

İLETİM BORU HATTI OLMAYAN YERLEŞİM YERLERİNE DOĞAL GAZ ARZ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF NATURAL GAS SUPPLY METHODS TO SETTLEMENTS WITHOUT TRANSMISSION PIPELINE

Muhammed Nezih URAL

Aksa Doğal Gaz, Karaköprü, Şanlıurfa.

muhammedu@urfagaz.com.tr, 05335018693

ORCID NO: 0009-0009-6249-3545

Prof. Dr. Hüsametdin BULUT

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa.

hbulut@harran.edu.tr, 05357278210

ORCID NO: 0000-0002-3241-9944

ÖZET

Yerleşim yerlerine iletim boru hattından bağlantı kurularak dağıtım boru hatları ile doğal gaz arzı yapılmaktadır. Ancak yerleşim yeri ile ilgili olarak coğrafik, teknik, ekonomik ve kullanım potansiyeli gibi çeşitli faktörlerden dolayı doğal gaz arzı için iletim hattından dağıtım hattı yerleşim yerine kadar döşenememektedir. Bu durumdaki yerleşim yerlerine doğal gaz arzı için çözüm, CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz) veya LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) istasyonlarının kurulmasıdır. Bu çalışmada, ülkemizde ana iletim hatlarından dağıtım hattının olmadığı yerleşim yerlerine doğal gaz arz yöntemleri incelenmiştir. Bu kapsamda dağıtım boru hatları yerine, doğal gazın CNG veya LNG olarak taşınması ve yerleşim yerine dağıtılması çeşitli parametreler ele alınarak araştırılmıştır. CNG veya LNG yöntemleriyle doğal gaz tedarikinin boru hatlarıyla dağıtıma kıyasla avantaj ve dezavantajları sunulmuştur. Yerleşim yerinin nüfusu ve tüketici potansiyeli, doğal gaz taşıma yönteminin belirlenmesinde ana parametreler olarak öne çıktığı görülmüştür. Ayrıca doğal gaz arzında iletim güzergâhının seçimi, tesisin güvenlik ve teknik kontrolünün göz önüne alınması gerektiği belirlenmiştir. Çalışmada örnek uygulama olarak merkez nüfusu 6992 olan ve 2022 yılından beri CNG ile gaz arzı sağlanan Şanlıurfa'nın Halfeti ilçesi seçilmiştir. 839 abonesi ile ilçe merkez nüfusunun yarısından fazlasına CNG gaz arzı sağlanmıştır. Ancak yapılan analizde belirli bir tüketimden sonra CNG ile doğal gaz arzının uygun olmayacağı görülmüş ve alt ve üst yapı yatırımlarının buna göre planlanması gerektiği belirlenmiştir. Sonuç olarak tüm parametreler göz önüne alındığında İletim boru hattından gaz arzı sağlanana kadar yerleşim yerlerine gaz sağlamanın sürdürülebilir ve ekonomik yolunun CNG veya LNG yöntemleri olduğu görülmüştür

Anahtar Kelimeler: Doğal gaz, CNG, LNG, Yerleşim yeri, Dağıtım boru hattı, Şanlıurfa.

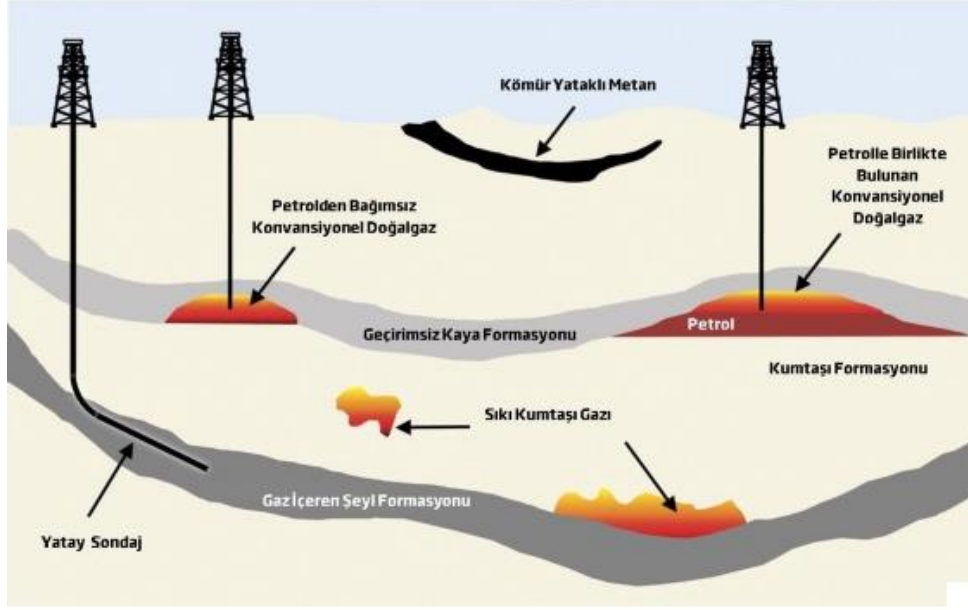
ABSTRACT

Natural gas is supplied to settlements through distribution pipelines by connecting from the transmission pipeline. However, due to various factors such as geographical, technical, economic and utilization potential related to the settlement, the distribution pipeline cannot be laid from the transmission line to the settlement for natural gas supply. The solution for natural gas supply to settlements in this situation is the establishment of CNG (Compressed Natural Gas) or LNG (Liquefied Natural Gas) stations. In this study, natural gas supply methods to settlements where there is no distribution pipeline from the main transmission pipelines in Türkiye are examined. In this context, the transportation of natural gas as CNG and LNG instead of distribution pipelines and its distribution to the settlements are investigated by considering various parameters. The advantages and disadvantages of natural gas supply by CNG or LNG methods compared to distribution by pipelines are presented. It is seen that the population and consumer potential of the settlement stand out as the main parameters in determining the natural gas transportation method. It was also determined that the selection of the transmission route and the safety and technical control of the facility should be taken into consideration in natural gas supply. Halfeti district of Şanlıurfa, which has a central population of 6992 and has been supplied with CNG gas since 2022, was selected as a case study in the study. With 839 subscribers, CNG gas supply has been provided to more than half of the district center population. However, the analysis showed that after a certain level of consumption, natural gas supply with CNG would not be appropriate and infrastructure and superstructure investments should be planned accordingly. Considering all parameters, it is seen that CNG or LNG methods are the sustainable and economical way to supply gas to settlements until gas supply from the transmission pipeline is ensured.

Keywords: Natural gas, CNG, LNG, Settlement, Distribution pipeline, Şanlıurfa.

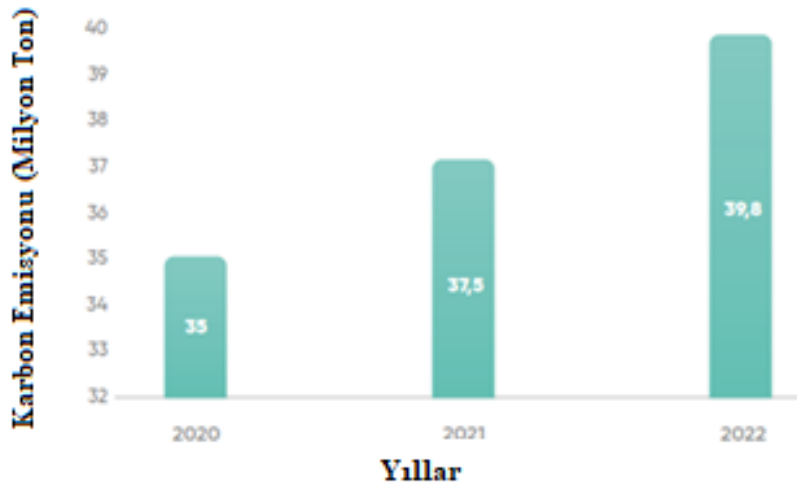
GİRİŞ

Doğal gaz her an kullanıma hazır olması, çevre dostu ve ekonomikliği ile dünyada en yaygın kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Ana bileşeni metan (CH_4) olan doğal gaz, fosil yakıtlar arasında önemli bir yer tutar. Renksiz, kokusuz ve genellikle tatsız olan doğal gaz, genellikle enerji üretimi, ısıtma ve endüstriyel işlemlerde kullanılmaktadır (Speight, 2007). Doğal gaz rezervleri genellikle petrol rezervleri ile birlikte bulunur ve enerji endüstrisi için önemli bir kaynak teşkil eder. Şekil 1’de yeraltı doğal gaz kaynaklarının jeoloji gösterilmiştir (EIA,2011).



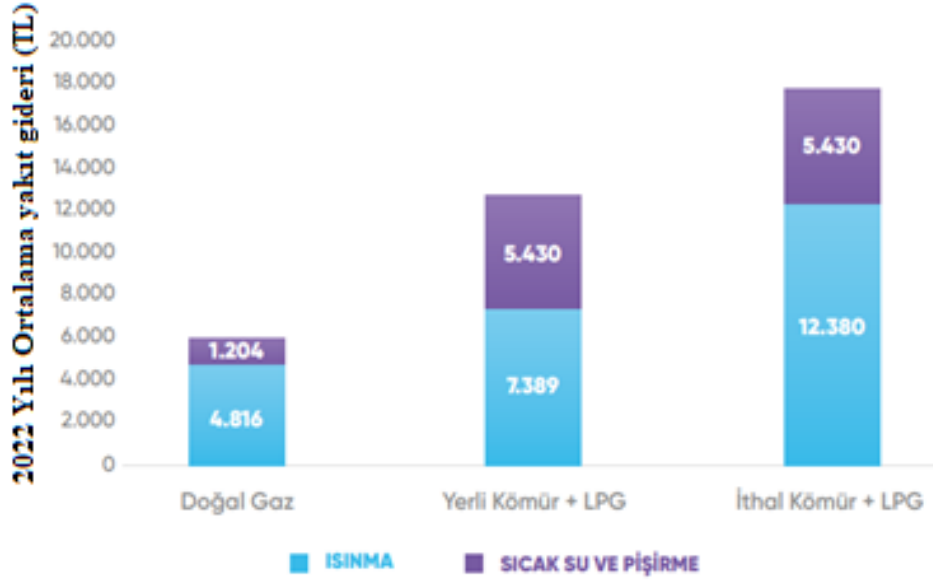
Şekil 1. Yeraltı Doğal Gaz Kaynaklarının Jeolojisi (EIA, 2011)

Diğer fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon emisyonlarına sahip olması doğal gazı çevre dostu ve temiz enerji üretimi yapan yakıt sınıfına koymaktadır. Ayrıca doğal gaz, yüksek enerji içeriğine sahip bir yakıt olduğu için enerji üretiminde yüksek verim sağlamaktadır. Bu özellikler, endüstriyel süreçlerde, elektrik üretiminde enerji santrallerinde ve ısıtma gibi günlük ısı enerjisi ihtiyacının karşılanmasında doğal gazın tercih edilmesini sağlamaktadır. Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde doğal gazın oranı yıllar içerisinde düşmesine rağmen, elektrik enerjisinin ortalama %30'u doğal gaz çevrim santrallerinden elde edilmektedir. Şekil 2'de konutlarda kömür yerine doğal gaz kullanılması durumunda karbon emisyonundaki oluşan azalmayı göstermektedir. Şekil 2'te görüldüğü gibi 3 yıl için toplam 112.3 milyon ton karbon emisyonu engellenmiştir (Gazbir, 2022).



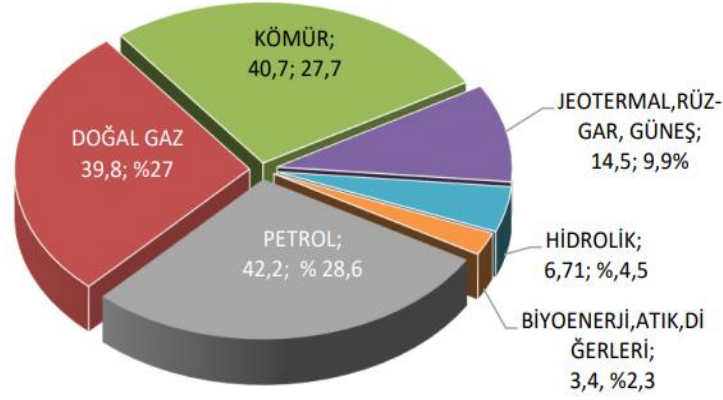
Şekil 2: Doğal gaz kullanımının Türkiye'de Karbon Salınımının azaltma miktarları (Gazbir, 2022)

Doğal gazın konutlarda kullanımının diğer yakıtlara göre önemli üstünlüğü ekonomikliği ve kullanım kolaylığıdır. Şekil 3'te gösterildiği gibi Türkiye'de 2022 yılında ithal kömür ve LPG kullanan haneler, doğal gaz kullanan hanelere kıyasla yaklaşık 3 kat daha pahalıya ısınma, sıcak su ve pişirme ihtiyaçlarını karşılamışlardır (Gazbir, 2022). Ancak fosil yakıtlar arasında yer alması ve sınırlı bir kaynak olması doğal gazın dezavantajlarıdır. Ayrıca, yanması sonucu atmosfere salınan karbon dioksit gazı gibi üretim, nakliye ve depolama aşamalarında oluşan metan kaçakları da sera etkisi yapması doğal gazın çevresel etkilerindendir.

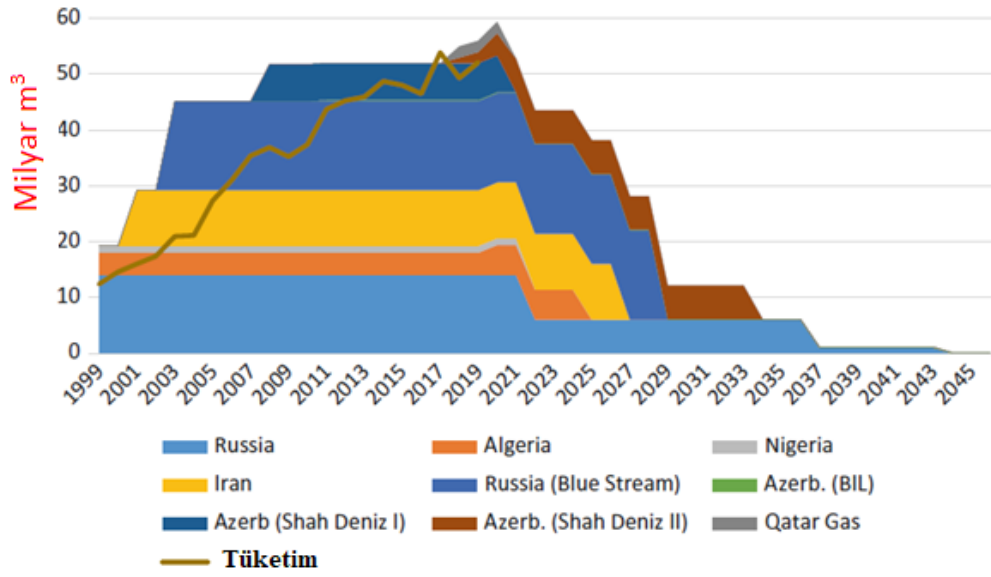


Şekil 3: Türkiye'de 2022 Yılı Ortalama Yakıt Giderleri (Gazbir, 2022)

2022 yılında dünya'da toplam 4.03 Trilyon m³ doğal gaz tüketilmiştir (GECF, 2023). 2022 yılı itibari ile mevcut 210 Trilyon m³ rezerv ile Dünya'nın 52 yıl yetecek doğal gaz rezervinin kaldığı rapor edilmiştir (Statista, 2024; Worldometers, 2024). Ülkemizde 2020 yılı toplam enerji arzı 147.2 Milyon TEP olarak gerçekleştirilmiştir (ETKB, 2024). Bu arzın enerji kaynaklarına göre dağılımı Şekil 4'te verilmiştir. Doğal gaz 39.8 Milyon TEP ile toplam enerji arzında %27 paya sahip olduğu Şekil 4'te görülmektedir. Türkiye'de doğal gaz tüketiminin yıllar içinde artacağı öngörüldürken, ülkelerle yapılan gaz alım anlaşmaları ile gaz arzının kesintisiz sağlanması amaçlanmaktadır (Şekil 5).



Şekil 4: 2020 Yılı Türkiye Enerji Arzı (ETKB, 2024)



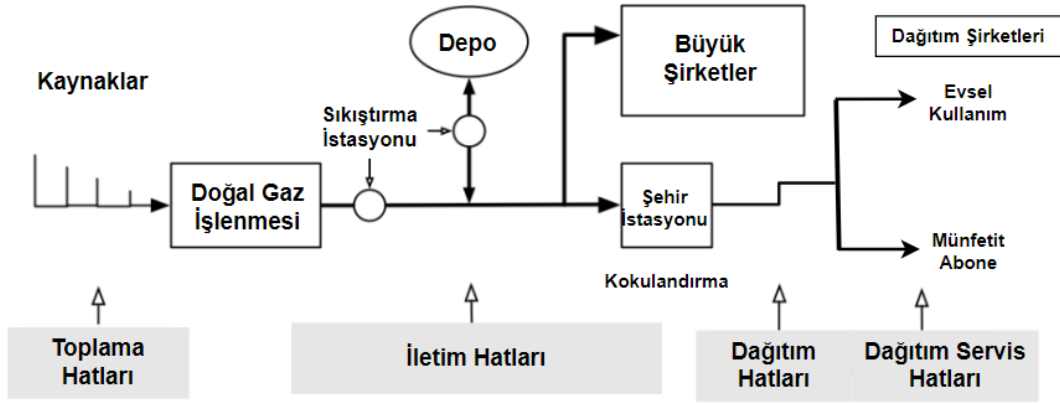
Şekil 5: Türkiye Gaz Sözleşmeleri ve Gaz Tüketimi (Korkmaz, 2021)

DOĞAL GAZIN TAŞINMASI

Doğal gazın üretim yerlerinden tüketiciye kadar etkin ve verimli bir şekilde taşınması gerekmektedir. Çoğu durumda, bir kuyudan üretilen doğal gazın tüketiciye ulaşması için önemli bir mesafeden taşınması söz konusu olabilmektedir. Bunun dışında taşınan doğal gaza hemen ihtiyaç duyulmaması veya sonradan tüketim durumunda, depolama tesislerine konulabilmektedir.

Kaynaklardan çıkarılan ham doğal gaz, boru hatlarıyla direkt taşınmaya uygun değildir. Boru hatları ile doğal gazın taşınması için belirli şartnameler vardır. Doğal gaz, içindeki istenmeyen su buharı, katılar veya diğer zehirli maddelerden arındırılmak zorundadır. Ayrıca daha yüksek değere sahip olan ve ayrı ürünler olarak satılabilecek hidrokarbonlardan da arındırılması gerekmektedir (Mokhatab ve ark., 2006).

Genel olarak doğal gaz boru hatları ile taşınmaktadır. Doğal gaz iletim hatları ile 40-70 Bar arasındaki basınç seviyeleri ile taşınır. Gelen iletim hatları, önce şehir yakınlarındaki ana basınç düşürme ve ölçme istasyonlarına gelir. Burada basınç 14-19 Bar arasındaki bir seviyeye düşürülür ve şehrin merkezlerine kurulan Bölge Regülatörlerine taşınır. Standart konutlar için bu bölge regülatörlerinde de tekrar basınç düşümü işlemi yapılır ve şehirde imalatı yapılan borularda 4 bar olarak taşınır. Bina önlerine 4 bar olarak gelen doğal gaz bina önlerindeki regülatörler ile tekrar 21 mbar veya 300 mbar'a düşürülerek aboneye ulaştırılır. Şekil 6' da doğal gaz arzının boru hatları ile kaynaktan son tüketiciye kadar gösterimi şematik olarak verilmiştir.



Şekil 6: Kaynaktan Son Tüketiciye Kadar Doğal Gaz Hatları

Türkiye’de doğal gazın boru hattı yoluyla iletim faaliyeti, 1987 yılından beri doğal gazın Rusya’dan alınması ile birlikte BOTAŞ tarafından yürütülmektedir. Şekil 7’de Ülkemizdeki BOTAŞ doğal gaz boru hatları gösterilmiştir.



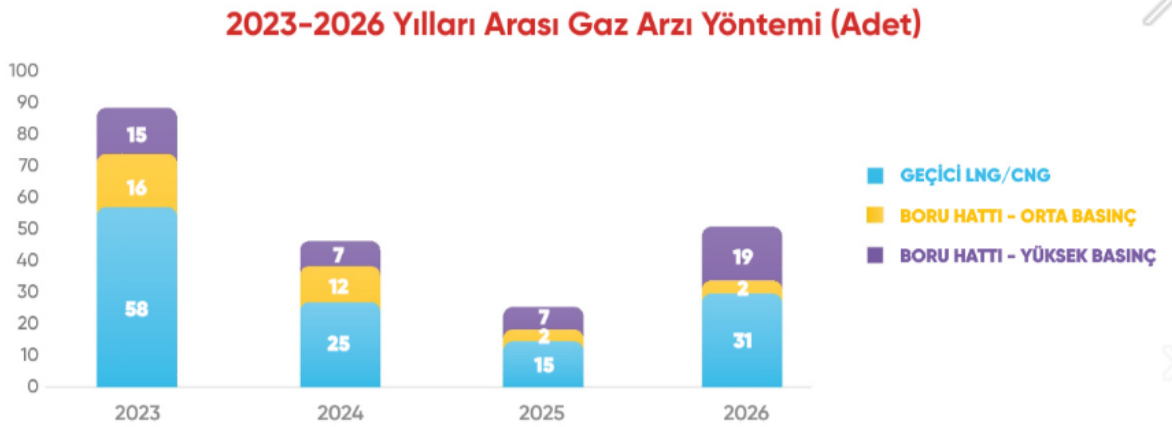
Şekil 7: Türkiye Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları (BOTAŞ, 2024)

Doğal gazı kaynağından verimli, ekonomik ve hızlı bir şekilde talebin olduğu bölgelere taşımak için boru hatları kullanılmaktadır. Yüksek basınca sıkıştırılan doğal gaz, boru hatları vasıtasıyla bir yerden diğer bir yere enerji yoğunluğu da artırılarak iletilir. Ancak boru hattı kurmanın maliyetli ve zor olduğu durumlarda alternatif çözüm, taşınabilir doğal gaz sistemini kullanmaktır. Bu durumda yerel doğal gaz istasyonlarına doğal gaz, LNG ve CNG şeklinde taşınmaktadır.

Türkiye’de 2022 yılı sonunda inşa edilen çelik boru hattı uzunluğu toplamda 16810 km, servis hattı uzunluğu hariç polietilen boru hatlarının uzunluğu da 118266 km olmuştur (EPDK, 2023). 2022 yılı sonu ile Türkiye’de toplam 81 ili ve 743 yerleşim yerine doğal gaz arzı yapılmakta ve 53.3 Milyar m³ tüketim gerçekleşmiş olup toplam dağıtım boru hattı uzunluğu 180200 km olmuştur (Gazbir, 2022).

2022 yılında 39 ilde nihai tüketicilere 102.56 milyon m³ doğal gaz arzı, bölgesel dağıtım şebekelerinin CNG ve/veya LNG ile beslenmesi yöntemiyle yapılmıştır. Bu doğal gaz arzının %0.27’si ana dağıtım şebekesinden alınan gazın sıkıştırılması, %72.36’sı CNG lisansı sahiplerinden CNG alımı ve %27.37’si toptan satış lisansı sahiplerinden LNG alımı vasıtası ile temin edilmiştir (EPDK, 2023).

2023 ile 2026 yılları arasında gaz arzının, toplam 80 yeni yerleşim yerinde boru hattı ile toplam 129 yeni yerleşim yerinde ise CNG veya LNG ile yapılması öngörülmektedir (Gazbir, 2022). CNG ve LNG ile gaz arzı sağlanacak yerlerin sayısının boru gazı sayısından fazla olması, doğal gaz taşıma yöntemlerinin araştırılması ve geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. (Şekil 8).



Şekil 8: Türkiye’de 2023-2026 Yılları arası öngörülen doğal gaz Arzı Yöntemleri (Gazbir, 2022)

Doğal gaz, katı olarak gaz hidrat olmak üzere katı olarak da taşınabilir. Doğal gaz hidrat (NGH), kararlı bir su kristalli buz benzeri madde oluşturmak için doğal gazın sıvı suyla karıştırılmasının ürünüdür. Doğal gaz hidrat taşınmasının, doğal gazın kaynaktan talebe taşınmasında sıvılaştırılmış doğal gaza veya boru hatlarına uygun bir alternatif olduğuna inanılmaktadır (Merey ve Longinos, 2018). Fakat bu yöntem şu an ülkemizde gaz arzı için kullanılmamaktadır.

Ülkemizde doğal gazın ithali, iletimi, dağıtımı, depolanması, pazarlanması, ticareti ve ihracatı ile ilgili faaliyetler 4646 Sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile belirlenmiştir. Kanunda LNG veya CNG ile besleme yöntemiyle dağıtım hattının kullanılabileceği ifade edilmiştir. Doğal gaz şehir içi dağıtım lisansı ihalesi, dağıtım şebekesinin inşa edilmesi, işletilmesi, genişletilmesi, iyileştirilmesi, doğal gazın sunumu ve bu faaliyetlerin izlenmesi, denetimi ile dağıtım lisansı ve dağıtım lisansı sahibi şirket ve müşterilerin hak ve yükümlülüklerine ilişkin düzenlemeler ise Doğal Gaz Piyasası Dağıtım Ve Müşteri Hizmetleri Yönetmeliğinde yer almaktadır. Doğal gaz dağıtım şebekesinin LNG veya CNG ile beslenmesine ilişkin usul ve esaslar ise T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından alınan kararlar ile belirlenmektedir. Doğal gaz piyasası mevzuat listesi EPDK web sitesinde verilmiştir (EPDK, 2024).

BULGULAR

CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz) İle Doğal Gaz Arzı

Doğal gaz içindeki metan, etan ve propan oranlarına göre özel ekipmanlar kullanılarak yüksek basınçlara kadar sıkıştırılabilir. Yüksek basınçtaki doğal gaza sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) adı verilir (Speight, 2007). CNG, doğal gazın sıkıştırılmasıyla elde edilen bir yakıt formudur. Bu işlem, gazın hacmini azaltırken enerji yoğunluğunu artırır, böylece taşıma ve depolama işlemleri daha etkili hale gelir. CNG, basınca dayanıklı özel tüplerde depolanır ve taşınır (Şekil 9).



Şekil 9: CNG Tüp Demetleri

CNG, bazı ülkelerde araç taşımacılığında geleneksel yakıtlara (benzin veya dizel) alternatif olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca dağıtım istasyonlarındaki boru hattı CNG gazıyla beslenebilir. Bunun yanında doldurma istasyonları da CNG ile çalışabilir ancak gazı 220 Bara çıkarmak için gereken kompresörlerin satın alınması, bakımı ve çalıştırılması pahalı olabilir.

Avrupa Birliği ve TSE standartlarında, özel tüplere sıkıştırılarak doldurulan doğal gaz CNG olarak özel kamyon, çekici ve tırlar vasıtasıyla taşınarak kullanıcılara ulaştırılır. CNG ile konutlardan büyük sanayi kuruluşlarına kadar olan yerlerde enerji ihtiyacı rahatlıkla karşılanır. CNG taşıma yöntemi ile doğal gaz altyapısı olmayan bölgelerdeki sanayi kuruluşları, oteller, fabrikalar, özel mülkler ve kurumlar doğal gazın sunduğu avantajlardan yararlanma imkânı

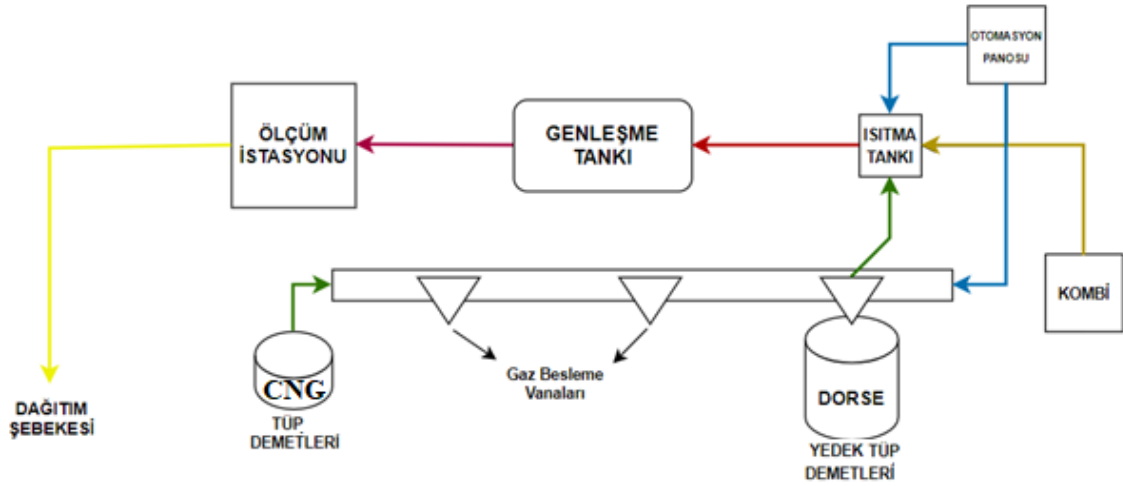
bulabilirler. Bu tarzdaki büyük kuruluşlar ve kişiler basınç düşüş istasyonlarını kurmak suretiyle doğal gaz ihtiyaçlarını karşılayabilirler.

Halfeti İlçesine Cng İle Doğal Gaz Arzı: Örnek Uygulama

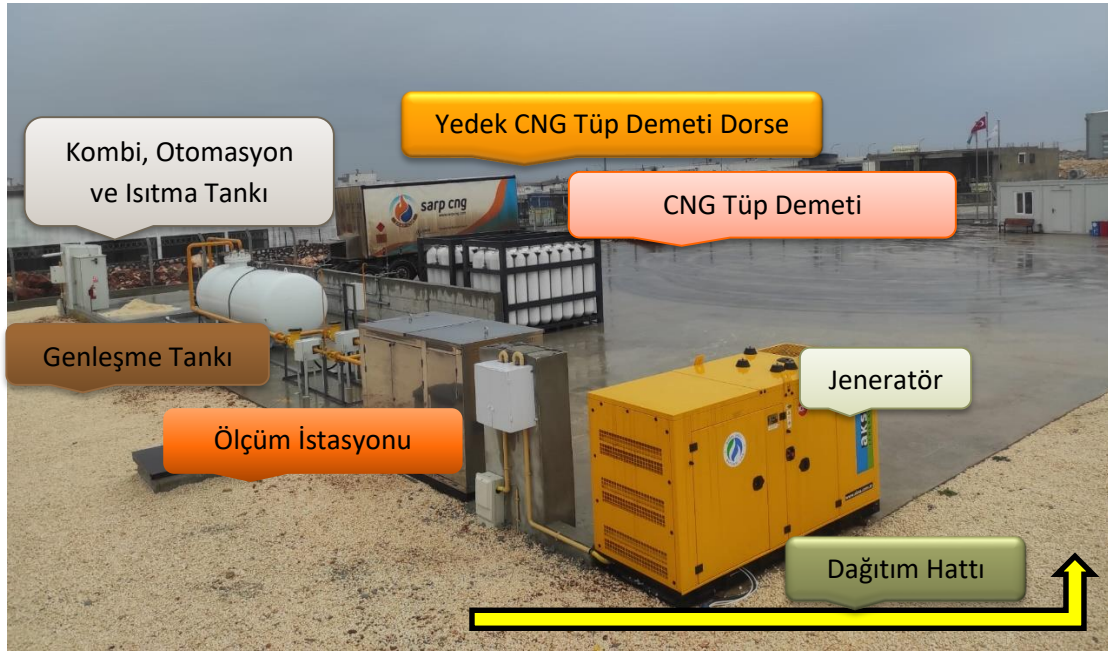
Dağıtım şirketlerine İlçe ve beldelere CNG ile doğal gaz arzı yapılması izni 2017 yılında EPDK tarafından verilmiştir. BOTAŞ tarafından 2022 yılında kısa bir süre içerisinde iletim hattının Halfeti'ye ulaştırılamayacağını dağıtım şirketine bildirilmesi ile Halfeti'ye gaz arzının CNG ile sağlanması kararı dağıtım şirketi tarafından alınmıştır. Alternatif olarak LNG ile arz maliyetinin yüksek olacağı belirlendiğinden CNG tercih edilmiştir. Kurulan CNG istasyonu, BOTAŞ iletim hattının gelme ihtimali olan güzergâh boyunca seçilmiştir. Bunun sebebi iletim hattı geldikten sonra hat taşıma yapmak için ekstra maliyet oluşturmamaktır.

2022 yılında kısa bir sürede CNG ile gaz arzı, Şanlıurfa'nın Halfeti ilçesine yapılmıştır. Toplamda 3748 konut bulunan ilçede 2023 yılında yapılan yatırımlar neticesinde 1122 konuta doğal gaz arzı sağlanabilecek duruma gelinmiştir. CNG taşımacılığı ile merkez mahallelerinde 6992 nüfusu bulunan Halfeti'nin yarısından fazlasına doğal gaz ulaştırılmış durumdadır.

CNG beslemeli doğal gaz istasyonları bölgenin ihtiyaçları doğrultusunda farklı kapasitelere sahip olacak şekilde tasarlanmaktadır. Şanlıurfa Halfeti ilçesi CNG İstasyonun şematik çizimi Şekil 10'da ve sahadan görüntüsü şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10: Şematik CNG İstasyonu



Şekil 11: Halfeti CNG İstasyonu

İstasyona gelen doğal gaz tüp demetlerinin sisteme bağlanması için farklı bağlantı noktaları bulunmaktadır. Şu anda sisteme bağlı olan tüp demetlerinin toplam kapasitesi, tüpler içindeki basınca göre yaklaşık 4500 m^3 ve 4800 m^3 arasında olmaktadır. Olası aksilikler için yedek CNG tüp demetleri dorsede bulunmaktadır. Her bir tüp demeti sepeti 700 m^3 kapasiteye sahiptir. İnşa edilen tesis, istasyonda yedek besleme noktaları ile artırılabilir kapasiteye sahiptir.

Tüp demetinden gelen gazın basıncı 200 bar olarak ayarlanır. 200 barlık bu yüksek basınç, önce genişleme tankında 8 bara kadar düşürülür. Bu basınç düşürme işlemi otomasyon sistemi tarafından kontrol edilir. Otomasyon sistemi, vanaları ve ısıtıcıları düzenler. 200 Bar'dan 8 Bar'a düşen gaz soğuyacaktır. Bu soğumayı engellemek için sistem soğuyan gazı ısıtır. Soğuyan gazı ısıtmak için yeni otomasyon sistemine bağlı rezistanslı ısıtıcılar ve bir doğal gaz kombisi kullanılır (Şekil 12). Rezistanslar ve kombi, sıcak su tankındaki suyu ısıtarak, borularda akan gazın da ısınmasını sağlar. Borulara ve vanalara zarar vermesi için sıcak su tankının sıcaklığı, mevsime göre 40°C ve 70°C arasındaki değerlerde ayarlanır. Sıcaklığı normal seviyeye gelen gaz genişleme tankına geçer ve buradan sisteme verilir. Sisteme verilen gazın basıncı 8 bara kadar ayarlanabilir.



Şekil 12: CNG İstasyonu Isıtma Tankı

CNG formunda gelen gaz kokulandırılmış olarak basınçlandırılabilir. Bu avantajından dolayı kokulandırılmış olan doğal gaz ekstra bir kokulandırma ünitesine gerek kalmadan sisteme verilebilir. LNG’de olmayan bu özellik CNG işletmesinin avantajları arasındadır.

Şekil 13’te gösterilen Uzaktan Okuma Sistemleri’nin de olduğu CNG tesislerinde, bilgisayarlar ve mobil uygulamalar üzerinden tesisin doğal gaz basınç durumları, yedek basınç tüpleri, kazan sıcaklığı, hat basıncı gibi değerler uzaktan takip edilebilir. Bütün sistemin eksiksiz çalışabilmesi için kesintisiz bir elektrik ihtiyacı doğal gazla çalışan jeneratörle karşılanmaktadır. Ayrıca istasyonun güvenliğinin sağlanabilmesi için istasyon içerisinde 24 saat çalışan personel bulunmakta ve istasyondaki ölçüm noktalarından saatlik değerler manuel olarak kayıt altına alınmaktadır.

HALFETİ CITY GAZ AKSA					
1.Dorze Basıncı 23.01.24 09:10:00 153.13 Bar	2.Dorze Basıncı 23.01.24 09:10:00 0.00 Bar	Megaz Basıncı 23.01.24 09:10:00 2.92 Bar	1.Hat Basıncı 23.01.2024 09:10:00 7,64Bar	1.Hat Düzeltilmemiş Hacim (v1) 23.01.2024 09:10:00 35.419M3	1.Hat Düzeltilmiş Hacim (vb1) 23.01.2024 09:10:00 284.319sM3
1.Hat Gaz Sıcaklık 23.01.2024 09:10:00 8,43c	2.Hat Basıncı 23.01.2024 09:10:00 4,96Bar	2.Hat Düzeltilmemiş Hacim (v2) 23.01.2024 09:10:00 19M3	2.Hat Düzeltilmiş Hacim (vb2) 23.01.2024 09:10:00 0sM3	2.Hat Gaz Sıcaklık 23.01.2024 09:10:00 7,88c	Günlük Tüketim 23.01.2024 09:10:00 1.632sM3
Kazan Sıcaklık 23.01.2024 09:10:00 68,88c	Tank Basıncı 23.01.2024 09:10:00 6,85Bar				

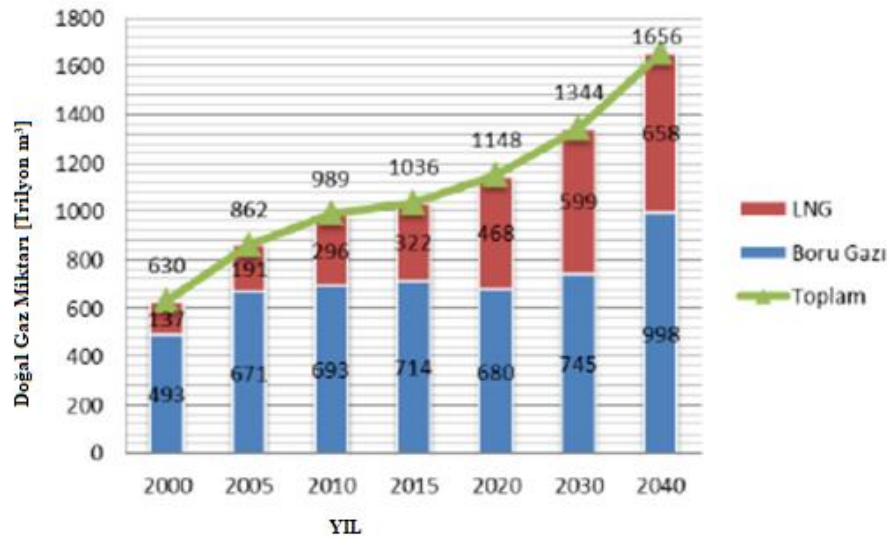
Şekil 13: CNG İstasyonu Uzaktan Takip Sistemi

LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) İle Doğal Gaz Arzı

LNG, doğal gazın sıvı halidir. Yaklaşık -162°C'ye soğutulan gaz sıvılaşır ve oda sıcaklığındaki gazın yaklaşık 1/600'ü kadar bir hacme sahiptir. Ancak doğal gazı sıvılaştırma tesisleri, sıvılaştırılmış doğal gazı pazara taşımak için hareketli parçalara sahip karmaşık makinelere ve özel soğutmalı gemilere ihtiyaç duyar. Sıvılaştırılmış doğal gaz tesisi inşa etmedeki maliyetlerin giderek düşmesi ve büyük ölçüde iyileştirilmiş termodinamik verimlilikler,

LNG'yi dünya çapında önemli bir doğal gaz ihracat yöntemi haline getirmiştir. Dünyada birçok tesis bulunmakta veya yenileri inşa edilmektedir (Mokhatab ve ark., 2006).

2015 yılında küresel olarak yaklaşık 1 trilyon m³ doğal gaz ticareti yapılmıştır. LNG, bu gaz ticaretinin yaklaşık üçte birini oluşturmuştur. Uluslararası gaz ticaretinde artışlar olacağı tahmin edildiği için mevcut antlaşmaların güncellenmesi ve yeni ihracat-ithalat antlaşmalarının yapılması beklenmektedir. Bu antlaşmalarda, LNG-Boru gazı dengesi, ticaret yapılan bölge ve mevcut sözleşmelerin koşulların dikkate alınacağı öngörülmektedir. Şekil 14'te gösterildiği üzere gelecek 20 yılda küresel gaz ticaretinin %25'lik bir artış ile 1.25 trilyon m³ seviyesini aşması ve LNG payının %43'e yükselmesi tahmin edilmektedir (Gazbir, 2017).

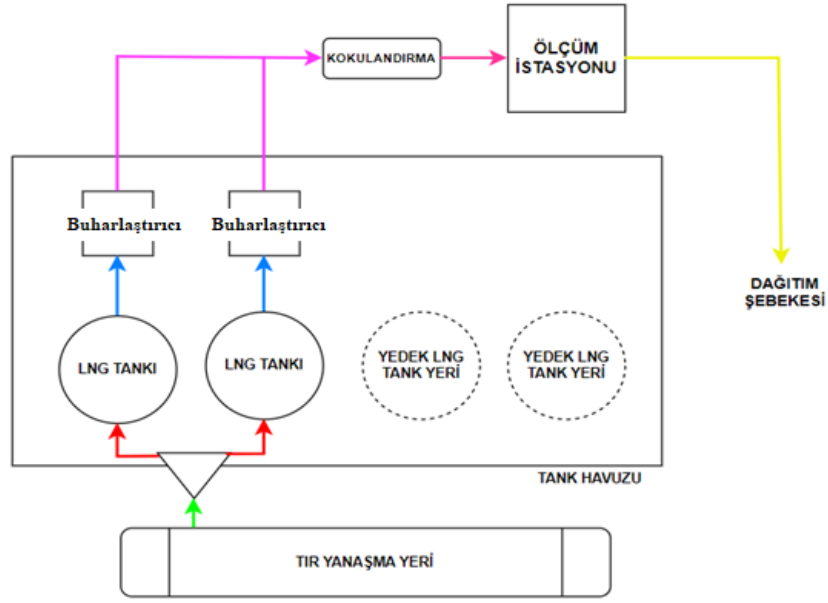


Şekil 14: Dünya’da Boru Gazı ve LNG ile taşınan doğal gazın gelecek yıllardaki projeksiyonu (Gazbir, 2017)

LNG İstasyonları iletim hatlarının gelmesinin daha zor olduğu yerleşim yerlerine daha az sıklıkla ikmal yapmak için kurulabilecek kaliteli bir seçenek olarak değerlendirilebilir. İkmal gelen dolum tankerlerinin daha fazla kapasiteye sahip olmasından ötürü, işletilmesini CNG ile taşıma yapmaya göre daha kolay kılmaktadır. Dolum sirkülasyonunun daha seyrek olmasından dolayı, dolum sırasında yaşanabilecek riskler de daha azdır. LNG tesisindeki elektrik ihtiyacı, LNG istasyonundaki basınç düşüşü doğal yollarla yapıldığı için çok fazla olmamaktadır. LNG sistemlerinin otomasyon sistemleri kontrol ve takip edilebilmesi sayesinde basınç seviyeleri sürekli kontrol altında tutulup, doğal gaz arzını riske atacak seviyelere inmeden ikmal yapılabilmesini sağlamaktadır.

LNG beslemeli doğal gaz istasyonu bölgenin kapasitesine göre farklı kapasitelere sahip olacak şekilde dizayn edilebilmektedir. Şekil 15’te bir LNG istasyonu şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 16’da Bolu Mengen ilçesinin LNG İstasyonu gösterilmiştir. LNG İstasyonunda aktif olarak iki adet 63 m³ kapasitesi olan tank bulunmaktadır. Ayrıca kapasite artırma durumunda iki adet tank için daha istasyonda yer ve bağlantı hatları bırakılmıştır. Tankların içerisinde 1/600

oranında sıkıştırılmış olan sıvılaştırılmış doğal gaz (30 000 m³) bulunmaktadır Doğal gazın sıvı halden gaz hale geçirilmesi işlemi buharlaştırıcı ünitesi yardımıyla olmaktadır ve bu işlem ortam ısısını kullanarak doğal yollarla gerçekleşmektedir. LNG Tesisleri otomasyon sistemi ile takip edilmektedir. Dolum işlemleri herhangi bir talepte bulunulmadan yüklenici firma tarafından otomatik gerçekleştirilebilmektedir. Bu durumda takibin kesilmemesi için tesiste jeneratör bulundurulması zorunludur. Tesisdeki otomasyon sistemlerinde bir arıza olması durumunda saatlik yapılan kontrollerde analog manometrelerden değerler ölçülmektedir. Ayrıca otomasyon sistemi sayesinde mobil cihazlar ile de doluluk oranları anlık her yerde takip edilebilmektedir.



Şekil 15: Şematik LNG İstasyonu



Şekil 16: LNG ile beslenen Bolu Mengen İlçesinin LNG Dağıtım İstasyonu

LNG kokusuz olduğu için kullanım noktalarında kaçaqları tespit etmek için kokulandırılması gerekmektedir. Ancak tankta sıvı halde ve düşük sıcaklıklarda bulunan LNG bu durumda

kokulandırılmamaktadır. THT (Tetra Hidro Tiofen) kimyasal maddesi ile LNG sıvı halden gaz hale geçtikten sonra kokulandırılır. LNG'nin CNG ile doğal gaz taşıma yönteminden farklı yönlerinden birisi bu şekilde kokulandırılmasıdır. Kokulandırma tankı ve ekipmanlarının imalinde tamamen paslanmaz çelik malzeme kullanılmaktadır. Seviye göstergesi ile kokulandırma maddesinin durumu gözlenmekte ve çıkışta bulunan vanalar ile kokulandırma derecesi ayarlanabilmektedir.

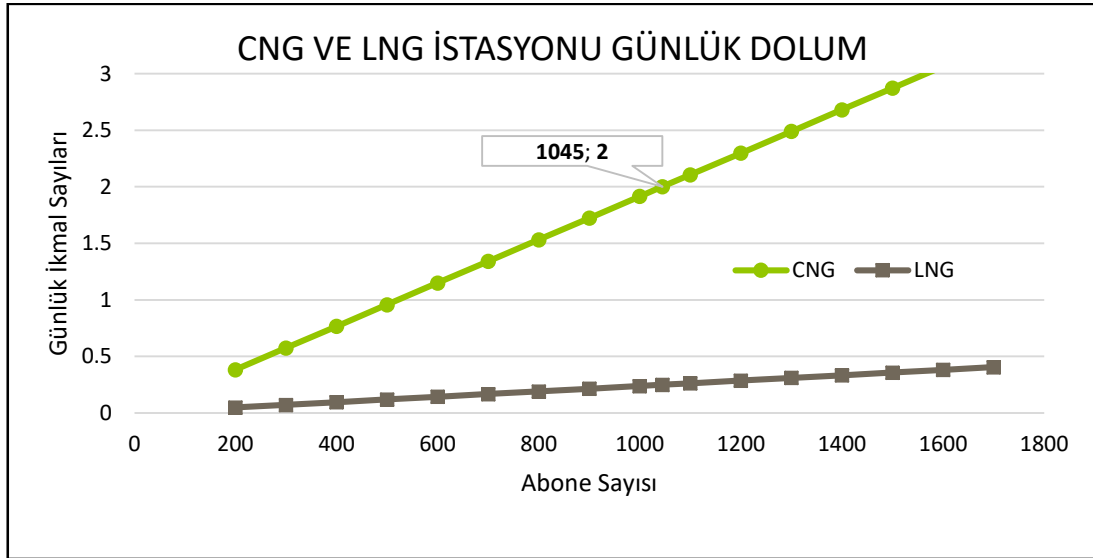
LNG işletmesinin başlıca güçlükleri arasında buharlaştırıcılarda buzlanma ve karlanma sorunudur. Düşük sıcaklıklardaki LNG, buharlaştırıcılarda sürekli karlanma ve buzlanma yapabilmektedir. Son peteklere kadar karlanma ve buzlanma olursa LNG'nin sıvı olarak şehir boru hattına kaçma ihtimali olmaktadır.

CNG Ve LNG İle Doğal Gaz Arzının Karşılaştırılması

Doldurulmuş olan CNG tüpleri ya da LNG tankları istasyonlara kara yolu üzerinden tırlarla taşınır. CNG istasyonunun kurulum maliyeti LNG istasyonuna göre çok azdır. Bu durum geçici süreliğine, ana iletim hattı gelene kadar doğal gaz arzı sağlanacak bölgeler için CNG tarafında avantaj sağlamaktadır. Diğer taraftan taşıma maliyeti açısından LNG daha ucuz olmaktadır. CNG işletmesinde LNG işletmesindeki kadar büyük bir tank yoktur. LNG istasyonlarında genel olarak 10-15 metre uzunluğunda tanklar kullanılmaktadır. Bu tankların CNG işletmesinde olmaması çevreden gelebilecek hasarlar kısmında CNG işletmesini daha avantajlı kılmaktadır.

LNG istasyonunun kapasitesinin ve ikmale gelen dolum tankerlerinin daha fazla kapasiteye sahip olmasından ötürü, işletilmesini CNG ile taşıma yapmaya göre daha kolay kılmaktadır. Dolum sirkülasyonunun daha seyrek olmasından dolayı, dolum sırasında yaşanabilecek riskler daha azdır. 2023 yılının ilk beş ayı içerisinde benzer abone sayıları bulunan (450-500) Bilecik CNG ve Bolu LNG ilçelerinde CNG ile 36 dorse alımı yapılmışken LNG ile yapılan dolum sayısı 5'tir. Bu durum işletme açısından LNG tarafında avantaj oluşturmaktadır. Bu durum ikmal/hizmet maliyetlerinde LNG'ye üstünlük sağlamaktadır.

Şanlıurfa'da hane başına düşen aylık tüketim miktarlarına baktığımızda, kışın en soğuk günlerinde yapılan tüketim miktarı 270 m^3 olarak rapor edilmiştir (Aksa Doğalgaz, 2024). Bu veriye göre CNG ve LNG İstasyonları ile gaz arzı sağlandığında, abone sayısına göre gerek duyulacak ikmal sayıları Şekil 17'de verilmiştir. Güvenli bir doğal gaz arzının sağlanabilmesi için günde iki kereden fazla dolum yapılması güvenlik, süreklilik ve teknik açıdan risk unsurları içermektedir. Bu grafiğe göre CNG ile gaz arzı sağlanırken 1045 aboneye ulaşıldığında günde iki defa ikmal yapılması gerekmektedir. Gaz arzı sağlanacak bölge 1045 potansiyel abone sayısından fazla ise LNG ile besleme yapılması daha uygun olacaktır (Şekil 17).



Şekil 17: Şanlıurfa Halfeti İlçesi Abone Sayısına Göre Günlük İkmal Sayıları

Bu durum göz önüne alınarak, her ne kadar istasyon kapasiteleri isteğe göre ayarlanabilecek olsa da LNG ile ikmal sıklığı düştüğü için güvenli aralıklarda ikmal programı yapıldığında LNG ile beslenebilecek abone sayısının daha fazla olacağı öngörülebilir. Aksa Doğal gaz bünyesinde yer alan Bolu, Bilecik dağıtım bölgesindeki LNG tesislerindeki elektrik ihtiyacı, LNG istasyonundaki sıvıdan gaza dönüşüm doğal yollarla yapıldığı için, Halfeti CNG İstasyonun yaklaşık üçte bir oranında olmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son dönemde, ülkemizde gerçekleştirilen doğalgaz keşifleri ile birlikte, Çaycuma sahasındaki 58 Milyar m³ ve Sakarya Gaz Sahası'ndaki ilave miktarla birlikte keşif miktarı, 710 Milyar m³ olarak ilan edilmiştir. Siyasi, sosyolojik ve ekonomik getirileri nedeniyle, doğal gazın yerleşim yerlerine ulaştırılması, merkezi ve yerel yönetimin ve sivil toplum örgütlerinin en önemli konulardan birisi haline gelmiştir. Halkın doğal gaz ihtiyacının karşılanması ile ilgili tüm faaliyet konuları, yerel siyaset kurumları tarafından takip edilmekle birlikte, tüm illerde Valilik bünyesinde gerçekleştirilen koordinasyon toplantılarında özel bir başlık halinde ele alınmaktadır.

Diğer enerji kaynaklarına göre ucuz, çevreci ve temiz olduğu için doğal gaz dünyada ve ülkemizde kullanımı yaygınlaşmıştır. Doğal gaz arzı genelde iletim hatlarından alınarak dağıtım hatları ile yerleşim yerlerine yapılmaktadır. Yerleşim yerleri için dağıtım hatlarına çeşitli sebeplerden dolayı boru ile doğalgaz bağlanmadığı durumlarda CNG veya LNG istasyonları doğal gaz arzında çözüm olmaktadır. Bu kapsamda ulusal boru hatlarının (iletim hatlarının) olmadığı yerlerde CNG veya LNG ile doğal gaz dağıtımı yapılmaktadır. Söz konusu dağıtım yönteminin belirlenmesinde ilgili mevzuat, teknik çözümler, siyasi kararlar, coğrafik durum, demografi ve ekonomi gibi parametreler göz önüne alınarak karar verilmelidir. İlgili

doğal gaz arzının ne kadar devam edeceği gaz arzı sağlanan yerleşim yerinin potansiyel tüketimindeki eğilime ve iletim hattının planlamasına bağlıdır.

CNG tüpleri ya da LNG tankları istasyonlara tırlar ile karayolu üzerinden taşınmaktadır. Depolama yerinden istasyona kadar olan geliş güzergâhının iyi belirlenmiş olması gerekmektedir. Gazın kesintisiz bir şekilde iletilmesi açısından güzergahın, ulaşılabilir ve düzgün olması önemlidir. Bu hususta, abonelerin ve vatandaşların gazsız kalmaması için bu yolların ıslah çalışmalarının ilgili yerel yönetim kurumları tarafından takip edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Örnek uygulama olarak Şanlıurfa Halfeti ilçesinin CNG ile doğal gaz arzı incelenmiştir. BOTAŞ tarafından iletim hattının planlaması yapılan ancak henüz dağıtım hattının olmadığı ilçede, iletim hattı gelene kadarki sürede ilçenin doğal gaz arzının sağlanabilmesi için CNG ile doğal gaz taşıma seçilmiştir. Bu kapsamda ilçeye ileride oluşturulacak dağıtım hattı göz önüne alınarak CNG istasyonu kurulmuştur ve 2022 yılından beri işletilmektedir. 2023 yılı sonu itibariyle 839 abonesi olan ilçede sürekli gaz arzında bir kesinti yaşanmamıştır. Halfeti’de 2023 yılı itibariyle bulunan 839 aboneye günlük ikmal sıklığı güvenli bir aralıktadır. Ancak yapılan analizde Halfeti örnek uygulamasında 1045 aboneden sonra CNG ile beslemenin yerine LNG ile beslemenin daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, sürdürülebilirlik ve ekonomik olarak doğal gaz arzının, boru hattı ile yerleşim yerlerinin dağıtım istasyonlarına yapılması daha uygundur. Ancak halkın yoğun isteği veya yerel yönetimlerin baskısı ile alınan kararlar neticesinde veya hattın kısa sürede inşa edilememesi durumlarında yerleşim yerlerine geçici olarak CNG veya LNG ile taşıma yapılabilir. Günlük ikmal sayısı veya abone sayısı artıkça CNG’den LNG ile doğal gaz arzına geçilmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, makale için önerilerde bulunan Aksa Şanlıurfa Doğal Gaz Bölge Müdürlüğünde görevli Makine Mühendisi İbrahim ACET’e teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Aksa Doğalgaz, (2024). “Şanlıurfa dağıtım bölgesi”, <https://www.aksadogalgaz.com.tr/Dogal-Gaz-Dagitim-Bolgelerimiz/Aksa-Dogalgaz-Sanliurfa>, Erişim tarihi: 14.02.2024.

BOTAŞ, (2024). “Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası”, <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/dogal-gaz-ve-petrol-boru-hatlari-haritasi/168>, Erişim tarihi: 08.02.2024.

EIA, (2011). U.S. Energy Information Administration. “The geology of natural gas resources”, <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=110#>, Erişim tarihi: 14.02.2024.

EPDK, (2023). “Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu”, <https://www.epdk.gov.tr>, Erişim Tarihi: 13.02.2024.

EPDK, (2024). “Doğal gaz piyasası mevzuat listesi”, <https://www.epdk.gov.tr/detay/icerik/23-2-1007/mevzuat>, Erişim Tarihi 08.02.2024.

ETKB, (2024). “2020 Yılı Ulusal Enerji Denge Tabloları “, <https://enerji.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 13.02.2024.

Gazbir, (2017). “Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği 2017 Enerji Görünümü”, <https://www.gazbir.org.tr/>, Erişim Tarihi: 26.01.2024

Gazbir, (2022). ”Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği 2022 Doğal Gaz Dağıtım Sektörü Raporu”, www.gazbir.org.tr, Erişim Tarihi: 13.02.2024.

GECF, (2023). “The Gas Exporting Countries Forum (GECF) Annual Gas Market Report 2023”, <https://www.gecf.org/>, Erişim Tarihi: 14.02.2024.

Korkmaz, D. (2021). Turkey and the EU in an Energy Security Society The case of Natural Gas, ISBN 978-3-030-45774-7, Palgrave Macmillan.

Lyons, W.C., Plisga, G.J. (2004). Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering, ISBN 978-0750677851, Gulf Professional Publishing.

Merey, S., Longinos, S.N. (2018). “The Role of Natural Gas Hydrate During Natural Gas Transportation “, Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, Volume 7, Issue 2, 937-953.

Mokhatab, S., Poe, W.A., Speight, J.G. (2006). Handbook of Natural Gas Transmission and Processing, ISBN 0750677767, Gulf Professional Publishing.

Statista, (2024). “Proved natural gas reserves worldwide in select years from 1960 to 2022”, <https://www.statista.com/statistics/281873/worldwide-reserves-of-natural-gas/>, Erişim Tarihi: 14.02.2024.

Speight, J.G. (2007). Natural Gas: A Basic Handbook, ISBN 9780127999845, Elsevier.

Worldometers, (2024). “Natural Gas”, <https://www.worldometers.info/gas/>, Erişim Tarihi: 14.02.2024.