

***EROĞLU ISI
DÖKME LPG
SİSTEMLERİ***

İÇİNDEKİLER

1. LPG’NİN TANIMI	3
1.1. LPG’nin Temini ve Kullanım Alanları	3
1.2. LPG’nin Özellikleri	4
1.2.1. LPG’nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	4
1.2.2. LPG’nin Basınç – Sıcaklık Değişimi	5
1.2.3. LPG’nin Çiyleşmesi (Sıvılaşması)	6
1.3. LPG’nin Diğer Yakıtlarla Karşılaştırması	7
2. DÖKMEGAZ SİSTEMLERİNİN TANITIMI	9
3. DOMESTİK LPG TANKLARI	11
3.1. Küçük LPG Stok Tankı ve Ekipmanları	12
3.2. Geri Dönürlü Buharlaştırıcı	17
3.3. Regülatörler	18
3.4. Sistemin Montajı	20
3.4.1. Temel Betonu	20
3.4.2. Tank ve Buharlaştırıcının Montajı	21
3.4.3. Tüketim Hatlarının ve Regülatörlerin Montajı	22
4. SANAYİ TİPİ LPG TANKLARI	23
4.1. Büyük LPG Stok Tankı ve Ekipmanları	23
4.2. Buharlaştırıcı	27
4.3. Regülatör Grubu	29
4.4. Sistemin Montajı	30
4.4.1. İnşaat İşleri	30
4.4.1.1. Topraküstü Tank Uygulaması	30
4.4.1.2. Toprakaltı Tank Uygulaması	31
4.4.1.3. Tankların Beton Ayaklara Sabitlenmesi (Ankraj)	32
4.4.1.4. Buharlaştırıcı Kabini	34
4.4.2. LPG Stok Tankı ve Dolum Hatlarının Montajı	37
4.4.3. Buharlaştırıcı ve Regülatör Grubunun Montajı	39
4.4.4. Tüketim Hatlarının Montajı	40
5. EMNİYET KURALLARI	42
5.1. Tank Sahasının Emniyeti	42
5.2. Topraküstü Tanklarının Korunması	44
5.3. Toprakaltı Tanklarının İzolasyonu ve Korozyona Karşı Korunması	44
5.4. LPG’nin Çiyleşmesi (Sıvılaşması) Sorunu ve Alınan Tedbirler	45
5.5. Sistemin Testi ve Devreye Alma	48

TABLULAR

Tablo 1:	LPG'nin Yaklaşık Özellikleri	4
Tablo 2:	Yakıtların Isıl Değerleri	8
Tablo 3:	Yakıtların Eşdeğerlikleri	8
Tablo 4:	Domestik LPG Tankı Ölçüleri	13
Tablo 5:	Temel Betonu ve Ankraj Ölçüleri	21
Tablo 6:	Büyük LPG Tankı Ölçüleri	24
Tablo 7:	Buharlaştırıcı Kapasite Ölçüleri	28
Tablo 8:	Beton Ayak Ölçüleri	31
Tablo 9:	Tank Havuzu ve Beton Ayak Ölçüleri	32
Tablo 10:	Ankraj Ölçüleri	33
Tablo 11:	Tek Buharlaştırıcılı Kabin Ölçüleri	35
Tablo 12:	Çift Buharlaştırıcılı Kabin Ölçüleri	36
Tablo 13:	LPG Tanklarının Emniyet Mesafeleri	42
Tablo 14:	LPG Karışımlarının Çiyleşme Sıcaklıkları	46

ŞEKİLLER

Şekil 1:	LPG'nin Basınç Sıcaklık Grafiği	5
Şekil 2:	LPG'nin Çiyleşme Eğrileri	6
Şekil 3:	Domestik LPG Tankı Çalışma Prensibi	11
Şekil 4:	Domestik LPG Tankı	12
Şekil 5:	LPG Tankı Aksesuarlarının Şematik Gösterimi	13
Şekil 6:	Multivalf	14
Şekil 7:	Dolum Valfi	14
Şekil 8:	Dolum Valfi (Buharlaştırıcı Küçük Tanklı Sistem)	15
Şekil 9:	Sıvı Alma Çek Valfi	15
Şekil 10:	Seviye Göstergesi	16
Şekil 11:	Sıvı LPG Transfer Valfi	16
Şekil 12:	Emniyet Valfi	16
Şekil 13:	Geri Dönüştürücü Elektrikli Buharlaştırıcı (50.(kg/saat).LPG)	17
Şekil 14:	Geri Dönüştürücü Elektrikli Buharlaştırıcı (100.(kg/saat).LPG)	17
Şekil 15:	Regülatör Kesit Resmi	18
Şekil 16:	Birinci Kademe Regülatör	19
Şekil 17:	İkinci Kademe Regülatör	19
Şekil 18:	Taşıyıcı Temel Betonu	20
Şekil 19:	Aşırı Akım Valfi	25
Şekil 20:	Döner Seviye Göstergesi	25
Şekil 21:	Şamandıralı Seviye Göstergesi	25
Şekil 22:	F Valf	26
Şekil 23:	Emniyet Valfi	26
Şekil 24:	Beton Ayak Detayı	30
Şekil 25:	Tank Havuzu ve Beton Ayak Detayı	31
Şekil 26:	Ankraj Detayı	32
Şekil 27:	Buharlaştırıcı Kabin Detayı	34
Şekil 28:	LPG Tankı ve Dolum Hatları Detayı (Topraküstü)	38
Şekil 29:	LPG Tankı ve Dolum Hatları Detayı (Toprakaltı)	38
Şekil 30:	Tank Sahası Yerleşimi	43
Şekil 31:	Katodik Koruma	45
Şekil 32:	LPG Karışımlarının Kaynama Ve Çiyleşme Sıcaklıkları (Pgaz = 2 bar)	47
Şekil 33:	LPG Karışımlarının Kaynama Ve Çiyleşme Sıcaklıkları (Pgaz = 5 bar)	47

1. LPG’NİN TANIMI

LPG (Likit petrol gazları), doğal olarak yeraltındaki gaz birikimlerinden sağlanacağı gibi, petrolün damıtılması ve parçalanması sırasında elde edilen ve basınç altında sıvılaştıran propan, bütan ve bu gazların oluşturduğu hidrokarbon karışımlardan da elde edilir. Normal şartlar altında (15° C ve 1 atm basınçta) gaz halinde bulunan LPG, basınç uygulanarak sıvılaştırılır. Sıvılaştırılmış LPG'nin hacmi düşer ve taşıma, depolama, ölçme işlemleri kolaylıkla yapılır. Basınçlı kaplar içerisinde sıvı halde depolanan LPG, kullanıldığı cihaza transfer edilirken uygulanan basıncın kaldırılması ile gaz hale geçer ve gaz fazında kullanılır.

1.1. LPG’nin Temini ve Kullanım Alanları

Dökme LPG oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Çeşitli sanayi alanlarında yoğun oranda ısı ve enerji amaçlı kullanılmaktadır. Endüstride sıcak su ve buhar üretiminde, ısı işlemlerde, kurutma, lehimleme, kesme, kaynak gibi çeşitli proseslerde dökme LPG kullanmak mümkündür. Örneğin, cam endüstrisinde şekil verme, tavlama gibi proseslerde; seramikçilikte pişirme işleminde; tekstil sanayinde kurutma ve ütülemede, metal endüstrisinde ön ısıtmada, metalin ergitilmesinde; tarım ve hayvancılıkta ısıtma amacıyla dökme LPG kullanılmaktadır. Evsel alanlarda ısıtma, sıcak su, pişirme vs. gibi ihtiyaçlar için yaygın şekilde yararlanılmaktadır.

Bunun yanı sıra, konutlarda ve turizmde dökme LPG ısınma, sıcak su, pişirme ve buhar üretimi için gerekli enerji ihtiyacını karşılar; enerji üretiminde de kojenerasyon tesislerinde dökme LPG kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

1.2. LPG'nin Özellikleri

1.2.1. LPG'nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tablo 1 : LPG'nin Yaklaşık Özellikleri

Genel Özellikler	Birim	Ticari Propan	Ticari Bütan	Ticari Bütan-Propan Karışımı
Bileşimi		Başlıca propan (C ₃ H ₈), propilen (C ₃ H ₆), etan, etilen, bütan ve bütandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Başlıca bütan (C ₄ H ₁₀), bütilen (C ₄ H ₈) ve propandan meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.	Ticari propan (C ₃ H ₈) ve ticari bütandan (C ₄ H ₁₀) meydana gelen hidrokarbon karışımıdır.
Kokusu		Orijinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.	Orijinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.	Orijinali kokusuzdur, etil merkaptan (C ₂ H ₅ SH) ile kokulandırılmıştır.
Buhar Basınçları 20°C	bar	9.2	1.0	3.5
40°C	bar	15.3	2.8	6.6
45°C	bar	17.0	3.4	7.5
55°C	bar	20.4	4.6	9.3
İlk Kaynama Noktası (1)	°C	-42	-9	-18
1 m ³ Sıvının Ağırlığı	kg	509	582	547-573
Sıvı Halinde Suya Göre Nisbi Yoğunluğu		0.509	0.582	0.560
Gaz Halinde Havaya Göre Nisbi Yoğunluğu		1.5	2.01	1.84
Molekül Ağırlığı	g/mol	44.1	58.1	53.5
Gaz Hacmi/Sıvı Hacmi (2)		272	238	248
Alt Isıl Değer (3)	kCal/kg	11,100	10,900	10,960
Tutuşma Sıcaklığı (havada)	°C	493-549	482-538	482-549
Buharlaşmadan Sonra Toplam Isıtma Değeri	kCal/kg	11,950	11,740	11,800
Maksimum Alev Sıcaklığı	°C	1,980	2,008	2,000
%95'inin Buharlaşma Sıcaklığı	°C	-38.3	2.2	2.2
Yanma Ürünleri				
CO ₂	%	11.6	12.0	11.9
N ₂	%	72.9	73.1	73.0
H ₂ O	%	15.5	15.0	15.1
Maksimum Kükürt Miktarı	mg/kg	185	140	140
Bütan veya Daha Ağır Moleküllü Ürün En Çok	%-Hacim	2.5	-	-
Pentan veya Daha Ağır Moleküllü Ürün En Çok	%-Hacim	-	2	2
Propilen Miktarı En Çok	%-Hacim	-	-	-
100 ml.'nin Buharlaşmasıyla Kalan Artık Miktarı	En Çok	0.05	0.05	0.05
Hava Gaz Karışımında Patlama Sınırları				
Alt	%	2.15	1.55	1.55
Üst	%	9.6	9.6	9.6

Kaynak: TS 2178 ve NFPA 58

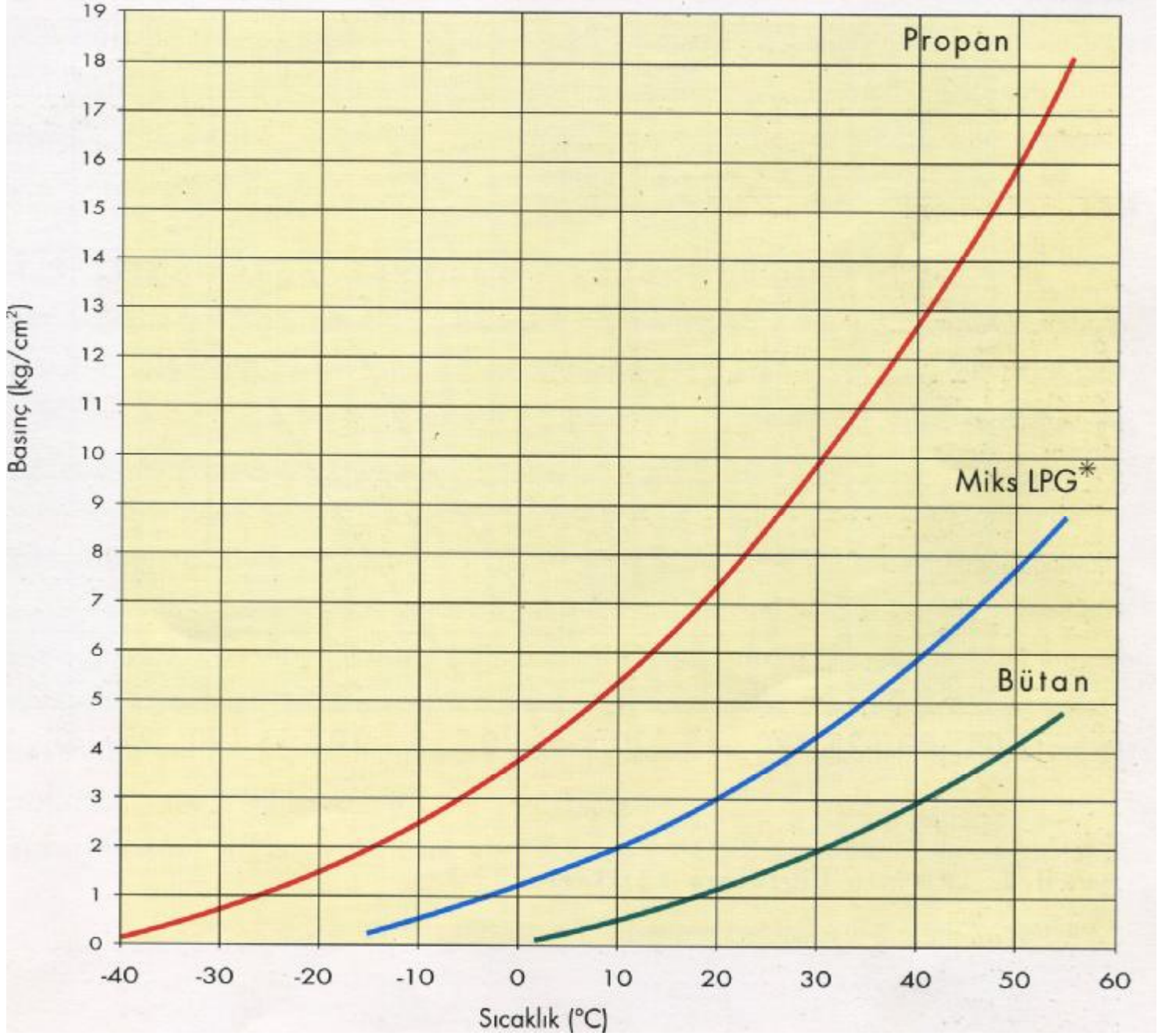
(1): 1 bar basınçta sıvı LPG'nin gaz fazına geçmeye başladığı sıcaklık değeridir.

(2): Birim hacimdeki sıvı LPG gaz fazına geçtiğinde, hacimdeki büyümenin oranıdır.

(3): 1 kg LPG'nin yanması ile elde edilen ve yanma ürünlerinden suyun sıvı fazda olduğu durumdaki ısı miktarıdır.

1.2.2. LPG'nin Basınç – Sıcaklık Değişimi

Şekil 1 'de kapalı bir kaptaki depolanan LPG basıncının sıcaklığa bağlı değişim eğrileri görülmektedir. Görüldüğü gibi LPG'nin basıncı, sıcaklık yükselince artar, düşüncü azalır.

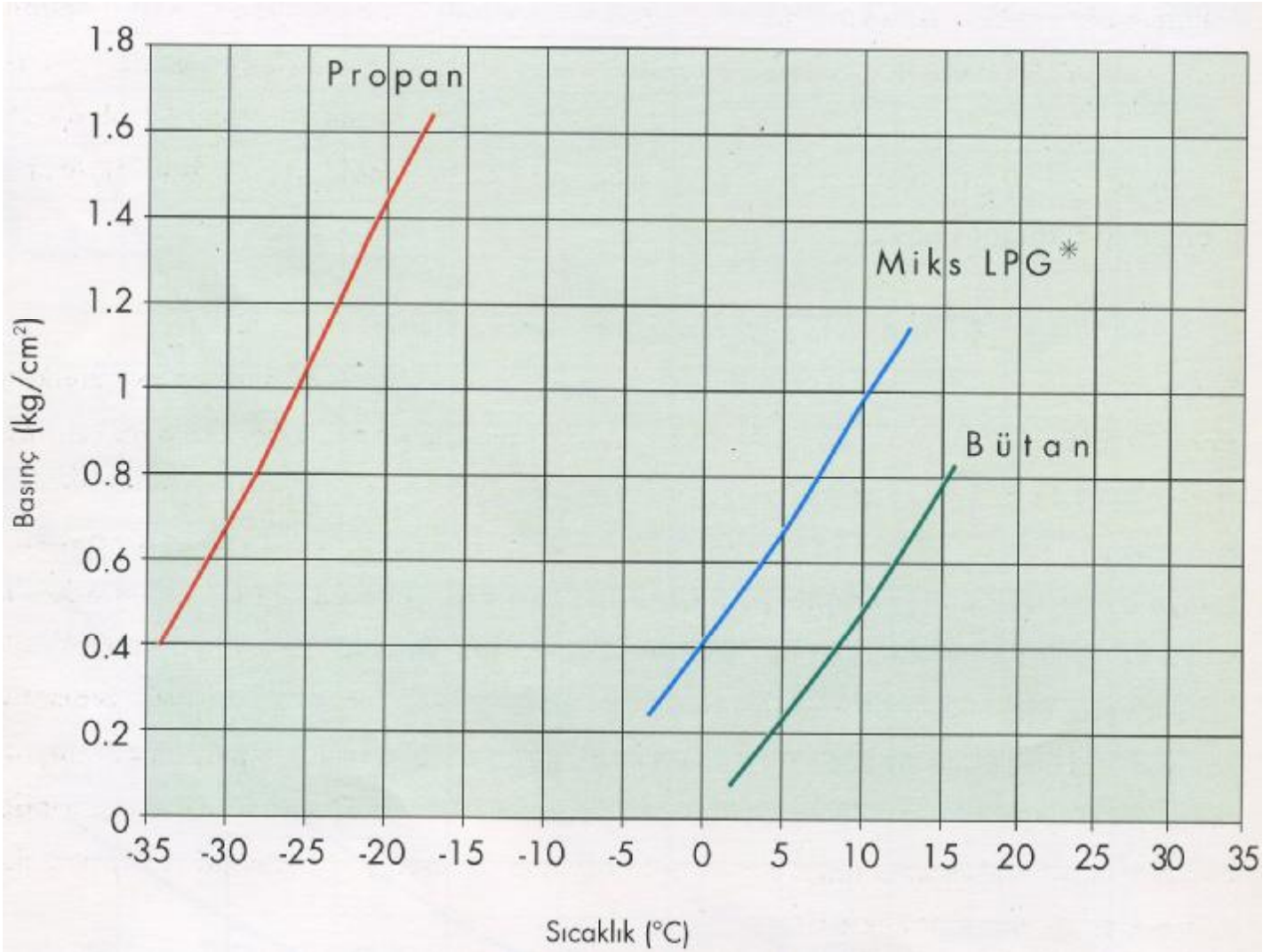


Şekil 1 : LPG'nin Basınç Sıcaklık Grafiği

* Miks LPG %70 bütan, %30 propandan oluşmaktadır.

1.2.3. LPG'nin Çiyleşmesi (Sıvılaşması)

Normal şartlarda gaz halinde bulunan LPG'nin, belirli bir basınç değerinde sıvılaşmaya başladığı sıcaklık değerine "çiyleşme (sıvılaşma) sıcaklığı" denir.



Şekil 2 : LPG'nin Çiyleşme Eğrileri

* Miks LPG %70 bütan, %30 propandan oluşmaktadır.

Şekil 2’de görüldüğü gibi 1 kg/cm² olan LPG ,sıcaklığının 10° C’nin altına düşmesi durumunda çiyleşir. Gaz fazının sıvı fazına göre yaklaşık 270 kat daha fazla hacme sahip olması nedeniyle sıvı LPG’nin tüketim noktasına ulaşması gaz ekipmanlarının görevlerini tam olarak yapamamasına neden olur. Bu nedenle LPG sistemi, yukarıdaki grafik yardımıyla gazın çiyleşmeyeceği basınç-sıcaklık değerleri dikkate alınarak kurulur. Propan için çiyleşme sıcaklıkları çok düşük olduğundan, propan kullanılan sistemlerde çok düşük sıcaklıklarda bile çiyleşme problemiyle karşılaşılmaz.

1.3. LPG’nin Diğer Yakıtlarla Karşılaştırması

Katı yakıt rezervlerinin azalması bu yakıtlara olan talebin düşmesine neden olurken motorin, fuel-oil gibi sıvı yakıtlarla metan (doğalgaz), propan, bütan ve benzeri gaz yakıtların kullanımı artmıştır. Gaz yakıt kullanımını yaygınlaştıran diğer nedenler ise çevreyi koruma bilincinin gelişmesi ve konfor ihtiyacının artmasıdır. Dünya yakıt tüketimi üzerinde yapılan araştırmalara göre gaz yakıt tercihinde ilk sırada doğalgaz yer almaktadır. Avrupa ülkelerinde ve ABD’de çok yaygın olarak kullanılan LPG’nin ise, mutfak yakıtı olarak kullanımının yanı sıra; 1991 yılında 143 milyon tona, 1997 yılında ise 178 milyon tona ulaşan tüketimiyle dünya enerji dengesinde önemli bir yer tutan LPG’nin gelecek yıllarda toplam enerji tüketimdeki payını da artıracığı tahmin edilmektedir.

Yukarıda sözü edilen yakıtların alt ve üst ısıl değerleri Tablo 2’de verilmiştir:

Tablo 2 : Yakıtların Isıl Değerleri

Yakıtların Isıl Değerleri						
YAKIT		Alt Isıl Değerler		Üst Isıl Değerler		
		kCal	kWh	kCal	kWh	
MİKS LPG	kg	11,000	12.76	11,900	13.80	
PROPAN	kg	11,100	12.87	12,000	13.98	
MİKS LPG	m ³	26,000	30.16	28,200	32.71	
PROPAN	m ³	21,200	23.95	23,000	25.93	
DOĞALGAZ	Nm ³	8,250	9.59	9,155	10.62	
ODUN	kg	2,500	2.90	2,800	3.25	
	Linyit	kg	3,000	3,300	3.84	
KÖMÜR	Soma	kg	5,500	6.38	6,000	6.96
	İthal	kg	6,000	6.98	6,500	7.56
MOTORİN	kg	10,200	11.86	10,800	12.58	
KALORİFER YAKITI	kg	9,700	11.28	10,500	12.18	
SANAYİ YAKITI FUEL OIL 6	kg	9,200	10.69	10,300	11.95	
ELEKTRİK	kWh	860	1	860	1	

Yakıtların alt ısıl ve ortalama yanma verimi değerlerine göre hesaplanmış eşdeğerlik katsayıları, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3 : Yakıtların Eşdeğerlikleri

Yakıtların Eşdeğerlikleri											
	Ort. Verim	Bütan	Propan	Doğalgaz	Odun	Kömür	Motorin	Kal. Yakıt	San. Yakıt	Elektrik	
MİKS LPG	kg	%92	1	0.99	1.33	6.75	2.83	1.15	1.24	1.34	11.89
PROPAN	kg	%92	1.01	1	1.35	6.81	2.86	1.16	1.25	1.35	11.99
DOĞALGAZ	Nm ³	%92	0.75	0.74	1	5.06	2.12	0.87	0.93	1.01	8.91
ODUN	kg	%60	0.15	0.15	0.20	1	0.42	0.17	0.18	0.20	1.76
KÖMÜR (Soma)	kg	%65	0.35	0.35	0.47	2.38	1	0.41	0.44	0.47	4.20
MOTORİN	kg	%86	0.87	0.86	1.16	5.85	2.45	1	1.08	1.16	10.30
KALORİFER YAKITI	kg	%84	0.81	0.80	1.07	5.43	2.28	0.93	1	1.08	9.57
SANAYİ YAKITI	kg	%82	0.75	0.74	0.99	5.03	2.11	0.86	0.93	1	8.86
ELEKTRİK	kWh	%99	0.08	0.08	0.11	0.57	0.24	0.10	0.10	0.11	1

1-Eşdeğerlik katsayıları "alt ısıl" ve "ortalama verim" değerlerine göre hesaplanmıştır.

2-İşletme veriminin bir bölümü, verim değerlerinin içerisinde gösterilmiştir. (Örneğin sanayide kömürün daha iyi verimle yakılacağı kabul edilmiştir.)

3-Yakma yan maliyetleri (yakıt hazırlama, depolama ve işletme giderleri) verim değerine eklenmiştir.

4-Otomatik kontrol kullanımı, bakım kalitesi gibi nedenlerle daha uygun verimler oluşturulabilir.

2. DÖKMEGAZ SİSTEMLERİNİN TANITIMI

Dünya Enerji rezervleri arasında önemli bir yer tutan LPG, Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde sanayi tesisleri, küçük endüstriyel işletmeler, konutlar, ulaşım petrokimya, tarım ve hayvancılık gibi çok çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. LPG'nin tüketiciye tüplü ve dökme olarak iki ayrı satış şekli vardır.

“Dökmegaz”, tüplü satıştan farklı olarak, LPG'nin tüketiciye kamyon-tankerlerle ulaştırılması ve kullanım yerindeki tanklarda depolanması esaslarına dayanan satış şeklidir. Ülkemizde toplam LPG tüketimi içinde dökme LPG'nin payı 1994 yılında %14 iken son yıllardaki gelişme sonrasında 1998 yılı sonunda %29'a ulaşılmıştır. Önümüzdeki yıllarda, dökme LPG'nin toplam LPG tüketimi içindeki payının artması beklenmektedir. Doğalgazla birlikte gaz yakıtın konforuyla tanışan tüketici, bundan sonra doğalgazın olmadığı yerlerde de; verimli yanması, çevre dostu, ekonomik ve kolaylıkla kullanılabilir bir yakıt olması nedeniyle dökme LPG'yi tercih etmeye başlamıştır. Pişirmenin yanı sıra, ısıtma, sıcak su eldesi ve diğer proseslerdeki tüm enerji ihtiyacını tek merkezden karşılayan Dökmegaz Sistemleri, emniyet ve konforu tüketiciye birlikte sunmaktadır. Dökme gaz sistemleri iki gruba ayrılır.

Küçük Tanklı Dökmegaz Sistemi turistik işletmeler, küçük sanayi tesisleri, tavuk çiftlikleri, seralar ve konutların enerji ihtiyacını karşılamak üzere, kapasiteleri 0.5 ile 10 m³ arasında değişen küçük tanklarla hizmet verir. Bu sistemde %30 propan ve %70 bütandan oluşan miks LPG veya sadece propan kullanılır. Miks LPG veya propan kullanımında, tanktaki doğal buharlaşma ile gerekli enerji ihtiyacı karşılanamıyorsa kullanımında, tanktaki doğal buharlaşma ile gerekli enerji ihtiyacı karşılanamıyorsa ek bir buharlaştırıcı ünitesi (geri dönüşümlü buharlaştırıcı) kullanılır ve tank ile buharlaştırıcı toprak üstüne monte edilir.

Konutlara hizmet veren, yakıt olarak sadece propanın kullanıldığı küçük tanklı dökmegaz sistemine “Merkezi Enerji Sistemi” adı verilir. Merkezi Enerji Sistemi'nde propan kullanılmasından ve tüketim miktarının düşük olmasından dolayı ek bir buharlaştırıcı ünitesine ihtiyaç duyulmaz. Bu sistemde kullanılan küçük LPG tankları bahçede toprakaltına gömülebilir veya topraküstüne monte edilebilir.

Büyük Tanklı Dökmegaz Sistemi'nde ise, yakıt tüketimi yüksek olan sanayi kuruluşlarının enerji ihtiyacına cevap verebilmek için 35 ile 180 m³ arasında farklı kapasitelerde tanklar ve tesisin LPG tüketimini karşılayabilecek buharlaştırıcılar kullanılır, yakıt miks LPG veya propan olabilir.

Yandığında kükürt, azot oksit gibi maddeleri açığa çıkarmayan LPG'nin kullanılması, bazı sektörlerde ürün kalitesini doğrudan etkiler. Seramik ve cam gibi sektörlerde ürün kalitesini artırmaya yönelik kullanılan LPG; tekstil, gıda, metal, deri, otomotiv gibi sektörlerde de tercih edilmektedir. LPG'nin diğer kullanım alanları olan kojenerasyon (birleşik ısı ve güç üretimi) ve otogaz uygulamaları ise son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bir Dökmegaz Sistemi'nin kuruluş aşamaları şöyle sıralanabilir:

Müşteri ile Satış Sorumlusu arasındaki ilk görüşmede, müşteriye Dökmegaz Sistemi tanıtılır ve müşterinin beklentileri öğrenilir. İlk görüşmenin ardından, satış sorumlusu müşterinin sistemi kurmak istediği yerde ön keşif yapar. Bu keşifte; müşteriden mevcut yakıt tüketimi, tüketim cihazlarının ısı kapasiteleri gibi gerekli bilgiler alınır, dökmegaz tankının koyulabileceği yer ve tankın boyutları belirlenir.

Alınan bilgiler doğrultusunda sistem parametrelerini belirleyen dökmegaz satış sorumlusu, bir teklif hazırlayarak müşterinin onayına sunar. Teklifin kabul edilmesi ve imzalanması

halinde iş projelendirilir, sistem montaj ekipleri tarafından kurulup test edilir; ilk gaz dolumunun ardından müşteriye teslim edilir.

3. DOMESTİK LPG TANKLARI

Tesislerin proses, ısıtma, sıcak ve mutfak ihtiyaçları için gerekli gaz miktarı, genellikle yanktaki doğal buharlaşma ile karşılanamaz. Bu enerji ihtiyacı 700.000 kcal /saat’i aşmıyorsa ve tesis bir ayda 10 ton LPG’den daha fazla gaz tüketmeyecekse “Domestik LPG Tankları” kullanılır. Bu sistem:

1. LPG Stok Tankı (3-10 m³)
2. Geri Dönüslü Buharlaştırıcı (50-100 kg/saat LPG)
3. Regülatörler
4. Gaz Hattı’ndan oluşmaktadır.

Bu sistemde, topraküstüne monte edilen stok tankında depolanan LPG, tank altından alınan bağlantı borusu ile buharlaştırıcıya gelir. Şekil 3’te görüldüğü gibi buharlaştırıcının çalışmadığı durumlarda birleşik kaplar prensibine göre sistemdeki LPG, hem tank hem de buharlaştırıcıdan tanka dönen boruda aynı seviyededir. Sıvı halindeki LPG, buharlaştırıcı içerisinde elektrik enerjisi yardımıyla ısıtılır ve gaz fazına geçerek tekrar tanka döner. Böylece tüketim noktalarını besleyecek miktarda ve basınçta gaz fazında LPG’nin tank içerisinde her zaman bulunması sağlanır.



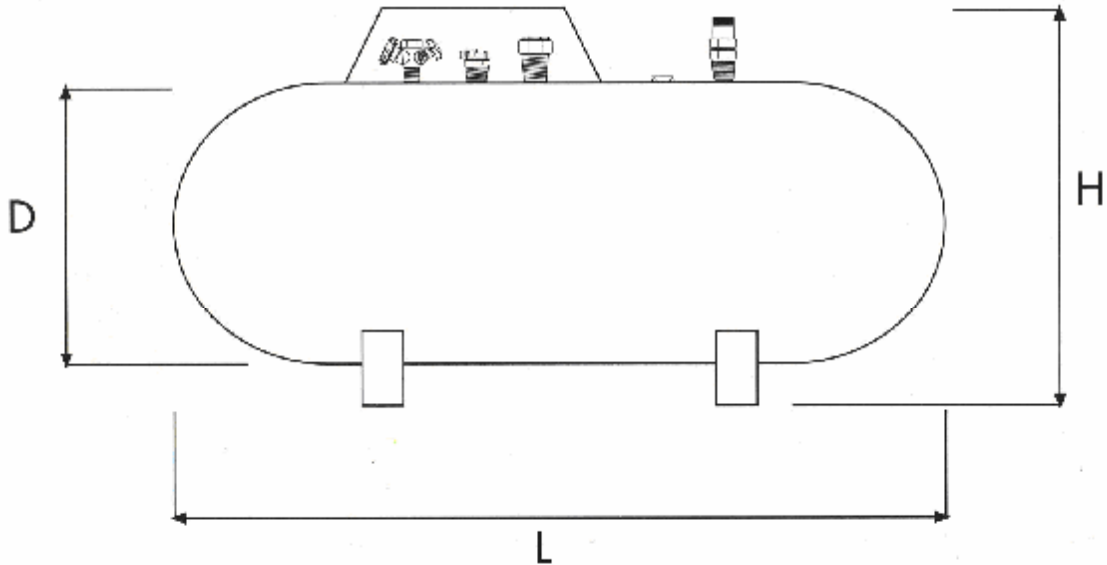
Şekil 3: Küçük Tanklı Dökmegaz Sistemi'nin Çalışma Prensibi

Gaz tüketimi başladığında, buharlaştırıcı içindeki gazın sıcaklığı düşer ve rezitans(ısıtıcı eleman) otomatik olarak devreye girer. Tankın içerisinde yeterli miktarda gaz fazında LPG bulunduğu veya gazın kullanılmadığı durumlarda buharlaştırıcı çalışmaz. Tanktan buharlaştırıcı geri dönüş hattı dışında başka bir noktadan alınan ve regülatör grubunda basıncı düşürülen gaz, boru hatları ile tüketim noktalarına sevk edilir. Sistemin en büyük avantajı tüketim hatlarına sıvı LPG gitmesinin mümkün olmamasıdır.

3.1. Küçük LPG Stok Tankı ve Ekipmanları

Küçük Tanklı Dökmegaz Sistemi'nde kullanılan LPG stok tankları, yüksek kaliteli ve sertifikalı çeliklerden özel yöntemlerle üretilen basınçlı kaplardır. Tasarımı 17.5 kg/cm² çalışma basıncına göre yapılan tanklar, üretim esnasında oluşan gerilimlerinin giderilmesi için ısıl işleme tabi tutulurlar ve 26.5 bar basınçta hidrostatik testen geçirilirler. Basınçlı kapların üretimi, testi ve kontrolünden sorumlu kuruluşlar (Türk Loydu, Bureu Veritas) tarafından denetlenerek belgelendirilen tanklar; kullanım yerlerinde her on yılda bir dayanıklılık ve kalınlık kontrollerinden geçirilirler.

Küçük Tanklı Dökmegaz Sistemi'nde kullanılan LPG stok tankları 3, 5 ve 10 m³ olmak üzere üç değişik kapasitededir. Tankın büyüklüğü, aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi, tesisin aylık LPG ihtiyacı dikkate alınarak belirlenir. Bunun yanı sıra dolum periyodunun müşteriye zor durumda bırakmayacak şekilde belirlenmesine de dikkat edilir.



Şekil 4: Küçük LPG Tankı (3-10 m³)

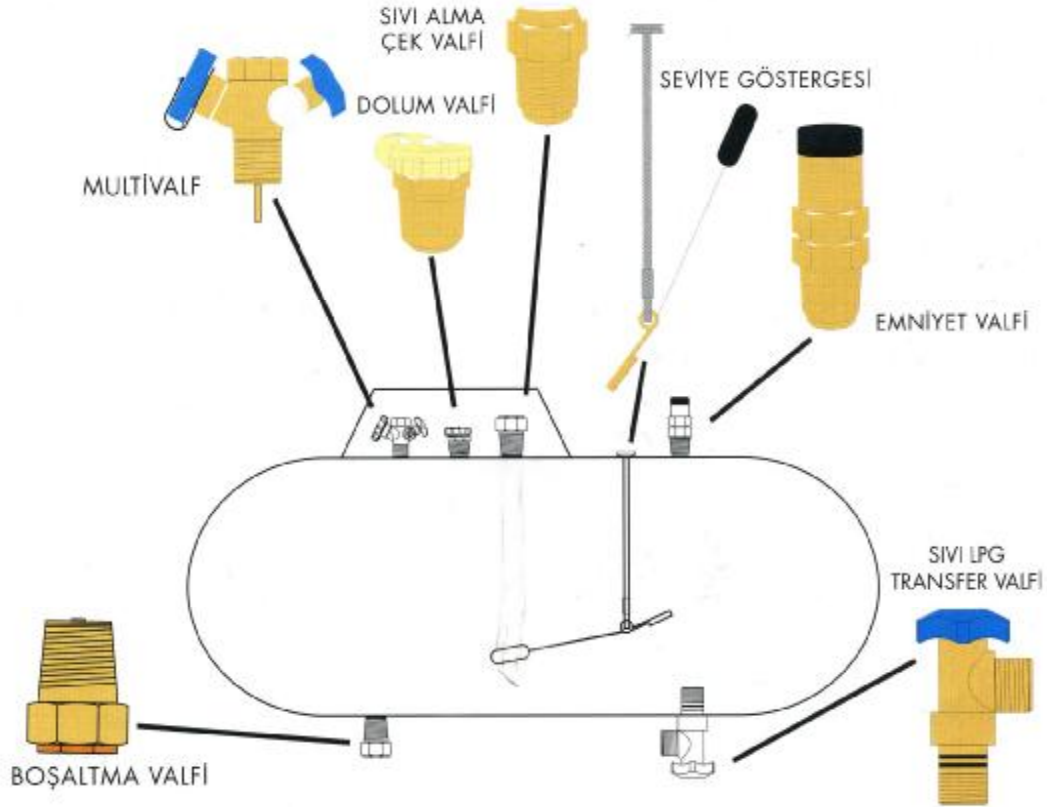
T a b l o 4 : K ü ç ü k L P G T a n k ı Ö l ç ü l e r i

Hacim (m ³)	Çap D (mm)	Boy L (mm)	Yükseklik H (mm)	Ağırlık (kg)	Stoklama Kapasitesi (kg sıvı LPG)	Tesisin LPG İhtiyacı (ton/ay)
3	1,200	2,900	1,600	700	1,400	1-3
5	1,200	4,730	1,600	1,100	2,350	3-5
10	1,600	5,090	2,050	1,800	4,680	5-10

Tesisin aylık LPG ihtiyacı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

$$\text{Tesisin Aylık LPG İhtiyacı (kg/ay)} = \frac{\text{Tesisin Kurulu Kapasitesi (kCal/saat)}}{\text{LPG'nin Alt Isıl Değeri (kCal/kg)}} \times \text{Günlük Kullanım Süresi (saat/gün)} \times \text{Tesisin Aylık Çalışma Süresi (gün/ay)}$$

LPG tankları üzerinde; tanka kolaylıkla servis yapılabilmesini sağlayan ve sistemin güvenliğini kontrol altına alan ekipmanlar bulunmaktadır. Bu ekipmanların tank üzerindeki yerleri aşağıdaki şekilde görülebilir.



Şekil 5: LPG Tankı Aksesuarlarının Şematik Gösterimi

Multivalf Grubu: Multivalf, servis ve emniyet işlevleri olan ekipmanları tek blokta toplayan bir valf grubudur.

a.Gaz Servis Valf: Tanktan gaz almak veya gaz çekişini durdurmak için kullanılan manuel kontrollü valftir.

b.Manometre: Tank içerisindeki basıncı (0-25 bar) gösterir.

c.Sabit Seviye Purjörü: Dolum sırasında tanktaki sıvı seviyesi dolum limitine gelince yani tankın %80'i dolunca küçük bir miktar LPG'nin dışarı akmasını sağlayarak operatöre dolumu durdurmasını gösterir.

d.Gaz Dengeleme Valfi: İlk dolumdan önce tankın içindeki havanın alınması veya arıza durumunda tanktaki gazın tankere geri alınması için kullanılan valftir.

Dolum Valfi: Tanka dolum yapılabilmesi için kullanılan otomatik kapatmalı bir valftir. Dolum hortumunun tabancası ve getirdiği basınç iki kademeli olarak bu valfi açar, dolum sona erince valf otomatik olarak kapanır.



Şekil 6: Multivalf
(Omeca GSE35, Rego 7556VR 12.0)



Şekil 7: Dolum Valfi
(Omeca VRN 20, Rego 7579 C)

Buharlaştırıcılı küçük tanklı, dökme gaz sistemlerinde kullanılan dolum valfi ise Şekil 7'deki dolum valfinden farklıdır (Şekil 8). Bu valfin üzerinde, buharlaştırıcıdan tanka dönen gaz LPG hattının tankla bağlantısını sağlayan bir nozul ve bu hattı, açıp kapatan bir vana bulunur. **Sıvı Alma Çek Valfi:** Buharlaştırıcının kullanılmadığı ve toprakaltı küçük tanklı sistemlerde arıza durumunda tankdaki gazı tankere geri almak, veya buharlaştırıcılı toprakaltı sistemlerde buharlaştırıcının tanktan sıvı LPG ile beslenmesi amacıyla kullanılır. Tankın altına doğru uzanan bir borunun ucuna takılmıştır.



Şekil 8: Dolum Valfi
(Buharlaştırıcılı Küçük Tanklı Sistem)
(Rego A 8018 DP)



Şekil 9: Sıvı Alma Çek Valfi
(Omeca VL 25 - Rego 7580 FC)

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



Şekil 10: Seviye Göstergesi

Sıvı LPG Transfer Valfi: Tanktan LPG'nin sıvı olarak alınmasını sağlayan valftir, özel durumlarda veya buharlaştırıcının sıvı LPG ile beslenmesi gerektiğinde kullanılır.

Emniyet Valfi: Tank içerisindeki basınç, maksimum çalışma basıncının üzerine çıktığında otomatik olarak açılarak, bir miktar gazın atmosfere atılmasını ve basıncın düşmesini sağlar. Emniyet valflerinin üzerinde mutlaka plastik şapka bulunmalıdır.

Boşaltma Çek Valfi: Tankın test ve bakımı sırasında boşaltılmasını sağlayan bağlantıdır.



Şekil 10: Sıvı LPG Transfer Valfi
(Omeca RL 25 - Rego 9300 RT)



Şekil 12: Emniyet Valfi
(Omeca EU 30 - Rego 3135)

3.2. Geri DönüŖlü BuharlaŖtırıcı

Tanktan alınan sıvı LPG'nin, elektrik enerjisi kullanarak alıŖan ısıtıcı eleman yardımıyla gaz fazına geçerek tekrar tanka dönmesini sağlayan basınçlı kaptır. Saatte 50 veya 100 kg LPG buharlaŖtırabilen iki ayrı kapasitede üretilir. Seçilen buharlaŖtırıcı, tesisin birim saatteki en fazla LPG ihtiyacını karŖılayabilmelidir. Ayrıca buharlaŖtırıcı kapasitesinin belirlenmesinde sistemin kurulduğu bölgedeki kış aylarının en düşük sıcaklık değeri de dikkate alınmalıdır.



Şekil 13: Geri DönüŖlü Elektrikli BuharlaŖtırıcı (50 $\frac{\text{kg}}{\text{saat}}$ LPG)



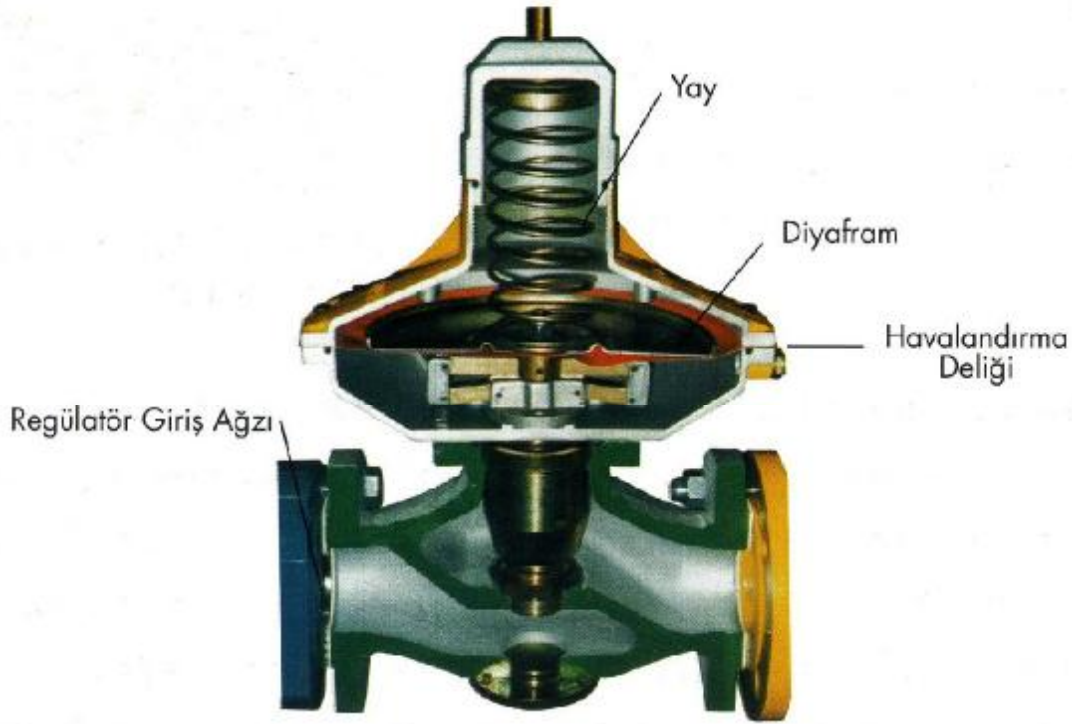
Şekil 14: Geri DönüŖlü Elektrikli BuharlaŖtırıcı (100 $\frac{\text{kg}}{\text{saat}}$ LPG)

BuharlaŖtırıcının alıŖması, elektrik enerjisi ile ısınan rezistansın LPG'ye ısı transfer etmesi esasına dayanır. BuharlaŖtırıcı içerisinde; biri alıŖmayı, diğeri emniyeti sağlayan iki adet termostat bulunur. alıŖma termostatı miks LPG için 25-30 °C ye, propan için 10-15 °C ye ayarlanır. Bu sıcaklık, tank içinde gerekli basınçta LPG bulunduğunun göstergesidir. Gaz tüketimi bağladığında tank ile buharlaŖtırıcı içindeki gazın sıcaklığı ve basıncı düşerek alıŖma termostatının, ısıtıcı elmanı(rezistans) devreye sokmasını sağlar. Paslanmaz elikten yapılmıŖ rezistans, bir kılıf içerisine konularak izole edilir ve kesinlikle LPG ile doğrudan temas etmez.

Kılıfın ve buharlaştırıcı gövdesinin malzemesi; PN 40 sınıfı, dikişsiz, çelik-çekme borudur. Buharlaştırıcının gövdesi kumlama ile temizlendikten sonra, elektrostatik toz boya yapılır ve üretim sonunda 40 bar basınçta hidrostatik testten geçirilir. Sırasıyla 5.5 ve 16.5 kWh elektrik tüketen 50 ve 100 (kg/saat) LPG'lik geri dönüşlü buharlaştırıcıların elektrik panoları ve bağlantıları, kurallara uygun olarak yapılır. Buharlaştırıcının çalışması sırasında basıncın aşırı yükselmesinde emniyet valfi, sıcaklığın aşırı yükselmesinde ise termostatı devreye girerek buharlaştırıcının güvenliğini sağlar.

3.3. Regülatörler

Regülatör, değişken basınçlarda gelen gazın basıncını sabit bir değere düşüren ekipmandır. Regülatörün çalışma prensibi, gazın daraltılmış kesitten geçerken hızının artması ve bu sayede basıncının düşmesi esasına dayanır.



Şekil 15: Regülatör Kesit Resmi

Tek regülatörün kullanıldığı “tek kademeli regüstasyon” da basınç düşümü sadece tank çıkışında kullanılan regülatör ile sağlanır. Bu durumda regülatör, tüketim hatlarındaki basınç kaybı da dikkate alınarak tüketim cihazları için gerekli basınç değerini sağlayacak şekilde seçilir. Hem tank çıkışında, hem tüketim noktaları öncesinde basıncı düşürmeye imkan sağlayan ve dünya standartlarında belirtilen “çift kademeli regüstasyon” uygulanmaktadır.

Çift kademeli regüstasyonda, birinci kademe regülatör tankın iç basıncındaki değişiklikleri karşılayacak bir yüksek basınç regülatörüdür ve çıkış basıncı 0.5 – 1.5 bar arasında ayarlanmıştır.

İkinci kademe regülatör ise, tüketim noktasında gerekli sabit basıncı (genellikle 30 – 500 mbar) sağlayacak düşük basınç regülatörüdür.



Şekil 16: Birinci Kademe Regülatör (80 kg/sa Rego)



Şekil 17: İkinci Kademe Regülatör (NOVACOMET)

Çift kademeli regülatör sistemi sayesinde, sistemde verimli yanma ve sorunsuz işletme koşulları sağlanmış olur; tek kademeli sistemlerde karşılaşılan regülatörün donması problemi ortadan kalkar. Ayrıca çift kademeli sistemde tüketim hattındaki basınç değeri daha yüksek olacağı için boru çapları daha düşük tutulabilir. Sisteme yeni tüketim noktalarının ilave edilmesi halinde ise, ilave ikinci kademe regülatörler kullanılarak artan kapasite birinci kademe regülatör tarafından karşılanabilir. Bu sayede mevcut sistemi değiştirmeden kapasite artışı gerçekleştirilmiş olur. Çift kademeli regüstasyonun

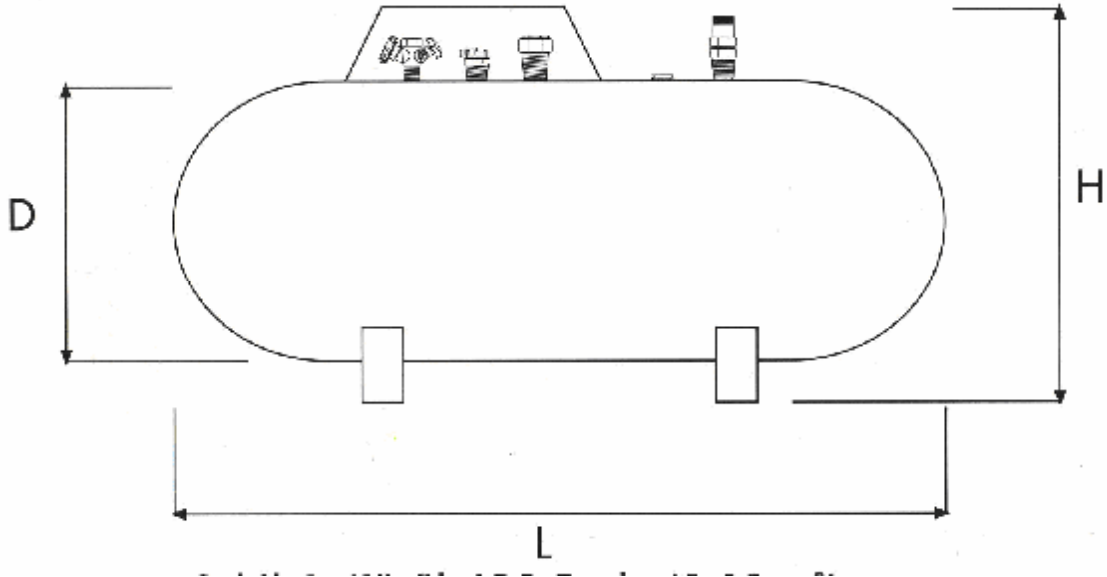
bir başka ise ikinci kademe regülatörler sayesinde her tüketim noktasının birbirinden bağımsız olarak çalışması ve herhangi birinde olabilecek yük değişikliklerinden diğer tüketim noktalarının etkilenmemesidir.

3.4. Sistemin Montajı

Küçük tanklı sistemlerinin montajında öncelikle tankın ve buharlaştırıcının yerleştirileceği yere temel betonu dökülür. Tank ve buharlaştırıcı yerleştirilip betona sabitlendikten sonra tüketim hatları ve regülatörler monte edilir. Gerekli testlerin yapılması ile LPG dolumu gerçekleştirilir ve sistem çalışır halde müşteriye teslim edilir.

3.4.1. Temel Betonu

Sistemin montajında ilk adım, emniyet mesafelerine uygun olarak belirlenen yere temel betonunun dökülmesidir. Temel betonu, tank ve buharlaştırıcı için taşıyıcı görevi görür. Tankın betona sabitlenebilmesi için beton içerisine ankraj civataları yerleştirilir.(Beton ve ankraj detayları Tablo 5’te ve Şekil 20’de gösterilmiştir.)



Tablo 5: Temel Beton ve Ankraj Ölçüleri

Tank Hacmi (m ³)	Temel Beton			Ankraj Ölçüleri				Ankraj Civatası
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	m (mm)	
3	2,900	3,400	200	1,400	675	40	260	M16
5	4,800	3,600	200	3,200	675	40	260	M16
10	5,100	4,000	200	3,300	900	40	350	M20

3.4.2. Tank ve Buharlaştırıcının Montajı

Tank, temel betonu üzerine ankraj civataları yardımı ile sabitlendikten sonra geri dönüşlü buharlaştırıcı ile tank arasındaki bağlantı; DIN 2448 normuna uygun dikişsiz çelik çekme boru, PN 40 vana ve PN 40 flanşlar kullanılarak yapılır. Tankın altındaki sıvı alma çek valfine sıvı LPG transfer valfi monte edilir. Montaj sırasında gaz fazına geçen LPG'nin mümkün olduğunca en kısa yoldan tanka geri dönmesine dikkat edilir. Bu sistemin temel montaj prensipleri şekil 3'te görülebilir. Bu hattaki tüm dişli bağlantılarda teflon bant üzerine LPG için özel olarak ithal edilen macun sürülerek sızdırmazlık sağlanır. Hatlar, antipas ve iki kat yağlıboya ile boyanır. Sıvı LPG hattında turuncu, gaz LPG hattında ise mavi renk boya kullanılır.

Tank multivalf çıkışına monte edilen ve gaz basıncının 1 bar'a düşmesini sağlayan birinci kademe regülatörüne, 20 cm uzunluğunda, yüksek basınç sınıfı ve çeklik örgülü esnek bağlantı elemanı takılır. Buharlaştırıcı elektrik panosu emniyet sahası dışında, bina içine monte edilir. Buharlaştırıcı elektrik kablosu spiral veya kılıf boru içinden geçirilerek, tank sahasından buharlaştırıcı elektrik panosunun yerleştirildiği noktaya getirilir. Spiral veya kılıf boru, gaz hattından ayrı olarak açılan bir kanal içine yerleştirilir ve kılıf içine su girmesini engellemek için, buharlaştırıcının yanında tank temel seviyesinin 10 cm üstünden ucunda bir dirsek bırakılır.

3.4.3. Tüketim Hatlarının ve Regülatörlerin Montajı

Dökmegaz sistemlerinde tüketim hatlarında birinci kademe regülatöründen sonra TS 346'ya uygun doğalgaz borusu kullanılır. Bu hattın boru çapı, mevcut tüketim cihazlarının kapasitesine göre seçilir. Boru bağlantıları kaynaklı olmalıdır ve gaz hatlarında dişli bağlantı kullanılmamalıdır. Tüketim hattında oluşabilecek sıvı LPG'yi atmosfere atabilmek için, hattın en alt seviyesinde uygun bir yerden alınan branşman üzerinde bir vana ile topraküstüne çıkarılır. Tüketim hatlarına kullanım basıncına göre sızdırmazlık testi uygulanır. Birinci kademe regülatör basıncı, sıvılaşma riskine karşı 1 bar basıncı geçmemelidir. Toprakaltı hatlarının zemin seviyesinden en az 46 cm aşağıda olmasına(TS 1446) dikkat edilmelidir. Ayrıca bu hatların korozyona karşı PE (polietilen) bant ile %50 bindirmeli (her turda yarısı üstüne yarısı gelecek biçimde) sarılarak toprakla teması kesilmeli, üzeri dere kumu ile örtülmeli ve gerekiyorsa sıvılaşmaya karşı ısı izolasyonu da yapılmalıdır. Birinci kademe regülatöründen sonraki tüketim hattı başlangıcı, uygun bir yerden, desteklenerek oynaması engellenmelidir.

4. SANAYİ TİPİ LPG TANKLARI

Tesislerin proses, ısıtma, buhar, sıcak su ve mutfak ihtiyaçları için gerekli gaz miktarlarının 70 kg/saat'i veya aylık 10 ton LPG'yi aştığı durumlarda "Sanayi Tipi Dökmegaz Sistemi" kullanılmaktadır. Bu sistem:

1. LPG Stok Tankı (35-180 m³)
2. Buharlaştırıcı (50-2500 kg/saat LPG)
3. Regülatör Grubu
4. Gaz Hattı
5. Yangın Söndürme Sistemi'nden oluşmaktadır.

Bu sistemde de, tank toprakaltına veya topraküstüne monte edilebilir. Genellikle sanayi tesislerinde ilk yatırım maliyetinin düşük olması ve işletme-bakım şartlarının kolaylığı açısından topraküstü uygulama tercih edilirken, turistik tesislerde ise peyzaj kaygısı nedeniyle toprakaltı uygulama tercih edilmektedir.

Büyük tanklı dökmegaz sisteminde tankta depolanan LPG, boru hatları ile buharlaştırıcıya gelir. Sıvı halindeki LPG, buharlaştırıcı içinde dolaşan sıcak sudan aldığı ısı enerjisi yardımıyla gaz fazına geçer. Regülatör grubunda basıncı düşürülen gaz, boru hatları ile tüketim noktalarına sevk edilir.

4.1. Büyük LPG Stok Tankı ve Ekipmanları

LPG depolamak için kullanılan tanklar, belirli standartlara uygun olarak dizayn edildikten sonra projelendirilir ve bu projeler Türk Loydu, Bureau Veritas gibi bir kontrol kuruluşuna onaylatılır. LPG tanklarının üretiminde kullanılan malzemeler, kalite planlarında öngörülen aşamalarda prosedürlere uygun olarak kalite, boyut ve şekil açısından kontrol edilir. Tankların bombeleri, şekil verme yönetime bağlı olarak gerilimlerin giderilmesi için ısıtma işlemine tabi tutulur. Gerekli kontroller yapıldıktan sonra otomatik tozaltı veya gazaltı yöntemi ile kaynak işlemleri yapılır. Gövde ve bombe kaynakları röntgen, nozul kaynakları ise sıvı penetrant ile test edilir.

Montaj, kaynak ve kontrol işlemleri tamamlanan tankların, 26.5 bar basınç altında hidrostatik teste tabi tutularak sızdırmazlıkları ve kaynaklarının güvenilirliği kontrol edilir. Üretim sırasında TPI kuruluşu kontrol ve testlere nezaret eder. Gerekli aksesuarlar monte edildikten sonra sonra düşük basınçta hava ile ekipmanların sızdırmazlık kontrolü yapılır. Tank dış yüzeyi, çinko püskürtme metodu ile temizleyip boyanır. Prosedürlere uygun olarak üretilen her tank için gerekli kalite dökümantasyonu hazırlanır. LPG tankları, TS 1446 gereğince kullanım yerlerinde her on yılda bir dayanıklılık ve kalınlık kontrollerinden geçirirler. Büyük Tanklı Dökmegaz Sistemi'nde kullanılan LPG stok tankları 17,22,30,35,50,70,115,180 m³ olmak üzere sekiz değişik kapasitededir. Tankın büyüklüğü, tesisin ortalama LPG ihtiyacı dikkate alınarak satış sorumlusu tarafından belirlenir.

Tablo 6 : Büyük LPG Tankı Ölçüleri

CAPACITY (m ³)	Ø D (mm)	L (mm)	H (mm)	A (mm)	B (mm)	H1 (mm)	AĞIRLIK (kg)
17	2080	5500	2240	2650	1400	2440	3950
22	2440	5235	2600	2650	1400	2800	4850
30	2440	7040	2600	4000	1400	2800	6100
35	2440	8140	2600	4000	1400	2800	6900
50	2440	11430	2600	6700	1400	2800	10550
70	3000	10690	3160	6700	2280	3360	14000
115	3000	16990	3160	10000	2280	3360	21700
180	3500	19855	3700	10500	2600	3900	32300

- Büyük LPG tanklarında, imalat ve test için tankın içine girilmesini sağlayan kapaklı bir menhol (adam deliği) bulunur. Standartlara uygun olarak imal edilmiş olan bu menhol 400-500 mm çapında olup, tankın üst tarafında gövdeye yerleştirilir ve saplamlar ile bağlanmış bir kapak ile kapatılır.
- Bu tanklarda dört adet nozul (çıkış noktası) bulunur. Tankın dolumu sırasında kullanılacak gaz ve sıvı LPG hatları, buharlaştırıcıya sıvı LPG götüren hat ve tankın içindeki ağır ürün ve pislikleri dışarı atmak için kullanılan dreyn hattı. Topraküstü tanklarda, tankın alt tarafındaki sıvı LPG dolum ve buharlaştırıcı sıvı LPG çıkış hattı, tankın üst tarafında ise tank gaz dengeleme ise dreyn hattı bulunur. Toprakaltı tanklarda ise, bu dört nozul da menhol üzerinde ve tankın üst tarafındadır.

- LPG tanklarının her giriş-çıkış noktasında **aşırı akım valfi** bulunması gerekmektedir. Bu valf; belirlenen gaz akış miktarından daha fazla LPG akışı olması halinde LPG çıkışını engelleyen bir yay mekanizmasından oluşur.
- Tanktaki LPG seviyesi, tank üzerine monte edilmiş seviye göstergesi bulunmaktadır.



Şekil 19: Aşırı Akım Valfi



Şekil 20: Döner Seviye Göstergesi (Rotogage)



Şekil 21: Şamandıralı Seviye Göstergesi (Rochester)

Döner Seviye Göstergesi : Tankın bombesinin merkezine yerleştirilen bu gösterge yüzde olarak derecelendirilmiştir. Gösterge manuel olarak döndürülür ve gösterge çubuğu sıvı LPG seviyesine geldiğinde dışarıya bir miktar LPG püskürtür. Bu noktada göstergede okunan değer, tank içerisindeki sıvı seviyesinin hacimsel olarak yüzdesini gösterir.

Şamandıralı Seviye Göstergesi : Döner seviye göstergesinden farklı olarak, tankın içine yerleştirilen bir şamandıra yardımıyla seviyenin sürekli olarak manyetik bir göstergeden okunmasını sağlar. Toprakaltı tanklarına uygulanan bu seviye göstergesi tankın üst tarafında menholün yanına monte edilir.

Sabit Seviye Göstergesi ise, kullanılan seviye göstergesini yedeklemek amacıyla genellikle toprakaltı tanklarda uygulanan ve %25, %50 ile %75 seviyelerinde sabit borular ucundaki F-valfler veya nipeller yardımıyla oluşturulan bir sistemdir.

- Tank bombesinin üst kısmına monte edilmiş bir **manometre** tankın içindeki basıncın maksimum çalışma basıncı olan 17.5 bar'ın üzerine çıkması halinde bir miktar gazın atmosfere atılmasını ve tankın iç basıncının düşmesini sağlayan **emniyet valfleri** bulunur. Emniyet valflerinin büyüklüğü ve sayısı, tankın yüzey alanı dikkate alınarak seçilir.



Şekil 22: F Valf



Şekil 23: Emniyet Valfi

4.2. Buharlaştırıcı

Buharlaştırıcı; sıvı LPG'nin gaz haline dönüştürüldüğü, çelikten imal basınçlı kaptır. Buharlaştırıcının içine yerleştirilen elik çekme borulu serpantinden geçen sıcak suyun ısısını kullanan sıvı LPG, gaz fazına geçer ve tüketim noktalarına gaz fazında ulaşır. Buharlaştırıcı için gerekli sıcak su ise elektrikli su ısıtıcı eşanjrlerden, LPG ile çalışan kazanlardan veya tesisin merkezi sıcak su sisteminden elde edilebilir. İkinci alternatifte kazanın LPG ihtiyacının sistemden karşılanması ile elektrikli eşanjörlere göre daha ekonomik bir çözüm sağlanmış olur. En ekonomik çözüm ise tesisin merkezi sıcak su sisteminin kullanıldığı yöntemdir.

200 (kg/saat) LPG kapasitesine kadar olan buharlaştırıcılarda elektrikli ya da LPG'li sıcak su ısıtıcısı kullanılabilir. Bu kapasitesinin üzerindeki buharlaştırıcılarda suyun ısıtılmasında elektrik kullanılması tercih edilmez.

Buharlaştırıcı için gerekli sıcak suyun LPG ile çalışan bir ısıtıcı cihazdan karşılanması durumunda genellikle 200 (kg/saat) LPG kapasitesine kadar kombi, daha büyük kapasiteler için ise sıcak su kazanı kullanılır. Seçilecek ısı cihazı hangi tipte olursa olsun, ısı kapasitesi buharlaştırıcı kapasitesine göre seçilir. Buharlaştırıcı kapasitesi hesaplanırken  farklı ısı değeri dikkate alınır:

- 1- LPG'nin stok tankındaki sıcaklığından (yaklaşık olarak ortam sıcaklığı) gaz fazına geçmeye başlayacağı doyma sıcaklığına ulaşması için gerekli ısı miktarı.
- 2- Doyma sıcaklığındaki LPG'nin sıvı fazından gaz fazına geçmesi için gereken ısı miktarı.
- 3- Doyma sıcaklığında gaz durumundaki LPG'nin kızgın buhar fazına geçmesi için gereken ısı miktarı.

Tablo 7 : Buharlaştırıcı Kapasite Ölçüleri

KAPASİTE (kg/saat)	Çap (mm)	Yükseklik (mm)	F1 (mm)	F2 (mm)	F3/F4 (mm)	F5 (mm)	E1 (mm)	M1/T1 (mm)
50	400	1,500	25	15	20	32	20	15
100	500	1,650	32	20	20	32	20	15
150	500	1,850	32	20	20	32	20	15
200	600	1,600	32	20	20	40	20	15
250	600	1,650	40	25	20	40	25	15
300	600	1,900	40	25	20	40	32	15
400	600	2,050	40	25	20	50	32	15
500	800	2,000	50	25	20	50	32	15
600	800	2,050	50	32	20	50	32	15
700	800	2,200	50	32	20	50	32	15
800	1,000	2,400	50	40	20	50	40	15
900	1000	2,300	50	40	20	50	40	15
1,000	1,000	2,350	65	40	20	65	40	15
1,200	1,200	2,500	65	40	20	65	40	15
1,500	1,200	2,550	80	50	20	65	40	15
2,000	1,200	2,800	80	50	20	65	65	15
2,500	1,500	3,200	80	50	20	65	65	15

F1 : Gaz LPG çıkışı

F2 : Sıvı LPG girişi

F3 : Drain

F4 : Manyetik seviye göstergesi

F5 : Sıcak su girişi ve dönüşü

E1 : Emniyet valfi

M1 : Manometre

T1 : Termometre

Buharlaştırıcılar, sıvı LPG seviyesi kontrol düzenlerine göre iki çeşit imal edilmektedir:

- Manyetik şamandıralı buharlaştırıcılarda sıvı LPG seviyesinin kontrolü, sıvı girişine konan ex-proof solenoid vananın manyetik seviye göstergesinden gelen sinyallere göre LPG girişini kapatıp açması ile sağlanır. By-pass sistemi ile çalışan bir tüp içinde sıvı seviye değişimini takip eden bir şamandıra mevcuttur. Şamandıra içindeki daimi miktatısla, ters kutup etkisi ile dış cidar üzerinde yerleştirilmiş kırmızı-beyaz renkli diskleri etkileyerek sıvı LPG seviyesinin LPG seviyesinin izlenmesini sağlar.
- Mekanik şamandıralı modellerde ise sıvı girişi, buharlaştırıcının içine yerleştirilen mekanik mafsalı şamandıra, yay ve bilye yardımı ile kapanıp açılmaktadır.

4.3. Regülatör Grubu

Regülatörler, daha önce de belirtildiği gibi, değişken değerlerde gelen gaz basıncını sabit bir değere düşürmek için kullanılır ve LPG sistemlerinin önemli birer elemanıdır. Dökme LPG Sistemleri'nde, hem tank çıkışında, hem de tüketim noktaları öncesinde basıncı düşüren "iki kademeli regülasyon" tercih edilmektedir. Her büyük tanklı sistemde biri yedek olmak üzere iki adet birinci kademe regülatör bulunur.

Birinci kademe regülatörler, buharlaştırıcı kabini içerisinde, buharlaştırıcı çıkış hattı üzerinde bulunur. Sıvı LPG, buharlaştırıcıda aldığı ısı enerjisi ile gaz fazına geçerek değişken basınçlarda birinci kademe regülatöre gelir. Sistem tasarımında çıkış basıncına (genellikle 150 mbar-1 bar arasında) göre seçilen regülatör, üzerinde gaz çıkış ventili ve emniyet kapama mandalı bulunan çok fonksiyonlu bir basınç düşürücüdür.

Emniyet kapama mandalı, istenilen çıkış basıncından farklı çıkış basınçları söz konusu olduğunda sistemi emniyete alır. Sistemin güvenliği sağlandığında, el kumandası ile regülatör tekrar devreye sokulur.

Regülatör geçici olarak yüksek giriş basıncına maruz kaldığında, **gaz çıkış ventili** bir miktar gazı dışarı atarak regülatöre zarar gelmesini ve emniyet kapama mandalının gereksiz yere devreye yere devreye girmesini önler.

İkinci kademe regülatör ise, tüketim noktasında gerekli sabit basıncı sağlayacak hassas bir düşük basınç regülatörüdür.

4.4. Sistemin Montajı

Büyük tanklı dökme gaz sistemlerinin montajında tankın ve buharlaştırıcının yerleştirileceği yerlerde gerekli inşaat işleri yapılır. Tank sahasında; tank buharlaştırıcı arası sıvı LPG tesisatı, tank dolun hatları, soğutma ve yangın kurulumu. Buharlaştırıcı çıkışına monte edilen birinci kademe birinci kademe basınç regülatör grubu ve buharlaştırıcıya sıcak su temin, ilk dolun ile birlikte çalışır halde müşteriye teslim edilir.

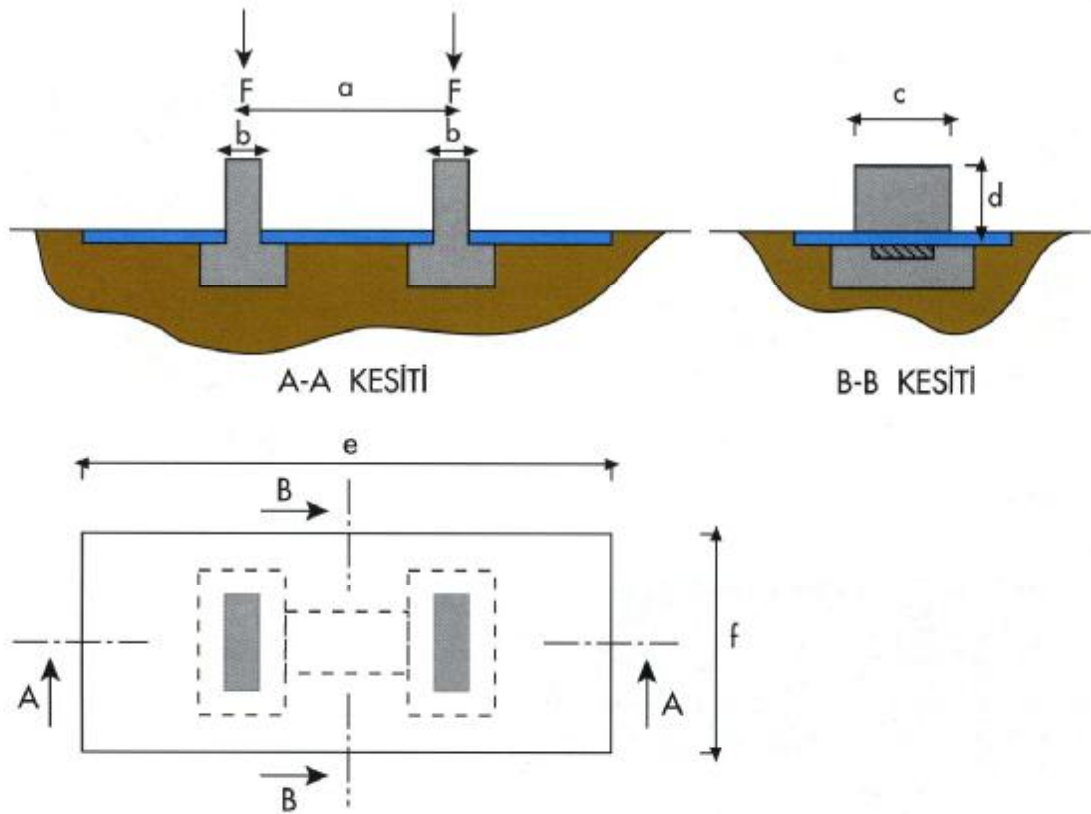
4.4.1. İnşaat İşleri

Bu bölümde toprakaltı ve topraküstü uygulamalarda gerekli inşaat işleri açıklanmıştır. İnşaat işlerinin v saha düzenlemesinin belirlenen şekilde aşağıda verilen ölçülere uygun olarak yapılması müşteri sorumluluğundadır. Ayrıca tank sahasının yangın tehlikesine karşı 10 cm mıcır ile kaplanması ve 180 cm yükseklikte tel çitle çevrilmesi de müşteri tarafından yapılmaktadır.

Çizimlerde verilmeyen ölçüler, inşaat işlerini yapacak statiker tarafından arazinin durumu dikkate alınarak belirlenmelidir.

4.4.1.1. Topraküstü Tank Uygulanması

Topraküstü tank uygulamalarında, tank sahası belirlendikten sonra, tankın üzerine yerleştirileceği beton ayak ölçüleri şekil 28'de ve tablo 8'de verilmiştir.



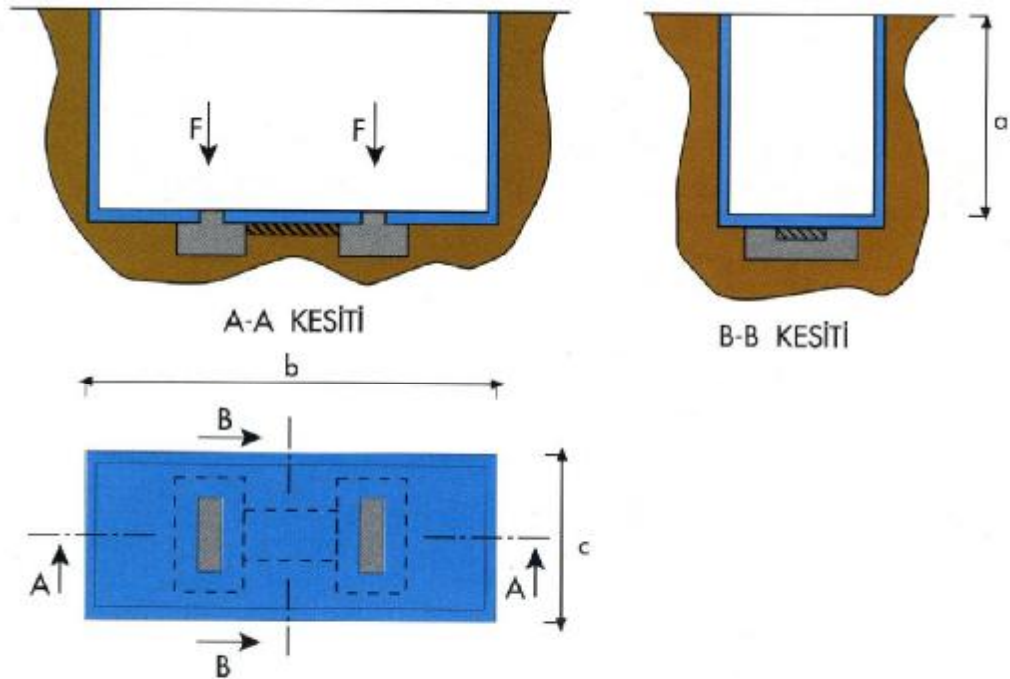
Şekil 24: Beton Ayak Detayı

T a b l o 8 : B e t o n A y a k Ö l ç ü l e r i

TANK HACMI (m ³)	TANK ÇAPI (mm)	F (ton)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)	e (mm)	f (mm)
35	2,440	22	4,000	300	2,500	1,200	10,000	4,500
50	3,000	30	3,400	400	3,000	1,200	11,000	4,500
70	3,000	40	5,600	400	3,000	1,200	13,000	5,000
115	3,000	70	10,000	600	3,000	1,500	20,000	6,000
180	3,500	100	10,500	600	3,500	1,500	23,000	6,500

4.4.1.2. Toprakaltı Tank Uygulaması

Torakaltı tank uygulamalarında müşteri, aşağıdaki ölçülere uygun olarak tank havuzunu açıp, tankın üzerine yerleştirileceği beton ayakları hazırlamakla yükümlüdür. Ayrıca toprak zeminin gerektirdiği koşullarda tank havuzu, beton ile çevrilir.



Şekil 25: Tank Havuzu ve Beton Ayak Detayı

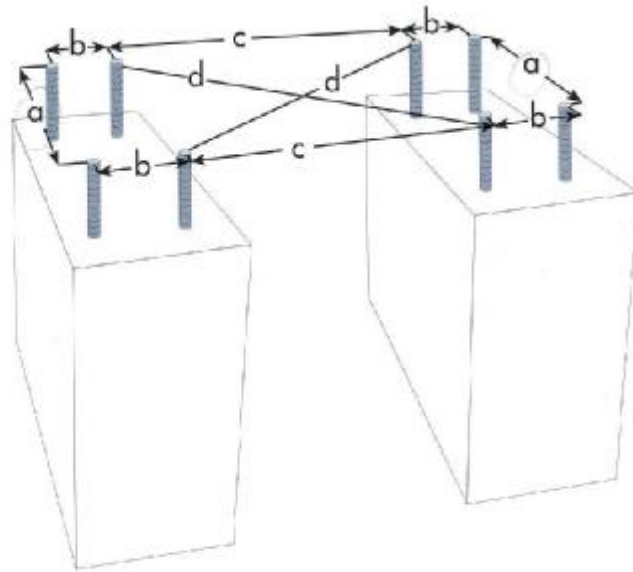
Tablo 9: Tank Havuzu ve Beton Ayak Ölçüleri

TANK HACMİ (m ³)	TANK ÇAPI (mm)	F (ton)	a (mm)	b (mm)	c (mm)
35	2,440	22	3,322	11,000	4,500
50	3,000	30	3,880	11,000	4,500
70	3,000	40	3,880	13,000	5,000
115	3,000	70	3,880	20,000	5,000
180	3,500	100	3,880	22,000	5,500

Tankın havuza yerleştirilmesi ve korozyona karşı katodik koruması işlemleri tamamlandıktan sonra, tank havuzu kum ile doldurulur.

4.4.1.3. Tankların Beton Ayaklara Sabitlenmesi (Ankraj)

Tankların yerinden oynamasını engellemek amacıyla beton ayaklara sabitlenmeleri gerekir. Toprakaltı uygulamalarda bu ankraj işlemi, yeraltı sularının kaldırma etkisinden tankları korumaya da yarar. Ankraj civataları, beton ayaklara aşağıda belirtilen ölçülere göre yerleştirilmelidir.



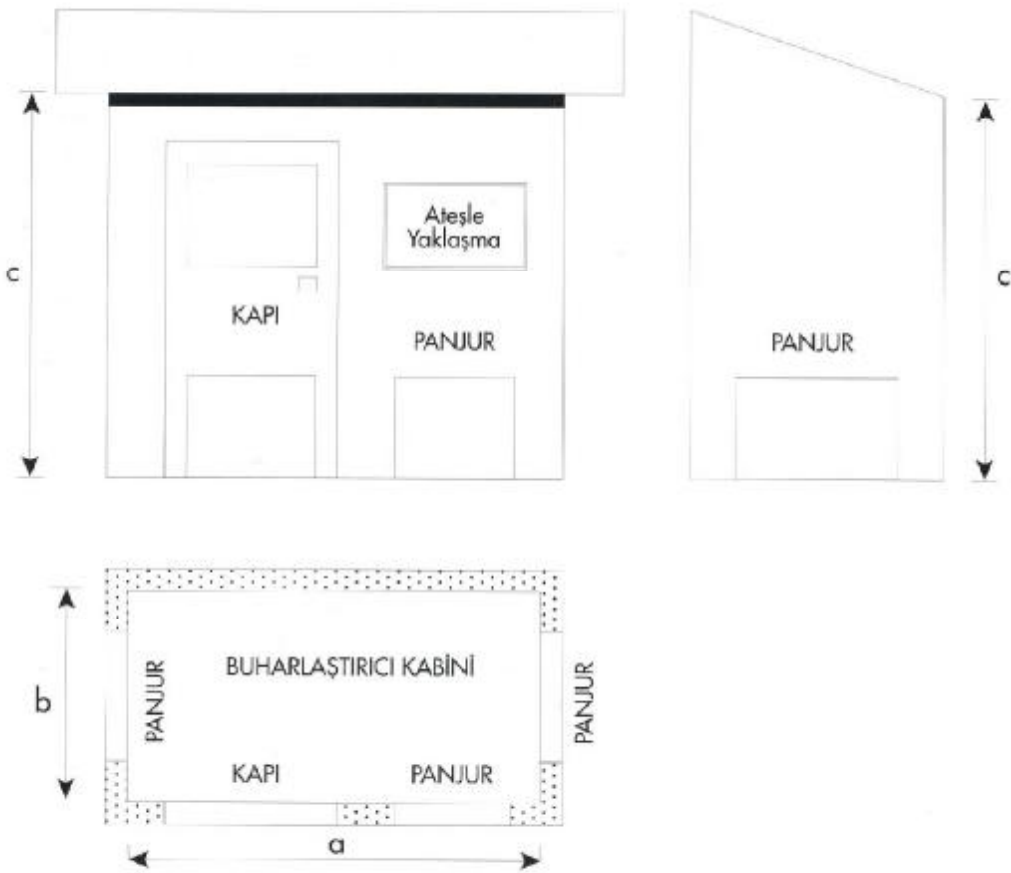
Şekil 26: Ankraj Detayı

T a b l o 1 0 : A n k r a j Ö l ç ü l e r i

Tank Hacmi (m³)	Tank Çapı (mm)	Ayak Aralığı (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)
35	2,450	4,000	1,900	150	3,850	4,300
50	2,450	5,600	1,900	150	5,450	5,770
50	3,000	3,400	1,980	200	3,000	3,760
70	3,000	5,600	1,980	200	5,400	5,750
115	3,000	10,000	2,280	300	9,700	9,960
180	3,500	10,500	2,600	300	10,200	10,530

4.4.1.4. Buharlaştırıcı Kabini

Buharlaştırıcı kabini buharlaştırıcının ve regülatörlerin yerleştirilmesi amacıyla inşa edilir. Bu kabinin yeterli derecede havalandırılması gerekir. Bu nedenle, aşağıdaki çizimde belirtilen yerlere, tabloda belirtilen ölçülerde havalandırma menfezleri açılır. Buharlaştırıcı kabinin kapıları dışarı doğru açılacak şekilde yapılır ve zeminde LPG'nin birikebileceği kademe farkı olmamasına dikkat edilir.



şekil: 27: Buharlaştırıcı Kabini Detayı

Tablo 11: Tek Buharlaştırıcılı Kabin Ölçüleri

Buharlaştırıcı Kapasitesi (kg/saat)	Buharlaştırıcı Kabini Ölçüleri			Toplam Havalandırma Alanı* (m ²)
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	
50	3,000	3,000	2,500	2.5
100	3,000	3,000	2,500	2.5
150	3,000	3,000	2,500	2.5
200	3,500	3,500	2,500	3.5
250	3,500	3,500	2,500	3.5
300	3,500	3,500	3,000	4.0
400	4,000	3,500	3,000	4.5
500	4,000	4,000	3,000	5.0
600	4,000	4,000	3,000	5.0
700	4,000	4,000	3,000	5.0
800	4,000	4,000	3,500	6.0
900	4,000	4,000	3,500	6.0
1,000	4,500	4,000	3,500	6.5
1,200	4,500	4,000	3,500	6.5
1,500	5,000	4,500	3,500	8.0
2,000	5,000	5,000	3,500	9.0
2,500	5,000	5,000	4,000	10.0

*Toplam havalandırma alanı, kapalı hacmin her 3 m³'ü için en az 0.3 m² kriteri dikkate alınarak hesaplanmıştır. (TS 1446'da her 3 m³ için en az 0.2 m² olarak belirlenmiştir.)

Tablo 12: Çift Buharlaştırıcılı Kabin Ölçüleri

Buharlaştırıcı Kapasitesi (kg/saat)	Buharlaştırıcı Kabini Ölçüleri			Toplam Havalandırma Alanı* (m ²)
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	
2 x 50	5,000	3,000	2,500	4.0
2 x 100	5,000	3,000	2,500	4.0
2 x 150	5,000	3,000	2,500	4.0
2 x 200	6,000	3,000	2,500	4.5
2 x 250	6,000	3,000	2,500	4.5
2 x 300	6,000	3,500	3,000	6.5
2 x 400	6,500	3,500	3,000	7.0
2 x 500	7,000	4,000	3,000	8.5
2 x 600	7,500	4,000	3,000	9.0
2 x 700	7,500	4,000	3,000	9.0
2 x 800	7,500	4,000	3,200	10.0
2 x 900	7,500	4,000	3,200	10.0
2 x 1000	8,000	4,000	3,200	10.5
2 x 1200	8,000	4,000	3,200	10.5
2 x 1500	8,500	4,500	3,500	13.5
2 x 2000	9,500	5,000	3,500	17.0
2 x 2500	9,500	5,000	4,000	19.0

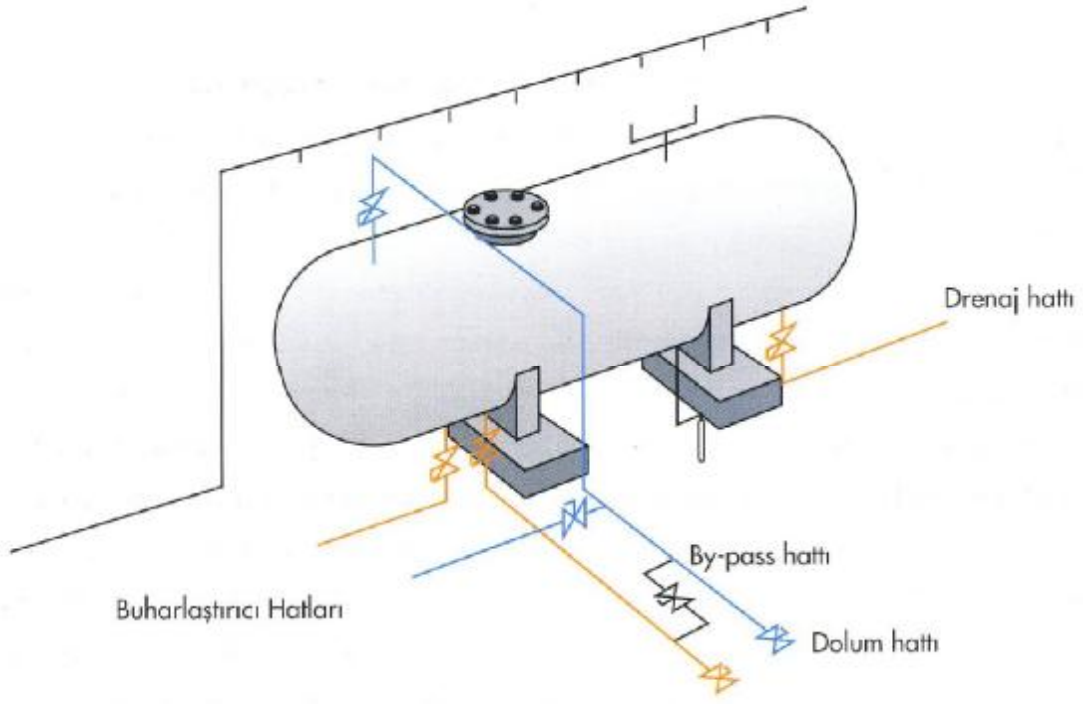
*Toplam havalandırma alanı, kapalı hacmin her 3 m³'ü için en az 0.3 m² kriteri dikkate alınarak hesaplanmıştır. (TS 1446'da her 3 m³ için en az 0.2 m² olarak belirlenmiştir.)

4.4.2. LPG Stok Tankı ve Dolum Hatlarının Montajı

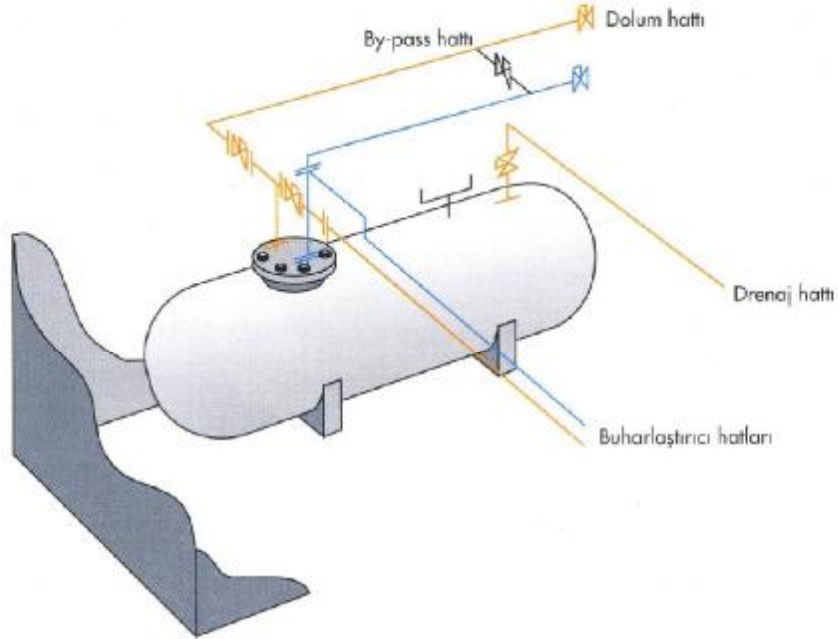
LPG tankının yerleşim pozisyonu satış sorumlusu tarafından, üzerindeki dolum nozulları tank sahasının dolum kapısı tarafında kalacak şekilde belirlenir. Tank, yeterli taşıma kapasitesine ve kol uzunluğuna sahip bir vinç yardımıyla beton ayaklar üzerine yerleştirilir. Bu işler yapılırken topraküstü uygulamada tankın boyasının, toprakaltı uygulamada ise korozif izolasyonunun bozulmamasına dikkat edilir. Yerleştirilen tank ankraj civataları yardımıyla beton ayaklara sabitlenir. Dolum hatları, sıvı ve gaz dengeleme borularından oluşur ve mümkün olan en az sayıda dirsek kullanılacak şekilde, tank ile dolum kapısı arasına kurulur. Dökmegaz sistemlerindeki bütün yüksek basınçlı hatlarda olduğu gibi, dolum hatlarında da DIN 2448 normunda, PN 40 sınıfı dikişsiz çelik çekme borular kullanılır ve bu borular kaynak ile birleştirilir. Dolum hatları monte edilirken tankın nozul çıkışlarına ve hatların dolum kapısındaki uçlarına birer adet PN 40 sınıfı flanşlı küresel vana konulur. Her iki hattın ucuna da kamyon-tankerin dolum hortumları ile bağlantıyı sağlayacak dolum adaptörleri monte edilir. Sıvı ve gaz dolum hatları, dolum kapısına yakın bir noktada by-pass için kullanılan bir küresel vana ile birbirine bağlanır.

LPG tesisatlarında her iki vana arasında kalan bölge, basınçlı kapılarda olduğu gibi kapalı bir hacim olarak değerlendirilir. Bu nedenden ötürü, her iki vana arasına, emniyet valfinin işlevini görecekt ekipman yerleştirilir. Bu valfler aynı zamanda, üzerindeki vana sayesinde drenaj işlevi de görebilmektedir. Kullanılacak valf sayısı, iki vana arasındaki kapalı bölgenin taşınmasını sağlayacak hat, topraküstü tanklarda tankın altındaki, toprakaltı tanklarda ise menhol üzerindeki nozuldan alınır. Nozul çıkışına bir küresel vana konulur.

Benzer şekilde drenaj hattı da tank sahası içinde uygun bir yere getirilir. Bu hat üzerine de kontrollü drenajı sağlamak için biri globe vana olmak üzere iki vana tank çıkışına bir vana da hat sonuna olmak üzere toplam 3 adet vana monte edilir.



Şekil 28: LPG Tankı ve Dolum Hatları Detayı (Topraküstü)



Şekil 29: LPG Tankı ve Dolum Hatları Detayı (Toprakaltı)

4.4.3. Buharlaştırıcı ve Regülatör Grubunun Montajı

Buharlaştırıcı ve regülatörlerin buharlaştırıcı kabini içerisine yerleştirilmesinde işletme Őartları dikkate alınır ve ekipmanlar teknisyenlerin rahat çalışabileceği Şekilde konumlandırılır.

Tanktan gelen ve buharlaştırıcı kabine giren sıvı LPG hattı, filtre ve selenoid valften geçirilerek buharlaştırıcının LPG giriş ağzına bağlanır. Solenoid valfin kapalı olduğu durumlarda buharlaştırıcı içinde basınç yükselirse, basıncı düşürmek için sıvı LPG'nin geriye dönüşünü sağlamak gerekir. Bu amaçla solenoid çıkışından bir by-pass hattı alınır ve üzerine sadece buharlaştırıcıdan çıkışa izin veren çek valf monte edilir. Ayrıca bir başka branşman ile arıza ve bakım sırasında buharlaştırıcının solenoid valf üzerinden geçmeden besleneceği ayrı bir hat çekilir ve üzerine bir vana monte edilir. Böylelikle tüketim noktaları, buharlaştırıcının devre dışı kaldığı durumlarda, bu branşman üzerindeki vana ve tank sahasındaki gaz hattı bağlantı vanası açılarak doğrudan tank içindeki gaz fazından beslenebilir.

Buharlaştırıcının gaz fazı çıkışından alınan hat, bir vana üzerinden geçirilerek 1.Kademe regülatör kolektörüne getirilir. Kolektör, soğuk hava akımına maruz kalmaması için kabin içerisinde menfezlerden uzak bir yere konumlandırılır. Bu kolektör üzerine sırasıyla vana, filtre, emniyet ventili regülatör ve ikinci bir vana monte edilir.

Regülatör grubu, ekipman arızalarında sistemin durmaması için yedekli olacak Şekilde birbirine paralel iki hat olarak yapılır. Kolektörün giriş ve çıkışlarından alınan dreyn hatları, üzerlerine birer vana monte edildikten sonra birleştirilirler.

Bu hatlar, buharlaştırıcı altından alınan dreyn boruları ile zemine yakın bir konumda birleştirilerek kabin dışına çıkarılır. Dreyn hattı, ucuna bir vana monte edilerek tank sahası içerisinde emniyetli bir yere uzatılır. Solenoid vana ve manyetik seviye göstergesinin elektrik bağlantıları ex-proof olarak yapılır. Elektrik panosu buharlaştırıcı kabininde sıcak su grubu için ayrılan yerleştirilir.

4.4.4. Tüketim Hatlarının Montajı

Birinci kademe regülatör grubunu tüketim noktalarına bağlayan boru hattına “tüketim hattı” adı verilir. Tüketim hatlarında, TS 346 ve TS 416’ya uygun, “doğalgaz borusu” diye adlandırılan çelik borula kullanılır. Bu standartlarına göre, boruların API 5L, DIN 2448-DIN 17175 veya DIN 2458-DIN 17172 malzeme özelliklerine uygun olması gerekir.

Dökmegaz sistemlerindeki tüm borular, sertifikalı kaynakçıların yapacağı kaynak yöntemi ile birleştirilir. LPG’nin içerisinde olabilecek ağır ürünlerin yakma ünitelerine gitmemesi için tüketim hatları gaz akış yönünün tersine eğimli yapılmalıdır. Tüketim hatları, toprak altından bir kanal içerisinde ya da toprak üstünden bir konstrüksiyona sabitlenerek tüketim noktalarına ulaşırlar. Toprak üstünden götürülecek gaz boruları taşıyıcı konstrüksiyonlara kelepçeler ile sabitlenir ve topraklanır. Boru hattı torak altına kurulacak ise, öncelikle bu hattın geçeceği güzergah boyunca bir boru kanalı açılır.

Boru kanalı; genişliği 50 cm, derinliği ise borunun üzerinde en az 80 cm kalacak şekilde açılır. Gaz borularının güzergahı üzerinde yer altı kablosu veya diğer borular(su, yakıt, buhar) var ise, gaz borusu ile bu hatları birbirinden ayıracak önlemler alınmalıdır. Kanal içerisinde dere kumundan en az 10 cm kalınlıkla yapılan yastık üzerine gaz boruları yerleştirilir, üzerine 30 cm kalınlıkta kum serilir ve kanalın kalan kısmı toprak ile doldurulur. Doldurma işlemi bittikten sonra dolgu malzemesi üzerine gaz borusu ikazı için eni en az 10 cm olan uyarı bandı çekilir.

Topraküstü tüketim hattının soğuğa maruz kalması durumunda sıvılaşma problemi yaşanabilir. Bu nedenle, miks LPG kullanılan sistemlerde hatlar gerekiyorsa ısı kaybına karşı izole edilmelidir. Sadece izolasyonun yeterli olmayacağı durumlarda, tüketim hattına paralel bir sıcak su refakat hattı tesis edilerek her iki hat birlikte izole edilmelidir. Toprakaltı tesisatlarda ise, korozyona karşı polietilen bant sarılarak izolasyon yapılır. Tüm bu tedbirlere rağmen tüketim noktasında çiyleşme problemi yaşanıyorsa **Yeniden Buharlaştırma Ünitesi (YEB)** montajı yapılarak tüketim noktasına sıvı LPG girme olasılığı ortadan kaldırılır.

5. EMNİYET KURALLARI

5.1. Tank Sahasının Emniyeti

LPG stok tankları yerleştirilmeden önce tank sahasının yerini belirlemek üzere tesiste keşif yapılır. Bu keşifte amaç, tank sahası için TS 1446’da belirtilen **emniyet mesafelerini** sağlayacak bir yer belirlenmesidir.

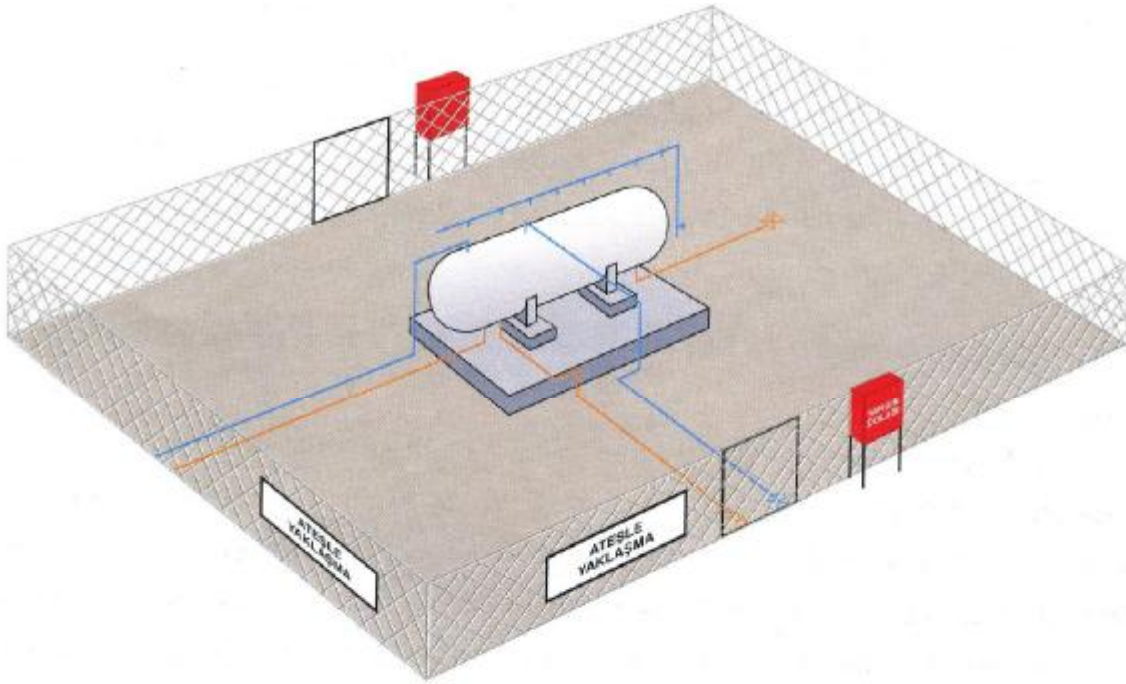
LPG stok tankının en yakın binaya, komşu arsa sınırına, ana trafik yoluna veya demiryoluna uzaklığı ve tankların birbirlerine olan uzaklığı aşağıda tabloda verilmiştir.

Tablo 13: LPG Tanklarının Emniyet Mesafeleri

Tankın Su Hacmi (m ³)	Minimum Emniyet Mesafesi (m)		Tanklar Arasındaki Minimum Mesafe (m)
	Toprakaltı Tank	Topraküstü Tank	
3	3	3	1
5	5	3	1
10	5	7.5	1
35	7.5	10	1
50	7.5	10	1.5
70	10	15	1.5
115	10	15	1.5
180	15	25	Komşu tankların çapları toplamının 1/4’ü

Sistemin ilgisiz kişilerce kurcalanmasını önlemek amacıyla Dökmegaz Sistemleri’nin tel örgü ile çevrilmesini sağlamak müşterinin sorumluluğu altındadır. Küçük tanklı sistemlerde tel örgü mesafesi, teknisyenlerin rahat çalışabileceği bir alan oluşturacak şekilde, TS 1446’da belirtilen emniyet mesafe ve kurallarına uyularak temel betonundan itibaren birer metre olarak belirlenmiştir. Büyük tanklı sistemlerde ise, TS 1446’da belirtilen emniyet mesafelerinden tel örgü çekilmelidir. Tankın emniyet sahası içerisinde yanıcı madde bulundurulmamalı, tel örgü içinde kalan alan, kuru ot ve benzeri kolay tutuşabilen maddelerden arındırılarak mıcırla kaplanmalıdır.

Büyük tanklı sistemlerde, TS 1446'da belirtilen **yangın güvenliği** önlemleri alınmalıdır. Topraküstü büyük tanklı sistemlerde tank sahasına 35 m³ tank için iki, 50-115 m³ tanklar için üç, 180 m³ tank için ise dört adet **yangın hidrantı** kurulmalıdır. Hidrantlar tanklara en az 15, en çok 75 metre uzaklıkta olmalı ve karşılıklı ya da çapraz konumlandırılmalıdır. Her hidrantın yanında dolap içerisine yerleştirilmiş olarak yeterli uzunlukta **yangın hortumu** bulunmalıdır. Tankın dış yüzeyinin her m²'si için en az 3 lt/dk suyu tank yüzeyine yöneltecek kapasitede sprink veya lüle nozuk gibi su **püskürtme elemanları** bulunmalı ve uygun yerlere yerleştirilmelidir. Sprink hatlarının kesici vanası tank sahasının dışına yerleştirilmelidir. Küçük tanklı sistemlerde iki adet, büyük tanklı sistemlerde ise en az dört adet 6 kg'lık karbondioksitli veya kuru tozlu **yangın söndürme tüpü** bulundurulmalıdır.



Şekil 30: Tank Sahası Yerleşimi

5.2. Toprak üstü Tankların Koruması

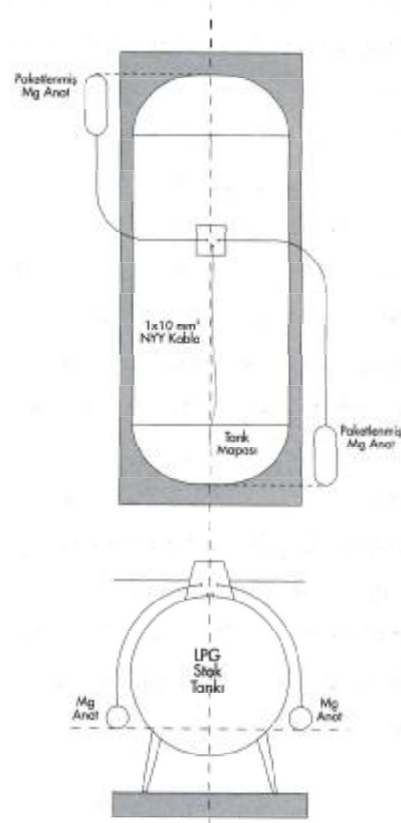
Duşlama (Sprink) : Büyük tanklı dökme gaz sistemlerinde tankın aşırı ısınarak tank basıncının artmasını engellemek için bir duşlama (sprink) sisteminin bulunması zorunludur. Duşlama için yangın şebeke hattından 1 ½” çapında boru hattı çekilir. Bu hat tankın ona eksenine paralel olarak tank üzerine boydan boya yerleştirilir. Duşlama hattı üzerine belirli aralıklarla suyun tank üzerine püskürmesini sağlayacak nozullar yerleştirilir. Böylelikle istendiğinde duşlama vanası açılarak tankın soğutulması sağlanır.

Topraklama : Tüm topraküstü tanklar, statik elektrik yükünün verebileceği hasarlardan korunabilmeleri amacıyla topraklanırlar. Tanka yıldırım düşmesi halinde, topraklamanın yıldırımın etkisi %80 oranında azlttığı bilinmektedir. Tank ve tesisat topraklamanın toprağın yapısına göre uygulanan iki ayrı yöntem vardır. Birinci yöntemde, küçük tanklar için genellikle 20 mm çapında ve 1 m uzunluğunda olan elektrolitik bakır çubuk, büyük tanklar için ise galvaniz boru kullanılır. Kullanılan çubuk ya da boru sayısı tankların büyüklüğüne bağlı olarak belirlenir; toprağa çakılan topraklama malzemesi, 35 mm² kesitli bakır kablo ile tankın ayağına sabitlenir. Toprağın kumlu ya da killi olması durumunda ise levha tipi topraklama malzemesi kullanılmalıdır.

5.3. Toprakaltı Tanklarının İzolasyonu ve Korozyona Karşı Korunması

Tankların toprakaltı uygulamasında tank, epoxy bazlı korozyona karşı dayanıklı bir boya ile boyanarak izole edilir. En mükemmel izolasyonlarda bile daima elektrik akımını geçirebilen mikrogözenekler bulunmaktadır. Eğer katodik koruma uygulanmaz ise bu mikrogözenekler ve izolasyon bozuklukları korozyon açısından büyük tehlike yaratır. Bu küçük anodik bölgeler, çok geniş bir katot bölgesinin akım yükünü çekecektir. Bu yüzden, izole edilmiş tanklara ayrıca katodik koruma uygulanması emniyet açısından zorunludur.

Katodik koruma uygulamasında kullanılan magnezyum anotlar sayesinde bu elektrostatik yükün tankı çürütmesi engellenmiş olur. Tankın yüzey alanına bağlı olarak hesaplanan büyüklükte ve sayıda magnezyum anot, aktifleşmelerini sağlamak üzere su ile ıslatılarak, tank havuzuna şekildeki gibi yerleştirilir. Anotlardan gelen NYY kablolar ve tank mapası ile birleştirilen aynı kesitli kablo da tank servis kutusu içindeki klemense bağlanır ve periyodik testler sırasında bu kelmensten ölçüm yapılır.



Şekil 31: Katodik Koruma

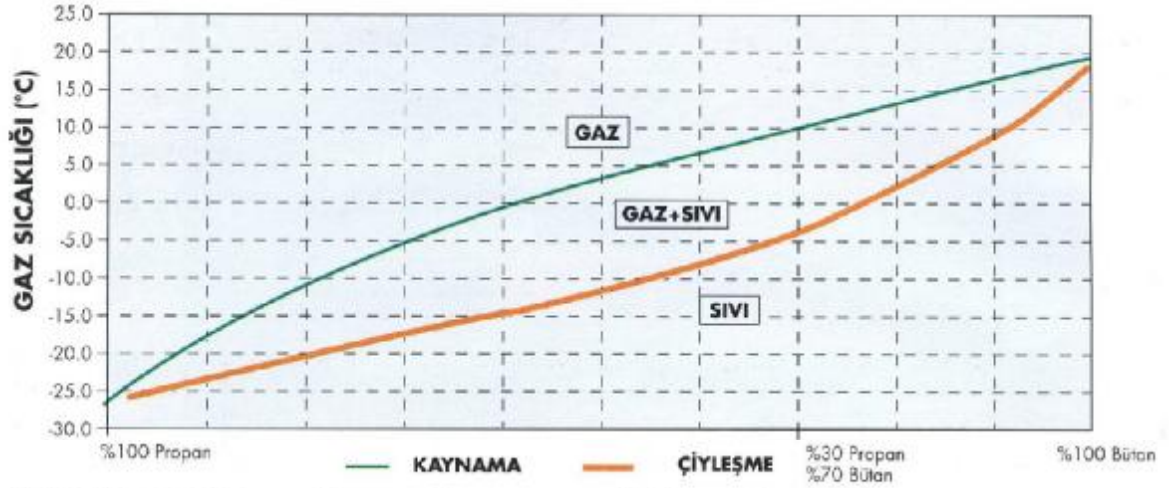
5.4. LPG'nin Çiyleşmesi (Sıvılaşması) Sorunu ve Alınan Tedbirler

İlk bölümde de bahsedildiği üzere çiyleşme, dökme gaz sistemlerinde, özellikle tüketim hatlarındaki LPG'nin istem dışı olarak gaz fazından sıvı fazına geçmesidir. Sıvılaşan LPG'nin tüketim noktalarına ulaşması, gaz yolu ekipmanlarının arızalanmasına ve kontrolsüz yanmaya sebep olabileceğinden istenmeyen bir durumdur. Çiyleşmenin engellenmesi amacıyla alınan tedbirler üç aşamasında, öncelikle hava sıcaklığına bağlı olarak LPG'nin çiyleşmeyeceği bir basınç değeri seçilmelidir. Aşağıdaki tabloda 50 mbar ile 300 mbar basınç altında bütan, miks LPG (%70 bütan, %30 propan) ve propanın yaklaşık çiyleşme sıcaklıkları verilmiştir. Tablodan da izlenebileceği gibi, basınç değeri düşükçe, çiyleşme riski azalmaktadır. Tanktan alınan LPG, birinci kademe regülatörde belirlenen basınca düşürülerek tüketim hatlarında LPG'nin düşük basınçta akması sağlanır.

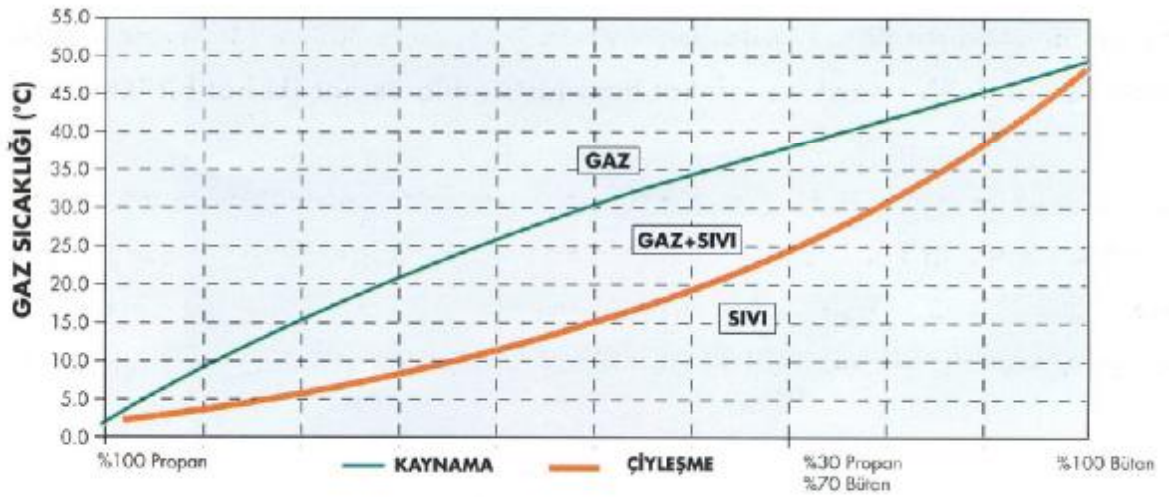
Tablo 14: LPG Karışımlarının Çiyleşme Sıcaklıkları (°C)

Mutlak Basıncı (bar)	%100 Propan	%30 Bütan %70 Propan	%50 Bütan %50 Propan	%70 Bütan %30 Propan	%100 Bütan
1	-43.0	-25.0	-15.5	-9.0	0.0
1.03	-42.4	-24.3	-14.9	-8.3	0.7
1.05	-42.1	-23.9	-14.5	-7.9	1.1
1.1	-41.1	-22.8	-13.4	-6.8	2.2
1.3	-37.3	-18.4	-9.2	-2.4	6.6
2	-26.5	-6.0	3.0	10.0	19.0
3	-14.0	5.5	14.0	21.5	31.0
4	-5.5	13.5	23.0	30.5	40.5

Sistemin montajı aşamasında ise hatlar ısı kaybına karşı izole edilmelidir. Gerekliyorsa tüketim hattına paralel bir sıcak refakat hattı tesis edilerek her iki hat birlikte izole edilir. İşletme esnasında ise sistemin her çalıştırılışından önce drenaj vanalarından kontrol edilmesi, eğer sıvılaşma varsa sıvı LPG'nin dışarı atılması sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra, yakma üniteleri devreden çıkarılacağı zaman gazın akışını tank çıkışındaki vanadan kapatmak, sistem çalışmadığında tüketim hatlarında LPG kalmasını engeller.



Şekil 32: LPG Karışımlarının Kaynama ve Çiyleşme Sıcaklıkları
P_{gaz}=2 bar (mutlak)



Şekil 33: LPG Karışımlarının Kaynama ve Çiyleşme Sıcaklıkları
P_{gaz}=5 bar (mutlak)

5.5. Sistemin Testi ve Devreye Alma

Sistemin montajı tamamlandıktan sonra sistem ve tüm tesisat herhangi bir gaz kaçağına karşı test edilir. Küçük tanklar kontrolü için 5 bar basınçta hava ile test edilirken; tank ile buharlaştırıcı arası tesisat 26.5 basınç altında hidrostatik olarak 20 dakika süre ile test edilir. Bu testten sonra tank, buharlaştırıcı ve boru hatları 5 bar basınç altında hava ile 20 dakika sızdırmazlık testine tabi tutulur ve herhangi bir kaçağın olmadığı gözlenir. Büyük tanklar ve tesisatına ise 26.5 bar basınçta hidrostatik test uygulanır. Bu testler sonucunda sistemin problemsiz olarak çalıştığı görülse dahi, müşteri kendi sorumluluğu altındaki güvenlik önlemlerini almamışsa sisteme gaz verilmez. Testleri tamamlanan sistemin sağlıklı çalışması için tankın içindeki havanın gaz fazındaki LPG ile yer değiştirmesi sağlanır ve ilk dolum gerçekleştirilir.