

# Bir Dökme LPG Tesisine Ait Örnek Uygulama

## ÖZET

Endüstriyel tesislerde çeşitli prosesler için ekonomik ve enerji verimliliğine sahip çözümlere ihtiyaç vardır. Çoğu uygulamalarda, dökme LPG temiz ve ekonomik yakıt olarak kazanlarda, ocaklarda, fırınlarda, kurutucularda, sıcak hava üreten cihazlar vb. sistemlerde kullanılmaktadır. Bu çalışmada LPG kimyasal yapı olarak tanımlanmış, LPG'nin elde edilmesine ve sistemdeki yağ miktarının önemine değinilmiştir. Örnek bir tesis için LPG ana elemanları olan buharlaştırıcı, LPG tankı, emniyet valfi, boru çaplarının hesaplanmasına ve gaz alarm sistemine ait hesaplamalar verilmiştir. Kurulacak sistemin güvenliğine ilişkin bilgilendirmeler yapılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** LPG, LPG buharlaştırıcı, LPG tankı, Emniyet valfi, Boru çapı hesabı, Gaz alarm sistemleri

## 1. GİRİŞ

Likit Petrol Gazları (LPG) içinde bütan (normal ve izobütan), bütilen, propan ve propilenden bir veya birkaçının bulunduğu bir hidrokarbon karışımı kısaca LPG ve LP-Gaz şeklinde de ifade edilir. Bu gazlar, basınç altında sıvılaşır, fakat basıncın kalkmasıyla yeniden gaz haline geçerler. Bu özelliklerinden ötürü LPG basınç altında sıvılaştırılmış olarak depo edilmekte ve dağıtılmaktadır. Orta mertebedeki kolay, ekonomik depolanması ve dağıtımını sağlandığından, bu gazları ekonomik kılmakta ve çok yaygın kullanma alanları açmaktadır.

Likit petrol gazları üç ayrı ürün olarak üretilmekte ve aşağıdaki belirtilen ticari isimler altında pazarlanmaktadır.

- a- Ticari Propan
- b- Bütan – Propan karışımı

Ticari propan esas itibarıyla propan ve/veya propilenden müteşkil bir hidrokarbon karışımıdır. Bütan – Propan karışımları ise esas itibarıyla bütanlar ve/veya bütilenler ile propan ve/veya propilenden meteseşkil, başka bir deyimle ticari bütan ile ticari propanın karıştırılmasıyla elde edilen hidrokarbon karışımıdır.

Arş.Gör.Dr. Ahmet DALKILIÇ

## Abstract:

Industries require cost-effective and efficient energy solutions for their various processes. In most applications, bulk LPG is used as a clean and cost-effective fuel in kiln, ovens, dryers, boilers, hot air generators, etc. LPG is defined as chemically, obtaining of LPG and importance of oil in the system are mentioned in this study. Calculation procedures of LPG vaporizer, LPG tank, safety valve, pipe diameter and gas alarm system are given. Brief information on the safety of system also is given.

## Key Words:

LPG, LPG vaporizer, LPG tank, Safety valve, Pipe diameter calculation, Gas alarm system

LP-Gazları genellikle “NGAA” (Natural Gasoline Association of America) yeni ismiyle “NGPA” (Natural Gas Processors Association) kuruluşunun tespit ettiği spesifikasyonlara göre üretilmektedir. Bu spesifikasyonlar, buhar basıncı, %95 kaynama noktası, uçucu kükürt miktarı, bileşikler ve nemliliktir.

Likit petrol gazları iki ana kaynaktan elde edilmektedir:

- a- Tabii gaz kuyuları,
- b- Ham petrol rafinerileri.

Aslında her iki kaynak da orijin bakımından ayrı, yani ham petrol kabul edilir. Zira tabii gaz, ham petrol alanlarının mevcut olduğu yerlerde veya bu yerlere komşu sahalarda bulunmaktadır.

Tabii gaz kuyularından LP-Gazları, tabii gaz ve tabii benzin adı verilen benzin türü ve bir miktar yağlı ürünlerle birlikte elde edilmektedir. Adı geçen ürünler açılan kuyulardan yer yüzüne çıkarılıp, uygulanan çeşitli absorpsiyon ve arıtma işlemlerinden sonra likit petrol gazları son ürün olarak üretilmiş olur. Tabii gaz kuyularından elde edilen LP Gazlarının karakteristik özelliği, içlerinde yalnız hidrokarbon sınıfından bütan, izobütan ve propanın bulunmasıdır.

Bilindiği gibi ham petrol rafineri adı verilen arıtma kuruluşlarında işlenerek çeşitli türevlerine ayrılmaktadır. Rafinerilerde ham petrol çeşitli ürünlere ayırma ve arıtma proseslerine tabii tutulmaktadır. Bunlardan damıtma işlemlerinde ham benzin, gaz yağı, motorin v.s. ürünlerin yanısıra tabii gaz kuyularından olduğu gibi doymuş hidrokarbon sınıfından LP-Gazları, yani bütanlar ve propan elde edilir.

Diğer taraftan ağır damıtma ürünlerinin katalitik kralingi ve naftanın termik veya katalitik refomingi işleminde platin katalizör kullanıldığından bu prosese “Platforming” denmektedir. İşlemlerinde LP-Gazları karışımına giren doymuş hidrokarbonlarla (bütanpropan) beraber aynı zamanda doymamış hidrokarbon sınıfından propilen ve bütülenlerde elde edilir.

Her ne kadar bu doymamış hidrokarbonlar petrokim-

ya ürünleri ile polimer benzinin üretilmesinde ham madde olarak kullanılırsa da, arıtma şartlarına göre son ürün LPG’de büyük miktarda bulunabilir.

Hangi kaynaktan elde edilirse edilsin, LP-Gazları sudan arınır ve kükürt muhtevaları spesifikasyon sınırlarının altına kadar indirilir.

Aslında kokusuz olan likit petrol gazlarına kaçak halinde muhtemel bir tehlikeyi önlemek amacıyla durumun anlaşılması için keskin koku veren amil merkaptan gibi organik kükürt bileşikleri belirli miktarda ilave edilir.

Zehirli olmayan LP-Gazları son ürün haline getirildikten sonra, normal sıcaklıklarda orta mertebede basınç tatbikiyle veya bir miktar soğutmak, bir miktar basınç uygulamak suretiyle sıvılaştırılır ve sıvı fazında nakledilir. Depolanır ve dağıtılır, LPG daima gaz halinde kullanılır. LPG’nin fiziksel özellikleri depolama, nakliye ve uygulama açılarından son derece önemlidir.

Bugün LPG konusundaki standartlar 1 ton LPG içinde 50 santilitre yağ olmasına izin verirler. Rafineriler ise genel olarak 20 santilitre değerini aşmayacak şekilde üretim yapmaktadırlar. Büyük kapasitedeki LPG sistemleri önemli miktarda yağ birikmesi ile karşılaşabilirler. Normal olarak yağın kaynama noktası 200 °C civarındadır. Bu sıcaklık görüldüğü gibi buharlaştırıcıdaki gaz sıcaklığının çok üzerindedir. Daha önceleri yağın sistem içinde buharlaşmış halde taşındığı düşünülürdü, fakat bu doğru değildir. Yağ basınç düşümünün olduğu halde görünür duruma gelir. Gazın bir kısmı buhar zerrecikleri oluşturur. Burada yüzlerce buhar habbeciği yağdan meydana gelen bir filmle sarılır. Basınç düşümü gerçekleştiğinde habbecikler patlar ve yağ filminden LPG gazı ayrılır. Böylece yağ özellikle basınç düşümünün gerçekleştiği regülatör ve kesit daralması olan noktalarda birikim yapar. Bu durumdan kaçınmak için buharlaştırıcı sıcaklığını 40 °C’yi geçmeden kullanmak gerekir. Aksi halde basınç buharlaştırıcıda yükselir. Artan basınç düşümü ise yukarıda tanımlanan yağ birikme olayını hızlandırır.

## 2. Tanımlamalar

- A yakılacak LPG miktarı, kg/h  
B bir gün içinde sistemin çalışma saati, saat/gün  
C stoklanacak gün miktarı, gün  
d boru çapı, cm  
D sistemin gaz ihtiyacı miktarı, kg  
F tank dış yüzey alanı, m<sup>2</sup>  
H<sub>a</sub> LPG alt ısıl değeri, kcal/kg  
L hat uzunluğu, km  
m sıvı LPG miktarı, ton/h  
Q kazan veya brülör kapasitesi, kcal/h  
r tank yarıçapı, m  
v tankın doluluk oranı, %  
V tank hacmi, m<sup>3</sup>  
V<sub>k</sub> kazan dairesi hacmi, m<sup>3</sup>  
ρ LPG yoğunluğu, kg/m<sup>3</sup>  
ΔP kayıplar, bar

## 3. Örnek Hesap Yöntemi

Veriler:

H<sub>a</sub> ≈ 11000 kcal/kg, Q = 3000000 kcal/h, B = 8 saat/gün, C = 10 gün, ρ = 0.55 kg/lit = 0.55 ton / m<sup>3</sup>, v = %85, r = 1.5 m, L=120 m, ΔP = 0.5 bar (tank çıkışında 3 bar, buharlaştırıcı girişinde 2.5 bar), V<sub>k</sub> = 60 . 7 = 420 m<sup>3</sup>

### 3.1 Buharlaştırıcı Seçimi

Yakılacak LPG miktarı:

$$A = Q / H_a = 3000000 / 11000 = 272.727 \text{ kg/h}$$

Buharlaştırıcı A = 272.727 kg/h değerini karşılayacak şekilde kataloglardan 300 kg/h kapasiteli olarak seçilebilir.

Buharlaştırıcı ve ana kazan soğuk iken, buharlaştırıcıyı devreye almak için (veya buharlaştırıcıya sürekli olarak sıcak su sağlamak için) kullanılacak yardımcı kazanın kapasitesini bulmak için aşağıdaki orantıdan yararlanılabilir:

### 3.2 LPG Tankı Seçimi

1 kg LPG buharı → 100 kcal/h

300 kg LPG → Q = 30000 kcal/h'lik yardımcı kazana ihtiyaç vardır.

Sistemin gaz ihtiyaç miktarı:  $D = 272.727 \cdot 8 \cdot 10 = 21818.16 \text{ kg} = 21.818 \text{ ton}$

Tank hacmi:  $V = D / (\rho \cdot v) = 21.818 / (0.55 \cdot 0.85) = 46.669 \text{ m}^3$

46.669 m<sup>3</sup> değerini karşılayacak kapasitede 50 m<sup>3</sup>'lük tank seçilmiştir.

### 3.3 Emniyet Valfi Seçimi

- a- Küresel iki valf arasında kalan boru üzerine "Hidrostatik" emniyet valfi konacaktır. Bu valfin açma basıncının 35 atü'den fazla olmaması ve boruların irtibatlandırıldığı kabın üzerinde bulunan emniyet valfi açma basıncının en az 1.4 katı basınçta açacak şekilde ayarlı olması şarttır.
- b- Tanklar üzerine takılan emniyet valflerinin "Hidrostatik" olması şart değildir. Açma basıncı tank içi basıncının 1.2 katından az olmamalıdır.
- c- Emniyet valfi mutlaka çekvalf ile birlikte kullanılmalıdır. Emniyet valfini tank dolu iken çıkarmak istersek, emniyet valfi sökülürken çekvalf hemen kapanarak dışarı gaz çıkışını önler. Tekrar üzerine emniyet valfi takıldığı zaman kendiliğinden açılır. Çekvalf yerine bilinen vanalardan konulsaydı, vananın kapalı unutulması tehlikesi vardır. Eğer vana kapalı unutulsaydı emniyet valfi görevini yapamazdı.
- d- Kap içi basıncının 1.2 katı basınçta kap dış yüzeyine göre fışkıran gaz debisi firmaların kataloglarından bulunabilir. İlgili tablolardan tankın dış yüzey alanına göre emniyet valfi seçilmelidir.

Tankın dış yüzey alanı:  $F = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot \pi \cdot 1.5^2 = 28.274 \text{ m}^2$

### 3.4 Boru Çapı Hesabı (Sıvı Fazı Boru Hatlarında Direnç Kayıpları ve Akış Hızı)

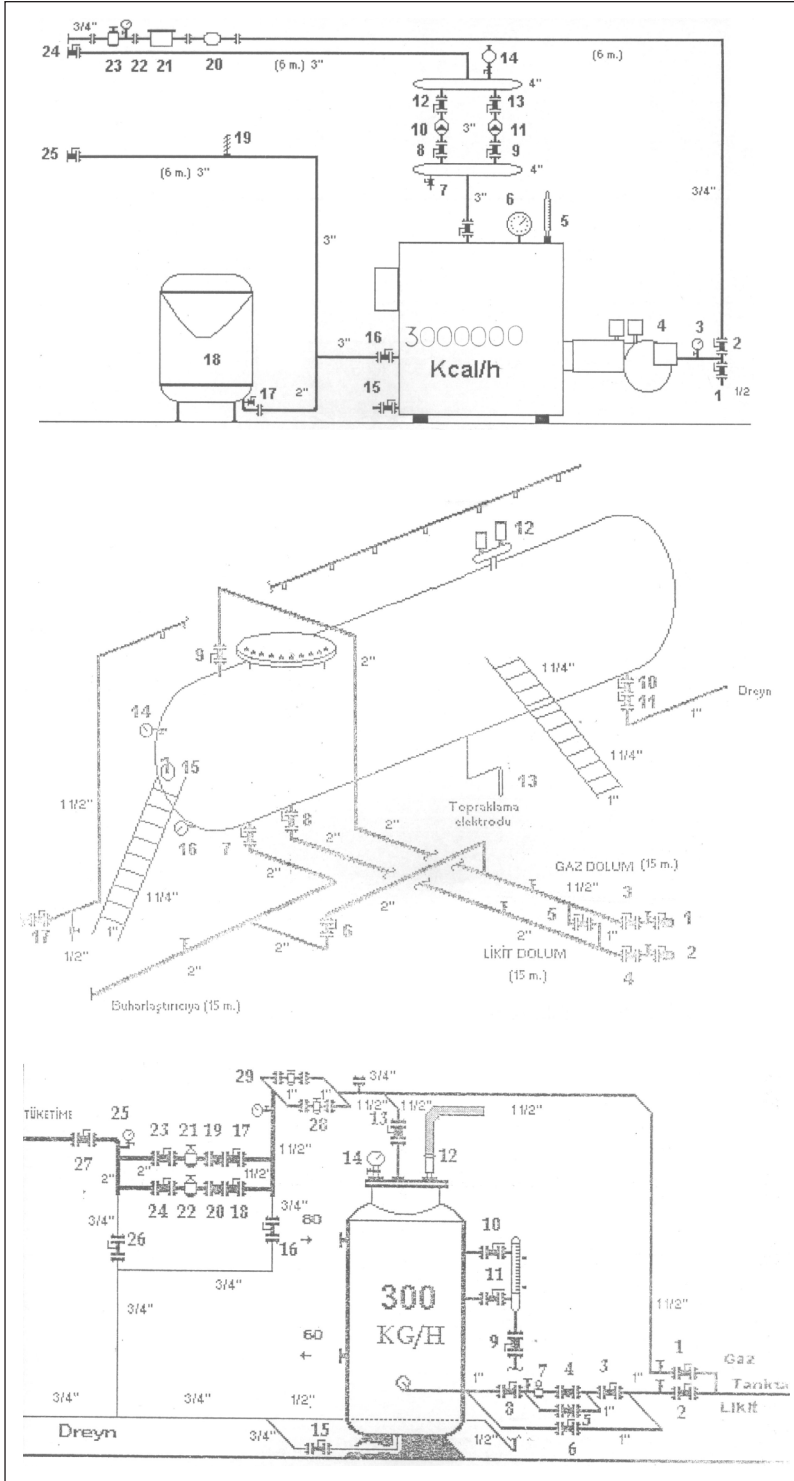
Hatlardaki hız limiti azami 2-3 m/s olmalıdır.

$$\Delta P = 3.4 \cdot 10^3 \cdot L \cdot m^2 / d^5 = 3.4 \cdot 10^3 \cdot 0.12 \cdot 0.32 / d^5 = 0.5 \rightarrow d = 2.36 \text{ cm} \rightarrow d = 1^{1/4} \text{''} \text{ seçilir.}$$

Kayıplar, dirsek, sistem değişiklikleri vs. nedeniyle bir boy büyük çelik çekme boru kullanılır.

### 3.5 Gaz Alarm Sistemi

Kazan dairesi içindeki havada %2'den fazla LPG ga-



zı birikirse gaz patlamaya yol açar. Bunu önlemek için gaz alarm cihazı kullanılır. Pnömatik veya motorlu vana şu halde kullanılır:

$$V_k \cdot 2 / 100 = x \text{ m}^3 \text{ gaz} \rightarrow 420 \cdot 2 / 100 = 8.4 \text{ m}^3$$

Eğer buharlaştırıcıdan kazan dairesine kadar olan hattaki gaz miktarı ( $\pi \cdot R2 \cdot L$ ) hesaplanan 8.4 m<sup>3</sup>'ten büyük olursa pnömatik veya motorlu vana kullanılır. Pnömatik vana bozulmuş ise termik vana 70 °C'nin üzerinde boru sıcaklığı olduğu zaman hattı kapatır. Bir daha açmaz, bozulur. Çünkü içindeki madde erimektedir.

#### 4. Sonuç

Stok LPG tankı, TS 1446 standardının öngördüğü mesafeye uygun olarak tel örgü içine alınmalıdır. Buharlaştırıcı kabini içinde CO<sub>2</sub> tüpleri bulunmalıdır. TSE'ye göre düzenlenmiş söz konusu sistemin su devrelerinde her an 7 atü basıncının bulunması gerekmektedir. Ayrıca CO<sub>2</sub> tüpleri zaman zaman kontrol edilmeli, valflerinde doğacak herhangi bir kaçıktan dolayı tüpler boş kalmamalıdır. Buharlaştırıcı kabini duvarlarında sahanın tel örgülerinde asılı ikaz levhalarında belirtilen hususlara uyulması çalışan kişilere belirtilmelidir.

Boru devrelerinin üzerinde ve yakınında ateşle ilgili hiçbir işlemin yapılmaması ve boru devrelerinin üzerilerine (boruların kırılması delinmesine neden olacak) sert cisimlerin atılmaması veya düşürülmemesi ilgililerce önemle belirtilecektir.

Yukarıdaki hususların dışında LPG depolama kuralları (TS 1446), LPG doldurma ve boşaltma kuralları (TS 1449) ve konu ile ilgili yangın emniyet tedbirlerine mutlaka uyulmalıdır. Gaz kaçağı halinde (boru kırılması, patlaması vb.) hattaki bir önceki valf kapatılarak kaçağın derhal giderilmesi sağlanmalıdır.

**Kaynaklar**

- [1] “Eđitim-Seminer Notları, 1996”, Aygaz Genel Müdürlük Dökmegaz Müdürlüğü, Büyükdere Cad. No:145/1, Aygaz Han Zincirlikuyu 80300 İstanbul.
- [2] A.S. DALKILIÇ, Bitirme Projesi “LPG Gazı ve Uygulama Alanları – Sođutma Kuleleri”, Yıldız Teknik Üniversitesi, 1996.
- [3] LPG Tesisatı (Konutlarda ve Sanayide Dökmegaz Tesis), MMO/2002/299.
- [4] Doğalgaz LPG Tesisatı Bacalar, Isısan 345.