	STİREN MONOMER	4,1	90	11,46	10,5	103,14	378,03	38059	1142	25296	45364
8	ASETON	6,1	90	11,46	10,5	103,14	378,03	56624	1699	37636	45364
9	METANOL	4,1	90	23	15	415,27	1083,3	153235	4597	101850	129996
10	METANOL	4,1	90	23	15	415,27	1083,3	153235	4597	101850	129996
11	POLYOL	4,1	90	11,4	15,15	102,02	542,3	37645	1129	25022	65076
12	NAFTA*	12,2	90	30	15,15	28,4	1427,13	31183	935	20726	171256

\*Bu tankın köpük ihtiyacı hesapları yüzey tavan conta üstü gövdeden köpük odaları ile köpük uygulaması esasına göre hesaplanmıştır.

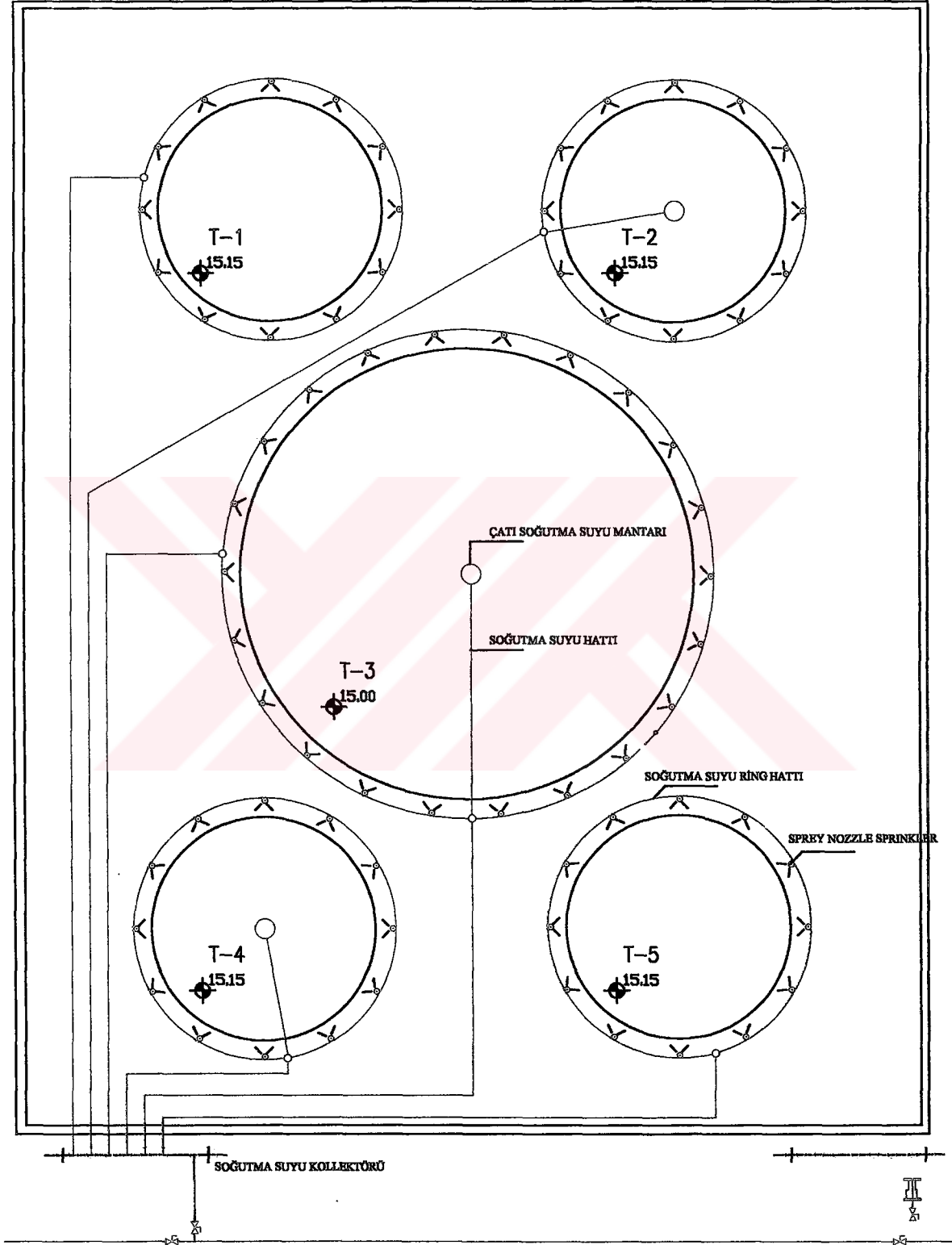
Bu çiftlikteki en büyük tank yangını 9 veya 10 no'lu tank yangınlarından biridir. Ve etki olarak iki tank da aynı öneme sahiptir. 9 no'lu tank yangını olması durumunda bu yangından etkilenecek komşu tanklar 3, 6, 7, 8, 10, 11 ve 12 no'lu tanklardır. Köpük çözeltisi ve soğutma ihtiyacı için gereken toplam su miktarı  $865 \text{ m}^3/\text{s}$  dir.

Hesaplanan değerler Bölüm 6'da anlatılan tasarım kriterlerine göre tesisatlandırılarak tank sahasına uygulanır. Örnek çalışma için verilen tank sahasının yangın tesisatı çizimleri aşağıdaki şekillerde verilmiştir.

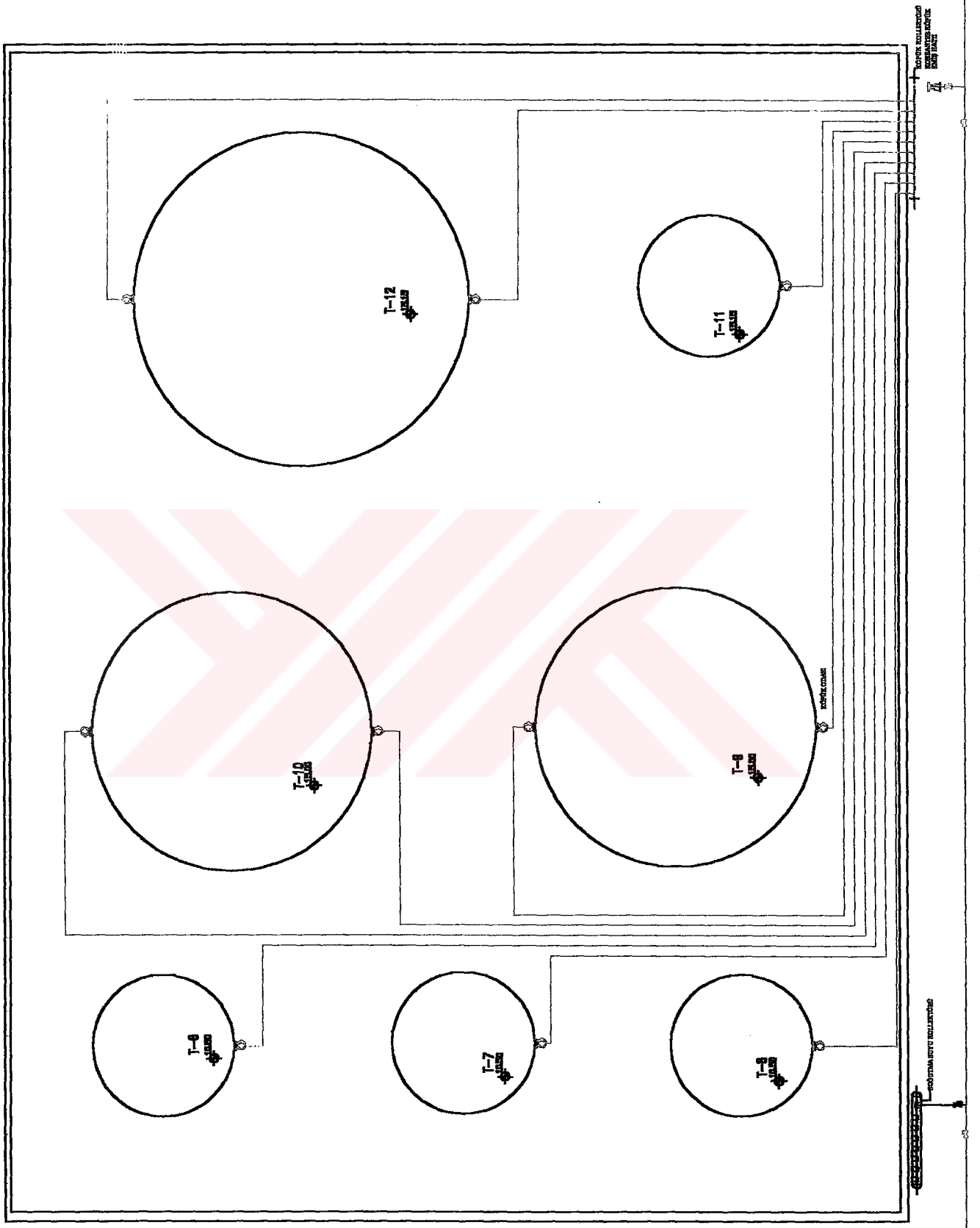




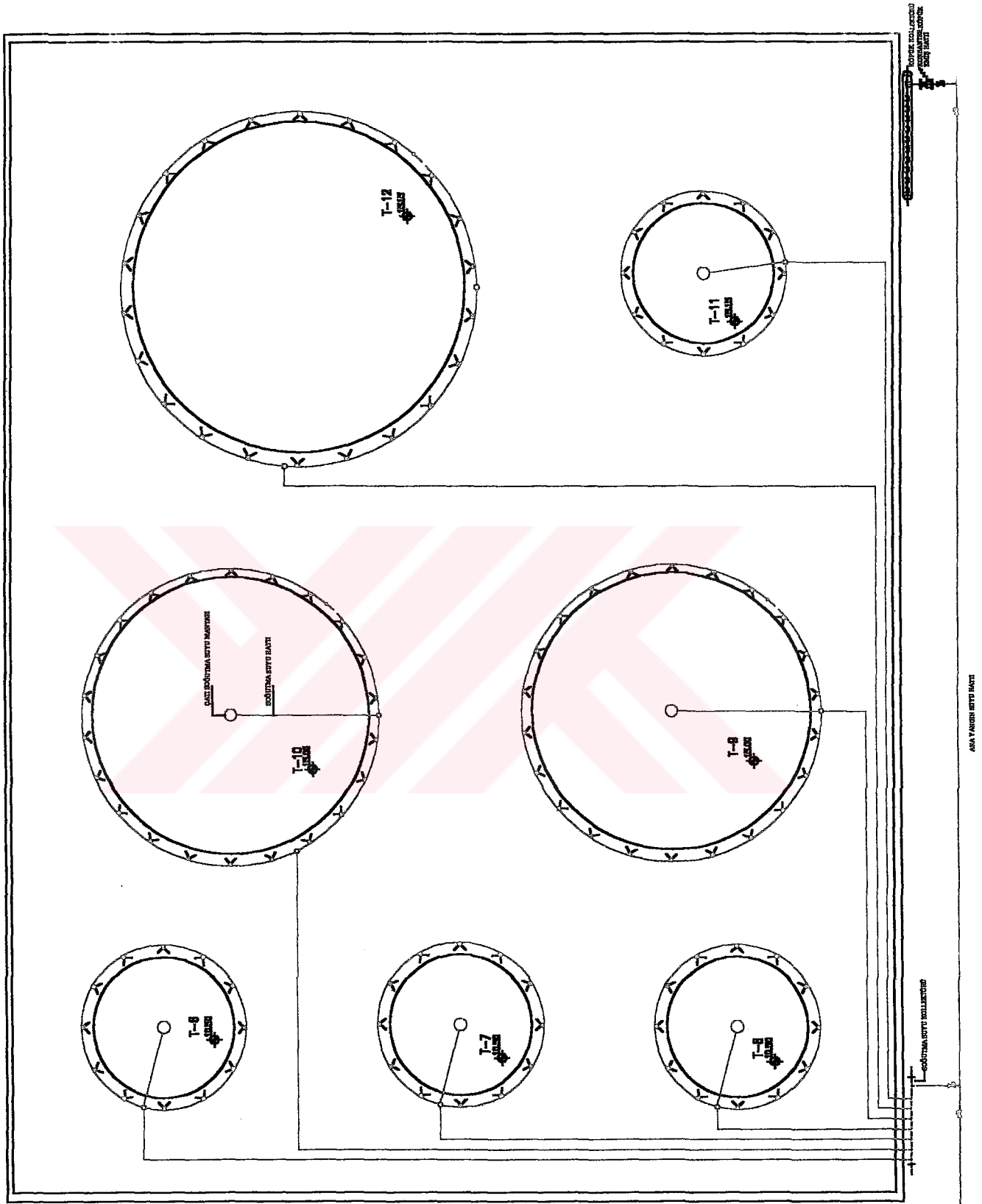
Şekil 7.2 1 no'lu tank çiftliği köpük tesisatı



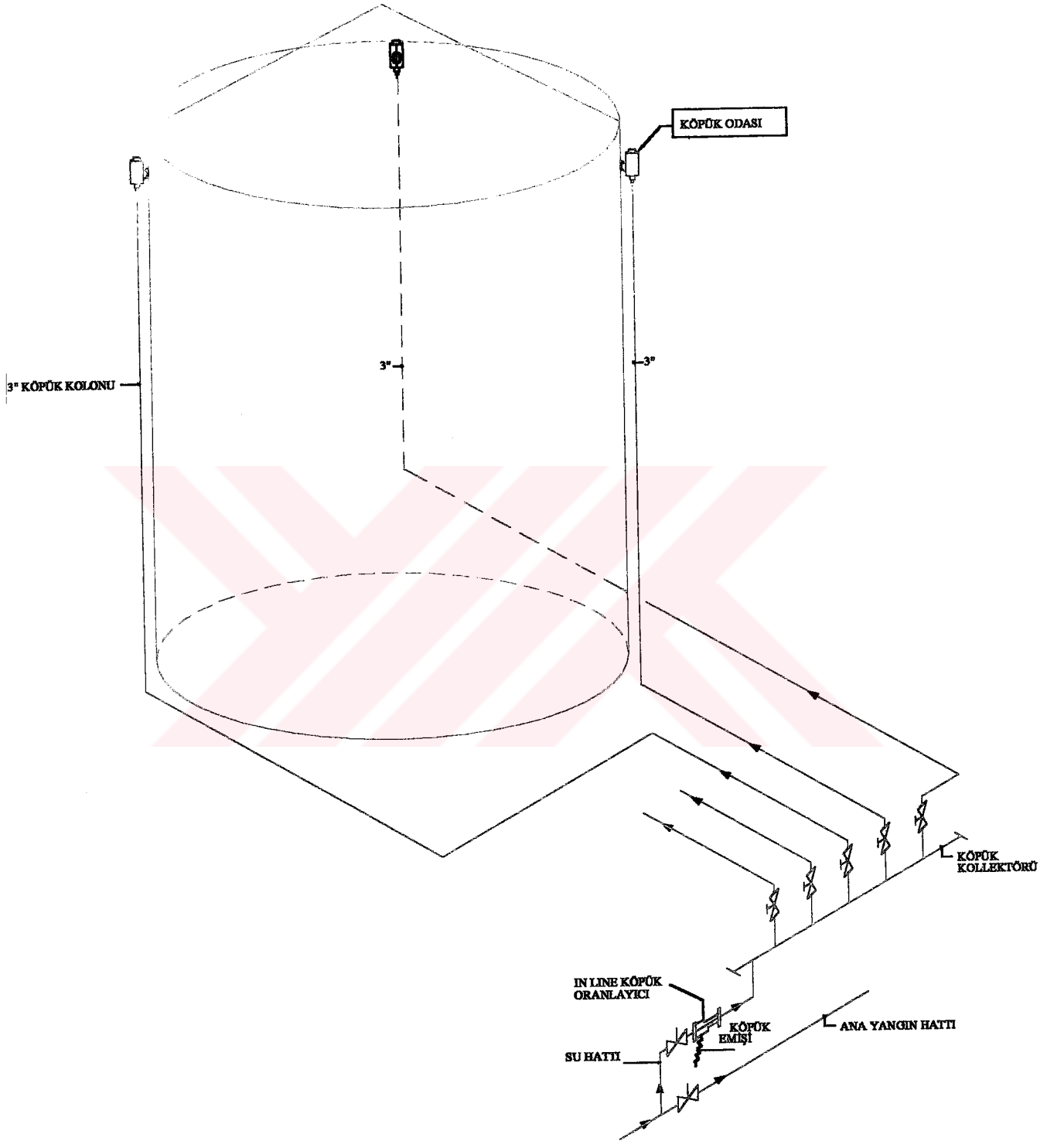
Şekil 7.3 1 no'lu tank çiftliği soğutma suyu tesisi



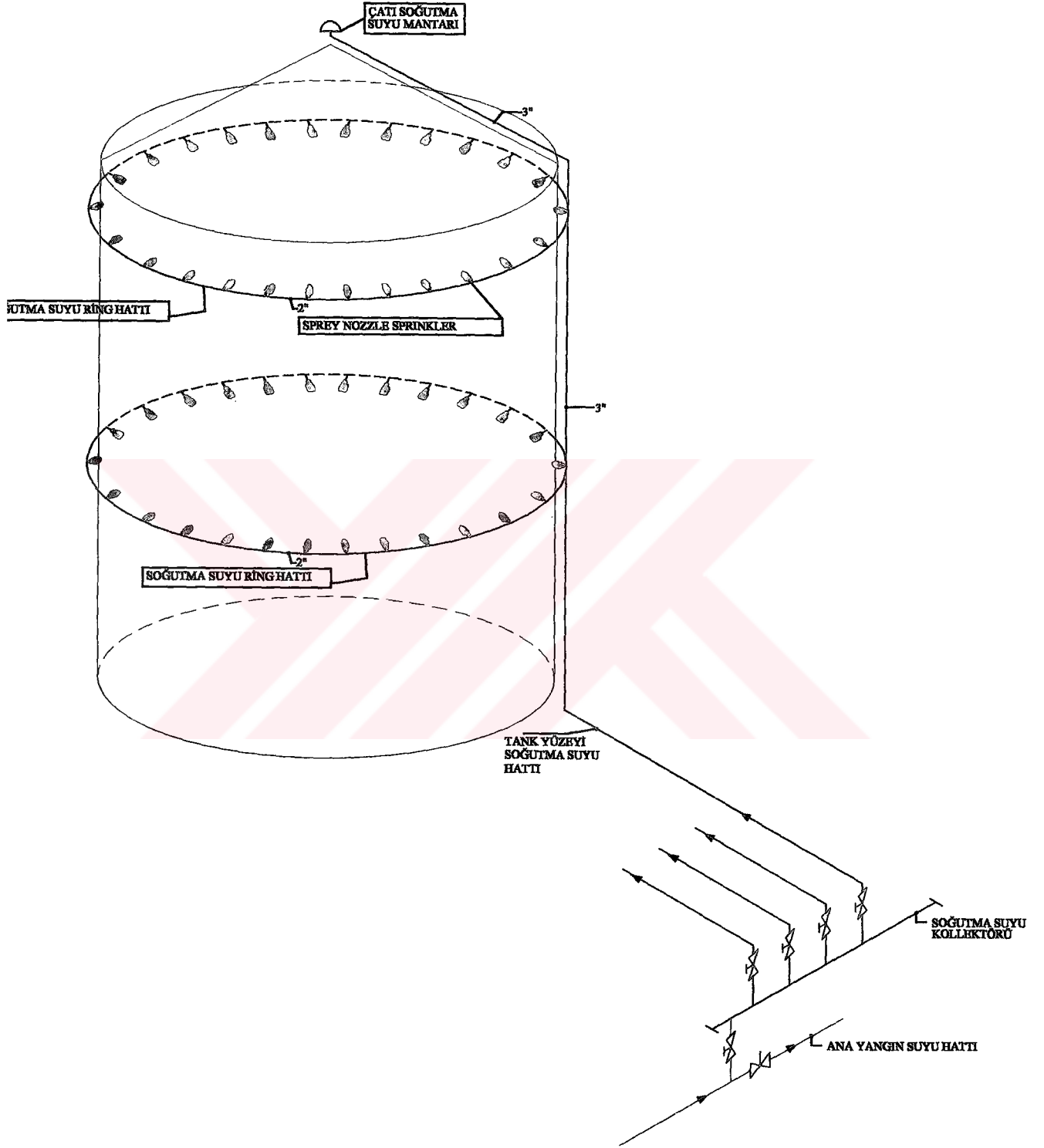
Şekil 7.4 2 no'lu tank çiftliği köpük tesisatı



Şekil 7.5 2 no'lu tank çiftliği soğutma suyu tesisatı



Şekil 7.6 Tank köpük tesisatı



Şekil 7.7 Tank soğutma suyu tesisatı

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Depolama tanklarının günümüzdeki önemi büyüktür. Modern toplumun tüketim alışkanlığının beslediği hammadde ihtiyacı, depolama tanklarının sınırlarını zorlarken, kendine has problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu konuda en çarpıcı başlıklar, depolama tanklarında meydana gelebilecek sızıntıların toprağa ve yeraltı sularına karışması, saçıntılardan ortaya çıkan veya doğru işletilmeyen tanklardan ortaya çıkan emisyon miktarlarının çevre ve insan sağlığını etkilemesi, ve ülkemizde de sıklıkla karşılaşılan depolama tankı yangınlarının ortaya çıkardığı tehlikelerdir. Bu nedenle, bu çalışmada emisyon hesabı ve yangın sistem tasarımı olmak üzere iki örnek uygulama yapılmıştır. Bu uygulamalarla ilgili sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibidir.

- Aseton tankı için yapılan emisyon miktarı hesabında, yaklaşık binde bir oranında kayıp olduğu görülmekte ve bu miktar kimyasalın depolama şartları ve uçuculuğu gibi kriterlerin değişmesi ile daha yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Uygun depolama yapılmadığında bu kayıp çevreye verdiği zararın yanında ekstra maliyet oluşturmaktadır.
- Depolama tanklarında bulunması gereken yangın sistemleri çevre ve insan sağlığı için oluşturduğu tehlike açısından önemlidir. Oluşabilecek herhangi bir yangın tehlikesi ancak uygun tasarımlar vasıtası ile önlenir. Bu çalışmada, uluslararası yangın standartlarına göre yapılan yangın sistem tasarımı uygulaması, ileride bu konuda çalışma yapacak kişi veya kurumlara örnek olması açısından faydalı olacaktır.

Toplumun bu konulardaki bilgisi yeterli kamuoyu baskısını oluşturacak düzeyde değil, resmi makamların sınırlayıcı ve standart belirleyici etkisi zayıftır. Dünyanın farklı bölgelerindeki birçok ülke bu problemlerin önüne geçmek için birçok kural geliştirmiş, bunun yanında uluslararası kabul görmüş mesleki kuruluşların hazırladığı standartlar bu işin belirleyici unsuru olmuştur. Bu perspektiften bakıldığında ülkemizde bu konunun geliştirilmesi gerekmekte ve bunun için en önemli görev bu konuda uzmanlaşmış mühendislere, ilgili meslek odalarına ve sivil toplum örgütlerine düşmektedir.

**KAYNAKLAR**

- American Petroleum Institute (API), (1969), "Petrochemical Evaporation Loss From Storage Tanks", Bulletin No. 2523, 1969, Washington DC.
- American Petroleum Institute (API), (1980), API 650-Welded Steel Tanks for Oil Storage, API Publications Refining Department, Washington DC.
- American Petroleum Institute (API), (1983), "Evaporation Loss From Internal Floating Roof Tanks", Bulletin No. 2519, June 1983, Washington DC.
- American Petroleum Institute (API), (1989), "Evaporation Loss From External Floating Roof Tanks", Bulletin No. 2517, February 1989, Washington DC.
- American Petroleum Institute (API), (1991), "Evaporative Loss From Fixed-Roof Storage Tanks", Bulletin No. 2518, October 1991, Washington DC.
- American Petroleum Institute (API), (1994), Manual of Petroleum Measurement Standards, API Publications, Washington DC.
- Barnett, H.C., (1956), "Properties of Aircraft Fuels", NACA-TN 3276, August 1956, Lewis Flight Propulsion Laboratory, Cleveland OH.
- Ferry, R. L., (1995), Documentation of Rim Seal Loss Factors for the Manual of Petroleum Measurement Standards, API Publications, Washington DC.
- Midwest Research Institute (MRI), (1995), Final Fitting Loss Factors for Internal and External Floating Roof Tanks, EPA Publications, Washington DC.
- Midwest Research Institute (MRI), (1996a), Final Deck Fitting Loss Factors for AP-42 Section 7.1, EPA Publications, Washington DC.
- Midwest Research Institute (MRI), (1996b), Review of New Loss Factor Data, EPA Publications, Washington DC.
- Midwest Research Institute (MRI), (1997), Emission Factor Documentation for AP-42, EPA Publications, Washington DC.
- Şen, O., Şaylan, L. ve Toros, H., (2000), Türkiye İklim Verileri, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları, Ankara.
- Technical Correlating Committee on Flammable and Combustible Liquids (NFPA), (1996), "NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code", NFPA Annual Meeting, 20-23 May 1996, Boston MA.
- Technical Committee on Foam (NFPA), (1997), "NFPA 11 Standart for Low Expansion Foam", NFPA Fall Meeting, 17-19 November 1997, Kansas City MO.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), (1988), "Estimating Air Toxics Emissions From Organic Liquid Storage Tanks", EPA-450/4-88-004, October 1988, Research Triangle Park, NC.
- Yaws, C.L., Henry's Law Constants for HAPs, U. S. Environmental Protection Agency, September 1992.

**INTERNET KAYNAKLARI**

[1] <http://www.epa.gov>

[2] <http://www.steeltank.com>

[3] <http://www.kidde-fire.com>

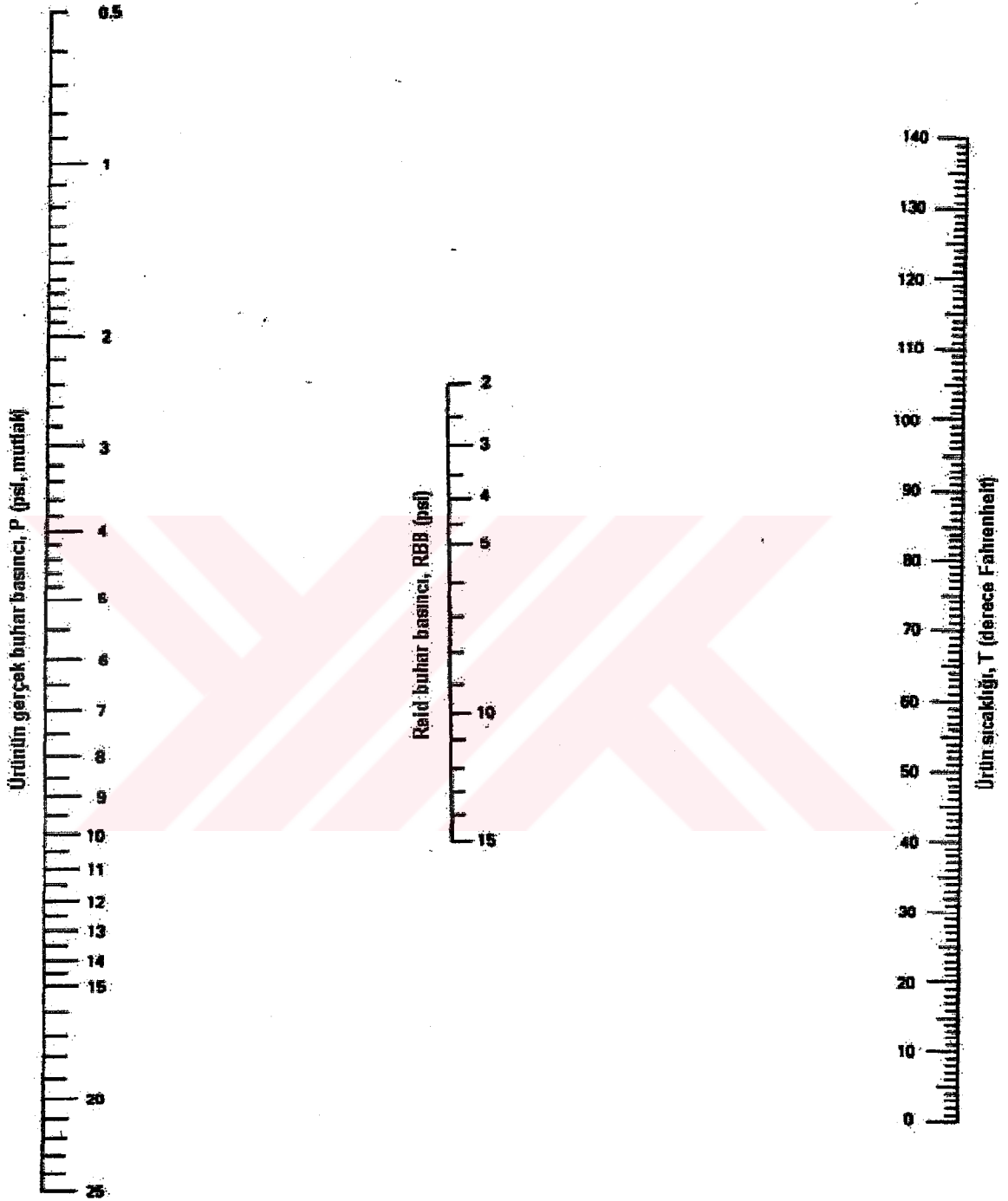


**EKLER**

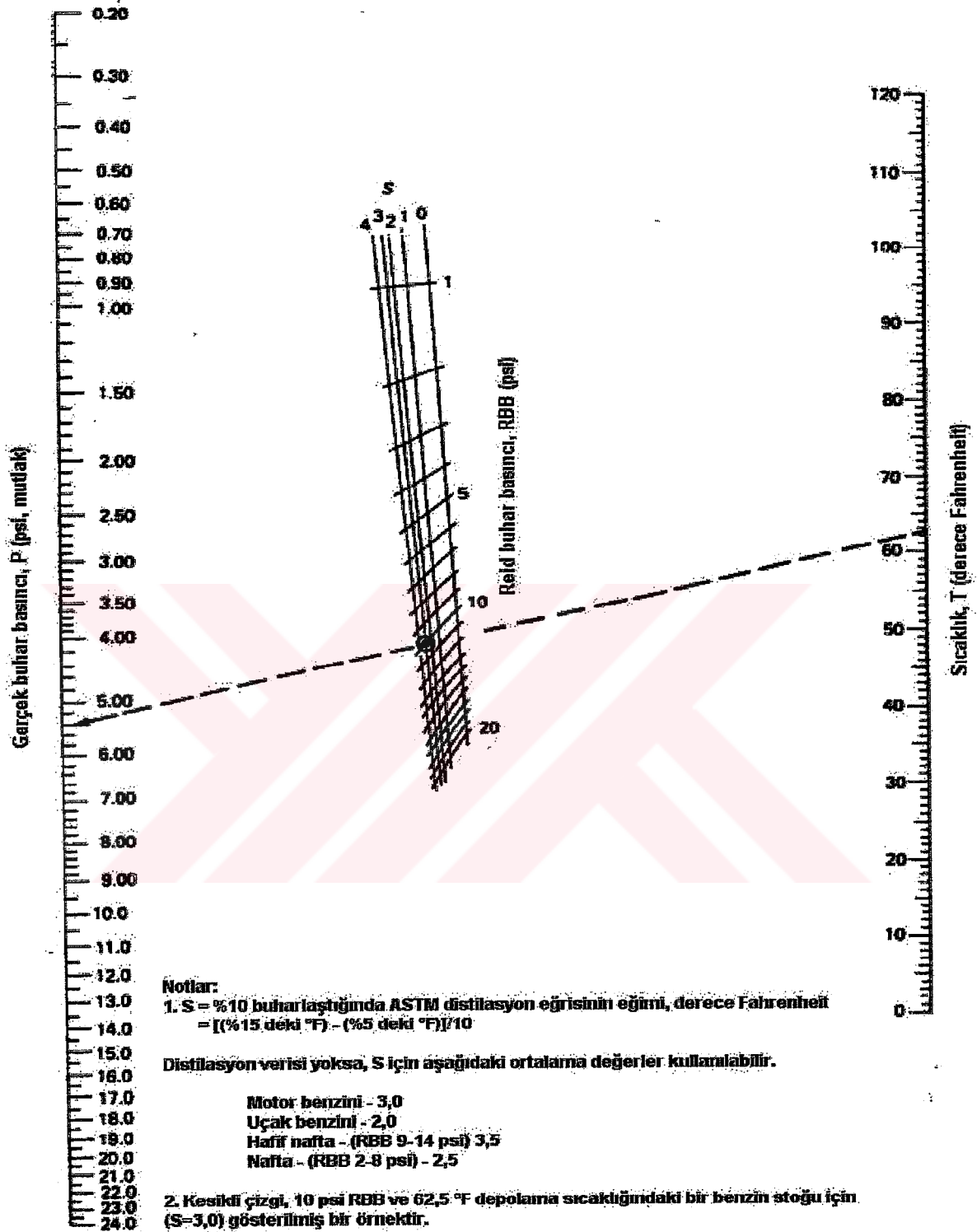
- Ek 1 Emisyon kestirim hesaplamaları için gereken denklem, şekil ve çizelgeler  
Ek 2 Örnek emisyon kestirim hesabı rapor çıktıları



**Ek 1 Emisyon kestirim hesaplamaları için gereken denklem, şekil ve çizelgeler**



Şekil Ek 1.1 RBB'ı 2-15 psi arasında olan ham petroler için gerçek buhar basıncı, (API, 1983)



Şekil Ek 1.2 RBB'ı 1-20 arasında olan rafine petrol ürünleri için gerçek buhar basıncı, (API, 1983)

Ham petroler için gerçek buhar basınçları eğer Reid buhar basınçları biliniyorsa Şekil Ek 1.1'den veya aşağıda verilen Deklem Ek 1.1'den bulunabilir.

$$P = \exp \left\{ \left[ \left( \frac{2,799}{T + 459,6} \right) - 2,227 \right] \log_{10} (RBB) - \left( \frac{7,261}{T + 459,6} \right) + 12,82 \right\} \quad (1.1)$$

Rafine ürünler için (benzin ve naftalar) gerçek buhar basınçları eğer Reid buhar basınçları biliniyorsa Şekil Ek 1.2'den veya aşağıda verilen Deklem Ek 1.2'den bulunabilir.

$$P = \exp \left\{ \left[ 0,7553 - \left( \frac{413,0}{T + 459,6} \right) \right] S^{0,5} \log_{10} (RBB) - \left[ 1,854 - \left( \frac{1,042}{T + 459,6} \right) \right] S^{0,5} \right. \\ \left. + \left[ \left( \frac{2,416}{T + 459,6} \right) - 2,013 \right] \log_{10} (RBB) - \left( \frac{8,742}{T + 459,6} \right) + 15,64 \right\} \quad (1.2)$$

Depolanan sıvı yüzeyi sıcaklığında gerçek buhar basıncını bulmak için alternatif bir yöntem olarak 4. Bölüm'de verilen Denklem 4.12 kullanılabilir.

$$P_{VA} = \exp \left[ A - \left( B / T_{LA} \right) \right] \quad (4.12)$$

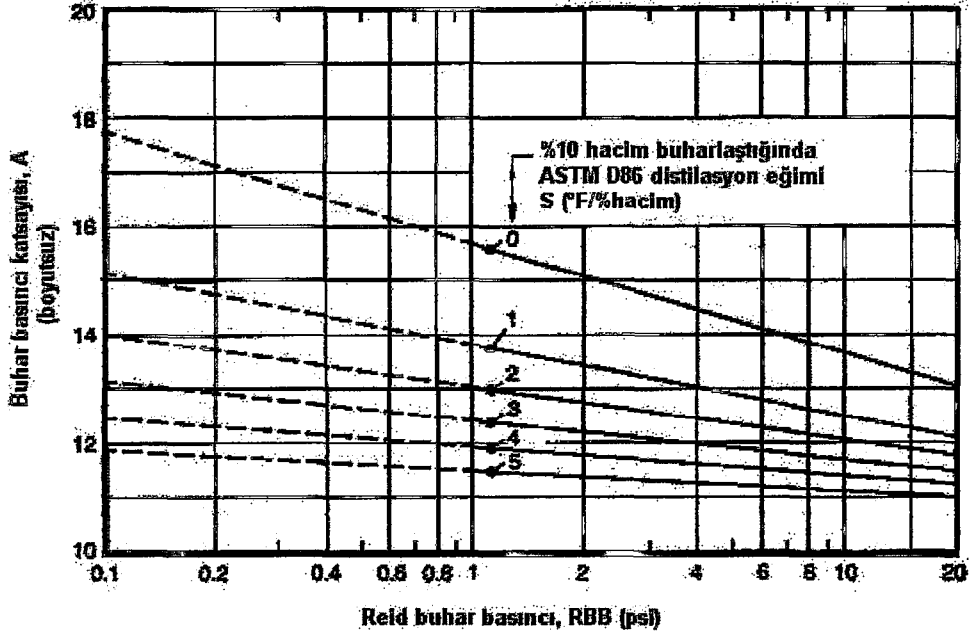
burada:

A = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit, boyutsuz

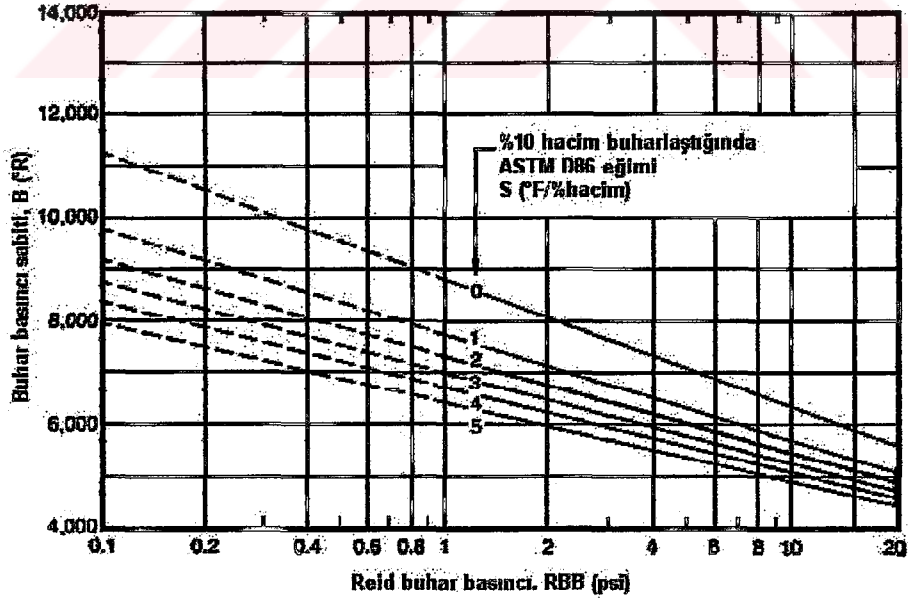
B = buhar basıncı denkleminde kullanılan sabit, °R

$T_{LA}$  = günlük ortalama sıvı yüzeyi sıcaklığı, °R

Seçilen petrol ürünü için fiziksel veriler Çizelge Ek 1.1'de verilmiştir, ancak rafine petrol ürünleri için, A ve B sabitleri Şekil Ek 1.3 ve 1.4'den veya Denklem Ek 1.3 ve 1.4'den ve Çizelge Ek 1.3'deki distilasyon eğiminden (S) de hesaplanabilir. Ham petrol stokları için, A ve B sabitleri Şekil Ek 1.5 ve 1.6'dan bulunabilir veya Denklem Ek 1.6 ve 1.7 kullanılarak hesaplanabilir.



Şekil Ek 1.3 RBB'ı 1-20 psi arasında olan rafine petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (A), (0,1 psi üzerinden ekstrapole edilerek çıkarılmıştır), (API, 1991)

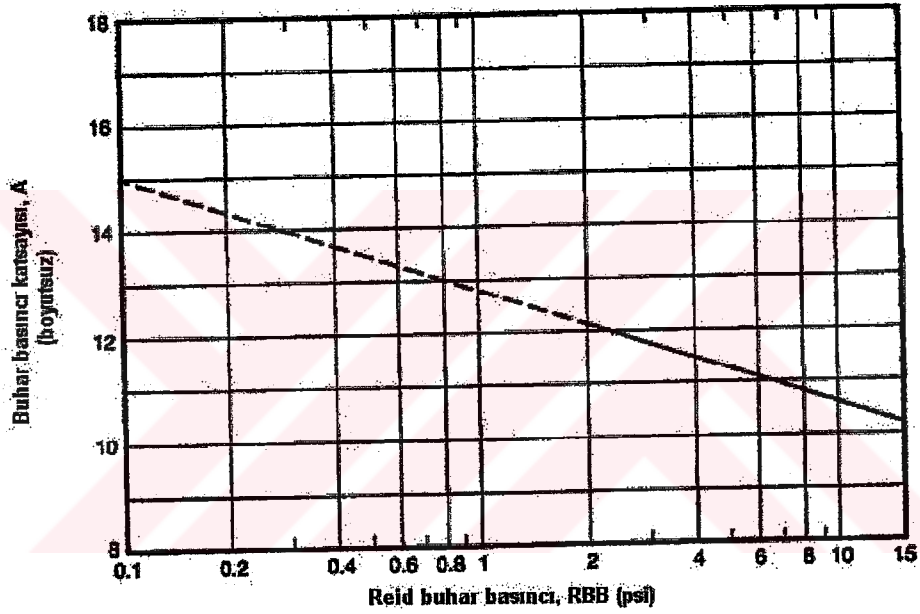


Şekil Ek 1.4 RBB'ı 1-20 psi arasında olan rafine petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (B), (0,1 psi üzerinden ekstrapole edilerek çıkarılmıştır), (API, 1991)

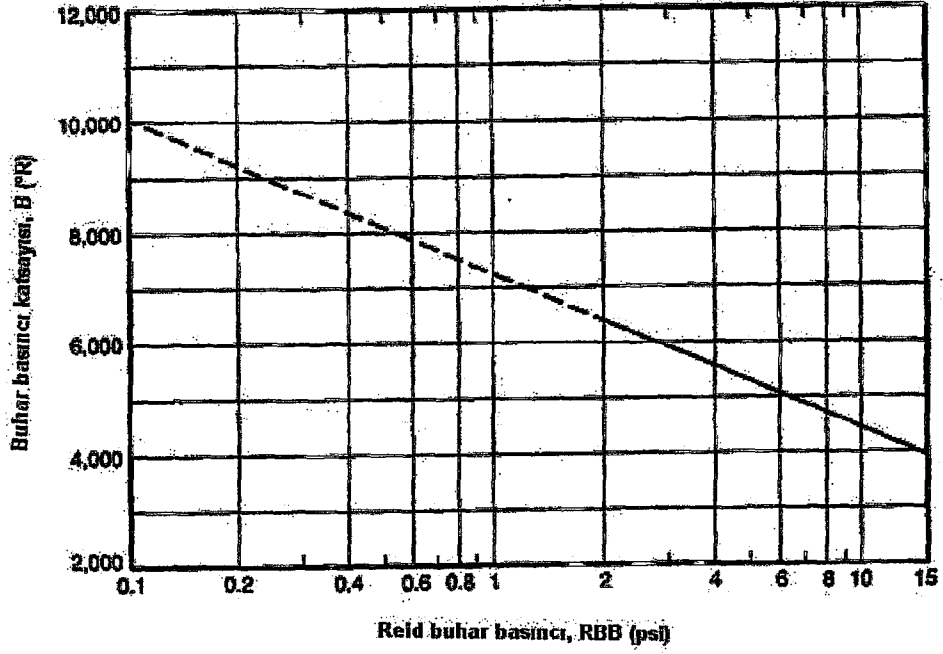
$$A = 15,64 - 1,854S^{0,5} - (0,8742 - 0,3280S^{0,5})\ln(RBB) \quad (1.3)$$

$$B = 8742 - 1042S^{0,5} - (1049 - 179,4S^{0,5})\ln(RBB) \quad (1.4)$$

$$S = \frac{T_{15} - T_5}{10} \quad (1.5)$$



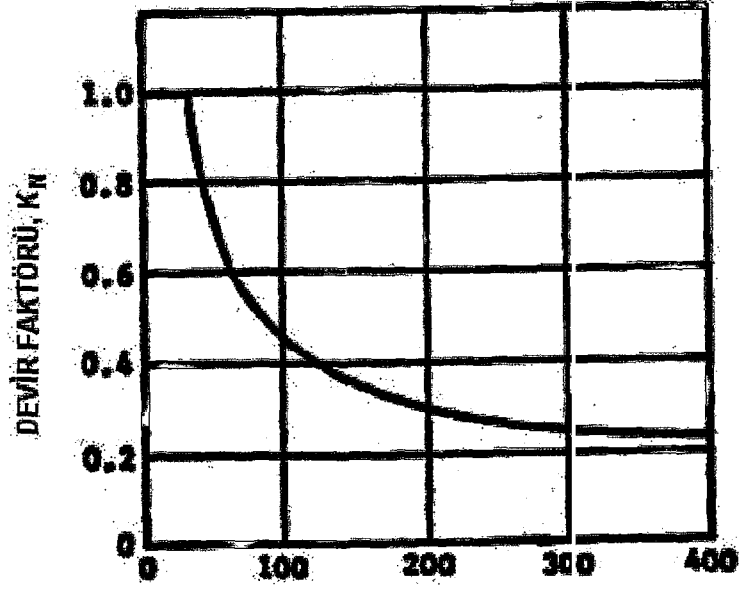
Şekil Ek 1.5 RBB'ı 2-15 psi arasında olan ham petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (A), (0,1 psi üzerinden ekstrapole edilerek çıkarılmıştır), (API, 1991)



Şekil Ek 1.6 RBB'ı 2-15 psi arasında ham petrol ürünleri için buhar basıncı fonksiyonu katsayısı (B), (0,1 psi üzerinden ekstrapole edilerek çıkarılmıştır), (API, 1991)

$$A = 12,82 - 0,9672 \ln(RBB) \quad (1.6)$$

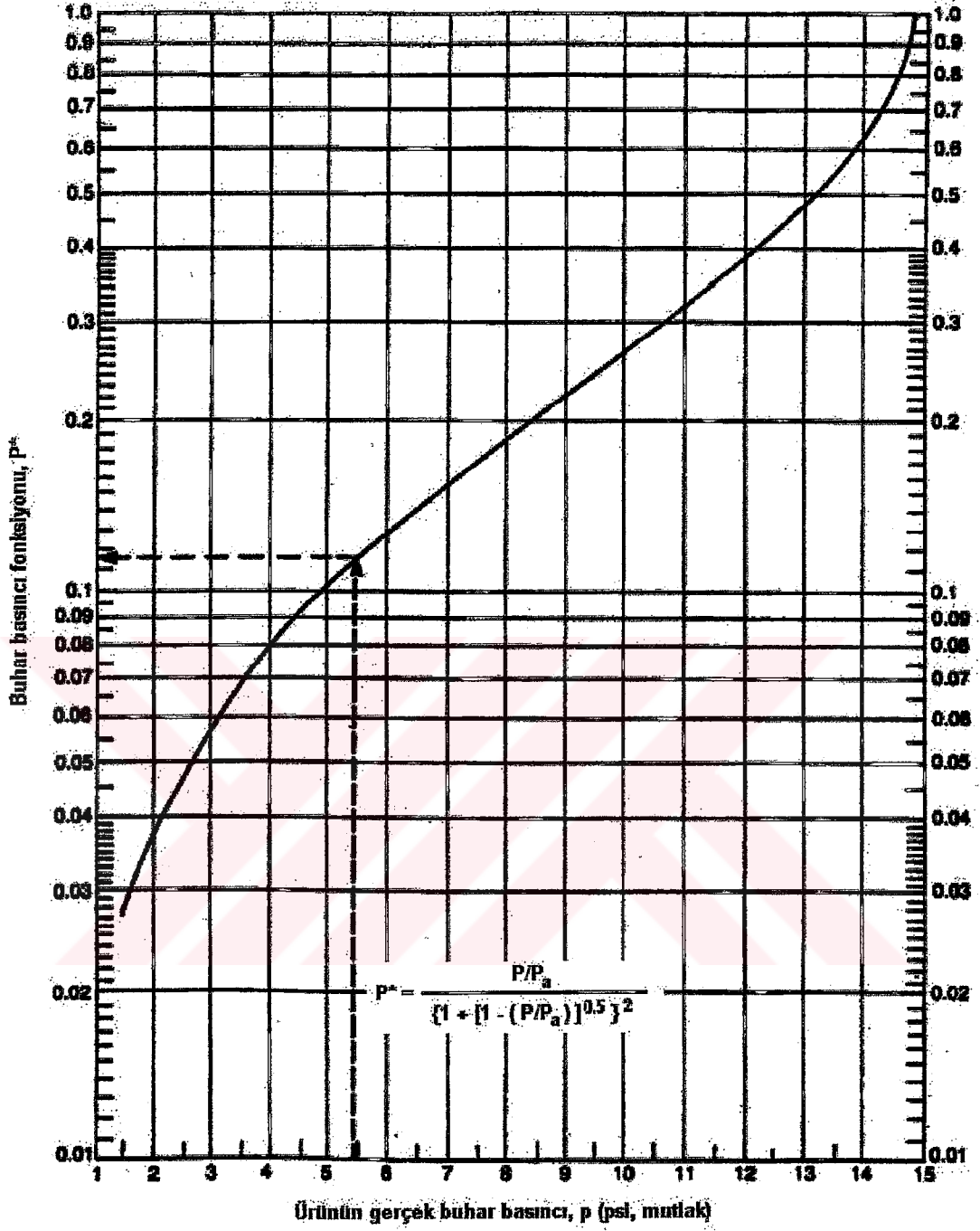
$$B = 7,261 - 1,216 \ln(RBB) \quad (1.7)$$



$$\text{YILLIK DEVİR} = \frac{\text{YILLIK ÇIKIŞ}}{\text{TANK KAPASİTESİ}}$$

Not: yıllık 36 veya daha az devir için,  $K_N = 1,0$

Şekil Ek 1.7 Sabit çatılı tanklar için devir faktörü ( $K_N$ ), (API, 1991)



Notlar:

1. Kesikli çizgi örnektir.  $P=5,4$  psi mutlak
2. Eğri  $P_a$  atmosferik basıncı içindir, 14,7 psi mutlak

Şekil Ek 1.8 Buhar basıncı fonksiyonu, (API, 1983)

Çizelge Ek 1.1 Bazı petrol ürünlerinin özellikleri ( $M_v$ ,  $W_{vc}$ ,  $W_L$ ,  $P_v$ ), (EPA, 1988; Barnett, 1956)

Petrol ürünü sıvı	Buhar molekül ağırlığı (60°F) $M_v$ (lb/lb-mol)	Kondensat buhar yoğunluğu (60°F) $W_{vc}$ (lb/gal)	Sıvı yoğunluğu (60°F) $W_L$ (lb/gal)	Buhar basıncı (60°F) $P_v$ (psia)	Gerçek buhar basıncı (psia)							
					40°F	50°F	60°F	70°F	80°F	90°F	100°F	
Benzin RVP 13	62	4,9	5,6	6,9	4,7	5,7	6,9	8,3	9,9	11,7	13,8	
Benzin RVP 10	66	5,1	5,6	5,2	3,4	4,2	5,2	6,2	7,4	8,8	10,2	
Benzin RVP 7	68	5,2	5,6	3,5	2,3	2,9	3,5	4,3	5,2	6,2	7,4	
Ham petrol RVP 5	50	4,5	7,1	2,8	1,8	2,3	2,8	3,4	4,0	4,8	5,7	
Jet nafta (JP-4)	80	5,4	6,4	1,27	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9	2,4	2,7	
Jet kerosen	130	6,1	7,0	0,00823	0,0041	0,0060	0,0085	0,0110	0,0150	0,0210	0,0290	
Distilat fuel oil No. 2	130	6,1	7,1	0,00648	0,0031	0,0045	0,0074	0,0090	0,0120	0,0160	0,0220	
Kalıntı fuel oil No. 6	190	6,4	7,9	0,0000430	0,00002	0,00003	0,00004	0,00006	0,00009	0,00013	0,00019	

Çizelge Ek 1.2 Bazı petrokimyasalların fiziksel özellikleri, (API, 1969)

Adı	Formülü	Molekül ağırlığı	1 atmosferde kaynama noktası (°F)	60°F'da sıvı yoğunluğu (lb/gal)	Buhar basıncı (psia)					
					40°F	50°F	60°F	70°F	80°F	90°F
Aseton	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	58,08	133,0	6,628	2,185	2,862	3,713	4,699	5,917	7,251
Asetonitril	CH <sub>3</sub> CN	41,05	178,9	6,558	0,831	1,083	1,412	1,876	2,456	3,133
Akrlonitril	CH <sub>2</sub> :CHCN	53,06	173,5	6,758	0,812	0,967	1,373	2,378	3,133	4,022
Alil alkol	CH <sub>2</sub> :CHCH <sub>2</sub> OH	58,08	206,6	7,125	0,135	0,193	0,261	0,387	0,522	0,716
Alil klorit	CH <sub>2</sub> :CHCH <sub>2</sub> Cl	76,53	113,2	7,864	2,998	3,772	4,797	6,015	7,447	9,110
Amonyum hidroksit (%28,8)	NH <sub>4</sub> OH—H <sub>2</sub> O	35,05	83,0	7,481	5,130	6,630	8,480	10,760	13,520	16,760
Benzen	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,11	176,2	7,365	0,638	0,870	1,160	1,508	1,972	2,610
izo-Bütül alkol	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH	74,12	227,1	6,712	0,058	0,097	0,135	0,193	0,271	0,387
tert-Bütül alkol	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> COH	74,12	180,5	6,595	0,174	0,290	0,425	0,638	0,909	1,238
n-Bütül alkol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl	92,57	172,0	7,430	0,715	1,006	1,320	1,740	2,185	2,684
Karbon disülfitt	CS <sub>2</sub>	76,13	115,3	10,588	3,036	3,867	4,834	6,014	7,387	9,185
Karbon tetraklorit	CCl <sub>4</sub>	153,84	170,2	13,366	0,793	1,064	1,412	1,798	2,301	2,997
Kloroform	CHCl <sub>3</sub>	119,39	142,7	12,488	1,528	1,934	2,475	3,191	4,061	5,163
Kloropren	CH <sub>2</sub> :CCl CH:CH <sub>2</sub>	88,54	138,9	8,046	1,760	2,320	2,901	3,655	4,563	5,685
Siklohegzan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	84,16	177,3	6,522	0,677	0,928	1,218	1,605	2,069	2,610
Siklopentan	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>	70,13	120,7	6,248	2,514	3,287	4,177	5,240	6,517	8,063
1,1-Dikloroetan	CH <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub>	98,97	135,1	9,861	1,682	2,243	2,901	3,771	4,738	5,840
1,2-Dikloroetan	CH <sub>2</sub> ClCH <sub>2</sub> Cl	98,97	182,5	10,500	0,561	0,773	1,025	1,431	1,740	2,243
cis-1,2-Dikloroetilen	CHCl:CHCl	96,95	140,2	10,763	1,450	2,011	2,668	3,461	4,409	5,646
trans-1,2-dikloroetilen	CHCl:CHCl	96,95	119,1	10,524	2,552	3,384	4,351	5,530	6,807	8,315
Dietilamid	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	73,14	131,9	5,906	1,644	1,992	2,862	3,867	4,892	6,130
Dietileter	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	74,12	94,3	5,988	4,215	5,666	7,019	8,702	10,442	13,342
Di-iso-propil eter	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOCH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	102,17	153,5	6,075	1,199	1,586	2,127	2,746	3,481	4,254
1,4-Dioksan	O.C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	88,10	214,7	8,659	0,232	0,329	0,425	0,619	0,831	1,141
Dipropil eter	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	102,17	195,8	6,260	0,425	0,619	0,831	1,102	1,431	1,876
Etil asetat	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OOCC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	88,10	170,9	7,551	0,580	0,831	1,102	1,489	1,934	2,514
Etil akrilat	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OOCC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	100,11	211,8	7,750	0,213	0,290	0,425	0,599	0,831	1,122
Etil alkol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,07	173,1	6,610	0,193	0,406	0,619	0,870	1,218	1,682

Çizelge Ek 1.2 Bazı petrokimyasalların fiziksel özellikleri (devam)

Adı	Formülü	Molekül ağırlığı	1 atmosferde kaynama noktası (°F)	60°F'da sıvı yoğunluğu (lb/gal)	Buhar basıncı (psia)						
					40°F	50°F	60°F	70°F	80°F	90°F	100°F
Freon 11	CCF	137,38	75,4	12,480	7,032	8,804	10,900	13,40	16,31	19,69	23,60
n-Heptan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	100,20	209,2	5,727	0,290	0,406	0,541	0,735	0,967	1,238	1,586
n-Hegzan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	86,17	155,7	5,527	1,102	1,450	1,876	2,436	3,055	3,906	4,892
Hidrojen siyanid	HCN	27,03	78,3	5,772	6,284	7,831	9,514	11,853	15,372	18,563	22,237
Izooktan	(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CCCH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	114,22	210,6	5,794	0,213	0,387	0,580	0,812	1,093	1,392	1,740
Izopentan	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub>	72,15	82,1	5,199	5,878	7,889	10,005	12,530	15,334	18,370	21,657
Izopren	(CH <sub>2</sub> ):C(CH <sub>3</sub> )CH=CH <sub>2</sub>	68,11	93,5	5,707	4,757	6,130	7,677	9,668	11,699	14,503	17,113
Izopropil alkol	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	60,09	180,1	6,573	0,213	0,329	0,483	0,677	0,928	1,296	1,779
Metakrilonitril	CH <sub>2</sub> (C(CH <sub>3</sub> )CN	67,09	194,5	6,738	0,483	0,657	0,870	1,160	1,470	1,934	2,456
Metil asetat	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	74,08	134,8	7,831	1,489	2,011	2,746	3,693	4,699	5,762	6,961
Metil akrilat	CH <sub>3</sub> COOCH=CH <sub>2</sub>	86,09	176,9	7,996	0,599	0,773	1,025	1,354	1,798	2,398	3,055
Metil alkol	CH <sub>3</sub> OH	32,04	148,4	6,630	0,735	1,006	1,412	1,953	2,610	3,461	4,525
Metilsiklohegzan	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	98,18	213,7	6,441	0,309	0,425	0,541	0,735	0,986	1,315	1,721
Metilsiklopentan	CH <sub>3</sub> C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	84,16	161,3	6,274	0,909	1,160	1,644	2,224	2,862	3,616	4,544
Metilen klorit	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84,94	104,2	11,122	3,094	4,254	5,434	6,787	8,702	10,329	13,342
Metil etil keton	CH <sub>3</sub> COCC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	72,10	175,3	6,747	0,715	0,928	1,199	1,489	2,069	2,668	3,345
Metil metakrilat	CH <sub>3</sub> COOCC(CH <sub>3</sub> ):CH <sub>2</sub>	100,11	212,0	7,909	0,116	0,213	0,348	0,541	0,773	1,064	1,373
Metil propil eter	CH <sub>3</sub> OC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	74,12	102,1	6,166	3,674	4,738	6,091	7,058	9,417	11,602	13,729
Nitrometan	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	61,04	214,2	9,538	0,213	0,251	0,348	0,503	0,715	1,006	1,334
n-Pentan	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	72,15	96,9	5,253	4,293	5,454	6,828	8,433	10,445	12,959	15,474
n-Propilamin	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NH <sub>2</sub>	59,11	119,7	6,030	2,456	3,191	4,157	5,250	6,536	8,044	9,572
1.1.1-Trikloroetan	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	133,42	165,2	11,216	0,909	1,218	1,586	2,030	2,610	3,307	4,199
Trikloroetilen	CHCl:CCl <sub>2</sub>	131,40	188,6	12,272	0,503	0,677	0,889	1,180	1,508	2,030	2,610
Toluen	CH <sub>3</sub> .C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	92,13	231,1	7,261	0,174	0,213	0,309	0,425	0,580	0,773	1,006
Vinil asetat	CH <sub>2</sub> :CHOOCC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	86,09	162,5	7,817	0,735	0,986	1,296	1,721	2,262	3,113	4,022
Vinilidin klorit	CH <sub>2</sub> :CCl <sub>2</sub>	96,5	89,1	10,383	4,990	6,344	7,930	9,806	11,799	15,280	23,210

Çizelge Ek 1.3 Bazı petrol ürünlerinin ASTM distilasyon eğimleri, (API, 1991)

Rafine petrol ürünü	Reid buhar basıncı (RVP), psia	ASTM distilasyon eğimi hacimce yüzde 10 buharlaştığında, (°F/vol%)
Uçak benzini	Veri yok	2,0
Nafta	2-8	2,5
Motor benzini	Veri yok	3,0
Hafif nafta	9-14	3,5

Çizelge Ek 1.4 Organik sıvıların buhar basıncı denklemleri sabitleri, (Ferry, 1995)

Adı	Buhar basıncı denklemleri sabitleri		
	A (boyutsuz)	B (°C)	C (°C)
Asetaldehit	8,005	1600,017	291,809
Asetik asit	7,387	1533,313	222,309
Asetik anhidrit	7,149	1444,718	199,817
Aseton	7,117	1210,595	229,664
Asetonitril	7,119	1314,4	230
Akrilamid	11,2932	3939,877	273,16
Akrilik asit	5,652	648,629	154,683
Akrilonitril	7,038	1232,53	222,47
Anilin	7,32	1731,515	206,049
Benzen	6,905	1211,033	220,79
Butanol (izo)	7,4743	1314,19	186,55
Butanol-(1)	7,4768	1362,39	178,77
Karbon disülfit	6,942	1169,11	241,59
Karbon tetraklorit	6,934	1242,43	230
Klorobenzen	6,978	1431,05	217,55
Kloroform	6,493	929,44	196,03
Kloropren	6,161	783,45	179,7
Kresol(-M)	7,508	1856,36	199,07
Kresol(-O)	6,911	1435,5	165,16
Kresol(-P)	7,035	1511,08	161,85
Cümen (izopropilbenzen)	6,963	1460,793	207,78
Sikloheksan	6,841	1201,53	222,65
Sikloheksanol	6,255	912,87	109,13
Sikloheksanon	7,8492	2137,192	273,16
Dikloroetan (1,2)	7,025	1272,3	222,9
Dikloroetilen (1,2)	6,965	1141,9	231,9
Dietyl (N,N) anilin	7,466	1993,57	218,5
Dimetil formamid	6,928	1400,87	196,43
Dimetil hidrazin (1,1)	7,408	1305,91	225,53
Dimetil ftalat	4,522	700,31	51,42
Dinitrobenzen	4,337	229,2	-137
Dioksan (1,4)	7,431	1554,68	240,34
Epikloridin	8,2294	2086,816	273,16
Etanol	8,321	1718,21	237,52
Etanolamin(mono-)	7,456	1577,67	173,37
Etilasetat	7,101	1244,95	217,88
Etil akrilat	7,9645	1897,011	273,16
Etil benzen	6,975	1424,255	213,21
Etil klorit	6,986	1030,01	238,61
Etil eter	6,92	1064,07	228,8
Formik asit	7,581	1699,2	260,7

Çizelge Ek 1.4 Organik sıvıların buhar basıncı denklemi sabitleri (devam)

Adı	Buhar basıncı denklemi sabitleri		
	A	B	C
	(boyutsuz)	(°C)	(°C)
Furan	6,975	1060,87	227,74
Furfural	6,575	1198,7	162,8
Heptan (izo)	6,8994	1331,53	212,41
Hegzan (-N)	6,876	1171,17	224,41
Hegzanol (-1)	7,86	1761,26	196,66
Hidrosiyanik asit	7,528	1329,5	260,4
Metanol	7,897	1474,08	229,13
Metil asetat	7,065	1157,63	219,73
Metil etil keton	6,9742	1209,6	216
Metil izobütil keton	6,672	1168,4	191,9
Metil metakrilat	8,409	2050,5	274,4
Metil stiren (alfa)	6,923	1486,88	202,4
Metilen klorit	7,409	1325,9	252,6
Morfolin	7,7181	1745,8	235
Naftalen	7,01	1733,71	201,86
Nitrobenzen	7,115	1746,6	201,8
Pentakloroetan	6,74	1378	197
Fenol	7,133	1516,79	174,95
Pikolin (-2)	7,032	1415,73	211,63
Propanol (izo)	8,117	1580,92	219,61
Propilen glikol	8,2082	2085,9	203,5396
Propilen oksit	8,2768	1656,884	273,16
Piridin	7,041	1373,8	214,89
Resorcinol	6,9243	1884,547	186,0596
Stiren	7,14	1574,51	224,09
Tetrakloroetan (1,1,1,2)	6,898	1365,88	209,74
Tetrakloroetan (1,1,2,2)	6,631	1228,1	179,9
Tetrakloroetilen	6,98	1386,92	217,53
Tetrahidrofuran	6,995	1202,29	226,25
Toluen	6,954	1344,8	219,48
Trikloro(1.1.2)trifloroetan	6,88	1099,9	227,5
Trikloroetan (1,1,1)	8,643	2136,6	302,8
Trikloroetan (1,1,2)	6,951	1314,41	209,2
Trikloroetilen	6,518	1018,6	192,7
Trikloroflorometan	6,884	1043,004	236,88
Trikloropropan (1,2,3)	6,903	788,2	243,23
Vinil asetat	7,21	1296,13	226,66
Vinilidin klorit	6,972	1099,4	237,2
Ksilen (-M)	7,009	1426,266	215,11
Ksilen (-O)	6,998	1474,679	213,69

Çizelge Ek 1.5 Sabit çatılı tanklar için boya renklerinin güneş soğurma faktörleri, (API, 1991)

Boya rengi	Boya gölgesi veya tipi	Boya faktörü ( $\alpha$ )	
		Boya durumu	
		İyi	Kötü
Aluminyum	Yansıtıcı	0,39	0,49
Aluminyum	Soğurucu	0,60	0,68
Gri	Aydınlık	0,54	0,63
Gri	Orta	0,68	0,74
Kırmızı	Premier	0,89	0,91
Beyaz	Veri yok	0,17	0,34

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri, (Şen vd., 2000)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort.
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Adana	T <sub>AY</sub>	°F	55.9	59.0	64.9	73.0	81.0	87.1	91.0	91.9	90.0	82.9	69.1	59.0	75.4
	T <sub>AN</sub>	°F	39.9	42.1	46.0	53.1	57.9	64.9	71.1	72.0	66.9	60.1	50.0	44.1	55.6
Adıyaman	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1650	2150	2700	3500	4610	5020	4980	4670	3660	2670	1960	1490	3255
	R	mm/saat	4.92	4.92	5.14	5.14	5.14	5.37	5.37	5.37	4.47	3.58	3.58	4.25	4.92
Afyon	T <sub>AY</sub>	°F	44.1	48.0	57.0	68.0	77.0	89.1	98.1	96.1	89.1	75.0	60.1	50.0	70.9
	T <sub>AN</sub>	°F	32.0	35.1	41.0	48.0	57.0	66.0	73.0	71.1	64.0	55.0	44.1	37.0	52.0
Ankara	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1610	2000	2840	3600	4590	4870	5220	4760	3860	2600	1940	1490	3282
	R	mm/saat	4.70	5.14	5.37	5.37	6.26	5.59	5.14	4.47	4.25	4.47	5.14	3.80	3.80
Antalya	T <sub>AY</sub>	°F	37.9	42.1	50.0	59.0	68.0	75.9	82.9	82.0	75.9	64.0	52.0	41.0	61.0
	T <sub>AN</sub>	°F	27.0	28.9	34.0	41.0	46.9	53.1	57.9	57.9	52.0	44.1	36.0	30.0	42.4
Balıkesir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1440	1960	2700	3470	4210	4660	4780	4310	3450	2450	1760	1310	3042
	R	mm/saat	6.04	6.71	6.93	6.71	5.82	5.82	5.82	6.49	6.26	5.37	4.70	5.82	6.04
Balıkesir	T <sub>AY</sub>	°F	35.1	39.9	50.0	60.1	68.0	75.9	82.0	82.9	75.9	64.9	51.1	39.9	60.4
	T <sub>AN</sub>	°F	19.9	23.0	28.9	37.9	44.1	48.9	55.0	55.0	46.9	39.0	30.0	26.1	37.9
Balıkesir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1410	1830	2620	3720	4240	5090	4900	4390	3480	2420	1750	1170	3085
	R	mm/saat	4.92	5.14	5.37	5.37	4.70	5.14	6.04	5.82	4.92	0.45	4.25	4.70	4.70
Balıkesir	T <sub>AY</sub>	°F	57.9	57.9	63.0	70.0	77.0	86.0	91.9	91.9	88.0	79.0	68.0	60.1	74.3
	T <sub>AN</sub>	°F	41.0	42.1	45.0	51.1	57.9	66.0	71.1	71.1	64.9	57.0	50.0	44.1	55.0
Balıkesir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1690	2140	2910	3720	4440	4920	4950	4580	3760	2710	2010	1520	3279
	R	mm/saat	7.61	7.83	7.61	6.71	6.04	6.49	6.49	6.26	6.71	6.49	6.71	7.38	6.93
Balıkesir	T <sub>AY</sub>	°F	46.9	50.0	55.9	66.0	73.9	84.0	87.1	86.0	81.0	71.1	59.0	50.0	67.6
	T <sub>AN</sub>	°F	33.1	34.0	37.9	44.1	51.1	57.0	62.1	63.0	55.9	50.0	41.0	36.0	47.1
Balıkesir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1200	1630	2300	3160	4100	4740	4840	4330	3350	2240	1500	1020	2868
	R	mm/saat	5.37	6.04	6.26	5.14	4.25	5.37	7.61	7.61	6.26	4.92	4.03	4.70	5.59

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort.
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Bolu	T <sub>AY</sub>	°F	37.9	43.0	50.0	60.1	66.9	73.0	77.0	78.1	73.9	62.1	51.1	43.0	59.7
	T <sub>AN</sub>	°F	26.1	28.9	33.1	42.1	48.0	53.1	57.0	57.0	52.0	45.0	36.0	30.9	42.4
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1200	1680	2390	3130	3890	4360	4430	3930	3100	2150	1470	1090	2735
	R	mi/saat	3.13	3.58	4.03	3.58	3.36	3.80	3.80	3.80	3.36	3.36	2.91	3.58	2.91
Burdur	T <sub>AY</sub>	°F	42.1	46.0	53.1	62.1	71.1	80.1	87.1	87.1	80.1	68.0	57.0	46.0	64.9
	T <sub>AN</sub>	°F	32.0	32.0	35.1	42.1	50.0	55.0	60.1	60.1	53.1	46.0	39.0	33.1	44.8
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1560	2080	2830	3570	4310	4760	4860	4390	3540	2560	1850	1400	3143
	R	mi/saat	5.59	6.26	6.71	6.49	4.70	4.03	4.25	4.25	4.03	4.25	4.92	5.14	5.14
Bursa	T <sub>AY</sub>	°F	46.9	50.0	55.0	64.9	73.0	82.0	86.0	86.0	80.1	70.0	59.0	51.1	66.9
	T <sub>AN</sub>	°F	35.1	36.0	39.0	45.0	52.0	59.0	62.1	62.1	55.9	50.0	43.0	37.9	48.0
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1130	1590	2190	2950	3780	4390	4640	3900	3090	2180	1460	1040	2695
	R	mi/s	6.93	6.71	6.04	5.14	4.47	4.92	5.82	5.82	4.92	4.25	4.70	6.49	5.59
Canakkale	T <sub>AY</sub>	°F	48.0	48.9	53.1	61.0	70.0	79.0	84.9	84.0	78.1	66.9	57.9	52.0	65.3
	T <sub>AN</sub>	°F	37.9	39.9	42.1	48.9	55.9	63.0	68.0	68.0	62.1	54.0	46.9	43.0	52.5
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1190	1660	2380	3360	4490	4810	4830	4440	3450	2210	1520	1100	2953
	R	mi/saat	11.86	12.08	10.96	9.62	8.28	8.28	9.62	10.07	9.62	9.84	10.29	11.63	10.29
Cankiri	T <sub>AY</sub>	°F	37.0	41.0	51.1	62.1	71.1	78.1	86.0	86.0	78.1	66.0	51.1	41.0	62.4
	T <sub>AN</sub>	°F	24.1	28.0	32.0	39.0	46.0	51.1	55.0	55.0	48.0	39.0	32.0	30.0	39.9
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1240	1670	2470	3270	4030	4940	4670	4140	3270	2270	1660	1070	2892
	R	mi/saat	2.68	3.13	3.58	3.80	3.36	3.36	3.58	3.13	2.91	2.46	2.24	2.46	3.13
Denizli	T <sub>AY</sub>	°F	50.0	51.1	59.0	68.0	77.0	86.0	91.0	91.0	84.0	71.1	62.1	51.1	70.2
	T <sub>AN</sub>	°F	33.1	35.1	39.0	46.0	53.1	60.1	66.0	64.0	57.0	50.0	42.1	37.0	48.6
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1490	1940	2670	3460	4250	4740	4860	4400	3590	2490	1780	1360	3086
	R	mi/saat	3.13	3.13	3.13	2.91	2.46	2.68	2.68	2.01	1.79	1.79	2.46	2.91	2.68

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort.
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Diyarbakır	°F		42.1	46.9	57.0	66.9	78.1	91.0	100.0	99.0	91.0	75.9	59.0	46.9	71.2
	°F		27.0	30.0	37.0	46.0	53.1	63.0	72.0	70.0	62.1	51.1	39.0	32.0	48.6
Edirne	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1590	2200	2890	3790	4760	5500	4380	4920	3980	2790	1890	1490	3348
	R	mi/saat	4.47	5.14	6.04	5.14	4.92	6.71	7.38	6.71	5.59	4.47	3.58	3.58	5.37
Elazığ	°F		43.0	46.9	55.0	64.9	73.9	82.0	87.1	84.9	80.1	66.9	54.0	46.0	65.5
	°F		30.9	34.0	37.9	46.0	54.0	61.0	64.0	63.0	57.0	48.9	41.0	35.1	47.8
Erzincan	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1000	1540	2330	3340	4050	4560	4490	4140	3420	2160	1270	1940	2853
	R	mi/saat	4.47	4.92	4.92	4.25	3.58	3.58	3.58	3.58	3.36	3.36	3.58	4.25	4.03
Erzurum	°F		37.0	42.1	53.1	64.9	75.0	84.9	93.9	93.0	84.9	71.1	32.0	32.0	63.7
	°F		24.1	27.0	33.1	43.0	50.0	57.9	64.9	63.0	55.9	46.9	32.0	32.0	44.2
Eskişehir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1510	1980	2870	3710	4360	5250	5180	4770	3870	2550	1790	1310	3263
	R	mi/s	3.36	4.03	4.70	4.70	4.92	5.59	5.82	4.92	4.25	3.13	2.91	2.91	4.25
Eskişehir	°F		33.1	37.0	48.0	60.1	69.1	78.1	87.1	87.1	78.1	66.0	51.1	39.0	61.2
	°F		21.0	23.0	32.0	39.0	46.0	51.1	59.0	57.0	50.0	41.0	32.0	26.1	39.7
Eskişehir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1490	1970	2670	3390	4270	4640	4710	4290	3460	2480	1660	1220	3021
	R	mi/saat	3.36	3.80	4.70	5.14	4.47	4.70	5.59	4.92	4.03	2.91	2.91	2.91	4.03
Eskişehir	°F		21.0	24.1	34.0	51.1	60.1	69.1	77.0	79.0	72.0	57.9	41.0	27.0	51.1
	°F		3.0	5.0	18.0	32.0	39.0	44.1	50.0	48.9	39.9	32.0	23.0	12.0	28.9
Eskişehir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1360	2010	2900	3720	4420	4870	4920	4480	3600	2590	1810	1450	3178
	R	mi/saat	4.25	4.92	5.59	6.93	6.71	6.26	6.71	6.71	6.04	5.82	4.92	4.47	5.82
Eskişehir	°F		37.0	43.0	53.1	62.1	70.0	78.1	82.9	82.9	77.0	66.0	52.0	41.0	62.1
	°F		25.0	27.0	32.0	39.9	46.9	53.1	57.9	57.0	50.0	43.0	34.0	30.0	41.4
Eskişehir	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1270	1750	2510	3280	4100	4630	4790	4270	3390	2290	1560	1120	2913
	R	mi/saat	6.26	6.26	6.71	6.71	5.82	5.82	6.71	6.49	5.59	4.47	4.70	5.82	6.04

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eyül	Ekim	Kasım	Aralık	
Gaziantep	T <sub>AY</sub>	°F	44.1	46.9	55.0	66.9	75.9	86.0	93.9	93.9	87.1	73.9	57.9	48.0	69.1
	T <sub>AN</sub>	°F	30.9	32.0	37.9	46.0	54.0	64.0	71.1	71.1	63.0	52.0	42.1	34.0	49.8
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1600	2240	3090	3860	4640	5190	5140	4830	3010	2870	2040	1470	3332
	R	mi/saat	4.03	4.25	4.70	4.70	4.70	6.26	6.71	5.37	4.03	3.13	2.91	3.58	4.47
Gumushane	T <sub>AY</sub>	°F	35.1	39.0	48.0	60.1	68.0	75.0	80.1	82.0	77.0	64.0	50.0	39.0	59.7
	T <sub>AN</sub>	°F	23.0	24.1	32.0	39.0	44.1	50.0	55.0	55.0	50.0	41.0	33.1	28.0	39.6
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1300	1900	2680	3440	4130	4590	4700	4220	3370	2380	1510	1140	2947
	R	mi/saat	2.68	3.13	3.13	2.91	2.91	3.58	4.47	4.03	3.13	2.24	2.24	2.68	3.13
Hakkari	T <sub>AY</sub>	°F	32.0	33.1	42.1	53.1	66.0	77.0	86.0	86.0	78.1	64.0	50.0	35.1	58.5
	T <sub>AN</sub>	°F	19.0	21.0	30.0	37.0	46.0	55.0	62.1	62.1	55.0	44.1	33.1	24.1	40.6
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1780	2350	3120	3850	4620	5510	5490	5090	3830	3020	2160	1620	3537
	R	mi/s	2.68	2.91	4.03	4.92	4.70	4.92	4.92	4.47	4.47	3.80	3.13	2.24	4.03
Içdir	T <sub>AY</sub>	°F	37.9	39.0	54.0	64.9	73.0	82.0	90.0	90.0	82.0	70.0	57.0	42.1	65.1
	T <sub>AN</sub>	°F	16.0	19.9	32.0	44.1	51.1	55.9	63.0	62.1	53.1	42.1	34.0	25.0	41.5
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1370	2020	2740	3310	3970	4530	4820	4380	3540	2510	1730	1280	3017
	R	mi/saat	2.24	2.68	3.58	3.58	3.13	3.36	3.36	3.13	2.68	2.01	2.01	2.01	2.91
Isparta	T <sub>AY</sub>	°F	42.1	44.1	52.0	61.0	69.1	78.1	84.9	84.9	79.0	68.0	54.0	44.1	63.5
	T <sub>AN</sub>	°F	27.0	28.9	34.0	41.0	46.9	53.1	59.0	57.9	51.1	44.1	36.0	30.9	42.4
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1530	2150	2880	3480	4390	4680	4760	4400	3560	2530	1820	1330	3126
	R	mi/saat	4.70	5.14	5.59	5.37	4.25	4.03	4.25	3.80	3.58	3.36	3.80	4.25	4.25
Istanbul	T <sub>AY</sub>	°F	46.0	46.9	51.1	60.1	69.1	78.1	82.0	82.0	75.9	66.9	57.0	50.0	63.7
	T <sub>AN</sub>	°F	37.0	37.0	39.9	46.9	54.0	62.1	66.0	66.9	61.0	55.0	46.9	42.1	51.3
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1080	1480	2170	3060	3950	4540	4570	4080	3130	2070	1380	980	2708
	R	mi/saat	8.72	8.28	7.83	6.49	5.82	6.04	7.38	7.16	6.71	6.49	6.93	8.28	7.16

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
İzmir	T <sub>AY</sub>	°F	53.1	54.0	60.1	68.0	77.0	87.1	91.0	90.0	84.0	73.9	63.0	55.0	71.4
	T <sub>AN</sub>	°F	39.0	39.9	44.1	50.0	57.0	64.0	68.0	66.9	61.0	55.0	46.9	42.1	52.9
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1430	1910	2670	3500	4320	4750	4860	4540	3630	2460	1690	1310	3089
	R	imi/saat	8.50	8.95	8.28	7.38	6.71	6.93	7.61	7.16	6.49	6.49	7.16	8.05	7.38
Kahramanmaraş	T <sub>AY</sub>	°F	46.0	50.0	59.0	68.0	78.1	87.1	95.0	95.0	89.1	77.0	62.1	51.1	71.4
	T <sub>AN</sub>	°F	32.0	35.1	41.0	48.0	55.0	64.0	69.1	69.1	62.1	53.1	42.1	37.0	50.5
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1570	2070	2900	3730	4450	5000	5060	4600	3740	2680	1900	1460	3263
	R	imi/saat	3.36	3.80	4.92	5.37	6.49	9.17	10.51	9.17	6.71	3.80	2.68	3.13	5.37
Karaman	T <sub>AY</sub>	°F	41.0	44.1	53.1	62.1	71.1	80.1	86.0	86.0	78.1	68.0	55.0	44.1	64.0
	T <sub>AN</sub>	°F	26.1	28.0	32.0	39.0	46.0	51.1	57.0	55.0	48.0	39.0	33.1	30.0	40.3
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1580	2120	2960	3760	4500	4970	5090	4660	3780	2690	1950	1460	3293
	R	imi/s	5.82	6.26	6.26	6.26	5.14	5.37	5.82	5.14	4.47	4.47	4.92	5.37	5.37
KAYSERİ	T <sub>AY</sub>	°F	36.0	41.0	51.1	62.1	70.0	78.1	84.0	84.9	78.1	68.0	52.0	41.0	62.2
	T <sub>AN</sub>	°F	19.9	24.1	30.0	39.9	46.0	51.1	55.0	54.0	46.9	39.9	30.9	25.0	38.7
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1480	2000	2720	3500	4270	4750	4950	4500	3590	2520	1780	1330	3116
	R	imi/saat	3.80	4.25	5.14	5.59	4.70	4.03	4.03	3.80	3.58	3.36	3.13	3.58	4.03
KIRSEHİR	T <sub>AY</sub>	°F	39.9	43.0	50.0	62.1	69.1	77.0	82.9	84.0	77.0	68.0	57.9	46.0	63.1
	T <sub>AN</sub>	°F	23.0	28.0	33.1	41.0	48.0	53.1	60.1	59.0	50.0	41.0	36.0	32.0	42.1
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1510	1920	2650	3790	4420	4860	5000	4620	3720	2650	1830	1340	3193
	R	imi/saat	4.03	4.92	5.37	5.14	4.70	5.82	7.61	6.93	5.59	6.93	3.58	3.80	5.37
KOCAELİ	T <sub>AY</sub>	°F	48.0	50.0	55.0	64.0	71.1	80.1	82.0	82.0	77.0	68.0	60.1	51.1	65.7
	T <sub>AN</sub>	°F	37.0	37.0	39.0	46.0	53.1	60.1	64.0	64.0	59.0	53.1	46.0	41.0	50.0
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1080	1470	2080	2870	3720	4230	4270	3810	2910	1930	1340	1000	2559
	R	imi/saat	4.47	4.70	4.47	4.70	4.70	4.47	4.47	4.03	3.58	3.36	3.58	4.25	4.25

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Konva	T <sub>AY</sub>	°F	37,0	42,1	52,0	62,1	69,1	78,1	84,0	84,0	77,0	66,0	52,0	39,9	61,9
	T <sub>AN</sub>	°F	23,0	25,0	32,0	41,0	48,0	55,0	61,0	61,0	53,1	44,1	33,1	27,0	41,9
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1480	2140	2930	3550	4290	4740	4730	4370	3560	2510	1800	1370	3123
	R	mm/saat	4,03	4,70	5,37	5,37	4,47	4,92	5,82	5,14	4,47	3,58	3,13	3,58	4,47
Malatya	T <sub>AY</sub>	°F	37,0	42,1	53,1	64,9	75,0	84,9	93,0	93,0	84,9	71,1	53,1	42,1	66,2
	T <sub>AN</sub>	°F	24,1	26,1	34,0	43,0	50,0	59,0	66,0	64,9	55,0	45,0	35,1	28,9	44,2
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1500	1990	2800	3690	4500	5070	5150	4630	3690	2620	1850	1380	3239
	R	mm/saat	1,57	2,01	2,68	3,13	2,91	2,91	2,68	2,68	2,24	1,57	1,57	1,34	2,24
Mardin	T <sub>AY</sub>	°F	41,0	42,1	51,1	60,1	73,0	84,0	93,0	93,0	84,0	71,1	57,0	44,1	66,0
	T <sub>AN</sub>	°F	32,0	33,1	39,0	48,0	57,0	66,0	75,0	75,0	68,0	57,0	44,1	35,1	52,3
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1690	2220	2990	3720	4770	4310	5250	4820	4040	2830	2000	1570	3351
	R	mm/s	8,05	8,50	8,05	7,16	7,16	7,61	7,38	6,71	6,26	6,49	6,93	7,83	7,38
Mugla	T <sub>AY</sub>	°F	48,0	50,0	55,9	64,0	73,9	82,9	90,0	89,1	84,0	72,0	57,9	50,0	68,2
	T <sub>AN</sub>	°F	35,1	36,0	39,9	46,9	55,0	63,0	69,1	69,1	62,1	52,0	43,0	37,9	50,7
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1500	2130	2730	3700	4500	4890	4950	4600	3680	2680	1850	1400	3218
	R	mm/saat	6,71	7,16	7,16	6,93	6,49	7,83	8,50	8,05	7,16	5,82	5,59	6,49	6,93
Ordu	T <sub>AY</sub>	°F	50,0	50,0	51,1	59,0	64,0	73,0	77,0	78,1	73,0	66,0	60,1	53,1	62,8
	T <sub>AN</sub>	°F	37,0	37,0	39,0	46,0	53,1	59,0	64,0	64,0	60,1	53,1	46,0	41,0	50,0
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1190	1630	2160	2820	3480	4070	3880	3430	2740	2010	1410	1070	2491
	R	mm/saat	4,47	4,25	4,03	3,80	3,58	4,25	4,70	4,70	4,70	4,25	4,25	4,47	4,25
Rize	T <sub>AY</sub>	°F	50,0	50,0	51,1	59,0	66,0	73,0	77,0	77,0	73,0	66,0	60,1	53,1	63,0
	T <sub>AN</sub>	°F	37,0	37,0	39,0	46,0	53,1	60,1	66,0	66,0	60,1	53,1	46,0	41,0	50,4
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gün	1130	1650	2200	2850	3300	3760	3420	3110	2420	1900	1310	980	2336
	R	mm/saat	2,91	2,91	2,68	2,68	2,68	2,91	2,68	2,68	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91

Çizelge Ek 1.6 Bazı illerin meteorolojik verileri (devam)

Şehir	Sembol	Birim	Aylık ortalamalar												Yıl Ort	
			Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
Siirt	T <sub>AY</sub>	°F	43.0	45.0	55.0	64.9	75.0	88.0	98.1	98.1	98.1	87.1	73.9	62.1	48.0	69.8
	T <sub>AN</sub>	°F	30.0	32.0	37.9	46.9	55.0	64.0	73.0	73.0	73.0	64.9	55.0	44.1	36.0	51.1
	I	Btu/ft <sup>2</sup> .gthn	1620	2140	2930	3660	4600	5200	5210	4730	3860	2720	1920	1490	3340	
	R	mi/saat	3.13	3.80	4.47	4.70	4.47	4.70	4.70	4.70	4.70	4.25	3.58	3.13	4.25	

Çizelge Ek 1.7 Yüzer tavanlı tanklar için kenar contaları kayıp faktörleri,  $K_{Ra}$ ,  $K_{Rb}$ , ve  $n$ ,  
(Ferry,1995)

Tank yapısı ve sızdırmazlık sistemi	Kayıp faktörleri		
	$K_{Ra}$ [lb-mol/ft-yıl]	$K_{Rb}$ [lb-mol/(mph)n-ft-yıl]	$n$ (boyutsuz)
<b>Kaynaklı tanklar</b>			
Mekanik pabuç tipi			
Yalnızca birincil	5,8	0,3	2,1
Mekanik pabuç bindirmeli ikincil	1,6	0,3	1,6
Kenar bindirmeli ikincil	0,6	0,4	1,0
Sıvı üzeri sızdırmazlık sistemi			
Yalnızca birincil	1,6	0,3	1,5
Hava kalkanı	0,7	0,3	1,2
Kenar bindirmeli	0,3	0,6	0,3
Buhar üzeri sızdırmazlık sistemi			
Yalnızca birincil	6,7	0,2	3,0
Hava kalkanı	3,3	0,1	3,0
Kenar bindirmeli	2,2	0,003	4,3
<b>Perçinli tanklar</b>			
Mekanik pabuç tipi			
Yalnızca birincil	10,8	0,4	2,0
Mekanik pabuç bindirmeli ikincil	9,2	0,2	1,9
Kenar bindirmeli ikincil	1,13	0,3	1,5

Çizelge Ek 1.8 Ortalama yapışma faktörleri, C (1000 ft<sup>2</sup>'ye düşen fiçı miktarı), (API, 1989)

Depolanan ürün	Gövde durumu		
	Hafif pas	Yoğun pas	Gunite kaplama
Benzin	0,0015	0,0075	0,15
Tek bileşenli ürünler	0,0015	0,0075	0,15
Ham petrol	0,0060	0,030	0,60

Çizelge Ek 1.9 Kolonlarla desteklenmiş iç yüzer tavanlı tanklar için tank çapına karşılık gelen kolon sayısı, (API, 1983)

Tank çapı aralığı D, (ft)	Tipik kolon sayısı, N <sub>c</sub>
0<D≤85	1
85<D≤100	6
100<D≤120	7
120<D≤135	8
135<D≤150	9
150<D≤170	16
170<D≤190	19
190<D≤220	22
220<D≤235	31
235<D≤270	37
270<D≤275	43
275<D≤290	49
290<D≤330	61
330<D≤360	71
360<D≤400	81

Çizelge Ek 1.10 Tavan tesisatları kayıp faktörleri,  $K_{Fa}$ ,  $K_{Fb}$ , ve  $m$ , ve tipik tesisat sayıları, (API, 1994; MRI, 1996a; MRI, 1996b; MRI, 1997)

Tesisat tipi ve kurulum ayrıntıları	Kayıp faktörü			Tipik tesisat sayısı, $N_F$
	$K_{Fa}$ (lb-mol/yıl)	$K_{Fb}$ (lb-mol/(mph)m-yıl)	$m$ (boyutsuz)	
Giriş kapağı (24-inch çapında kuyu)				1
Cıvatalı kapak, contalı	1,6	0	0	
Cıvatasız kapak, contasız	36	5,9	1,2	
Cıvatasız kapak, contalı	31	5,2	1,3	
Sabit çatı destek kirişi kuyusu				$N_C$ (Çizelge Ek 1.9)
Silindirik boru, contasız sıyırma kapağı	31			
Silindirik boru, contalı sıyırma kapağı	25			
Silindirik boru, yen şeklinde esnek dokuma conta	10			
Built-up kolon, contasız sliding cover	47			
Built-up kolon, contalı sliding cover	33			
Yarıklı kılavuz kolonu ve kuyusu (8-inch çaplı yarıksız giriş, 21-inch çaplı kuyu)				1
Contasız sliding cover	31	150	1,4	
Contalı sliding cover	25	13	2,2	
Contasız sliding cover w/ kolon kılıfı	25	2,2	2,1	
Contasız sliding cover w/kolon silicisi	14	3,7	0,78	
Contasız sliding cover w/kolon kılıfı	8,6	12	0,81	
Yarıklı kılavuz kolonu / numune kuyusu (8-inch çaplı yarıklı kolon, 21-inch çaplı kuyu)				e
Contasız veya contalı sliding cover	43	270	1,4	
Contasız veya contalı sliding cover, dubalı	31	36	2,0	
Contalı sliding cover, kolon silicili	41	48	1,4	
Contalı sliding cover, kolon kılıflı	11	46	1,4	
Contalı sliding cover kolon kılıflı ve kolon süpürücülü	8,3	4,4	1,6	
Contalı sliding cover, dubalı ve kolon süpürücülü	21	7,9	1,8	
Contalı sliding cover, dubalı, kolon kılıflı, ve kolon süpürücülü	11	9,9	0,89	
Ölçü dubası kuyusu (otomatik ölçü)				1
Cıvatasız kapak, contasız	14	5,4	1,1	
Cıvatasız kapak, contalı	4,3	17	0,38	
Cıvatalı kapak, contalı	2,8	0	0	
Ölçü kapağı/numune gözü				1
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contalı	0,47	0,02	0,97	
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contasız	2,3	0	0	
Bir kısmı yırtılmış dokuma conta, %10 açık alana sahip	12			
Vakum kırıcı				$N_{vb}$ (Çizelge Ek 1.11)
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contasız	7,8	0,01	4,0	
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contalı	6,2	1,2	0,94	
Tavan tahliye kanalı (3-inch çaplı)				$N_d$ (Çizelge Ek 1.11)
Açık	1,5	0,21	1,7	
%90 kapalı	1,8	0,14	1,1	

Çizelge Ek 1.10 Tavan tesisatları kayıp faktörleri,  $K_{Fa}$ ,  $K_{Fb}$ , ve  $m$ , ve tipik tesisat sayıları (devam)

Su gideri	1,2			$N_d$ (Çizelge ek 1.13)
Tavan ayağı (3-inch çapında)				$N_l$ (Çizelge Ek 1.13, 1.12))
Ayarlanabilir, iç yüzey tavan	7,9			
Ayarlanabilir, duba alanı – contasız	2,0	0,37	0,91	
Ayarlanabilir, duba alanı – contalı	1,3	0,08	0,65	
Ayarlanabilir, sock	1,2	0,14	0,65	
Ayarlanabilir, merkez alanı – contasız	0,82	0,53	0,14	
Ayarlanabilir, merkez alanı – contalı	0,53	0,11	0,13	
Ayarlanabilir, merkez alanı – sock	0,49	0,16	0,14	
Ayarlanabilir, çift platformlu tavan	0,82	0,53	0,14	
Sabit	0	0	0	
Kenar havalandırma				1
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contalı	0,68	1,8	1,0	
Ağırlıklandırılmış mekanik etkili, contasız	0,71	0,10	1,0	
Merdiven kuyusu				1
Kaydırma kapak, contasız	76			
Kaydırma kapak, contalı	56			

Çizelge Ek 1.11 Dış yüzey tavanlı tanklar için tipik vakum kırıcı sayıları,  $N_{vb}$ , ve tavan gideri sayıları,  $N_d$ , (API, 1989)

Tank çapı, D (ft)	Vakum kırıcı sayısı, $N_{vb}$		Tavan gideri sayısı, $N_d$
	Dubalı tavan	Çift platformlu tavan	
50	1	1	1
100	1	1	1
150	2	2	2
200	3	2	3
250	4	3	5
300	5	3	7
350	6	4	Veri yok
400	7	4	Veri yok

Çizelge Ek 1.12 Dış yüzer tavanlı tanklar için tipik tavan aygıt sayısı,  $N_L$ , (API, 1989)

Tank çapı, D (feet)	Dubalı tavan		Çift platformlu tavan üzerindeki ayak sayısı
	Dubalı ayak sayısı	Merkez ayak sayısı	
30	4	2	6
40	4	4	7
50	6	6	8
60	9	7	10
70	13	9	13
80	15	10	16
90	16	12	20
100	17	16	25
110	18	20	29
120	19	24	34
130	20	28	40
140	21	33	46
150	23	38	52
160	26	42	58
170	27	49	66
180	28	56	74
190	29	62	82
200	30	69	90
210	31	77	98
220	32	83	107
230	33	92	115
240	34	101	127
250	35	109	138
260	36	118	149
270	36	128	162
280	37	138	173
290	38	148	186
300	38	156	200
310	39	168	213
320	39	179	226
330	40	190	240
340	41	202	255
350	42	213	270
360	44	226	285
370	45	238	300
380	46	252	315
390	47	266	330
400	48	281	345

Çizelge Ek 1.13 İç yüzer tavanlı tanklar için tipik tavan ayağı,  $N_L$ , ve drain vanası sayısı,  $N_d$ , (API, 1983)

Tavan tesisat tipi	Tipik tesisat sayısı, NF
Tavan ayağı veya askı kuyusu	$\left(5 + \frac{D}{10} + \frac{D^2}{600}\right)$
Su gideri (1-inch çapında)	$\left(\frac{D^2}{125}\right)$

Çizelge Ek 1.14 İç yüzer tavanlı tanklarında tipik tavan yapısında tavan birleşimleri uzunluk faktörleri,  $S_D$ , (API, 1983)

Tavan yapısı	Tipik tavan kenar faktörü, $S_D$ (ft/ft <sup>2</sup> )
Sürekli levha halinde	
5 ft eninde	0,20
6 ft eninde	0,17
7 ft eninde	0,14
Panel yapısında	
5 x 7,5 ft dikdörtgen	0,33
5 x 12 ft dikdörtgen	0,28

Çizelge Ek 1.15 Bazı organik sıvılar için Henry kanunu sabitleri, (Yaws, 1992)

No	Formülü	Adı	Henry kanunu	H atm/mol kesri
			sabiti	Temel
			H (25°C'da)	
1	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	ASETALDEHİD	4,8730000	Deneyssel
2	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	ASETAMİD	0,0000986	UNIFAC
3	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> N	ASETONİTRİL	1,1076388	VLE verileri
4	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	ASETOFENON	0,5089400	Çözünürlük verileri
5	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	AKROLEİN	4,5711400	Çözünürlük verileri
6	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> NO	AKRİLAMİD	0,0000145	UNIFAC
7	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	AKRİLİK ASİT	0,0223962	VLE verileri
8	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	AKRİLONİTRİL	5,4484900	Çözünürlük verileri
9	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> Cl	ALİL KLORİT	515,4180500	Çözünürlük verileri
10	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N	ANİLİN	0,0977600	Çözünürlük verileri
11	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> NO	O-ANİSİDİN	0,0092393	UNIFAC
12	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BENZEN	308,3400000	Deneyssel
13	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>3</sub>	BENZOTRİKLORİT	54,5177107	UNIFAC
14	C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> Cl	BENZİL KLORİT	17,7286753	UNIFAC
15	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	BİFENİL	22,6700000	Deneyssel
16	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> O	Bİ(KLOROMETİL)ETER		Su ile reaksiyon verir
17	CHBr <sub>3</sub>	BROMOFORM	29,5600000	Deneyssel
18	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	1,3-BÜTADİEN	3961,1453000	Çözünürlük verileri
19	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH	KAPROLAKTAM	0,0001639	UNIFAC
20	CS <sub>2</sub>	KARBON DİSÜLFİT	1064,0713500	Çözünürlük verileri
21	CCl <sub>4</sub>	KARBON TETRAKLORİT	1677,7900000	Deneyssel
22	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	KLOROASETİK ASİT	0,0036272	UNIFAC
23	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> ClO	2-KLOROASETOFENON	1,5713000	Çözünürlük verileri
24	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	KLOROBENZEN	209,4500000	Deneyssel
25	CHCl <sub>3</sub>	KLOROFORM	221,3300000	Deneyssel
26	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> Cl	KLOROPİREN	51,6355560	UNIFAC
27	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	M-KRESOL	0,0394800	Çözünürlük verileri
28	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	O-KRESOL	0,0911500	Çözünürlük verileri
29	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O	P-KRESOL	0,0396800	Çözünürlük verileri
30	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	KÜMEN	727,7800000	Çözünürlük verileri
31	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	1,4-DİKLOROBENZEN	176,1100000	Deneyssel
32	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> O	DİKLOROETİL ETER	1,1390000	Çözünürlük verileri
33	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> Cl	1,3-DİKLOROPROPEN	197,2200000	Deneyssel
34	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	DİETANOLAMİN	0,0000001	UNIFAC
35	C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> N	N,N-DİMETİLANİLİN	0,7701322	UNIFAC
36	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> S	DİETİL SÜLFAT	0,3405000	Çözünürlük verileri
37	C <sub>14</sub> N <sub>16</sub> H <sub>2</sub>	DİMETİLBENZİDİN	0,1780100	VLE verileri
38	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO	DİMETİL FORMAMİD	0,0098341	VLE verileri
39	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>	1,1-DİMETİLDİDRAZİN	0,0910754	VLE verileri
40	C <sub>10</sub> N <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	DİMETİL FİTALAT	0,0548542	UNIFAC
41	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> SO <sub>4</sub>	DİMETİL SÜLFAT	0,2226700	Çözünürlük verileri
42	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,4-DİNİTROFENOL	0,4756000	Çözünürlük verileri
43	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2,4-DİNİTOTOLUEN	0,3996900	Çözünürlük verileri
44	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	1,4-DİOKSAN	0,3079797	VLE verileri
45	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub>	1,2-DİFENİLDİDRAZİN	0,0135700	Çözünürlük verileri
46	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> ClO	EPİKLORİDİN	1,8590400	Çözünürlük verileri
47	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ETİL AKRİLAT	14,1169500	Çözünürlük verileri
48	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	ETİL BENZEN	437,8100000	Deneyssel
49	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	ETİL KLORİT	672,2300000	Deneyssel

Çizelge Ek 1.15 Bazı organik sıvılar için Henry kanunu sabitleri (devam)

No	Formülü	Adı	Henry kanunu sabiti	H atm/mol kesri
			H (25°C'da)	temel
50	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub>	ETİL DİBROMİD	36,1100000	Deneysel
51	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	ETİLEN DİKLORİT	65,3800000	Deneysel
52	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL	0,0001051	VLE verileri
53	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	ETİLEN OKSİT	13,2260793	VLE verileri
54	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl	ETİLİN DİKLORİT	312,2300000	Deneysel
55	CH <sub>2</sub> O	FORMALDEHİT	0,0187000	Deneysel
56	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL DİMETİL ETER	1,9471264	VLE verileri
57	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOETİL ETER	0,0409170	VLE verileri
58	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	DİETİLEN GLİKOL MONOETİL ETER ASETAT	0,0358406	UNIFAC
59	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOETİL ETER ASETAT	0,0986300	Çözünürlük verileri
60	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	DİETİLEN GLİKOL MONOETİL ETER ASETAT	0,0026793	UNIFAC
61	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOETİL ETER ASETAT	0,1218685	UNIFAC
62	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	DİETİLEN GLİKOL MONOBÜTİL ETER	0,0012481	UNIFAC
63	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	DİETİLEN GLİKOL DİMETİL ETER	0,0837496	UNIFAC
64	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOMETİL ETER	0,0405801	Korelasyon
65	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOPROPİL ETER	0,0474169	UNIFAC
66	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOFENİL ETER	0,0037600	Çözünürlük verileri
67	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	DİETİLEN GLİKOL MONOMETİL ETER	0,0022577	UNIFAC
68	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	DİETİLEN GLİKOL DİETİL ETER	0,1189224	UNIFAC
69	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOBÜTİL ETER	0,0292288	VLE verileri
70	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	TRİETİLEN GLİKOL DİMETİL ETER	0,0025951	UNIFAC
71	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> O <sub>3</sub>	ETİLEN GLİKOL MONOBÜTİL ETER ASETAT	0,2746400	Çözünürlük verileri
72	C <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub>	HEGZAKLOROBENZEN	94,4500000	Deneysel
73	C <sub>4</sub> Cl <sub>6</sub>	HEGZAKLOROBÜTADIEN	572,2300000	Deneysel
74	C <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub>	HEGZAKLOROETAN	463,8900000	Deneysel
75	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	HEGZAN	42667,0100000	Deneysel
76	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	HİDROKİNON	0,0000800	Çözünürlük verileri
77	C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	İZOFORON	0,3682100	Çözünürlük verileri
78	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MALEİK ANHİDRİT	0,0121651	UNIFAC
79	CH <sub>4</sub> O	METANOL	0,2885032	VLE verileri
80	CH <sub>3</sub> Br	METİL BROMİD	381,0578800	Çözünürlük verileri
81	CH <sub>3</sub> Cl	METİL KLORİT	490,0000000	Deneysel
82	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	METİL KLOROFORM	966,6700000	Deneysel
83	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	METİL ETİL KETON	7,2200000	Deneysel
84	CH <sub>6</sub> N <sub>2</sub>	METİL HİDRAZİN	0,0248008	UNIFAC
85	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	METİL İZOBÜTİL KETON	21,6700000	Deneysel
86	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> NO	METİL İZOSİYANAT	—	Su ile reaksiyon verir
87	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	METİL METAKRİLAT	7,8317700	Çözünürlük verileri
88	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	METİL TERT BÜTİL ETER	30,8401800	Çözünürlük verileri
89	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	METİLEN KLORİT	164,4500000	Deneysel
90	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	METİLEN DİFENİL DİİZOSİYANAT	0,0026600	Çözünürlük verileri
91	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>	4,4-METİLENDİANİLİN	0,0284900	Çözünürlük verileri
92	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	NAFTALEN	26,8300000	Deneysel
93	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	NİTROBENZEN	1,3300000	Deneysel
94	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>3</sub>	4-NİTROFENOL	0,0064600	Çözünürlük verileri
95	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	2-NİTROPROPAN	6,6111800	Çözünürlük verileri
96	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	FENOL	0,0722000	Deneysel

Çizelge Ek 1.15 Bazı organik sıvılar için Henry kanunu sabitleri (devam)

No	Formülü	Adı	Henry kanunu sabiti	H atm/mol kesri
			H (25°C'da)	temel
97	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>	FENİLENDİAMİN	0,0007700	Çözünürlük verileri
98	COCl <sub>2</sub>	FOSGEN	780,0225300	Çözünürlük verileri
99	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	FİTALİK ANHİDRİT	0,0441500	Çözünürlük verileri
100	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	BETA-PROPIOLAKTON	0,0063801	UNIFAC
101	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	PROPİONALDEHİT	3,3224900	Çözünürlük verileri
102	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub>	PROPİLEN DİKLORİT	158,7100000	Deneysel
103	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	PROPİLEN OKSİT	19,7742986	VLE verileri
104	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	KİNON	0,0576800	Çözünürlük verileri
105	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	STİREN	144,7155400	Çözünürlük verileri
106	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>1</sub>	1,1,2,2-TETRAKLOROETAN	13,8900000	Deneysel
107	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	TETRAKLOROETİLEN	983,3400000	Deneysel
108	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	TOLUEN	356,6700000	Deneysel
109	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub>	2,4-TOLUEN DİAMİN	0,0000742	UNIFAC
110	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,4-TOLUEN DİZOSİYANAT	0,0091900	Çözünürlük verileri
111	C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> N	O-TOLÜİDİN	0,1344600	Çözünürlük verileri
112	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	1,2,4-TRİKLOROBENZEN	106,6700000	Deneysel
113	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	1,1,2-TRİKLOROETAN	45,7700000	Deneysel
114	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>	TRİKLOROETİLEN	566,6700000	Deneysel
115	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> O	2,4,5-TRİKLOROFENOL	0,4841100	Çözünürlük verileri
116	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> N	TRİETİLENAMİN	6,9428000	Çözünürlük verileri
117	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	2,2,4-TRİMETİLPENTAN	185451,3318600	Çözünürlük verileri
118	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	VİNİL ASETAT	28,2111800	Çözünürlük verileri
119	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	VİNİL KLORİT	1472,2300000	Deneysel
120	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	VİNİLİDİN KLORİT	1438,9000000	Deneysel
121		KSİLENLER (İZOMERLERİ VE KARIŞIMLARI)	---	
122	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	M-KSİLEN	413,3400000	Deneysel
123	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	O-KSİLEN	270,5600000	Deneysel
124	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	P-KSİLEN	413,3400000	Deneysel

**Ek 2 rnek emisyon kestirim hesabı rapor ıktıları**

Tanks 4.0 programı ile yapılan örnek emisyon kestirim hesabı raporunun orjinal ıktıları takip eden sayfalarda verilmiştir.



## TANKS 4.0

### Emissions Report - Detail Format

#### Tank Identification and Physical Characteristics

Location:  
 Identification: Ör. Em. Kes. Aseton  
 Kocaeli  
 Marmara Bölgesi  
 Inventory: -YOK-  
 Tank: Vertical Fixed Roof Tank  
 Function: Örnek emisyon kestirim çalışması

#### Dimensions

Diameter (ft): 34,40  
 Length (ft): 37,60  
 Height (ft): 32,40  
 Liquid Height (ft): 13,00  
 Capacity (gallons): 269.118,64  
 Volume: 6,00  
 Throughput (gal/yr): 1.614.711,83  
 Insulated/Heated (y/n): N

#### Appearance Characteristics

Color/Shade: White/White  
 Condition: Good  
 Color/Shade: White/White  
 Condition: Good

#### Roof Characteristics

Roof Type: Cone  
 Height (ft): 2,10  
 Diameter (ft) (Cone Roof): 0,11

#### Pressure/Vent Settings

Vacuum Settings (psig): -0,43  
 Pressure Settings (psig): 0,43

Logical Data used in Emissions Calculations: Kocaeli, Marmara bölgesi (Avg Atmospheric Pressure = 14 psia)

## TANKS 4.0

### Emissions Report - Detail Format

### Liquid Contents of Storage Tank

Component	Month	Daily Liquid Surf. Temperatures (deg F)			Liquid Bulk Temp. (deg F)	Vapor Pressures (psia)			Vapor Mol. Weight	Liquid Mass Fract.	Vapor Mass Fract.	Mol. Weight	Basis for Vapor Pressure Calculations
		Avg.	Min.	Max.		Avg.	Min.	Max.					
	All	61,35	55,48	67,22	57,92	3,0313	2,6031	3,5160	58,0800			58,08	Option 2: A=7.117, B=1210.595, C=229.664

## TANKS 4.0

### Emissions Report - Detail Format

### Detail Calculations (AP-42)

Emission Calculations	
Masses (lb):	3,076,6363
Space Volume (cu ft):	24,539,0556
Density (lb/cu ft):	0,0315
Space Expansion Factor:	0,0496
Vapor Saturation Factor:	0,2198
Space Volume	
Space Volume (cu ft):	24,539,0556
Diameter (ft):	37,6000
Space Outage (ft):	22,1000
Total Height (ft):	34,4000
Liquid Height (ft):	13,0000
Roof Height (ft):	0,7000
Roof (Cone Roof)	
Roof Height (ft):	0,7000
Roof Diameter (ft):	2,1000
Roof Slope (ft/ft):	0,1100
Roof Area (ft <sup>2</sup> ):	18,6000
Density	
Density (lb/cu ft):	0,0315
Molecular Weight (lb/lb-mole):	58,0800
Pressure at Daily Average Liquid Surface Temperature (psia):	3,0313
Liquid Surface Temp. (deg. R):	521,0179
Average Ambient Temp. (deg. F):	57,9000
Constant R	
Diff / (lb-mol-deg R):	10,731
Heat Temperature (deg. R):	517,5900
Heat Solar Absorptance (Shell):	0,1700
Heat Solar Absorptance (Roof):	0,1700
Heat Solar Insulation (Btu/sqft day):	2,559,0000
Space Expansion Factor	
Space Expansion Factor:	0,0496
Temperature Range (deg. R):	23,4848
Pressure Range (psia):	0,9129
Vent Press. Setting (ft):	0,8600
Pressure at Daily Average Liquid Surface Temperature (psia):	3,0313
Pressure at Daily Minimum Liquid Surface Temperature (psia):	2,6031
Pressure at Daily Maximum Liquid Surface Temperature (psia):	3,5160
Liquid Surface Temp. (deg R):	521,0179
Minimum Liquid Surface Temp. (deg R):	515,1467
Maximum Liquid Surface Temp. (deg R):	526,8691
Ambient Temp. Range (deg. R):	15,7000
Vapor Saturation Factor	
Vapor Saturation Factor:	0,2198
Pressure at Daily Average Liquid Surface Temperature (psia):	3,0313

## TANKS 4.0

### Emissions Report - Detail Format

### Detail Calculations (AP-42)- (Continued)

Ice Outage (ft):	22,1000
Masses (lb):	6,760,7422
Molecular Weight (lb/lb-mole):	58,0800
Pressure at Daily Average Liquid	
Temperature (psia):	3,0313
Oil Throughput (gal/yr):	1,614,711,833
	7
Impovers:	6,0000
Factor:	1,0000
Liquid Volume (gal):	269,118,6390
Liquid Height (ft):	32,4000
Water (ft):	37,6000
Loss Product Factor:	1,0000
Masses (lb):	9,845,3805

**TANKS 4.0**  
**Emissions Report - Detail Format**  
**Individual Tank Emission Totals**

**Emissions Report**

Items	Losses (lbs)		
	Working Loss	Breathing Loss	Total Emissions
	6.768,74	3.076,64	9.845,38

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 18.12.1976

Doğum yeri İstanbul

Lise 1987-1994 Özel Fatih Erkek Lisesi

Lisans 1994-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fak.  
Kimya Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2001- Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Mühendisliği Bölümü

**Çalıştığı kurumlar**

2002-2003 Akateks Tekstil San. ve Tic. A.Ş.  
2003-Devam ediyor Poliport Kim. San. ve Tic. A.Ş.

