

# ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE LNG KULLANIMI

**Can TOYDEMİR**

## ÖZET

Dünyada Doğalgaz üretimine paralel olarak artmakta olan LNG üretimi artmaktadır. LNG denizde gemiler aracılığıyla taşınarak deniz terminallerine aktarılmaktadır. LNG terminalleri LNG'yi gaz fazına geçirerek ülkelerin doğalgaz şebekelerine aktarmaktadır. Aynı zamanda LNG'nin kamyon tankerler aracılığıyla da 20 ton'luk partiler halinde taşınabilmektedir.

Özellikle boru hattı doğalgaz şebekelerinin yaygınlaştırması sürecinde, ara geçiş enerji kaynağı olarak kullanılabilen LNG, hem ekonomik yönü hem de çevreci yönüyle ülkemizde de hızla yayılmaktadır.

İşletmelerin LNG'yi stoklaması ve LNG nin gaz haline dönüştürülerek, doğalgaz iç dış tesisatına sevk edilmesi kapsamında kurulan Endüstriyel İşletmeler LNG Tesisleri, muhtelif uluslararası norm ve standartlar dikkate alınarak kurulmalıdır.

LNG tesisinin bulunduğu coğrafi mahal, doğalgazın nasıl bir cihazda, ne amaçla kullanıldığı, LNG tesisi tasarımı da önemli şekilde etkileyebilmektedir.

LNG tesisleri ve LNG tankerlerinin işletilmesi, periyodik kontrol ve bakım işlemleri de, sistemlerden alınacak verimi ve yatırımların fizibilitesi üzerinde önemli etkenlerden biridir.

Sonuç olarak, LNG artan enerji ihtiyacını, ara geçiş dönemi yakıt olarak karşılamak üzere, endüstriyel işletmelerde, alternatif olarak kullanılmaya devam edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğalgaz, LNG, Enerji, Endüstriyel İşletme.

## ABSTRACT

Natural gas production increased in parallel with the growing LNG production in the world. LNG transported by ships between production plants and the marine terminals. LNG in terminals is converted into gas phase and feed national gas grid of the country. At the same time the 20-ton batches of LNG can be transported via tanker truck.

In particular natural gas pipeline networks in the process of dissemination, the LNG can be used as a transitional energy source, both economic and environmental aspects of the direction our country is spreading rapidly.

Converted the gas into LNG and LNG businesses stocking, domestic natural gas to be established under the Industrial Enterprises of LNG Facilities shipped outside installations, taking into account the various international norms and standards should be established.

Geographic location where the LNG plant, a unit of natural gas how, for what purpose are used, also significantly affect the design of the LNG plant.

Operation of LNG facilities and LNG tankers, the periodic inspection and maintenance procedures, the systems will be one of the important factors on the yield and investment fizibiletisi.

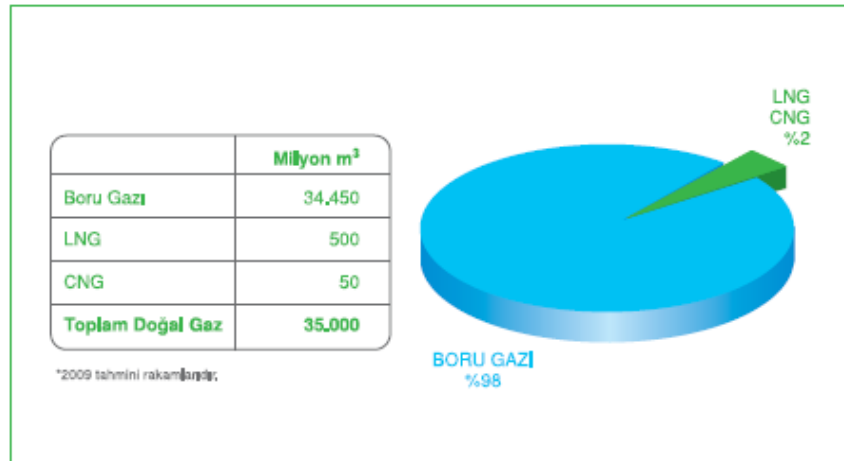
As a result, the growing energy needs of LNG, as fuel to meet the transitional period, industrial plants will continue to be used as an alternative energy.

**Key Words:** Daylighting; Daylight factor, Office buildings, Energy saving, Solar heating.

## 1. GİRİŞ

Türkiye doğal gaz piyasası aşağıdaki yedi farklı faaliyetten oluşmaktadır:

- İthalat
- İletim
- Depolama
- Toptan Satış
- CNG
- Dağıtım
- İhracat



Yukarıdaki grafikte de vurgulandığı gibi, 2009 yılında Türkiye'de yaklaşık olarak toplam 35 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz tüketilmiştir. Bu tüketimin 500 milyon m<sup>3</sup>'ünü LNG, 50 milyon m<sup>3</sup>'ünü CNG oluşturmaktadır. Bu durum, toplam pazarın yaklaşık %2'sine tekabül etmektedir.[1]

2009 yılı içinde toptan satış ve CNG şirketleri, Türkiye'de boru hattıyla doğal gazın henüz ulaşamadığı noktalarda 1000'in üzerinde tüketiciye LNG, 1000'e yakın tüketiciye ise CNG ulaştırarak, doğal gaz enerjisinin daha fazla noktada kullanılmasına imkân sağlamıştır.

Bu sayede, ağırlıklı olarak her ölçekteki sanayi tesisleri, ticari işletmeler, turistik tesisler gibi LNG ve CNG kullanıcıları daha verimli bir yakıt alternatififiyle tanışmıştır.

Botaş'ın Marmara Ereğlisi'ndeki tesisinin yanı sıra Egegaz'ın Aliğa terminalinin aktif hale gelmesiyle, önümüzdeki yıllarda LNG kullanıcı sayısının ve kullanım alanlarının daha da artması beklenmektedir.

2003 yılından bu yana 2 milyar m<sup>3</sup> değerinin üzerinde doğal gaz, LNG ve CNG formlarında tüketiciye ulaştırılmış olup, halen yıllık 500 milyon m<sup>3</sup> mertebesinde bir pazar mevcuttur.

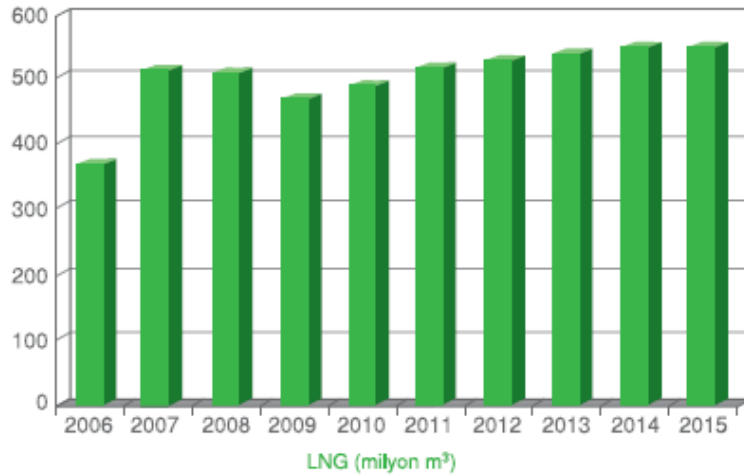
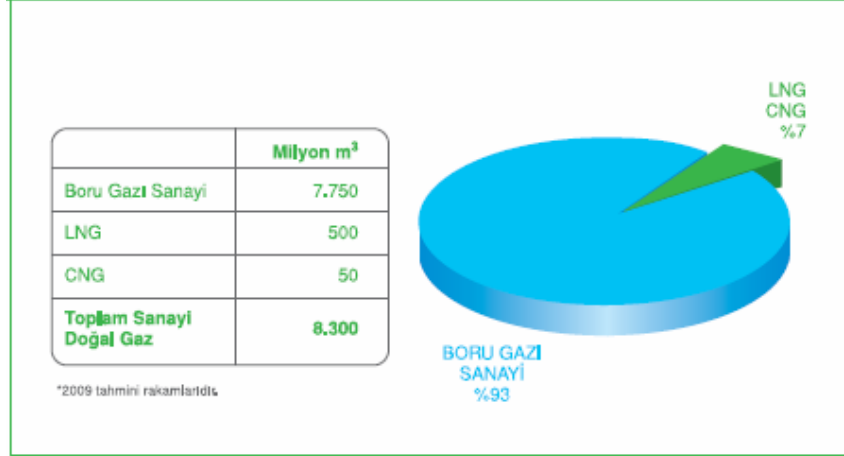
Ülkemizde sanayi amaçlı toplam doğal gaz tüketiminin yaklaşık %7'si LNG ve CNG formunda gerçekleşmektedir.

Ülkemize ithal edilen toplam LNG'nin yaklaşık %10'u sıvı fazda kamyon tankerlerle taşınarak tüketicilere ulaştırılmaktadır.

Yıllık 500 milyon m<sup>3</sup> mertebesinde bir doğal gaz pazarı için bugüne kadar yapılan yatırım 250.000.000 TL'nin üzerindedir.

Sektör 1000'in üzerinde LNG tüketicisi, 250 adet kamyon dorse, 1000'e yakın çalışanı istihdam etmektedir.

Botaş'ın Marmara Ereğlisi'ndeki tesisinin yanı sıra Egegaz'ın Aliağa terminalinin aktif hale gelmesiyle, önümüzdeki yıllarda büyümeye aday bir pazardır.



## 2. LNG NEDİR? LNG'İN KULLANIM ALANLARI NELERDİR?

Doğal gaz, atmosfer basıncında -162°C'a kadar soğutulduğunda yoğunlaşarak sıvı faza geçmekte ve "Sıvı Doğal Gaz" (LNG-Liquified Natural Gas) olarak adlandırılmaktadır.

LNG, kokusuz, renksiz ve zehirli olmayan, sıvı fazda bir yakıttır. Sıvı fazında taşınmakta ve depolanmaktadır. Tüketime, gaz fazında sunulmaktadır.

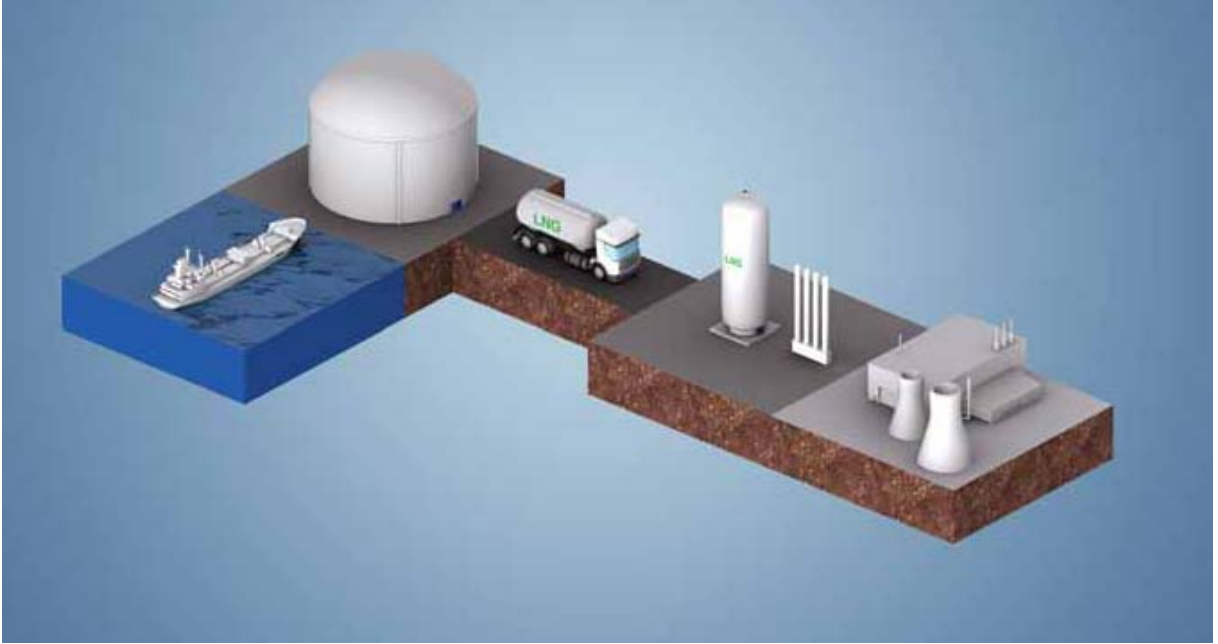
LNG ile yüksek miktardaki doğal gaz, düşük basınçlar altında hacmi yaklaşık 600 kez küçültülerek sıvı halde saklanabilmektedir. Bu özellik, doğal gazın boru hatlarıyla taşınmasının teknik ve ekonomik anlamda mümkün olmadığı yerlere, gemi ve kamyon tankerlerle nakliyesini uygun hale getirmektedir.

Doğal gazın sıvılaştırılması aşamasında bünyesindeki ağır hidrokarbonlardan arındırılması, LNG'nin boru doğal gazına kıyasla daha temiz ve daha yüksek enerji değerine sahip olmasını sağlamaktadır.

LNG, enerji ihtiyacını farklı yakıtlarla sağlayan ve yüksek yakıt tüketimine sahip tüm işletmelerde ilgili talimat, standart ve yönetmeliklerde geçen şartların sağlanması durumunda kolaylıkla kullanılabilir. Ağırlıklı olarak her ölçekteki sanayi tesisleri, ticari işletmeler, turistik tesisler gibi yerlerde;

- Sıcak su ve kızgın su eldesi
- Buhar eldesi
- Sıcak hava eldesi
- Kızgın yağ eldesi
- Pişirme ve kurutma fırınları
- Metal işleme (döküm, ergitme, ısıl işlem vs.)
- Seramik ve cam sanayi
- Elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır.

### 3. LNG DAĞITIM ZİNCİRİ:



LNG kreyojenik (çok soğuk) şartlarda depo edilir ve iletilir. LNG'nin sıcaklığı normal şartlar altında  $-150^{\circ}\text{C}$  civarındadır. İletim ve depolama basınçları ise 1-5 bar arasındadır.

Gerek LNG tanker tankları, gerekse sabit müşteri tankları kreyojenik olmalıdır. Kreyojenik tanklar iç içe iki kaptan oluşur. LNG, içteki paslanmaz tankta depolanmaktadır. Dıştaki çelik tanksa izolasyon kabıdır. İki tank arasında izolasyon malzemesi olarak vakumlanmış perlit bulunur. Tankların tamamında emniyet sistemleri olmalıdır. LNG, doğal gaz basınç düşürme istasyonuna 3-4 bar arasında gönderilir. Tankın basıncı tank buharlaştırıcıları tarafından ayarlanır. Basınç, regülatör ve ekonomizer yardımıyla kontrol edilir.

Buharlaştırıcılar, LNG'yi sıvı fazdan gaz fazına dönüştürmek için kullanılır. Buharlaştırıcılar, LNG'yi ortam ısısını kullanarak gazlaştırıp tüketilmeye hazır hale getirirler. Geniş ısı transfer yüzeyleri sayesinde yüksek ısı değiştirme kabiliyetleri vardır. Tamamen alüminyumdan üretilmişlerdir. Hareketli parçaları olmadığından, bakım gerektirmezler. Doğal gaz dahili tesisatları, EPDK teknik mevzuatına uygun olarak yapılmalıdır. Buharlaştırıcıların çıkışından itibaren, işletme içi yakma ünitelerine kadar olan 2. kademe

basınç düşürme istasyonu da dahil olmak üzere LNG kullanımıyla ilgili tüm doğal gaz dahili tesisatı, EPDK'dan sertifika almış bir yapım firması tarafından; EPDK, BOTAŞ veya bölgesinde yetkili şehir dağıtım şirketinin standartlarına uygun olarak yine EPDK'dan sertifika almış bir müşavir firma kontrol ve denetiminde yapılmış olmalıdır

## 4. LNG MÜŞTERİ TESİSİ

### 4.1. LNG Tank ve Ekipmanları

LNG depolanması için kullanılan silindirik, perlit + vakum izolasyonlu tanklar, müşteri ihtiyaçlarına göre dikey ya da yatay olarak, İpragaz tarafından AD2000 ve EN13458 standardına uygun imal ettirilmektedir. İpragaz'ın LNG tankları 97/23/CEE sabit basınçlı kaplar direktifi doğrultusunda CE işareti taşımaktadır. Yine tank üzerindeki vana v.b. ekipmanlar da tamamen ithal kreyojenik özelliklere sahip olup CE işaretlidir.

- İç Tank:

- Tasarım Kodu: EN 13458–2 ve AD 2000
- Tasarım Sıcaklığı: -196 °C / + 50 °C
- Malzeme: Paslanmaz Çelik SA 240 Tip 304L
- Maksimum çalışma basıncı: 5 barg
- Tasarım basıncı: 6 barg
- Test Basıncı: 10.1 barg

- Dış tank:

- Tasarım Kodu: EN 13458–2 ve AD 2000
- Tasarım Sıcaklığı: -10 °C / + 50 °C
- Malzeme: Karbon çelik EN 10025–2 S235JR veya eşdeğeri
- Tasarım basıncı: -1 barg



### 4.2. LNG Tesisatları

LNG tank sahasında yer alan vana, emniyet valfi, boru, fittings v.b. ekipmanlar kreyojenik şartlarda çalışacak uygun malzemeden imal edilmiştir. Tesisat montajları sırasında sertifikalı argon kaynakçıları kullanılmakta, sahada yapılan tüm paslanmaz boru kaynakları radyografik kontrolden geçerek kayıt

altına alınmaktadır. Tesisat azot gazı ile test edilmekte, herhangi bir problemle karşılaşılmadığı takdirde sistem LNG ile devreye alınmaktadır.



#### 4.3 LNG Tank Temel İnşaat Projeleri ve Statik Hesapları

İpragaz LNG tankı temel inşaatı tip projelerini yetkin bir statik bürosuna yaptırmış olup, temel inşaat projeleri hazırlanırken 1. deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı dikkate alınmıştır. Temel uygulama projeleri ile birlikte statik hesaplarının bir kopyası istenildiğinde müşteriye verilmektedir.

Z4 zemin sınıfına karşılık gelen  $1 \text{ kg/cm}^2$  zemin emniyet gerilmesinin altındaki müşteri lokasyonlarında, projeler üzerlerinde gerekli tadilatlar yapılarak müşteriye teslim edilmektedir.

#### 4.4. LNG Tank Ankraj Bulon ve Şablonu

LNG tankının temel ankrajında kullanılan, tank hacmi ve tipine göre hesaplanmış çap ve adetlerdeki ankraj bulonları ve somunları, ankrajların temel içindeki yerleşimini sağlayacak ankraj şablonu ile birlikte müşteriye teslim edilmektedir. Temel betonu dökülmesi öncesi ankraj yerleşimi ve temel betonu demir donatısı, yetkili İpragaz personeli tarafından kontrol edildikten sonra temel betonunun dökülmesi önerilmektedir.



#### 4.5. Topraklama Tesisatı

LNG tank ve buharlaştırıcıları topraklanmalıdır. Ayrıca LNG tankeri topraklama pensesi ve tank sahası kapılarının yanında yer alacak topraklama tutamakları için de topraklama tesisatı kurulmalıdır. Bu amaçla hafriyat sonrası temel betonu kalıp yapımı öncesi, İpragaz yetkililerine haber verilmelidir. İpragaz'ın yetkilendirdiği elektrik tesisatçısı tank sahasında gerekli bakır kazık çakma ve bakır tel ile



ilikleme işlemlerini yaparak, tank ve buharlaştırıcılara bağlanacak bakır topraklama tellerini hazırlayacaktır. Beton atılması sırasında bu tellerin beton içinde kalmamasına özellikle dikkat edilmelidir.



#### 4.6. LNG Tank Sahası Küvet Betonu, Sifonlu Rogar, Tel Örgü

NFPA-59A (Standard for the Production, Storage and Handling of LNG) standardı gereği LNG tank ve tesisatının çevresinde, en az LNG tank hacmi kadar bir beton havuz (kület) inşa etmek gerekmektedir.

Bu havuzda en az bir adet sifonlu rogar ile drenaj sağlanmalıdır. Beton havuzdaki sifonlu rogardaki su, olası LNG kaçağında (likit faz) donacak ve tıkaç vazifesi görerek LNG'nin drenaj kanalına gitmesine engel olacaktır. Böylece LNG kaçağı sınırlandırılmış bir alanda kontrol altına alınmış olacaktır.

Beton küvet üzerine, küvet betonu ile beraber toplam yüksekliği en az 180 cm olacak şekilde tel örgü tesis edilmeli ve bu sahaya giriş çıkış için en az iki adet dışarıya açılan kapı yapılmalıdır. Tel örgü üzerine gerekli uyarı levhaları asılmalıdır. [2]

#### 4.7. LNG Tankı Likit Çıkış Hatları Acil Kapatma Vanaları

TS EN 13458-3'e göre LNG tankı üzerindeki likit çıkışları uzaktan kumanda edilebilen acil kapatma vanaları (ESD) ile tesis edilmelidir. Tank üzerindeki pnömatik kontrollü kreyojenik vanaları açma kapatma işlemi için basınçlı hava kullanılmaktadır. Basınçlı hava mini hava kompresörü (bakımsız-yağsız) tarafından sağlanmaktadır. [3]



#### 4.8. Gaz Kaçağı Algılama Sistemi

LNG tank sahasında ve özellikle tank vana gurubunda oluşabilecek herhangi bir gaz kaçağını algılayacak kaçak sensörü vana mahali üzerine yerleştirilmiştir. Kumanda panosu aracılığıyla alarm verecek olan gaz kaçağı algılama sistemi, yine NFPA-59A standardı gereği sistemde kurulması gereken vazgeçilmez bir emniyet ve güvenlik ögesidir.



#### 4.9. Gaz Sıcaklığı Takip ve Kontrol Sistemi

NFPA-59A'ya göre LNG tank sahasında bulunan buharlaştırıcıların çıkışında yer alan bir PT100 sıcaklık transmiyeri aracılığıyla, likit halden gaz haline geçen doğalgazın sıcaklığı sürekli olarak takip ve kontrol edilmelidir. Gaz sıcaklığının  $-10^{\circ}\text{C}$ 'a düşmesi durumunda sistem önce alarm vermekte, sıcaklığın  $-18^{\circ}\text{C}$ 'a düşmesi durumunda ise doğalgaz dış ve iç tesisatta yer alan ekipmanların zarar görmemesi için tank çıkışındaki likit vanaları otomatik olarak kapatılmaktadır. Hava sıcaklığının  $-20^{\circ}\text{C}$ 'in altına düşme ihtimali olan müşteri tesislerinde, ex-proof (patlama korumalı) doğalgaz ısıtıcıları kullanılarak gaz sıcaklığı uygun seviyeye çıkarılır.



#### 4.10. Deprem İzleme Sistemi

LNG tesisi kumanda panosu içinde yer alan bir deprem sensörü ile müşteri lokasyonunda olabilecek herhangi bir yer sarsıntısının büyüklüğüne bağlı olarak sistem alarm vermekte ve ardından depremin büyüklüğünün artması halinde LNG tank çıkışındaki likit vanaları kapatılmaktadır.



#### 4.11. LNG Tesisi Ana Kumanda Panosu ve Paralel İkaz Panosu

Sıcaklık, gaz kaçağı algılama, deprem izleme sistemlerinden gelen ikazları sesli ve ışıklı alarma çeviren ve tank çıkışındaki likit vanalarının otomatik olarak kapanmasını sağlayan LNG Tesisi Ana Kumanda panosudur. Ayrıca pano üzerinden de vanalar manuel olarak açılıp kapatılabilir ya da acil stop butonu aracılığıyla vanalar kapatılıp alarm verilebilir. Bu panonun üzerindeki ikazların aynısını bulunduran paralel ikaz panosu müşterinin talebi doğrultusunda güvenlik binası v.b. bir noktaya konulmaktadır.



#### 4.12. Ex-Proof Aydınlatma

LNG tank sahası içi tehlikeli bölge olduğundan, bu saha içindeki elektrikli cihaz ve ekipmanların ex-proof (patlama korumalı) özellikte olması gereklidir. Bu nedenle LNG tesis sahasının aydınlatılması için kullanılacak armatür de ex-proof nitelikte olmalıdır. Aydınlatma LNG Tesisi Ana Kumanda panosu üzerinden açılıp kapatılır.



#### 4.13. Kazan Dairesi Gaz Kaçağı Alarm Sistemi

Doğalgazın kullanım noktasındaki (kazan dairesi, mutfak v.b.) kaçaıklarını algılayıp, kullanıcıları sesli ve ışıklı olarak uyaran sistemdir.

#### 4.14. Kokulandırma Sistemi

LNG kokusuz bir yakıttır. Ancak kullanım noktalarındaki kaçaqlara karşın kokulandırılması gerekmektedir. LNG tankı içindeki çok düşük sıcaklıklar nedeniyle herhangi bir kokulandırıcı kimyasal maddenin LNG içine katılması mümkün değildir. Bu nedenle LNG sıvı halden gaz hale geçtikten sonra THT (Tetrahidrotiofen) denilen özel bir kimyasal madde ile kokulandırılır.



#### 4.15 LNG-Telemetri Sistemi

LNG tedarikinde şu an için ülkemizde sadece iki adet tedarik kaynağının bulunması nedeniyle müşterilerin LNG kesintisi yaşamadan faaliyetlerini sürdürebilmeleri ancak etkin bir müşteri stok takibi ile sağlanabilir. Bu amaçla İpragaz kurduğu her müşteri tesisinde, tank içindeki LNG miktarını her gün düzenli olarak LNG lojistik birimine aktaran “ LNG-Telemetri ” sistemini kurmuştur. Sistem her gün aynı saatte müşteri tankındaki LNG miktarını istenirse müşterinin belirleyeceği herhangi bir cep numarasına SMS olarak iletebilmektedir. LNG-Telemetri sistemi sayesinde müşteriye zaman ve işgücü kazanımı sağlanmıştır.

#### SONUÇ

Hava kirliliğinin azaltılması, temiz ve sağlıklı bir çevrenin korunması için doğal gaz son derece önemli bir enerji türü olan doğal gaz, tüm fosil yakıtların içerisindeki en temiz enerjidir. Temiz ve çevre dostu olması sayesinde, hem bakım maliyetlerinin azalmasına, hem de ürün kalitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır.

Doğalgazın en ekonomik ve parsiyel olarak taşınması ve depolanması imkanını sağlayan LNG ise, bu özelliği sayesinde, doğalgaz boru hatlarının ulaşamadığı noktalarda endüstrinin rekabeti enerji ihtiyacına cevap verebilecek en değerli yakıtlardan biri olma rolünü devam ettirecektir.

#### KAYNAKLAR

- [1] SSDGD Kitapçığı
- [2] NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG) 2009 Edition
- [3] TS EN 13458-3 Kreyojenik Kaplar-Statik, Vakum Yalıtımlı Tanklar-Bölüm 3:İşletim Özellikleri

#### ÖZGEÇMİŞ

##### Can TOYDEMİR

1967 İstanbul doğumludur. 1988 yılında İTÜ Makina Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1990 yılında Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 1989-1990 yıllarında İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü'nde İşletmecilik İhtisası Eğitimi almıştır. 1992 yılında İpragaz A.Ş. Proje ve Yatırımlar Mühendisi olarak göreve başlamış olup, halen aynı firmada LPG, LNG ve Otogaz Teknik Destek Müdürü olarak görevini sürdürmektedir.